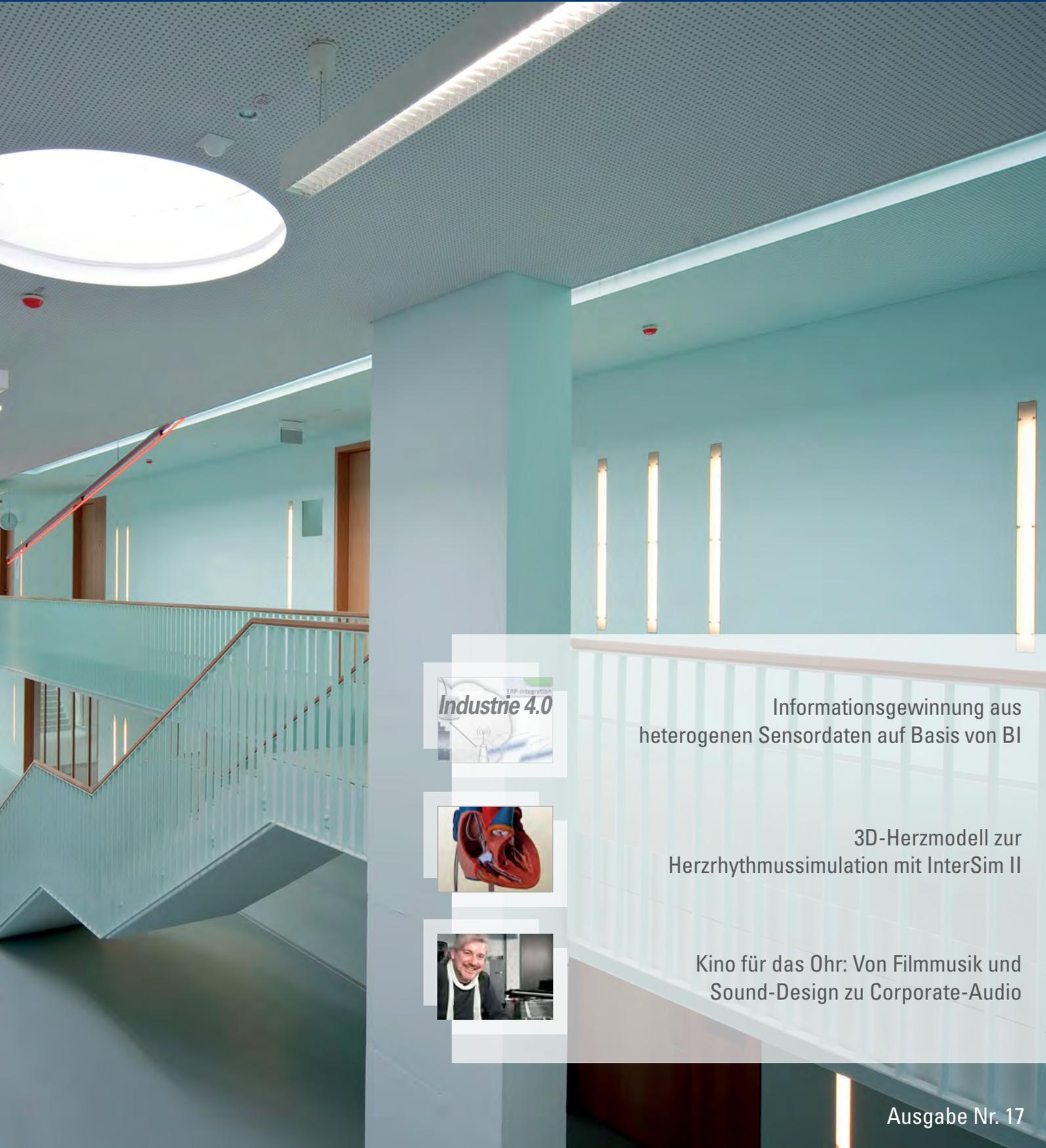


forschung im fokus



Informationsgewinnung aus heterogenen Sensordaten auf Basis von BI

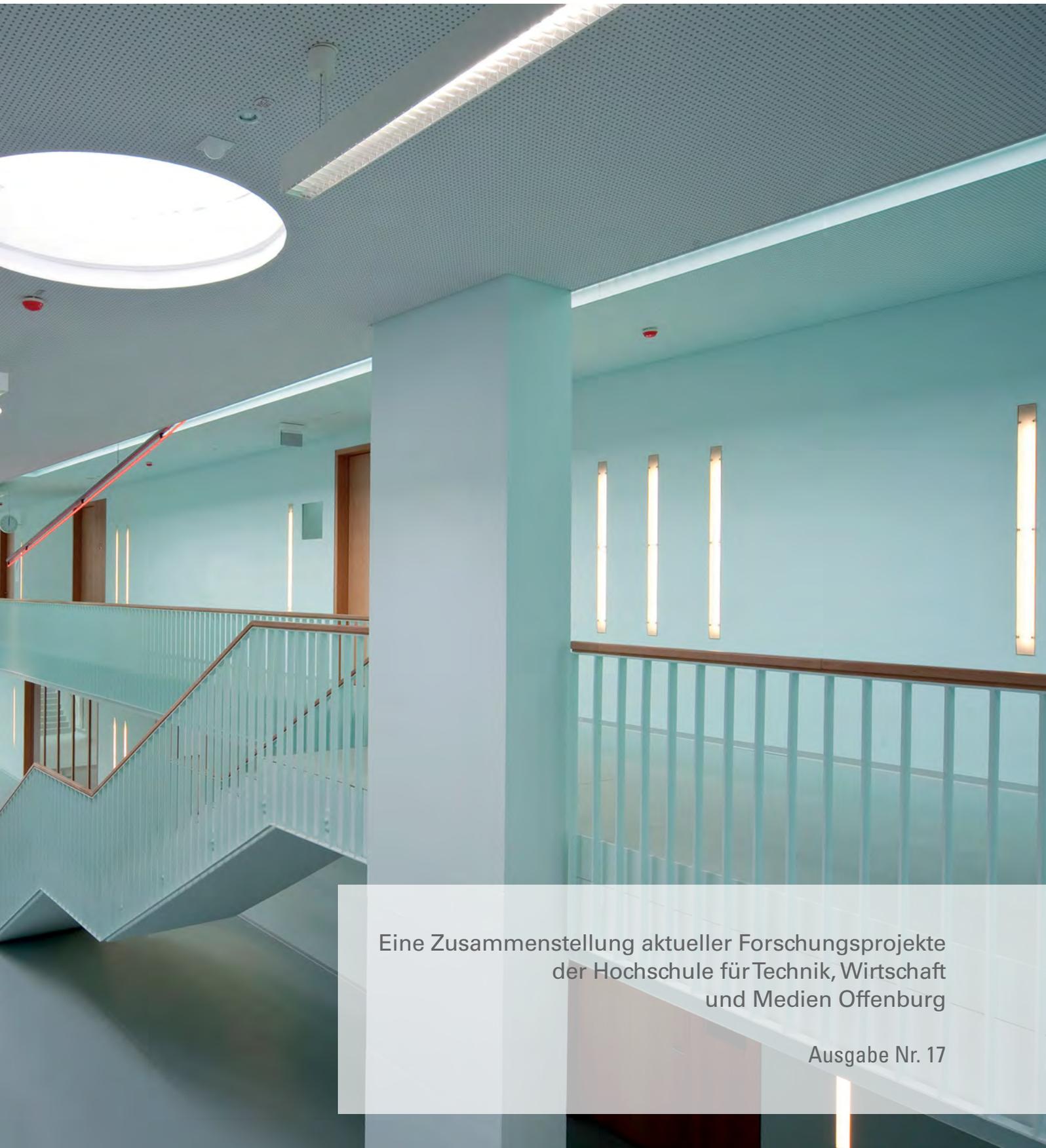


3D-Herzmodell zur Herzrhythmusimulation mit InterSim II



Kino für das Ohr: Von Filmmusik und Sound-Design zu Corporate-Audio

forschung im fokus



Eine Zusammenstellung aktueller Forschungsprojekte
der Hochschule für Technik, Wirtschaft
und Medien Offenburg

Ausgabe Nr. 17



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

in neuer Aufmachung erhalten Sie Ihren „forschung im fokus“ – ein Auszug aktueller Forschungsergebnisse der Hochschule Offenburg. Gegliedert nach ihren Forschungsfeldern skizzieren zusätzlich die vier Fakultäten ihre F&E-Kernkompetenzen, damit Sie direkt Ihre konkreten Ansprechpartner finden können. Weiterhin freuen sich zudem das Institut für Angewandte Forschung, die vier speziellen Forschungsinstitute sowie die Hochschulleitung auf das Gespräch mit Ihnen.

Einige Forschungsteams berichten über ihre interessanten Forschungsprojekte aus dem breiten Spektrum der Hochschule, mit technischem, wirtschaftlichem sowie medientechnisch/gestalterischem Fokus. Diese finanzieren sich aus öffentlichen und privatwirtschaftlichen Drittmitteln oder werden von der Hochschule direkt gefördert. Die Ergebnisse in Form von Publikationen, Innovationen und Technologietransfer, aber auch zunehmend in Form von Promotionen belegen Effektivität, Qualität und Effizienz der Forschungsteams und ihrer Projekte.

So arbeiten hochschulweit über 22 Doktorandinnen und Doktoranden in kooperativen Promotionsverfahren mit Universitäten im In- und Ausland an ihren Forschungsaufgaben.

Unsere vier Forschungsinstitute mit wissenschaftlicher Schwerpunktbildung haben großen Anteil an der Forschungsstärke der Hochschule Offenburg. Sie sind Ausdruck und Ergebnis langjähriger erfolgreicher Forschungstätigkeit. Das Institut für Energiesystemtechnik, das Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation, das Institut für Unmanned Aerial Systems und das Institut Eco Photonics Advances Research at Oberrhein geben der Schwerpunktbildung in wichtigen Forschungsfeldern eine klare Struktur.

Das Industry-on-Campus-Projekt „Entwicklung und Optimierung von Energieprozessketten nachwachsender Rohstoffe“ ist nicht nur das finanziell größte Projekt, sondern beschäftigt sich im Verbund mit sechs Unternehmen mit wichtigen Fragestellungen zur regenerativen Energie-Ressource Biogas. Es wird anteilig von den Partnern sowie dem Land Baden-Württemberg gefördert.

Mein Dank gilt allen Kolleginnen und Kollegen der Hochschule, aber auch den vielen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und den Studierenden in den Forschungsgruppen, die aktiv in der angewandten Forschung tätig sind und einen wesentlichen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit der Hochschule, für den Netzwerkgedanken und für unser gesellschaftliches und wirtschaftliches Umfeld leisten.

Das Institut für Angewandte Forschung begleitet, unterstützt, verbindet und koordiniert als zentrale Einrichtung hochschulweit die hauptamtlichen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Hochschule Offenburg; es steht allen forschungsaktiven Professorinnen und Professoren offen.

Mein ausdrücklicher Dank gilt deshalb der wissenschaftlichen Leitung des IAF, Prof. Elmar Bollin, und Prof. Dr. Axel Sikora als dessen Vertreter sowie dem IAF-Team. Sie verstehen es hervorragend, unsere Hochschule in das Netzwerk aus Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu integrieren.

Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Prorektor für Forschungsangelegenheiten
der Hochschule Offenburg



Institut für Angewandte Forschung



forschung im fokus – kurz *fif* – das ist das Anliegen unseres neuen Forschungsmagazins. In neuem Layout und mit viel Engagement am IAF entstanden und gestaltet unter der Regie von Frau Lutz-Vogt, der hier mein besonderer Dank gilt. Mit zahlreichen interessanten Beiträgen der Forschungsakteure der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Offenburg stellt es die breite Palette der Forschungsaktivitäten des Jahres 2013 auszugsweise dar.

Die angewandte Forschung ist dabei wichtiges Betätigungsfeld unserer Hochschullehrer. Sie ermöglicht es den Professoren zusammen mit ihren Wissenschaftler-Teams, ihre wissenschaftlichen und fachlichen Kompetenzen in die öffentlich geförderte Forschungsvorhaben in Deutschland und Europa einzubringen und so an der Gestaltung der Zukunft mitzuwirken. In Kooperation mit regionalen und nationalen Unternehmungen und Instituten bildet sie die Basis für den Wissenstransfer in die Industrie und aus der industriellen Praxis in die Lehre an der Hochschule Offenburg.

Auch im Jahr 2013 konnte sich die Forschung an der Hochschule Offenburg im Wettbewerb der Hochschulen in Baden-Württemberg behaupten. Mit einem Jahresbudget an wettbewerblich eingeworbenen Drittmitteln

von 3 Mio € gehört sie zu den führenden Hochschulen im Land. Dies ist nicht zuletzt auch das Ergebnis einer konsequenten und soliden Forschungsförderung durch die Hochschulleitung an der Hochschule Offenburg, der hier mein Dank gilt. Nur durch eine Freistellung und die Unterstützung bei der Bereitstellung von Ressourcen können die Professoren an der Hochschule Offenburg konsequent und erfolgreich über Jahre solche Forschungsleistungen erbringen und ihre Forschungsfelder besetzen. Dies zeigt sich auch an der starken Entwicklung der Institute und Forschungsgruppen an der Hochschule Offenburg.

Ich bin davon überzeugt, dass die spannenden Forschungsthemen, die sich in diesem „*fif*“ präsentieren, Ihr Interesse finden und Sie an der Faszination Forschung teilhaben lassen. In diesem Sinn wünsche ich viel Spaß beim Lesen und erwarte gern Ihre Rückmeldungen und Anregungen – vielleicht für neue Projekte in der Angewandten Forschung.

Prof. Elmar Bollin
Geschäftsführender Leiter
Institut für Angewandte Forschung
der Hochschule Offenburg

Denkende Sensoren. Ihr Instinkt.



Intelligente Automation gestalten. Ihr Einstieg bei SICK.

Wenn sich technische Faszination und menschliche Inspiration verbinden, entsteht Zukunft. Ihre Zukunft: Entwickeln Sie mit uns richtungsweisende Lösungen für die Fabrik-, Logistik- und Prozessautomation. Im Rahmen Ihres Praktikums, Ihrer Abschlussarbeit oder als Berufseinsteiger/-in arbeiten Sie selbstständig und übernehmen früh Verantwortung in Ihrem Einsatzbereich. Mit über 6.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und fast 50 Tochtergesellschaften und Beteiligungen gehören wir weltweit zu den Markt- und Technologieführern in der Sensorelektronik. Wir haben noch viel vor. Sie sollten dabei sein. **Ihre Ideen zählen.**



SICK

Sensor Intelligence.

Editorial

6 IAF

Institut für Angewandte Forschung

9 Fakultät E + I

Elektrotechnik und Informationstechnik

10 Automatische Funkfrequenzüberwachung

14 Verteilte „Big-Data“-Analyse und Planung mit Grafikprozessoren

18 Realtime Traffic Control using Publish/Subscribe Distribution Technology

22 Industrie 4.0: Informationsgewinnung aus heterogenen Sensordaten auf Basis von BI

26 Hochdynamische Servoregelung für industrielle Frequenzumrichter

30 Referenzimplementierung des BSI-Regelwerks für sichere Smart-Grid-Kommunikation

35 Fakultät M +V

Maschinenbau und Verfahrenstechnik

36 ARTHYMES – Ein Ansatz zur Methanisierung von Wasserstoff

39 Sweaty – der humanoide Roboter der Hochschule Offenburg

44 Sichere Bauteile trotz werkstoffbedingter Unsicherheiten

47 Thin Layer Chromatography of 17 α -Ethinylestradiol detected by Bio-directed Analysis

50 Elektro-Boost für Hydraulikgetriebe

55 Fakultät M + I

Medien und Informationswesen

56 Regionale Schulentwicklung: Planung und Schulautonomie

60 Vergleichende Usability-Analyse von Jobportalen mit Eyetracking

64 Kino für das Ohr: Von Filmmusik und Sound-Design zu Corporate-Audio

68 Fakultät B + W

Betriebswirtschaft und Ingenieurwesen

69 Which methodological rules support forecast-related information decisions?

72 Übergang Schule-Hochschule mit Mathe-App [fakultätsübergreifend]

76 INES

Institut für Energiesystemtechnik

77 Computergestützte Batterie- und Brennstoffzellentechnik

80 Das INES-Smart-Grid-Labornetz für Forschung und Lehre

83 Messtechnische Evaluation energie-effizienter Gebäudetechnik

86 Eco-PhARO

Eco Photonics Advanced Research at Oberrhein

87 Nahe-Infrarot-Spektroskopie beim Halswirbelsäulen-Distorsionstrauma

90 POI

Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation

91 Ein neuer AV-Delay-Algorithmus für die kardiale Resynchronisationstherapie

95 Fokussiertes linksventrikuläres EKG evaluiert Desynchronisation

99 3D-Herzmodell zur Herzrhythmusimulation mit InterSim II

102 Herzrhythmusimulator mit linkskardialen EKG mit LabVIEW

105 Herzschrittmachersimulation mit modifiziertem Kappa KDR 901

109 IUAS

Institute for Unmanned Aerial Systems

110 Das schwebende Hochschullogo

112 Entwicklung eines FT-Raman-Spektrometers

115 Soundcheck – Akustische Vermessung von Abwasserkanälen

118 Das Gründerbüro der Hochschule Offenburg

119 Forschungs- und Entwicklungsprojekte 2013

120 Publikationen 2013

127 Laufende Promotionen 2013

128 Patente

128 Impressum / Kontakt

„Das IAF versteht sich als zentrale Einrichtung der Hochschule Offenburg und bietet umfassende Dienstleistungen in allen Bereichen an, die einen Bezug zu Forschung und Entwicklung haben. So ist das IAF Ansprechpartner für externe Auftraggeber und Forschungspartner und unterstützt alle internen Prozesse der Forschungsakteure der Hochschule Offenburg.“

Prof. Elmar Bollin, Institutsleitung IAF und INES



Institut für Angewandte Forschung

Forschungsfelder des IAF der Hochschule Offenburg 2013

- Energie
- Informations- und Kommunikationstechnologie IKT
- Medizintechnik
- Wirtschaft, Handel und Logistik
- Medien
- Produktions- und Fügetechnik
- Schadensanalyse und Werkstoffprüfung
- Technische Mechanik und FEM-Simulation
- IT-Sicherheit

Diese Einteilung in Forschungsfelder wurde auch bei der Neustrukturierung des IAF-Internetauftritts (<http://www.iaf.hs-offenburg.de/forschungsfelder/>) genutzt, um die Kompetenzfelder in Forschungsschwerpunkte und Forschungsthemen zu untergliedern und mit Kurzbeschreibungen und Kontaktdaten zu versehen. Die neue Struktur unterstützt so die Suche nach einzelnen Forschungsthemen und den entsprechenden Ansprechpartnern an der Hochschule Offenburg.

Die angewandte Forschung ist dabei wichtiges Betätigungsfeld unserer Hochschullehrer. Sie ermöglicht es den Professoren, zusammen mit ihren Wissenschaftler-Teams ihre wissenschaftlichen und fachlichen Kompetenzen in die öffentlich geförderte Forschungsvorhaben in Deutschland und Europa einzubringen und so an der Gestaltung der Zukunft mitzuwirken. In Kooperation mit regionalen und nationalen Unternehmen und Instituten bildet sie die Basis für den Wissenstransfer in die Industrie und aus der industriellen Praxis in die Lehre an der HSO.

Forschungsaktive Hochschule Offenburg 2013

2013 waren 61 Professoren, also über die Hälfte der Professorenschaft, forschungsaktiv. 39 der 61 forschungsaktiven Professoren sind im IAF organisiert. Zudem waren hier an der Hochschule in der Forschung und Entwicklung insgesamt 108 Mitarbeiter tätig. Mit 22 Doktoranden konnte die Zahl der an der Hochschule Offenburg beschäftigten Doktoranden weiter gesteigert werden.

Abbildung:

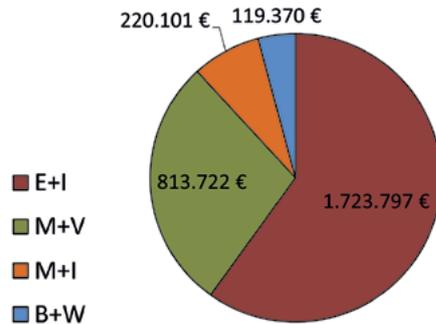
Prof. Elmar Bollin vor dem Großgerät Wasserstoff-Systemeinheit des INES (bestehend aus Druckelektrolyseur, Brennstoffzelle und Wasserstoffspeicher; finanziert durch das Land Baden-Württemberg und die Hochschule Offenburg)

Leistungsdaten der Forschung 2013

2013 wurden an der Hochschule Offenburg wettbewerblich insgesamt 2.876.990 € an Drittmitteln für F&E neu eingeworben. Die vier Forschungsinstitute zeichnen sich mit insgesamt 1.091 T€ für 38 % der Neueinwerbungen verantwortlich. Abbildung 1 zeigt, wie sich die in 2013 wettbewerblich eingeworbenen Drittmittel für F&E auf die einzelnen Auftraggeber bzw. Förderer aufteilen.

Mit 47 % überwiegen wie auch im Vorjahr die Fördermittel aus F&E-Ausschreibungen der Bundesministerien. Gefolgt von 37 % F&E-Drittmittel aus Industrieaufträgen.

Abb. 1:
Wettbewerblich 2013 neu eingeworbene Fördermittel für F&E, aufgeteilt nach Fördermittelgeber bzw. Auftraggeber (gesamt 2.876.990 €)



Im Vergleich mit den 20 Hochschulen im Land konnte die Hochschule Offenburg sich 2013 weiter verbessern und liegt damit auf Platz 4 im landesweiten Vergleich der forschungsaktiven Hochschulen.

Tab.1:
Übersicht über die Forschungskennzahlen der Hochschule Offenburg im Geschäftsjahr 2013

In 2013 neu eingeworben	2.876.990 €
Einzahlungen für F&E in 2013	2.752.950 €
Invest Großgeräte	831.137 €
Forschungsaktive Professoren	61
wiss. Mitarbeiter	108
Doktoranden	22
Anzahl der wiss. Veröffentlichungen	209
Patente	4
AG IV Kennwert	8,3

In den letzten Jahren wurden an der Hochschule Offenburg mit Unterstützung des Landes erhebliche Investitionen im Bereich der Großgeräte getätigt (2011 – 2013: 4 Mio. € Invest). Diese Beschaffungen gehen in der Regel auf HPFG-Förderanträge einzelner Professoren zurück, die jeweils von der DFG begutachtet und für förderwürdig befunden wurden. Diese neuen Großgeräte sind hervorragende Grundinvestitionen um weitere F&E-Vorhaben an der Hochschule Offenburg zu generieren.

Die Zukunft gemeinsam gestalten: vielseitige Möglichkeiten der Zusammenarbeit auf dem breiten Spektrum der Angewandten Forschung

Die Hochschule Offenburg ist mit ihrem Institut für Angewandte Forschung ein regionaler „Wissenschaftsfaktor“ geworden, der in vielfältigen Forschungsdisziplinen engagiert die Kooperation mit Instituten und der Industrie angeht und somit die Innovationskraft der Region für die Zukunft maßgeblich mitgestaltet. So dokumentieren die bisher durchgeführten anwendungsbezogenen Forschungsarbeiten die Leistungsfähigkeit der Hochschulforscher und verfolgen konsequent die Zielsetzung, Technologie und innovative Impulse an die Industrie der Region weiterzuleiten.

Bei der Kooperation mit der Hochschulforschung sind zahlreiche Formen der Zusammenarbeit möglich. Im Rahmen von Kooperationen kann die Hochschule unter der Regie des IAF sowohl begutachtend, begleitend und beratend tätig werden. Sie kann aktiv und selbstständig Aufgaben aus dem Entwicklungsbereich von Industrieunternehmen übernehmen und Produktentwicklungen weiter vorantreiben. Die vertraglichen Vereinbarungen variieren vom direkten Forschungsauftrag, Mitarbeit in einer Arbeitsgemeinschaft oder einfach in Form einer Spende. Im Rahmen von öffentlichen Forschungsvorhaben ermöglicht die Zusammenarbeit mit der Hochschule den Zugang zu den Fördergeldern nationaler und internationaler Organisationen. Die Details der Zusammenarbeit lassen sich gern in einem persönlichen Gespräch klären.

Für die Kooperation mit der Hochschulforschung gilt: Vertraulichkeitsschutz wie auch Neutralität sind kennzeichnend für ein öffentlich rechtliches Institut wie das IAF.

Prof. Elmar Bollin
Geschäftsführender Leiter
Institut für Angewandte Forschung
der Hochschule Offenburg



„Den Laden schmeißen.“

Jetzt
beraten
lassen!

Jeder Mensch hat etwas, das ihn antreibt.

Als Bank und Motor des Mittelstandes der Region bieten wir eine Vielzahl von Förderprogrammen, umfangreiche Bilanzanalysen, maßgeschneiderte Finanzierungspläne, innovative Zahlungssysteme sowie individuelle betriebliche Altersvorsorgemodelle an. Nutzen Sie diese Angebote und sprechen Sie mit unseren Finanzexperten. Tel. 0781/800-0. www.volksbank-offenburg.de

Wir machen den Weg frei.



Als Ingenieur kann ich meine Fähigkeiten beweisen, um die Anforderungen unserer Kunden zu erfüllen.

FELDTTEST + SPIELWIESE

Als Mensch habe ich hier die Freiheit, auch mal ungewöhnliche Wege zu gehen. Das ist meine Formel für Zufriedenheit.

People for Process Automation

Endress+Hauser ist einer der international führenden Anbieter von Messgeräten, Dienstleistungen und Lösungen für die industrielle Verfahrenstechnik. Eine Mitarbeit bei uns verbindet immer zwei Seiten: die technische plus die menschliche. Das Ergebnis: ein Mehr an Zufriedenheit. Jeden Tag. Informieren + Bewerben geht am einfachsten unter www.endress.com/karriere

Endress+Hauser GmbH+Co. KG
Hauptstraße 1
79689 Maulburg

Tel +49 7622 28 2900
ausbildung@pcm.endress.com

Endress+Hauser 



Forschung und Entwicklung – eine wichtige Aufgabe im Selbstverständnis der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

Prof. Dr.-Ing. habil. Uwe Nuß, Dekan der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik



Vor einigen Jahrzehnten waren es nur wenige Professoren, die sich an einer Fachhochschule mit Forschungsthemen oder anwendungsnahe Neuentwicklungen auseinandergesetzt haben. Dieser Zustand hat sich in den letzten 10 – 15 Jahren grundlegend geändert. Auch in der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (E+I) ist diese Veränderung spürbar und die Diskussion über Forschungs- und Entwicklungsprojekte allgegenwärtig. So befasst sich derzeit mehr als die Hälfte der Professorenschaft der Fakultät E+I intensiv mit Drittmittelprojekten.

Der „Renner“ bei der Drittmittelfinanzierung ist hierbei das Programm „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM), gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (vormals Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie). Aktuell werden acht in der Fakultät angesiedelte Projekte aus diesem Programm finanziert, weitere sind in der Vorbereitung. Ähnlich viele Forschungs- und Entwicklungsprojekte werden im Rahmen von Industriekooperationen ohne öffentliche Förderung bearbeitet. Projekte, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Europäischen Union (EU), vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

(BMBF) sowie vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg finanziert werden, runden die Palette der in Anspruch genommenen Projektförderung ab. So wurden im Jahr 2013 von Professoren der Fakultät E+I insgesamt Drittmittel in Höhe von ca. 1,3 Millionen € eingeworben. Auch ist zu erwähnen, dass im Zug der Forschungsthemenbearbeitung in Kooperation mit Universitäten eine stattliche Zahl von Promotionen auf den Weg gebracht wurde.

Schwerpunkte der in der Fakultät E+I geleisteten Forschungs- und Entwicklungsarbeit liegen in den Bereichen Kommunikationstechnik, Informatik, Medizintechnik, Avionik und elektrische Antriebstechnik. Im Zug von Neuerungen im Jahr 2014 wird erwartet, dass in der Fakultät E+I zukünftig auch regenerative Energiesysteme mit in den Vordergrund der Forschungstätigkeit rücken.

Im vorliegenden Forschungsbericht des IAF werden einige Forschungsthemen und Entwicklungsprojekte aus dem Portfolio der diesbezüglichen Aktivitäten in der Fakultät E+I vorgestellt. Ich wünsche den Lesern beim Studium der Beiträge viele Erkenntnisse sowie zahlreiche Anregungen für eigene bzw. neue Projektideen.

Automatische Funkfrequenzüberwachung

Christian Weber, Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele, Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer, Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ

Der rasante Zuwachs an Smartphones und Laptops lässt auch den Bedarf an drahtloser Kommunikation steigen. Ein effizientes Frequenz-Management ist gefragt, um die weder vermehrbare noch transportierbare Ressource Frequenz optimal zu nutzen. Mit einer automatischen Funkfrequenzüberwachung kann dieses Management noch effizienter und dynamischer gestaltet werden, da Senderdatenbankeinträge sofort verifiziert und unlicenzierte Funkemissionen umgehend identifiziert werden.

In line with the increasing demand of wireless communication networks the radio spectrum is becoming congested and its value is increasing. An efficient spectrum management is the key to maximize the use of frequencies. Therefore a ubiquitous monitoring network that permanently scans the spectrum to identify and locate unused, underused frequencies, as well as interference is essential. The monitoring system should offer the capability to automatically identify different parameters of the detected signals. The results of this intelligent analysis are stored in a database which offers to spectrum regulators the possibility to manage frequencies more efficiently.

Einleitung

Smartphones, Tablets oder Radios sind aus unserem heutigen Leben nicht mehr wegzu-denken. Mit dem rasanten Zuwachs dieser Geräte in den vergangenen Jahren ist gleichzeitig der Bedarf an drahtloser Kommunikation gestiegen. Gerade im Bereich des Mobilfunks ist dies für jeden augenscheinlich. Aber auch im Bereich der Notrufdienste oder anderen staatlichen Diensten ist der Bedarf an Funkfrequenzen in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Ein effizientes Frequenz- bzw. Spektrum-Management ist daher gefragt, um die weder vermehrbare noch transportierbare Ressource Frequenz optimal zu nutzen und allen Anfragen nach Frequenznutzung gerecht zu werden [1]. Das wichtigste Element des Spektrum-Managements ist hierbei eine konsistente Senderdatenbank, in der zu jeder Funkstation bzw. zu jedem Sendegebiet die zugehörigen Parameter der Funkemission gespeichert sind. Eine Funküberwachung mit einem Spektrum-Monitoring-System kann dabei die Effizienz des Spektrum-Management-Prozesses steigern, indem es die aktuelle örtliche Frequenzbelegung misst und automatisch auswertet. Ziel des automatischen Spektrum-Monitorings ist es, Funksignale zu identifizieren und parametrisch mit der Spektrum-Management-Datenbank abzugleichen, um Datenbank-einträge zu verifizieren bzw. unautorisierte Funkemissionen zu erkennen [2].

Forschungsansatz

Ziel des hier vorgestellten Projekts ist es, einen automatischen Abgleich von Feldmessung und Referenzdatenbank an einer lokalen Monitoring-Station zu realisieren. Hierfür ist ein mehrstufiger Prozess notwendig, der bei der Signaldetektion beginnt und mit einer Klassifikation der gemessenen bzw. geschätzten Signalparameter endet. Die Signaldetektion steht am Anfang des Gesamtprozesses und markiert die von Funksignalen belegten Bereiche im Frequenzspektrum. Diese Bereiche sind die sogenannten Beobachtungsbereiche, aus denen anschließend die signifikanten Merkmale der Funksignale extrahiert werden. Die gewonnenen Signalparameter werden in einem Merkmalsvektor abgespeichert und können letztlich mit den Daten in der Referenzdatenbank abgeglichen werden. Typische Sendereinträge in der Referenzdatenbank beinhalten unter anderem die Mittenfrequenz der Funkemission, die Sendeleistung, das Antennendiagramm und die Designation of Emission. Letztere beinhaltet z.B. in einer von der ITU spezifizierten Schreibweise die benötigte Signalbandbreite, die Modulationsart des Hauptträgers und gegebenenfalls das verwendete Multiplexverfahren. Primär gilt es, den automatisierten Abgleich der Referenzdatenbank ohne eine Dekodierung der Signale zu ermöglichen. Der entscheidende Grund hierfür ist der große zu untersuchende Frequenzbereich von 20 MHz

bis mindestens 3 GHz [3], der mehrere hundert Signale enthält. Ziel des automatisierten Monitorings ist es, die meisten dieser Signale anhand grundlegender Signalparameter den entsprechenden Sendern in der Referenzdatenbank zuzuordnen. Einzelne detektierte Signale bedürfen jedoch nach wie vor einer manuellen fachmännischen Untersuchung.

Monitoring-Station

Im Rahmen des Projekts wurde eine stationäre Monitoring-Station an der Hochschule Offenburg errichtet. Neben einer omnidirektionalen Antenne besteht die Monitoring-Station aus einem Spektrumanalysator (Agilent N6841A), einer Rechneinheit für die intelligente Signalanalyse und entsprechender Datenspeichermodule. Der eingesetzte Spektrumanalysator ist ein sogenannter FFT-Analysator, der lediglich 1,5 Sekunden benötigt, um das Frequenzspektrum von 10 MHz bis 6 GHz mit einer Auflösungsbandbreite von 10 kHz zu untersuchen. Gerade bei kurzzeitigen Funksignalen ist diese hohe Aufnahmegeschwindigkeit entscheidend. Als Frequenzbereich werden in diesem Projekt beispielhaft die UHF-Bänder IV und V analysiert. Diese sind wegen ihrer Verwendung bei Program Making and Special Events (PMSE), wie z.B. Olympischen Spielen, Musikkonzerten oder Formel-1-Rennen, besonders interessant für ein dynamisches Spektrum-Management. Darüber hinaus liegen in diesem Frequenzbereich auch die sogenannten TV White Spaces, die in manchen Ländern bereits zur High-Speed-Internetversorgung und für Cognitive Radios verwendet werden. Die bereits angesprochene Referenzdatenbank besteht aus zwei Datensätzen. Zum einen liegt für das Forschungsprojekt die öffentlich zugängliche Senderdatenbank der Bundesnetzagentur vor, die sowohl die nationalen Rundfunksender als auch die Sender im Grenzgebiet der Nachbarländer beinhaltet. Zum anderen liegt ein Frequenzplan vor, der die Funkdienste und deren Kanalraster in den unterschiedlichen Frequenzbändern in Deutschland auflistet. Ein Überblick des Monitoring-Systems an der Hochschule Offenburg ist in Abbildung 1 dargestellt.

Methodik

Ausgehend von einem mit FFT-Analysator gemessenen Leistungsdichtespektrum erfolgt die Detektion der aktuell präsenten Signale im Funkkanal. Hierzu wird mit einem neuartigen Verfahren die Dichtefunktion des Umgebungsruschens geschätzt und ein hiervon abhängiger Schwellenwert definiert. Über morphologische Operationen wird das Ergebnis der Signaldetektion zusätzlich optimiert. Abbildung 2 zeigt im oberen Bild beispielhaft ein farbkodiertes Spektrogramm mit den gemessenen Leistungsdichtespektren an der Monitoring-Station in Offenburg über einen Frequenzbereich von 2 MHz und einer Messdauer von etwa 15 Sekunden. Die Auswertung der entwickelten intelligenten Signalanalyse ist im unteren Bild der Abbildung 2 zu sehen.



Abb. 2: Messdaten der Monitoring-Station (oberes Bild) und Ergebnis der Signalanalyse für die Frequenzüberwachung

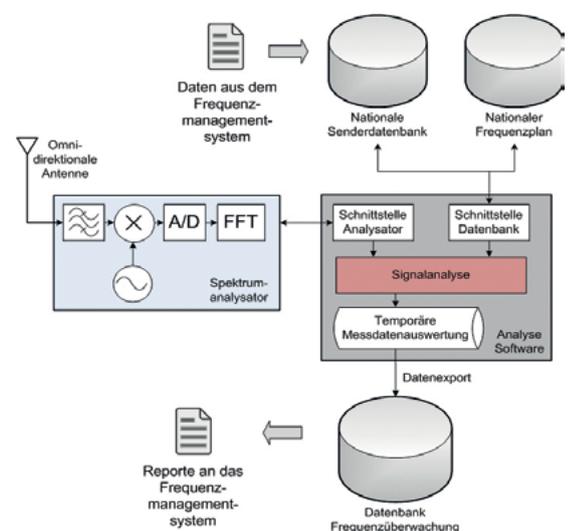


Abb. 1: Konzeptioneller Aufbau des automatisierten Frequenzüberwachungssystems

Zu jedem detektierten Signal werden zusätzliche Parameter wie z.B. die Mittenfrequenz und die Signalbandbreite bestimmt und in einem temporären Speicher abgelegt. Über eine Schnittstelle zu den Referenzdatenbanken werden mit den gemessenen Signalparametern weitere Informationen über die Funkemission eingeholt und abgespeichert. So entspricht das beispielhaft abgebildete Signal mit der ID 5 dem Kanalraster des mobilen Landfunkdienstes und konnte darüber hinaus noch einem dem Frequenzmanagement bekannten Sender zugeordnet werden. Bei anderen gemessenen Signalen ist es durchaus möglich, dass kein zugehöriger Sender in der Frequenzmanagementdatenbank gefunden wird und es sich somit entweder um eine unlicenzierte Funkemission handelt oder eine unvollständige Senderdatenbank vorliegt. Die Ergebnisse der Signalanalyse werden in einer Messdatenbank abgespeichert und können von dort als Reporte an das Frequenzmanagementsystem weitergegeben werden. Neben der Einhaltung der zugeteilten Sendeparameter für die Funkemission ist für das Frequenzmanagement besonders die sogenannte Channel Occupancy – die prozentuale Funkkanalbelegung – interessant. Diese sagt aus, wie oft ein Funkkanal über eine bestimmte Messdauer belegt war und wie oft dieser Kanal in der Messzeit nicht genutzt wurde. Die Auswertung der Funkkanalbelegung dient dem zuständigen Regulierer als wichtige

Grundlage, um die Ausnutzung der nicht vermehrbaren Resource Frequenz weiter zu optimieren.

Ergebnisse

Die Signaldetektion ist einer der wichtigsten Bestandteile des Monitoring-Gesamtsystems. Hier wurde ein neuartiges Verfahren entwickelt, das automatisch die charakterisierenden Momente der zugrunde liegenden Dichtefunktion des Umgebungsrauschens bestimmt. Durch dieses Verfahren wird es möglich, die Signaldetektion anhand einer definierbaren Falschalarmwahrscheinlichkeit P_{fa} vorzunehmen. Abbildung 3 zeigt die Detektionswahrscheinlichkeit P_d eines digitalen Rundfunksignals über dem Signal-Rausch-Verhältnis. Es sind zwei Auswertungen mit Schwellenwerten bei einer Falschalarmwahrscheinlichkeit von 1 % und 0,01 % dargestellt. Zu jeder Schwellenwertauswertung ist noch zusätzlich die Detektionswahrscheinlichkeit dargestellt, die nach der angewandten morphologischen Operationen (MO) erzielt wird. Es kann deutlich gezeigt werden, dass dieses Verfahren bei einer Detektionswahrscheinlichkeit von z.B. 90 % und den dargestellten Schwellenwerten einen SNR-Gewinn von mindestens 1 dB erzielt und somit zu einer weiteren Verbesserung des Gesamtsystems beiträgt.

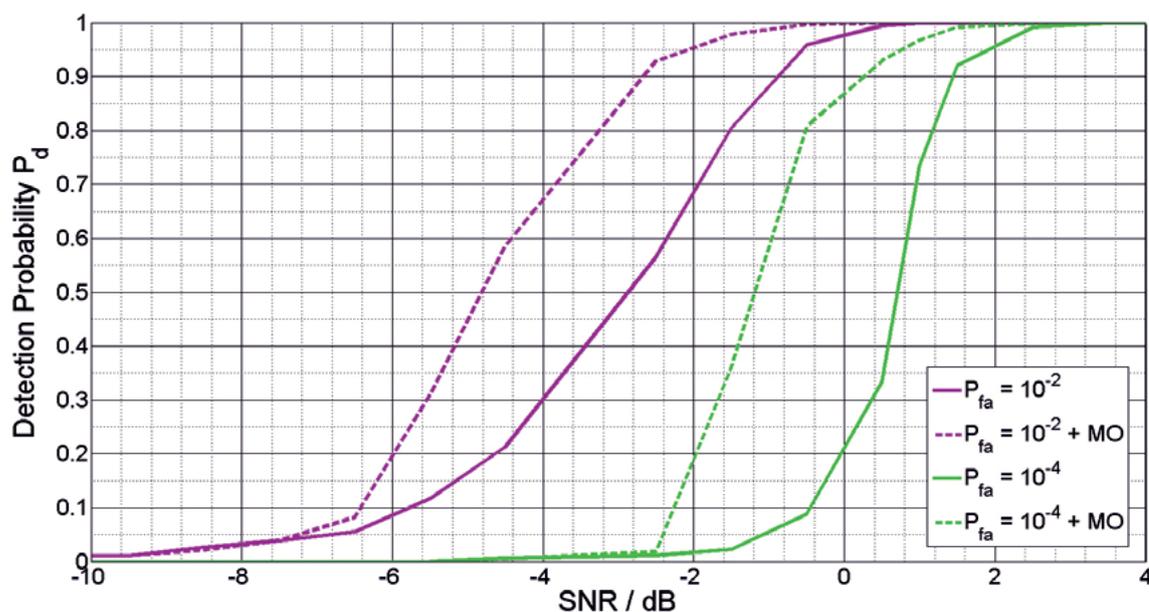


Abb. 3: Wahrscheinlichkeit der Signaldetektion für ein TV-Signal an der Monitoring-Station in Offenburg bei unterschiedlichen Falschalarmwahrscheinlichkeiten und Anwendung der morphologischen Operationen

Zusammenfassung und Ausblick

Das Forschungsprojekt zeigt bereits, dass die Verknüpfung von Monitoring-System und Plandaten aus dem Frequenzmanagementsystem möglich ist. Allein über die Kanalsegmentierung – sprich der Bestimmung von Mittenfrequenz und Signalbandbreite – können bereits viele Funkemissionen den entsprechenden Sendern zugeordnet werden. Bei Funkemissionen, zu denen kein Eintrag in der Senderdatenbank gefunden werden kann oder es gleich mehrere Sender in der Datenbank gibt, ist eine Ortung der Funkemission unumgänglich. Hierzu wurde in der aktuellen Projektphase die Monitoring-Station an der Hochschule um eine rotierende Richtantenne erweitert. Als weiteres Forschungsziel neben der automatisierten Ortung von Funkemissionen ist die automatische Modulationsartenerkennung der empfangenen Funksignale zu nennen. Hier wurden bereits erste Untersuchungen durch eine zyklonstationäre Signalanalyse durchgeführt.

Dank

Die Autoren danken der LS telcom AG Lichtenau als Kooperationspartner für die erfolgreiche Zusammenarbeit. Besonderer Dank gilt den zahlreichen Studenten, die im Rahmen ihrer Abschlussarbeit wesentlich zu den bisherigen Forschungsergebnissen beigetragen haben.

Referenzen

- [1] Cave, M.; Doyle, C.; Webb, W.: „Essentials of Modern Modern Spectrum Management,“ Cambridge Wireless Essentials Series, 2007
- [2] International Telecommunication Union, ITU-R Study Group 1: „Handbook Spectrum Monitoring,“ ITU Radiocommunication Bureau, Vol. 5, 2011
- [3] International Telecommunication Union, ITU-R Recommendation SM.182-5, „Automatic monitoring of occupancy of the radio-frequency spectrum,“ SM Series, 2007

AUTOREN

Christian Weber, M.Eng.
wissenschaftl. Mitarbeiter
Fakultät Elektrotechnik und
Informationstechnik, IAF
Forschungsgruppe
Kommunikationstechnik
christian.weber@
hs-offenburg.de



Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele
Wiss. Leiter International Center,
Leiter Labor Hochfrequenztechnik und
EMV
Fakultät Elektrotechnik und
Informationstechnik, IAF
Forschungsgruppe Hochfrequenz- und
Mikrowellentechnik, Radar, EMV
Lehrgebiete: Hochfrequenztechnik, The-
oretische Elektrotechnik, Grundlagen
l.schuesselle@hs-offenburg.de



Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer
Prodekan, Wiss. Leiter Labor
Telekommunikationstechnik
Fakultät Elektrotechnik und
Informationstechnik, IAF
Forschungsgruppe
Kommunikationstechnik
Lehrgebiete: Telekommunikations-
technik, Funknetze, Zellulare Mobil-
funknetze, Advanced Channel Coding
felhauer@hs-offenburg.de



Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ
Prorektor, Wiss. Leiter Labor
Mobile Kommunikation und
Wellen
Fakultät Medien und
Informationswesen, IAF
Forschungsgruppe
Kommunikationstechnik
Lehrgebiete: Mikrowellen-
technik, Mobilkommunikation
christ@hs-offenburg.de



Verteilte „Big-Data“-Analyse und Planung mit Grafikprozessoren

Prof. Dr. Tobias Hagen, Dr. Tobias Lauer, Prof. Dr. Stephan Trahasch, Johannes Stoll

Das Thema „Big Data“ birgt Potenziale für Unternehmen, um anfallende Massendaten zur Optimierung von Geschäfts- oder Produktionsprozessen zu nutzen. Technische Herausforderung ist die effiziente Datenanalyse und deren Integration in Business-Intelligence-Lösungen. Ein Forschungsprojekt der Hochschule Offenburg und der Freiburger Jedox AG untersucht die Beschleunigung von Analysen durch Grafikprozessoren (GPUs) sowie deren Ausführung in einer verteilten GPU-unterstützten Architektur.

„Big Data“ solutions offer companies the means of using mass data for optimizing business or production processes. Technical challenges include the efficient analysis of such data as well as their integration in existing business intelligence models. In a collaborative project, Offenburg University of Applied Sciences and Jedox, a BI vendor based in Freiburg, are developing a distributed scalable architecture for accelerating data analysis using the massively parallel computing power of graphics processors (GPUs).

„Big Data“ ist in aller Munde – ein typisches Hype-Thema, könnte man meinen. Doch hinter dem Hype verbirgt sich ein unternehmerisches Potenzial, das mithilfe von neuen Technologien erschlossen werden kann. Die Erfassung von Daten mithilfe von digitalen Sensoren in Produktionsprozessen oder generell in Mess- und Steuerungsanlagen, die Digitalisierung von Inhalten, die Speicherung von Nutzerinteraktionen in Mobile- und Online-Diensten führen dazu, dass das Datenvolumen stetig zunimmt. Neben dem erhöhten Datenvolumen zeichnen sich diese Datenquellen dadurch aus, dass die Daten in der Regel kontinuierlich mit einer hohen Geschwindigkeit anfallen und sich in der Datenstruktur stark unterscheiden. Beispielsweise können in einem Produktionsprozess Daten von einer Vielzahl von Sensoren mehrmals pro Sekunde ermittelt werden, sodass mehrere zigtausende Sensordaten in kurzer Zeit verarbeitet und ausgewertet werden müssen. Neben Sensordaten sind Klickabfolgen, Protokolldateien und Texte weitere heterogene Datenquellen, deren Daten analysiert werden können.

Big Data wird aufgrund dieser Aspekte durch die drei Eigenschaften Volume, Velocity und Variety charakterisiert [1]. Zunehmend wird auch die Zuverlässigkeit (engl. Veracity) der Daten als viertes Attribut zur Beschreibung von Big Data verwendet, da die Daten häufig aus unterschiedlichen Quellen kommen und daher eventuell ungenau oder zweifelhaft sind. Im Unterschied zu Big Data setzt Busi-

ness Intelligence strukturierte, konsistente und beständige Daten voraus, die in der Regel aus transaktionalen Systemen wie ERP, CRM oder Shop-Systemen stammen. Big-Data-Lösungen hingegen sind speziell auf unstrukturierte und möglicherweise nicht konsistente Daten hin optimiert.

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, die Potenziale von Big Data für ihre Geschäftsprozesse zu identifizieren und nutzbar zu machen. Erfolgreiche Beispiele sind u. a. Onlinedienste, die aufgrund von detaillierten Datenanalysen des Web Traffics die Steuerung und Optimierung von Onlineplattformen vornehmen. Auch bei Fertigungsprozessen können aufgrund der Analyse von Messdaten in der Produktion Vorhersagen zur Qualität oder Optimierungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Die technische Herausforderung von Big Data ist nicht primär die Speicherung der Daten, sondern vielmehr die effiziente und schnelle Analyse der Daten sowie die Integration der Ergebnisse in bestehende Business-Intelligence-Lösungen und in operative Entscheidungsprozesse.

Zur Verarbeitung und Analyse von Big Data wird häufig das Hadoop Framework eingesetzt, das auf dem MapReduce-Verfahren und einer verteilten Speicherung der Daten in einem Hadoop File System Cluster basiert [2]. Die Analyse von Daten in Hadoop erfolgt mit Java-Programmen, die als Batch-Job ausgeführt werden, sodass eine Analyse in „Echtzeit“ mit Hadoop nicht möglich ist. Erst langsam wer-

den auch Hadoop-Erweiterungen wie Hive und Pig entwickelt, die für den Anwender eine Abstraktion bei der Datenanalyse erlauben, die in Business-Intelligence-Systemen üblich ist [3].

Alternativ oder auch zusätzlich zu den erwähnten Verfahren lassen sich große Datenmengen auch direkt durch In-Memory, also Hauptspeicherbasierte, Datenbanksysteme verarbeiten, die die Daten beispielsweise in multidimensionalen Modellen („Cubes“) verwalten. Diese haben gegenüber traditionellen festplattenbasierten Systemen enorme Geschwindigkeitsvorteile, da der Datenzugriff um ein Vielfaches schneller ist.

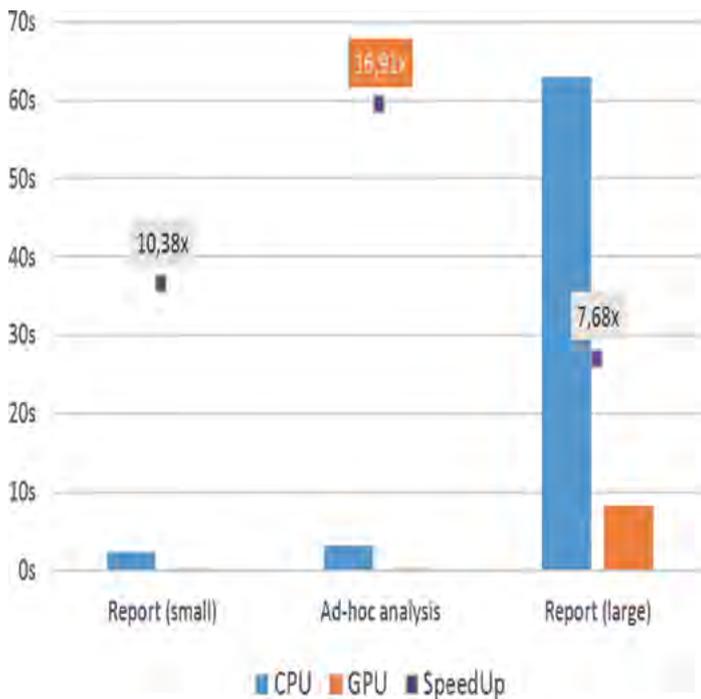
Eine weitere Beschleunigung lässt sich durch Parallelisierung von Berechnungen erzielen. Neben der Ausnutzung moderner Multicore-Prozessoren können zusätzliche parallele Coprozessoren verwendet werden. Ein Beispiel für solche massiv parallele Architekturen sind Grafikprozessoren (GPUs – Graphics Processing Units). Die ursprünglich zur flüssigen Darstellung anspruchsvoller Computergrafik, z. B. in 3D-Spielen, entwickelten Grafikkarten zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine hohe Zahl gleichartiger Berechnungen parallel, also simultan, durchführen können. Dies lässt sich auch in anderen Anwendungen nutzen, die entsprechend parallelisierbare Berechnungen beinhalten. Seit einigen Jahren werden zunehmend GPUs speziell für High Performance Computing entwickelt, die sich auch verstärkt in Supercomputern finden. Moderne GPUs wie die NVIDIA Tesla K40 (s. Abbildung 1) enthalten über 2800 Rechenkerne und bis zu 12 GB Arbeitsspeicher pro Grafikkarte. Zudem lassen sich pro Rechnersystem mehrere solcher Karten gemeinsam verwenden.

Hierdurch wird es möglich, GPUs für In-Memory-Datenanalyse einzusetzen. Der Jedox-OLAP-Server nutzt in seinem OLAP Accelerator Grafikkarten der Tesla-Reihe von NVIDIA für eine spezielle Variante, das sogenannte „In-GPU-Memory“, bei der zusätzlich zum herkömmlichen Hauptspeicher der GPU-eigene Speicher für die Datenhaltung verwendet wird [4]. Der Zugriff auf diesen Speicher ist für die Rechenkerne der GPU sehr viel schneller als auf den Hauptspeicher des Rechners, von dem die Daten zunächst über die PCI-Express-Schnittstelle zur Grafikkarte transportiert werden müssen.

Bei der Datenanalyse lassen sich durch GPU-Technologie insbesondere Selektions- und Aggregationsoperationen beschleunigen sowie benutzerdefinierte Rechenregeln, mit denen beispielsweise neue Kennzahlen aus bestehenden berechnet werden. Hier wurden bei Vergleichstests zwischen der Variante mit und ohne GPU-Beschleunigungen um Faktor 10 – 20 oder höher erzielt (siehe Abbildung 2). Auch die Umkehrung der Aggregation („Disaggregation“), die in Planungsanwendungen benötigt wird, und eingegebene Daten von hohem Aggregationslevel auf die zugrunde liegenden feingranularen Datenpunkte verteilt, kann mit GPUs erheblich schneller durchgeführt werden. Hierdurch wird es beispielsweise möglich, Berechnungen, die früher Stunden dauerten, in Minuten oder minutenlange Berechnungen in wenigen Sekunden und damit für die Benutzer interaktiv durchzuführen.



Abbildung 1:
NVIDIA Tesla K40



Abbildungen 2:

Vergleiche der Antwortzeiten verschiedener Anfragen in Jedox OLAP mit und ohne GPU-Beschleunigung sowie Speedup-Faktor

Durch den Einsatz mehrerer Grafikkarten ist dieser Ansatz skalierbar: Es stehen sowohl die erhöhte Zahl von Rechenkernen als auch der Speicher aller vorhandenen GPUs für die Anwendung zur Verfügung. Eine Begrenzung der Skalierbarkeit stellt in diesem Szenario jedoch die maximale Anzahl der im System verbaubaren bzw. anschließbaren Grafikkarten dar. Diese kann in einem Einzelsystem nicht unbegrenzt erhöht („Scale-up“) werden, so wie auch der Hauptspeicher limitiert ist. Ein logischer Schritt zur Aufhebung dieser Begrenzung ist die Verteilung der Anwendung auf mehrere Rechner, die jeweils mit GPUs ausgestattet sind („Scale-out“). Eine solche Verteilung, durch die die Software auf einem Rechnercluster laufen kann, wird derzeit in einem gemeinsamen Projekt der Hochschule Offenburg und der Jedox AG erforscht und entwickelt. Hierbei stehen die folgenden Aspekte im Vordergrund.

Die Verteilung der Rechenleistung auf mehrere physikalisch getrennte Hardwaresysteme erstmals mit GPU-Unterstützung ist das primäre Ziel. War bisher nur eine Skalierung innerhalb eines Servers mit einer begrenzten Anzahl von GPUs möglich (bis zu 8 GPUs auf Spezial-Mainboards), so wird nun auch eine physikalisch verteilte Skalierung in einem Cluster realisierbar. Die verteilte GPU-beschleunigte In-Memory-Architektur kann neben der Analyse von Big Data auch die Simulation und Planung von großen Datenmengen unterstützen.

Um eine effiziente Analyse der Daten

durchführen zu können, werden in dem Projekt Verfahren entwickelt, die eine sinnvolle Aufteilung der großen Datenmengen auf die einzelnen Knoten vornimmt, sodass eine verteilte Berechnung ohne Kommunikationsoverhead zwischen den Instanzen möglich wird. Dabei kann es durchaus sinnvoll sein, Daten redundant auf mehreren Knoten zu speichern, um eine parallele Berechnung zu ermöglichen. In dem verteilten System übernimmt ein zentraler Scheduler die Aufgabe, für eine Analyseabfrage eines Benutzers, die aus mehreren mathematischen Operationen bestehen kann, einen sogenannten Query-Plan zu erstellen.

Entsprechend diesem Query-Plan werden die Anfrage bzw. Teilanfragen an die beteiligten Knoten weitergeleitet. Sollten dieselben Daten redundant auf verschiedenen Knoten verfügbar sein, entscheidet der Scheduler außerdem, welche der zur Auswahl stehenden Knoten die Anfrage bearbeiten sollen. Dabei wird sowohl die Art der Anfrage als auch die aktuelle Auslastung der einzelnen Knoten berücksichtigt werden. Entsprechend der Anfrage berechnet jeder Knoten dann nur seinen Teil der Anfrage, und es werden lediglich die Teil- bzw. Endergebnisse der Berechnungen übermittelt und gegebenenfalls auf einem anderen Knoten oder dem Masterknoten weiterverarbeitet.

Aufgrund der Komplexität verteilter Systeme sind zuverlässige Testverfahren essenziell. Hierzu werden im Projekt Test- und Moni-

toring-Verfahren entwickelt, die das System einerseits überwachen (um beispielsweise Ausfälle von Knoten o.a. zu erkennen), andererseits aber auch den Rechenweg einer Anfrage nachverfolgbar machen. Ein solcher „Debug“-Modus soll es Administratoren oder Power-Usern erlauben, mögliche Fehler in Datenmodellen zu erkennen und zu beheben sowie bei langwierigen Berechnungen mögliche Flaschenhälse zu identifizieren.

Angetrieben durch die Verbreitung und den Erfolg von GPUs im High Performance Computing, drängen auch Prozessorhersteller wie Intel mit eigenen parallelen Coprozessoren wie dem Xeon Phi auf den Markt, die auch im Hinblick auf ihre Leistungsfähigkeit für Big Data untersucht werden.

Zusammenfassung

Um das unternehmerische Potenzial von Big Data nutzen zu können, sind neue technologische Konzepte und Verfahren zur Analyse von großen Datenmengen notwendig. Eine verteilte Architektur eines In-Memory-Datenbanksystems in Kombination mit modernen Multicore-Prozessoren wie GPUs wird eine performante Analyse von großen Datenmengen ermöglichen. Eine wesentliche Herausforderung dabei ist die Entwicklung von Scheduling-Verfahren, die entsprechend der aktuellen Auslastung und der notwendigen mathematischen Operationen die Berechnungen auf die Knoten im Cluster und auf die GPUs optimal verteilen. Diese Technologie ermöglicht neue Chancen im Performance-Management und in der Unternehmenssteuerung – und bietet Unternehmen die Chance, das wachsende Datenvolumen zu bewältigen.

Referenzen

- [1] Beyer, M.: “Gartner Says Solving ‘Big Data’ Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data,” verfügbar unter www.gartner.com/it/page.jsp
- [2] Dean, J. and Ghemawat, S.: “MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters,” *Communications of the ACM*, vol. 51, no. 1, pp. 107–113, 2008.
- [3] Olston, C., Reed, B., Srivastava, U., Kumar, R., and Tomkins, A., “Pig Latin: A Not-so-foreign Language for Data Processing,” 2008. In *Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, 1099–110. SIGMOD '08. New York, NY, USA: ACM
- [4] Lauer, T and Gegenmantel, R.: “In-Memory, GPU und große Datenmengen – Realität und Chancen,” *Wirtschaftsinformatik und Management*, vol. 2012-05, Springer Fachmedien.

AUTOREN

Prof. Dr. Tobias Hagen

Fakultät Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen, Forschungsthemen Business Intelligence und Big Data
tobias.hagen@hs-offenburg.de



Dr. Tobias Lauer

Jedox AG, Forschungsthemen Business Intelligence und Parallele Algorithmen
tobias.lauer@jedox.com



Johannes Stoll, B.Sc.

Projektmitarbeiter in der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
johannes.stoll@hs-offenburg.de



Prof. Dr. Stephan Trahasch

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Forschungsthemen Business Intelligence, Data Mining und Big Data
stephan.trahasch@hs-offenburg.de



Realtime Traffic Control using Publish/Subscribe Distribution Technology

Prof. Dr. Erwin Mayer, Johannes Fröhlich, Mehran Shakeri

Verkehrskontrollinfrastrukturen sind von ihrer Natur her verteilte Systeme, häufig mit Leitstellen, die auf unterschiedlichster lokaler IT- und Systemarchitektur basieren. Trotz dieses föderativen Charakters ist es aus Sicherheitsgründen essentiell, dass alle beteiligten Kontrollzentren jederzeit einen gemeinsamen konsistenten Gesamtzustand der Verkehrssituation verwalten. Im vorliegenden Projekt wird eine neuartige Middleware entwickelt, die diese Aufgabe im Bereich der Luftverkehrskontrolle auf der Basis des OMG DDS (Data Distribution Service) Standards realisiert.

Today's traffic support environments are distributed by nature. In many cases the monitoring, control and guidance of traffic is effected by a federation of coordinating centers, often managed by different organizations, using differing local IT technology and system architecture. Despite the federative character of such systems, maintenance of a consistent overall traffic state is indispensable for a safe operation. This project develops a new type of middleware supporting federative systems in the domain of Air Traffic Control (ATC), using OMG's DDS (Data Distribution Service) standard as contributor.

Introduction

The goal of the Single European Sky ATM Research Programme (SESAR) [5] is to increase safety and efficiency in European air traffic control. One driver to this is an improved cooperation of the independent Air Traffic Service Units (ATSUs), e.g. control centers and airports. Already today, adjacent units work together along a variety of standards like [7], in order to support the overflight of an airplane across multiple ATSUs' area of responsibility. However this is based to a high degree on bilateral exchange procedures between the neighboring centers, each center maintaining a separate flight state with proprietary attributes and update procedures.

The DDS-ATC (Data Distribution System for Air Traffic Control) project aims at developing a technical infrastructure such that a federative system of ATSUs (namely the European Air Traffic Control Infrastructure) is capable of accessing a joint representation of a virtual flight object with standardized static and dynamic attributes. Secured by access rights, members of the federation shall use this to oversee a specific flight from departure to landing. They shall dynamically and in realtime, read and update the flight's unique and common representation over a Wide Area communication network. For safety reasons a centralized storage of a flight database has to be avoided, instead the

realization of the virtual flight object shall be based on a distributed replication scheme. The DDS-ATC project is funded by the BMWI (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) and is executed together with industry partner COMSOFT, German supplier for Air Traffic Control technology.

System Architecture

Figure 1 describes the underlying architecture of the proposed solution.

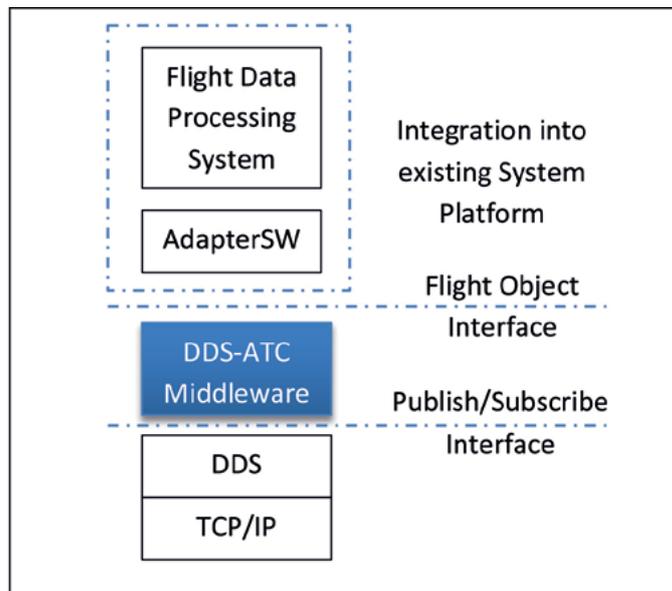


Fig. 1: Project Architecture

Based on a standard TCP/IP architecture (IPv4 and IPv6), OMG's DDS (Data Distribution Service) [1] is used as the lower layer communication platform. It offers a Publish/Subscribe Interface [4][8], allowing the asynchronous 1:N transfer of data between producers and consumers of information updates. On top of this, the DDS-ATC middleware, representing the core of the project, implements a replicated Flight Object database. Over a standardized interface [5][6], it is used by applications to read and update Flight Object attributes, much as if these flight objects were stored centrally. As part of its service the middleware performs data distribution and synchronization of the flight object replicas, ensuring data consistency across the sites. In a typical use case of the middleware the FDPS (Flight Data Processing System) of an existing ATSU would be upgraded, such that it can access these Flight Objects to communicate changes (e.g. a flight plan update or a flight delay) to other centers. The Adapter Software is implementing the missing link between FDPS and the middlewa-

re. Project partner COMSOFT implements the application-specific interoperation of centers, like the OLDI protocol [7], while the Hochschule provides the database management, replication control and recovery functionality of the middleware.

DDS Publish/Subscribe

As part of an effort to support distributed applications for realtime environments, the OMG (Open Management Group) defined the DDS (Data Distribution Service) Publish/Subscribe standard [1]. It uses a 1:N communication paradigm, decoupling senders and receivers of data by intermediate instances, so-called „topics“. Senders of data write („publish“) data into a topic without knowing the number and identity of receivers. If an application is interested in certain data it „subscribes“ to the respective topic and from then on continues to receive the sent data, much like the other subscribers to the same topic (see Fig. 2).

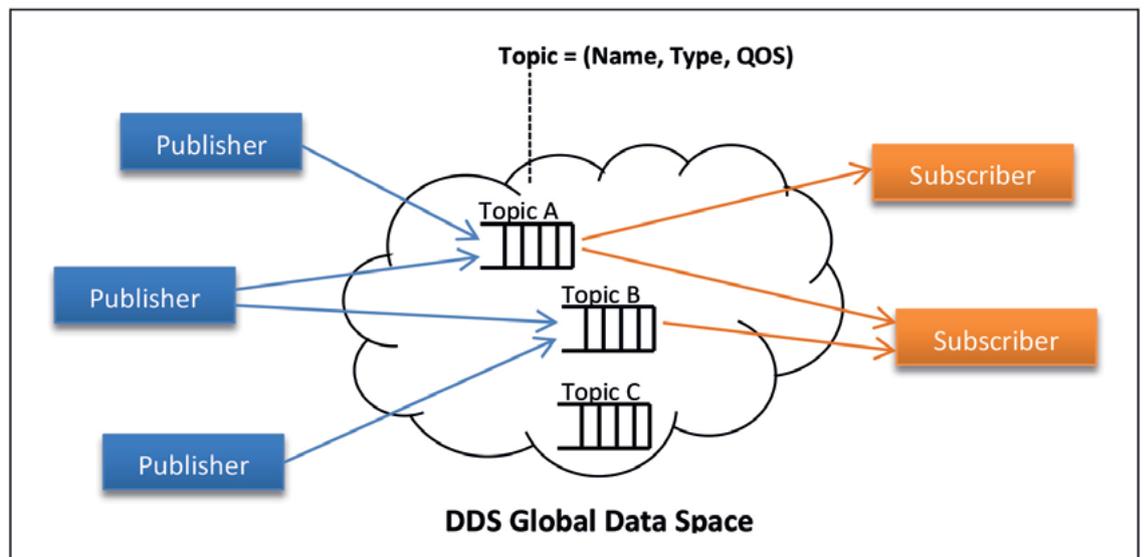


Fig. 2: DDS Publish/Subscribe Sublayer

A topic corresponds to a tuple (name, type, QOS). The name represents the handle to the data and is enforced to be system-wide unique. DDS supports „discovery“ procedures to find topics based on this name. Unlike other Publish/Subscribe systems like JMS [8], DDS is aware of the data type of a topic and can use it e.g. for serialization, filtering and an embedding of data access functions into a higher layer programming language. This „data-centric“ view of the distributed data is unique to DDS and largely simplifies development of distri-

buted applications. Types are defined in an IDL (Interface Definition Language), in a similar way to CORBA (Common Object Request Broker Architecture) [3].

Also specific to DDS, there exists the possibility to define separate and dedicated QOS (Quality of Service) attributes for each individual topic. While for one topic a reliable transfer is mandated, another may be defined by the application as best-effort and the DDS provider system will adjust the communication stack

accordingly. Further QOS parameters relate to deadline monitoring, provision of durability (persistence) or maintenance of delay budgets (ref [1]).

The DDS provider system can be configured to work in an entirely peer-to-peer manner, i.e. without central storage or broker, ideal to support the given project environment, with its independent ATSU's. Further benefit of using DDS as a lower layer is its performance characteristics: The DDS stack is optimized for real-time transfer of data with an efficient (zero-copy) buffer handling, exploitation of lower layer multicast technology and optional use of shared memory.

Next to the standardization of the API (application programming interface) [1], DDS also provides a "wire protocol", i.e. a unique specification of how data is exchanged, such that different nodes can use different DDS supplier stacks.[2]

Synchronization

While the use of DDS as a lower layer to the project already provides basic distribution functionality, a Replication Control scheme and a Recovery Management is required on top. Because copies of the data are stored at multiple locations transmission delays of the underlying network can lead to inconsistent views of the stored data and optionally to an inconsistent state of the data itself. Figure 3 shows an example. Two adjacent ATSU's trigger updates to the state of an individual flight object. The resulting updates to each of the replicated copies of the data arrive in a different order (1->2, 2->1) at two other ATSU's, which may lead to a loss of consistency between the replicas.

Further inconsistencies may result in the context of node failures and recovery. Here it is essential that

1. a recovering node receives all missed updates for its local replica to maintain a consistent state, and
2. does not provide own replica updates to third nodes, before the state of the own copy of the flight object is up-to-date.

To implement these constraints, the middleware instances have to run a synchronization protocol, ensuring not only the reliable transfer of data, but also a consistently ordered delivery of 1:N (multicast) messages to overlapping groups of recipients.

Implementation Approach

Replication Management will be implemented by a variant of a Primary Copy replication control algorithm [9]. The approach assumes that one of the replicas assumes a distinguished role in that it synchronizes the updates to the other (secondary) copies. The DDS-ATC implementation refines this principle in two aspects: First, instead of having a single ATSU representing the primary copy for the whole database (which would be a safety risk), the granularity of the primary-copy-ship is chosen to be an individual flight, i.e. for two distinct flights two differing ATSU's typically host the respective primary copy. This caters for a strong independence and resilience against failures. Second, the primary-copy-ship is not static but transferred between ATSU's dynamically. In an ATC-application-specific manner, each time the operational responsibility and control for a flight changes between one ATSU and another (e.g. when an airplane crosses the border), implicitly on the level of the DDS-ATC middleware a transfer of primary-copy-ship is triggered.

Note that while the primary copy scheme ensures consistent updates for the most part of the scenario (namely whenever the airplane is in the scope of a single ATSU), the process of transferring primary-copy-ship is itself critical to the consistency conditions of the replica. Two updates, one immediately before the transfer and one immediately succeeding the transfer may otherwise in terms of order of execution again trigger an inconsistent replica status (see figure 3).

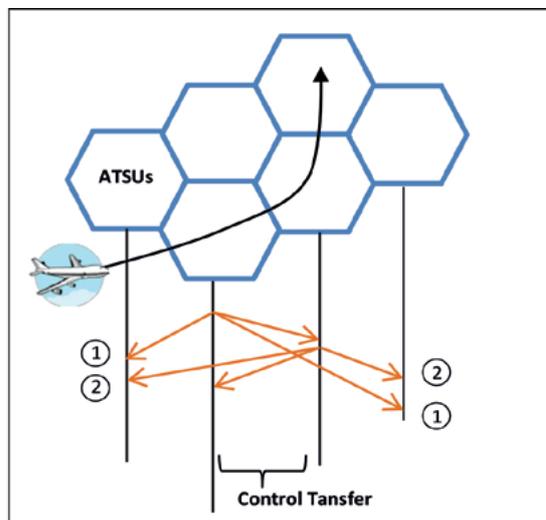


Fig. 3: Inconsistent Update Order as part of 1:N Distribution

Summary and Outlook

The DDS-ATC project will deliver a prototype for the realtime, peer-to-peer-based sharing of flight information within a federation of infrastructure centers controlling air traffic. It does so by means of a middleware implementing a fault-tolerant replicated datastore on top of the DDS Publish/Subscribe standard. Next to the functional validation of the proposed solution, a performance assessment will be on the agenda of the project. As part of this a distributed simulation environment will be developed, also allowing to inject errors and failure conditions. The project is currently in its initial phase and will continue until 2015.

Referenzen/References

- [1] OMG: Data Distribution Service for Real-time Systems. Standards document V 1.2 (2007)
- [2] OMG: The Real-time Publish-Subscribe Wire Protocol, DDS Interoperability Wire Protocol. DDS-RTPS standard specification V2.1, (2010)
- [3] OMG: CORBA (Common Object Request Broker) Architecture. <http://www.omg.org/spec/CORBA> (2012)
- [4] Mayer, V.: Evaluierung des DDS Publish/Subscribe Standards und Anwendung auf ein Air Traffic Control – Szenario. Master Thesis, Hochschule Offenburg (2013)
- [5] Sesar (Single European Sky ATM Research) Programme, Joint Undertaking Site, <http://www.sesarju.eu> (2013).
- [6] EUROCAE: Flight Object Interoperability Specification. ED-133, (2009)
- [7] Eurocontrol: On-Line Data Interchange (OLDI). DPS-ET1.ST06-STD-01-01, Ed. 2.3, (2001)
- [8] Eugster et al.: The Many Faces of Publish/Subscribe. ACM Computing Surveys, Vol. 35, (2003)
- [9] Kemme, Jiménez-Peris, Patiño-Martíne: Database Replication. Morgan and Claypool Publishers. (2010)

AUTOREN

Prof. Dr. Erwin Mayer
Fakultät Elektrotechnik und
Informationstechnik
Lehrgebiete: Computernetze,
Verteilte Systeme, System-
programmierung
[erwin.mayer@
hs-offenburg.de](mailto:erwin.mayer@hs-offenburg.de)



Johannes Fröhlich, B.Sc.
Angewandte Informatik
Wissenschaftl. Mitarbeiter
[johannes.froehlich@
hs-offenburg.de](mailto:johannes.froehlich@hs-offenburg.de)



Mehran Shakeri, B.Sc.
Computer Engineering
Wissenschaftl. Mitarbeiter
[mehran.shakeri@
hs-offenburg.de](mailto:mehran.shakeri@hs-offenburg.de)



Industrie 4.0: Informationsgewinnung aus hetero- genen Sensordaten auf Basis von BI

Prof. Dr.-Ing. Jan Münchenberg, Christopher Stippekoehl

Industrie 4.0 eröffnet einerseits neue Dimensionen. Andererseits müssen neue Hürden und Herausforderungen überwunden werden. Eine solche ist die Informationsgewinnung aus der neu entstandenen riesigen Menge an Sensordaten, die auf den unterschiedlichen operativen und strategischen Ebenen zur Prozess- und Geschäftsprozessoptimierung zum Einsatz kommen. Methoden aus dem Business Intelligence sind hierbei von größter Bedeutung. Zur Steigerung der Datenqualität wurde im Rahmen des Forschungsprojekts ein geeignetes Konzept für eine Systemarchitektur sowie Algorithmen für ETL-Prozesse entwickelt.

Industry 4.0 opens up completely new dimensions. However, new obstacles and challenges must be resolved. Such an obstacle is the information extraction from the huge amount of newly established sensor data, which are used for the different operative and strategic levels of the process and business process optimization. Methods from the Business Intelligence are of utmost importance at this point. To increase the data quality a suitable concept for a system architecture and algorithms for ETL processes has been developed in the context of this research project.

Einleitung

Industrie 4.0 ermöglicht, Maschinen und Systeme ganzheitlich und kontinuierlich zu überwachen, um Produktions- und Geschäftsprozesse zu optimieren sowie frühzeitig Problemen entgegenzuwirken. Grund für diese Entwicklung ist die immer kleiner werdende Baugröße von Sensoren, deren Preisverfall und deren Fähigkeit, an ein Netzwerk gekoppelt zu werden. Eine der größten Herausforderungen ist, aus der neu entstandenen riesigen Datenmenge sinnvolle und exakte Informationen in Echtzeit zu extrahieren. Neben der Überwachung und Steuerung des Produktionsbetriebs werden diese immer mehr auch für die Automatisierung der Geschäftsprozesse eingesetzt. So werden z. B. nach Fertigstellung eines Produktionsauftrags automatisch Lieferscheine, Rechnungen, Bestellungen u.v.m. erstellt. Fehler bzw. schlechte Datenqualität können hierbei schwerwiegende Folgen haben.

In diesem Artikel wird ein Lösungsansatz beschrieben, der im Rahmen einer Forschungsarbeit in Kooperation mit der Firma D-Soft entstanden ist. Ziel war es, heterogene Sensordaten, die heutzutage in einem Lkw erfasst werden, durch Business Intelligence (BI) ETL-Prozessen intelligent zu verarbeiten, sodass sie für die Überwachung gesetzlicher

Vorschriften, für ein optimales Berichtswesen sowie zur Integration in ERP-Systeme genutzt werden können. Der Lösungsansatz lässt sich leicht auf andere Einsatzszenarien mit geclusterten hierarchischen Sensorsystemen übertragen, um dort Aspekte wie Datenqualität, Datensicherheit, Verarbeitungsgeschwindigkeit etc. zu erfüllen.

Problemstellung

Heutzutage werden in jedem Lkw zahlreiche Telemetrie-Sensordaten durch voneinander unabhängige Sensoreinheiten verschiedenster Hersteller generiert und in Rohform an übergeordnete, leistungsstärkere Systeme zur Weiterverarbeitung gesendet. Jede dieser Sensoreinheiten (Datenquellen) sendet alle zu einem bestimmten Zeitpunkt anliegenden Sensorwerte (Snapshot) in einem herstellereigenem Byte-Format (Abb. 1). Dieser Zeitpunkt ist entweder über eine Timerfunktion oder durch das Eintreten eines bestimmten Ereignisses (event) getriggert. Da die Rohdaten meistens nicht direkt sinnvoll ausgewertet werden können, müssen sie über intelligente ETL-Prozesse zu Informationen z.B. in Form von Datenwürfeln aufbereitet werden.

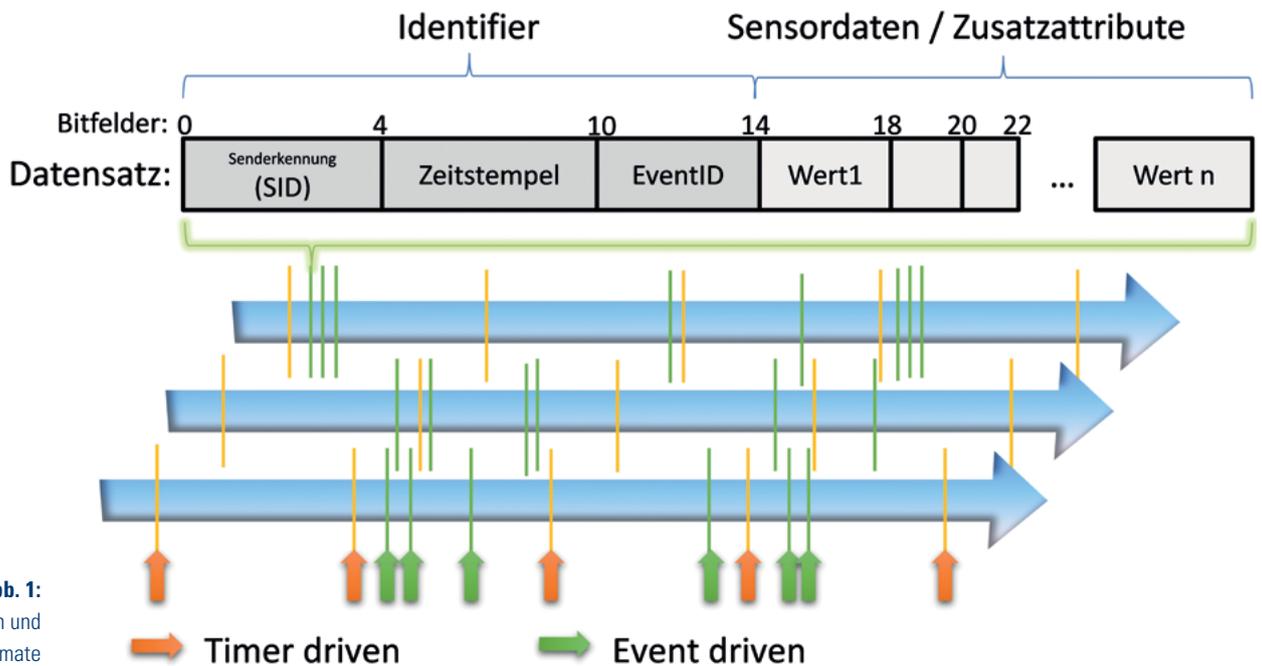


Abb. 1:
Sensoreinheiten und
deren Schnittstellenformate

Dabei müssen einige Schwierigkeiten überwunden werden. Neben dem grundsätzlichen Problem der Datenqualität sind dies z. B. abweichende Systemzeiten der Sensoreinheiten, die algorithmisch eliminiert werden müssen, sowie nicht aufeinander abgestimmte Stammdaten wie Ereignisse, Identifier u.v.m.

Sensordaten-Datenquellen

Status quo ist, Sensordaten meistens als Logeinträge in einer Datei oder einer Datenbanktabelle uninterpretiert abzuspeichern. So auch in dem in Abb. 2 dargestellten Beispielszenario. Die Sensordaten aus allen Lkws werden in einer abgesicherten Cloud empfangen und in einer relationalen Datenbank gespeichert. Diese dient allen weiteren Lösungsschritten als Datenquelle. Im Beispielszenario werden Daten von drei verschiedenen Sensoreinheiten erfasst: Digitaler Tacho, FMS und GPS.

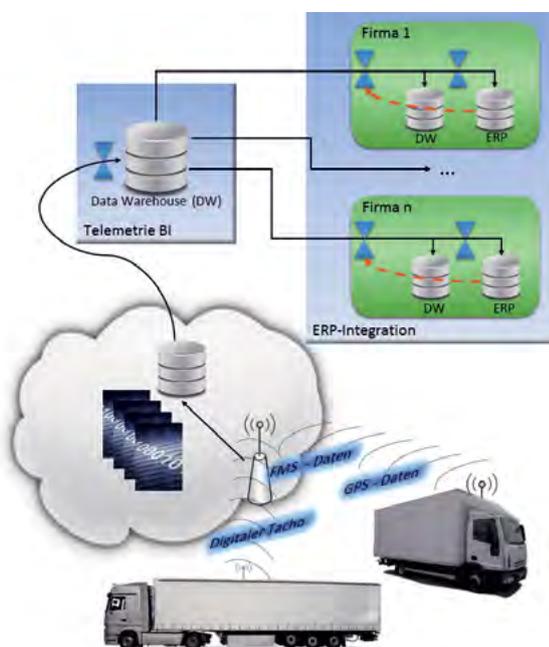


Abb. 2:
Architektur

Die Sensoreinheit „Digitaler Tacho“ ist europaweit für Lkws gesetzlich vorgeschrieben [1]. Bei jedem Zustandswechsel (Event-Trigger) wie „Zündung ein/aus“, „stop“, „fahren“ werden Datensätze erzeugt mit Zeitstempel, Senderkennung (SID), weltweit eindeutiger Fahrer Nummer und neuem Status als Identifier und zusätzlichen Daten wie Kilometerstand des Fahrzeugs. Informationen über die aktuelle Tour oder den Standort gibt es keine.

Die Sensoreinheit „FMS-Daten“ ist ein CAN-Bus-System im Lkw, über das Sensordaten für das Flottenmanagementsystem (FMS) generiert werden. Dies ist ein Standard, auf den sich zahlreiche Lkw-Hersteller geeinigt haben [2]. Bei diesem geht es um Fahrzeugdaten ohne Fahrerbezug. Gesendet werden diese zeit- und ereignisgesteuert. Beispiele sind: aktuelle Geschwindigkeit, aktuelle Motordrehzahl, aktuelle Motortemperatur, Gesamtkilometerstand und Gesamtverbrauch, Tempomat an/aus, Gaspedalstellung u.v.m. GPS-Daten der dritten Sensoreinheit werden ebenfalls zeit- und ereignisgesteuert übertragen.

Die Datensätze der drei Sensoreinheiten können nur mithilfe der SIDs sowie dem Zeitpunkt des Ereignis: „Zündung an/aus“ miteinander in Relation gesetzt werden.

Telemetrie BI

Der erwünschte Informationsmehrwert nicht nur für das Berichtswesen, sondern auch für die Integration in ERP-Systeme und Geschäftsprozesse kann erst durch die Kombination der Daten aus den drei Datenquellen erreicht werden. Z.B. können Fahrzeugdaten mithilfe der GPS-Daten konkreten Hausadressen zugeordnet werden, und somit kann eine Tour eindeutig identifiziert werden. Dadurch ist

eine automatische Verbuchung der Fahrtzeiten und Spritverbräuche auf Lieferaufträge möglich. Dieselben Daten können für die Zeiterfassung der Fahrer genutzt werden, um jederzeit eine vollständige und vor allem gesetzlich verbindliche Auflistung ihrer Tätigkeiten zu haben. Sollen wie in Abb. 2 die Daten aller Kunden in einer gemeinsamen Datenbank gespeichert werden, muss gewährleistet werden, dass jeder Kunde nur seine eigenen Daten zu sehen bekommt. Für die Berechtigungssteuerung müssen alle Datensätze mit entsprechenden Kennungen z.B. der Dimension Kunde angereichert werden.

Wie in Abb. 1 zu sehen bestehen die meisten Sensordaten aus einem Zeitstempel mit den entsprechenden (Meß-) Daten zu diesem Zeitpunkt. Für das Reporting ist jedoch meist die Dauer bestimmter Zustände interessant wie „Wie lang sitzt der Fahrer bereits am Steuer?“, „Wie lange wurde eine maximale Temperatur überschritten“ oder „Wie lange war der Verbrauch größer als ...?“ Hierzu muss aus zwei im selben Kontext (z. B. die SID oder der Fahrer) zeitlich aufeinanderfolgenden Datensätzen die Dauer berechnet werden (Dauer=Zeitstempel2-Zeitstempel1). Die Datensätze in eine vom Kontext abhängige chronologische Reihenfolge zu bringen ist jedoch nicht immer trivial, da wie gezeigt mehrere Daten in einem Datensatz gleichzeitig enthalten sind. Beispiele sind: Störsignalstatus, Temperatur, Status aus dem digitalen Tacho, ...

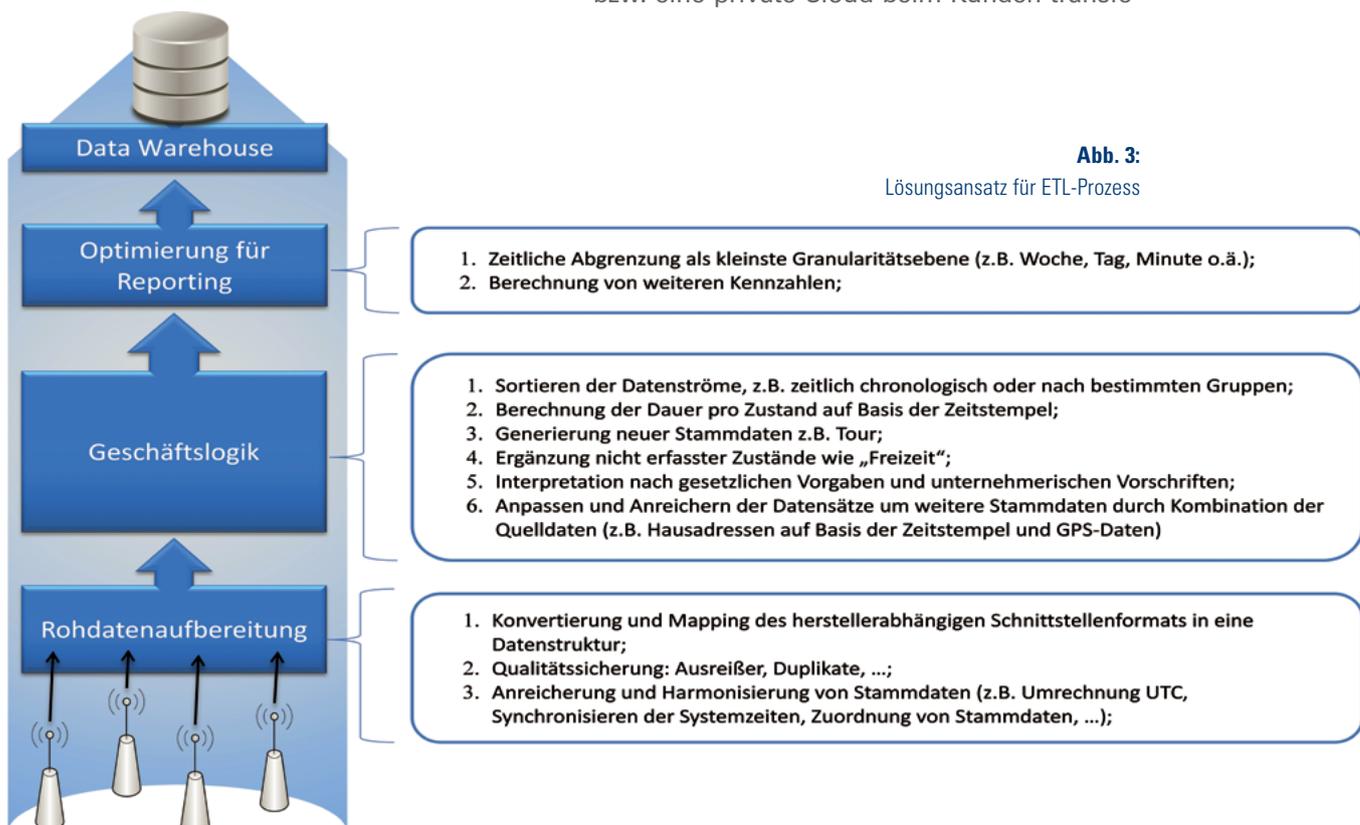
ETL-Prozess

Zentrale Komponente der Transformation von Rohdaten zu Informationen ist der ETL-Prozess. Hier steckt die eigentliche Intelligenz. Abb. 3 zeigt einen für das Beispielszenario geeigneten Lösungsansatz.

Geschäftsprozess-/ERP-Integration

Durch den flexiblen Lösungsansatz aus Abb. 2 kann die Anzahl der Clouds bzw. übergeordneten Systeme je nach Komplexität einfach erhöht werden. Gerade wenn die Echtzeitfähigkeit von Bedeutung ist, sollten aus Performancegründen die Sensoreinheiten ihre Daten an verteilte Systeme senden. Ein weiterer Aspekt könnte eine Clusterung nach Standorten sein. So ist es zum einen sinnvoll, den Netzwerkverkehr zwischen Systemen minimal zu halten, gerade wenn die Leitungskapazitäten gering sind (z.B. nach China, Indien, ...), zum anderen sind die Daten bei einem Ausfall zwischengespeichert und können zeitverzögert an das übergeordnete System weitergeleitet werden. Das oberste System sollte ein unternehmens- bzw. serviceweites Data Warehouse sein.

Während die Telemetriedaten aus Sicht des einzelnen Unternehmens weniger kritisch sind, sind die kaufmännischen und Kundendaten aus den ERP-Systemen besonders zu schützen. Die Daten aus der geschützten Cloud des Providers müssen daher in ein Data Warehouse bzw. eine private Cloud beim Kunden transfe-



riert werden. Dabei können die Daten wiederum innerhalb des ETL-Prozesses angereichert werden. Beispiele sind: Personennamen, Kostensätze, Auftragsdaten u.v.m. Falls ERP-Daten bereits im ETL-Prozess aus Abb. 3 genutzt werden könnten, könnte die Qualität und das Informationsspektrum wesentlich vergrößert werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Industrie 4.0 steckt bisher noch in den Anfängen, hat jedoch schon viele Erfolge vorzuweisen. Viele in diesem Zusammenhang neu entstandene Fragestellungen sind zu beantworten. Beispiel hierfür ist der in diesem Artikel erörterte Umgang mit den riesigen Mengen an generierten Sensordaten. Es konnte nur ein kleiner Teil des Spektrums aufgezeigt werden, was mit BI-Methoden in diesem Umfeld alles möglich ist. So werden in der Zukunft auch viele generische Ansätze z.B. des Dataminings eine wichtige Rolle spielen, um die Überwachung und Optimierung der Geschäftsprozesse zu verbessern.

Referenzen/References

- [1] EU-Rat: „Verordnung (EWG) Nr.3821/85 – Über das Kontrollgerät im Straßenverkehr“
- [2] ACEA Working Group HDEI/BCEI: „FMS-Standard description Version 03“; 14.9.2012
- [3] Michael Minelli, Michele Chambers, Ambiga Dhiraj: "Big data, big analytics: emerging business intelligence and analytic trends for today's businesses"; ISBN 978-1-118-23915-5, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2013

AUTOREN

Prof. Dr. Jan Münchenberg,
 Professur für (Wirtschafts-) Informatik, Fakultät E+I,
 Lehrgebiete: Betriebliche Informationssysteme, Business Intelligence u.a.
 jan.muenchenberg@hs-offenburg.de

Christopher Stippekoehl, B.Sc.
 wissenschaftl. Mitarbeiter
 Fakultät E+I
 christopher.stippekoehl@hs-offenburg.de





ENLARGED PORTFOLIO ●
 PARTNERS ○
 EFFICIENCY ●
 PERFORMANCE ●
 PROXIMITY ●
 DYNAMISM ●





Zukunftstechnologie praktisch angewendet – Von Präzisionswerkzeugen und Vorrichtungen für die Motoren- und Getriebefertigung der Automobilindustrie sowie für die metallzerspanende Industrie mit Schwerpunkt auf Aluminium und Magnesium bis hin zu Messgeräten mit kameraunterstützter Software.

Überzeugen Sie sich von unserer Kompetenz.
 Wir akzeptieren auch gerne Praktikanten und Doktoranten.

www.fmttooling.com | www.ipm-messtechnik.de

Hochdynamische Servoregelung für industrielle Frequenzumrichter

Andreas Huber

Im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik wird in einem Anfang 2012 gestarteten industriefinanzierten Projekt ein für einfache Applikationen bewährter industrieller Frequenzumrichter zu einem modernen Servoregler weiterentwickelt. Hierzu wurde nach Kundenvorgaben eine Steuerungselektronik mit dem Signalprozessor TMS 320 F28335, gepaart mit einer "State of the Art" Regelung, basierend auf der Zustandsraummethodik, entworfen, aufgebaut und in Betrieb genommen.

In 2012, a development project started in cooperation with two international companies to design a new control system for their inverters. The major goal was to transform an existing general purpose variable speed drive into a sophisticated servo motor control system. For this purpose, the Laboratory for Electrical Drives and Power Electronics designed a new control board based on the signal processor TMS 320 F28335 running self-developed software with State of the Art control algorithms.

Ausgangspunkt

Die Firmen Zener Electric Pty Ltd aus Australien und GNDC, Co., Ltd. aus Taiwan entwickeln und vertreiben gemeinsam in langjähriger Zusammenarbeit antriebstechnische Geräte für den ostasiatischen und australischen Markt. Produkte sind unter anderem Frequenzumrichter sowie Sanftanlaufgeräte.

Frequenzumrichter sind Standardkomponenten zur Ansteuerung von Drehstrommotoren und arbeiten nach einem einfachen Grundprinzip: Aus einer Netzspannung mit fester Frequenz wird durch Gleichrichtung eine Gleichspannung (Zwischenkreisspannung) erzeugt, aus der beispielsweise mit Pulsweitenmodulation (PWM) Spannungen mit variabler Frequenz und Amplitude generiert werden.

Im Portfolio haben die genannten Firmen entsprechende Umrichter ab einer Ausgangsleistung von etwa 1 kW bis in den MW-Bereich hinein. Sie alle arbeiten nach dem Prinzip der Spannungs-Frequenz-Steuerung (U/f-Betrieb), d. h., sie prägen Spannungen kennliniengesteuert als Funktion der Ausgangsfrequenz ein. Prinzipbedingt sind diese Umrichter nur für geringe dynamische Anforderungen ausgelegt, wie zum Beispiel für die Ansteuerung von Pumpen und Lüftern oder für Antriebe in Zügen und Kränen.

Ein fortschreitendes Verlangen des Marktes nach effizienten und dynamischen Antriebssystemen mit Drehzahl-/Lage-Sensorik sowie feldorientierter Regelung führte dazu, dass GNDC und Zener Electric auch für solche Applikationen entsprechende Lösungen anbieten wollen. Eine eigene Entwicklung wäre allerdings zu zeitaufwendig und wegen fehlender Expertise nicht durchführbar gewesen. Somit kam nur ein Zukauf von Know-how bzw. eine Entwicklung von externer Seite in Frage.

Über ein vorhandenes Netzwerk von Professor Dr. Nuß kam der Kontakt mit der Hochschule Offenburg zustande, wo im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik das benötigte Know-how mit dem Demonstrationssystem HDR, einem leistungsfähigen Regelungssystem für Servomotoren, bereits vor Projektstart in Grundzügen vorhanden war. Dieses System wurde vom Labor für elektrische Antriebstechnik und Leistungselektronik über Jahre hinweg entwickelt und bereits erfolgreich in Projekten mit anderen Industriepartnern eingesetzt, wie z.B. in einem Hybridantriebssystem für kommunale Spezialfahrzeuge [1] oder bei einer Ansteuerung eines Dreipunkt-Wechselrichters für Photovoltaikanlagen [2]. So kam es zum Vertragsabschluss zwischen der Hochschule Offenburg und der federführenden GNDC Co., Ltd. über die Entwicklung einer neuen Steuerungselektronik mit Reglungssoftware für deren Frequenzumrichter.

Nachfolgend werden die wesentlichen technischen Merkmale der entwickelten Elektronik beschrieben.

Hardware

Im Zug eines mehrmonatigen Aufenthalts eines Hochschulmitarbeiters in Sydney, Australien, wurde nach Spezifikationen des Projekt-

partners eine erste Version einer Reglerplatine mit dem Namen ASD entworfen. Als Basis diente die im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik entwickelte Hardware HDR03 mit dem Signalprozessor TMS 320 F28335. Abbildung 1 zeigt die Schnittstellenvielfalt der 4-lagigen kundenspezifischen Hauptplatine ASD mit den Abmessungen 200 mm x 125 mm.

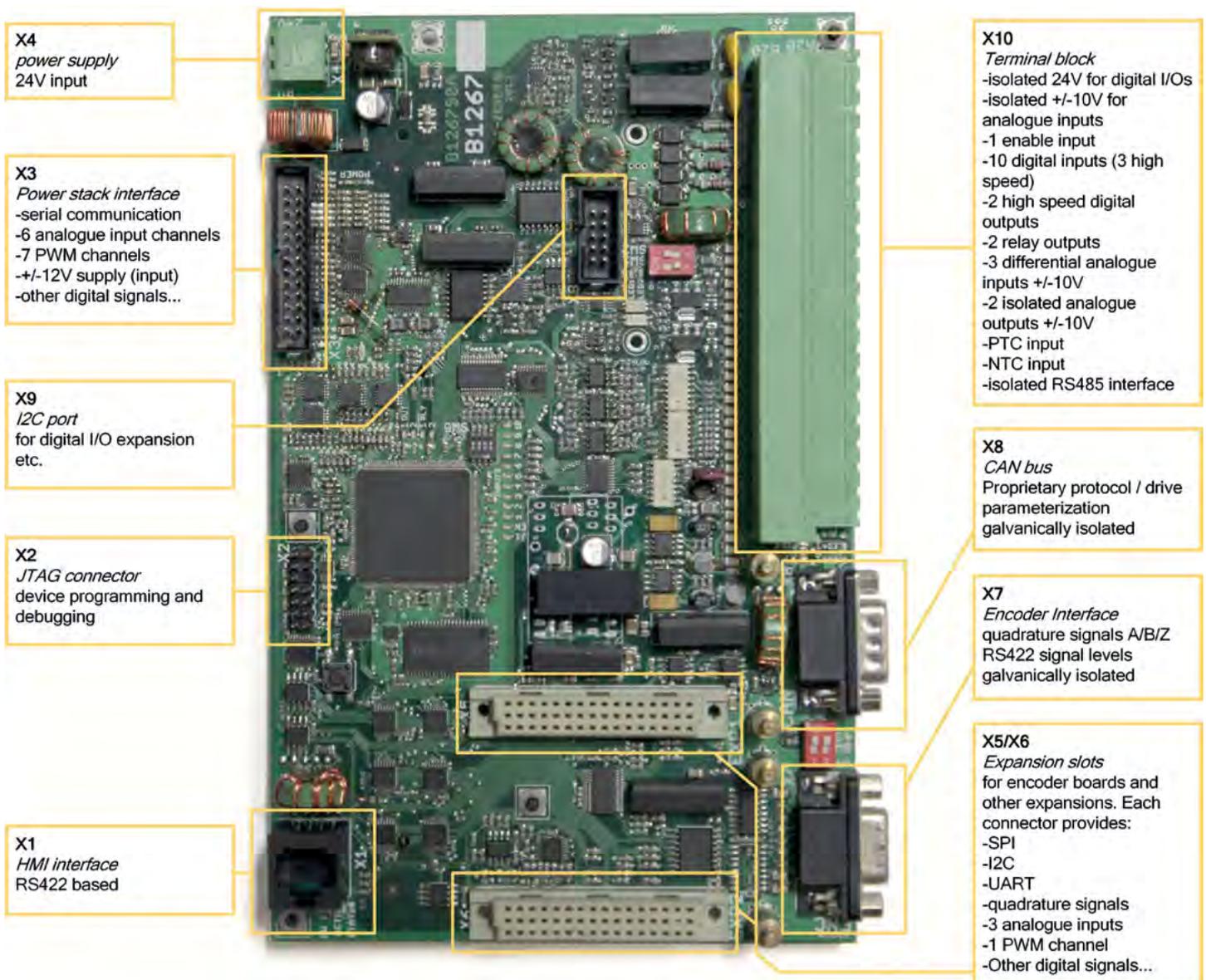


Abb 1: Schnittstellen der Reglerplatine ASD

Versorgt wird die Platine sowohl über eine externe Spannung von 24 V (X4) als auch über ± 12 V, die das Leistungsteil zur Verfügung stellt (X3). Ein 40-Pin-Klemmenbock (X10) stellt die notwendigen Benutzer-I/Os bereit. On-board ist neben einem Inkrementalgeberinterface (X7) auch eine CAN-Bus-Schnittstelle (X8) sowie eine RS422-Schnittstelle (X1) zur Anbindung eines eigens entwickelten Benutzerinterfaces mit Display. Zwei gleichwertige Erweiterungsslots (X5/X6) sorgen für universelle Einsetzbarkeit. Passend dazu wurden Steckkarten (Abbildung 2) in Form von Geberauswertungen für Resolver, Inkremental-, Sin/Cos- und HIPERFACE®-Drehgeber entwickelt, außerdem eine Platine zur Anbindung externer Stromsensoren mit Überwachungsfunktionen.

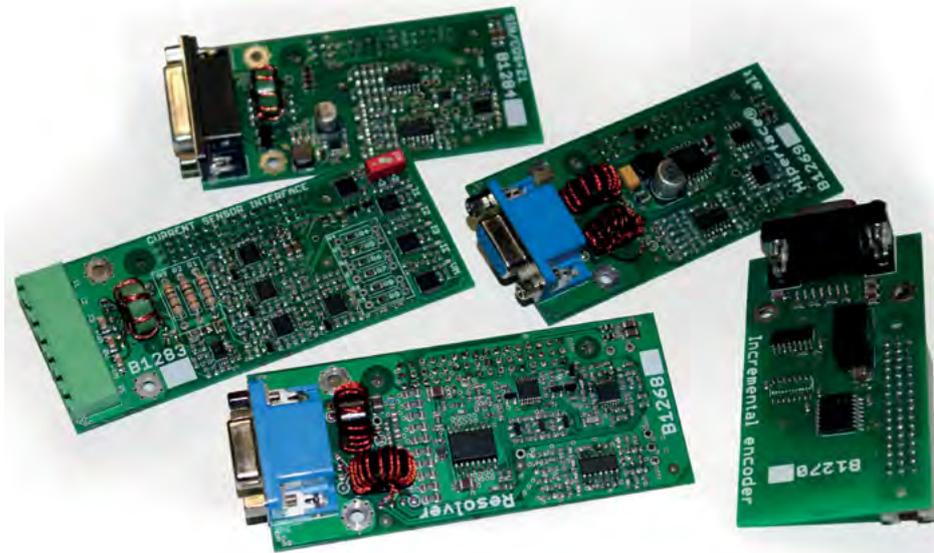


Abb 2:
Steckkarten für die Reglerplatine ASD
zum Anschluss verschiedener Drehgeber

Parametrierung

Sowohl vom PC aus über ein proprietäres CAN-Bus-Protokoll als auch über das Benutzerinterface mit Display erhält man Zugriff auf sämtliche Parameter des Systems. Die Konfiguration geschieht bequem über eine mehrsprachige, verschachtelte Menüstruktur.

Ein wichtiger Schritt bei der Industrialisierung des Hochschulsystems war die Einführung einer geeigneten Benutzersteuerung. Für jeden der insgesamt über 700 Parameter lassen sich nun Benutzerebenen für Schreib- und Leseberechtigungen sowie der zulässige Wertebereich und Standardwerte separat festlegen. Die gesamte Konfiguration ist hierbei im EEPROM abgelegt. Über Passwörter kann global zwischen den Benutzerebenen gewechselt werden. Parameter und somit auch Funktionen können folglich auf einfache Weise verborgen bzw. deaktiviert werden. Zum einen ermöglicht dieses Vorgehen, Produkte zu unterschiedlichen Anwendungen mit ein und derselben Firmware auszuliefern, zum anderen erhöht eine Reduktion der sichtbaren Parameterzahl die Übersichtlichkeit für den Benutzer und bietet eine zusätzliche Sicherheit vor Schäden am Produkt durch Konfigurationsfehler. Beste Beispiele für Parameter ohne Lese- und Schreibrechte für den Benutzer sind die internen Normierungen von Strom- und Spannungssignalen. Reine Leseberechtigungen werden typischerweise für Abschaltsschwellen zum Schutz der Hardware erteilt.

Regelungsfunktionen

Der Kern der Funktionalität der entwickelten Reglerplatine umfasst eine Kaskadenregelung mit einem im Zustandsraum ausgelegten Stromregler [3] sowie einen jeweils zu- und abschaltbaren Drehzahl- und Lageregler. Das Einlesen von Drehgebersignalen, die Abarbeitung der Regelalgorithmen und die Berechnung von neuen Stellgrößen erfolgt synchron zur Pulsweitenmodulation im sogenannten Regelungsinterrupt. Hierbei werden alle Analogsignale nach dem Regular-Sampling-Verfahren am Anfang bzw. in der Mitte eines PWM-Zyklus abgetastet.

Durch die zweifache Ausführung eines Erweiterungsslots können Signale zweier Drehgebersysteme unabhängig von deren Typ parallel ausgewertet werden. In einer solchen Konfiguration stellt einer der Drehgeber die Soll-Drehzahl und -Lage, der andere Geber die entsprechenden Ist-Werte zur Verfügung (Master-Slave-Konfiguration). Ein elektronisches Getriebe mit ganzzahligem Zähler- und Nennerfaktor ermöglicht nahezu beliebige Übersetzungsverhältnisse zwischen den Gebersystemen und arbeitet auch im Endlosbetrieb abweichungsfrei.

In einem anderen Einsatzszenario kann ein zweiter Geber (zusätzlich zum Motorgeber) auch als Lagegeber betrieben werden, der direkt an einer Last (z.B. einem Werkzeugschlitten) angebunden, zur genaueren Positionierung dient.

Mit der bewährten Hochschulelektronik HDR03 konnte die gesamte Regelschleife zuvor mit maximal 8 kHz und maximal einmal pro Schaltintervall abgearbeitet werden. Im

Zug der Quellcodeoptimierung konnten die Regelalgorithmen trotz weiter erhöhtem Funktionsumfang schließlich in jeder Situation problemlos mit 16 kHz ausgeführt werden. Je nach Konfiguration reicht die Rechenleistung sogar für eine Regelfrequenz von 32 kHz aus. Eine weitere Verbesserung ist die Möglichkeit des zweimaligen Ab tastens und Regelns pro Schaltintervall. Dies führt praktisch zu einer Halbierung der Totzeiten im Regelkreis, was eine deutlich bessere Regelungsdynamik bei gleichbleibender Schaltfrequenz ermöglicht beziehungsweise niedrigere Schaltfrequenzen bei gleichbleibender Regelungsdynamik erlaubt.

Drehgeberlose Feldorientierung

Höherwertige Antriebsregler haben heutzutage oft Funktionen zur drehgeberlosen Feldorientierung. Eine eigene Implementierung war schon seit längerem ein großer Wunsch im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik. Das Kooperationsprojekt mit den Firmen GNDC und Zener Electric ermöglichte in der aktuellen Projektverlängerung nun aktive Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf diesem Gebiet.

Speziell bei permanentmagneterregten Synchronmaschinen lassen sich verschiedene physikalische Effekte ausnutzen, um ausschließlich über Spannungs- und Stromsignale die Lage des Rotors zu bestimmen: Bei hohen Drehzahlen kann die Gegenspannung (EMK), die vom Rotor in den Stator induziert wird und 90° phasenverschoben zur Polradflussrichtung auftritt, beobachtet werden. Bei sehr niedrigen Drehzahlen ist die Gegenspannung allerdings zu gering zur Rotorlagebestimmung. Sind jedoch bauartbedingte Richtungsabhängigkeiten der Induktivitäten (abhängig von der Rotorlage) vorhanden, dann lassen sich diese zur Orientierung verwenden. Als Messverfahren werden der Maschine typischerweise hochfrequente Spannungssignale zugeführt und deren Stromantwort ausgewertet. Der richtungsabhängige Verlauf der Induktivitäten hat eine Periodizität von 180° (elektrisch), so dass auf diese Weise die Polradflussrichtung nicht eindeutig bestimmt werden kann. Erst die zusätzliche Ausnutzung von Sättigungseffekten, die durch den Polradfluss in den Induktivitäten hervorgerufen werden, führt zu einer eindeutigen Polradflussidentifikation.

Bei völlig symmetrischen permanentmagneterregten Synchronmaschinen (ohne richtungsabhängige Induktivitäten) kann die Rotorlage im unteren Drehzahlbereich prin-

zipbedingt nicht praktikabel erfasst werden. Durch Einprägung eines hohen konstanten Ausrichtstroms können derartige Motoren aber zumindest als Behelf betrieben werden.

Implementiert wurden in der entwickelten Reglerplatine Kombinationen aus den beschriebenen Verfahren sowohl für magnetisch symmetrische als auch für magnetisch unsymmetrische permanentmagneterregte Synchronmaschinen. Somit können alle gängigen Maschinentypen im gesamten Frequenzbereich bestmöglich drehgeberlos betrieben werden.

Projektstand, Ausblick und Resümee

Das aktuelle System hat einen stabilen Stand erreicht und ist für eine Reihe von Applikationen einsetzbar. Seitens des Projektpartners befinden sich mehrere Projekte in der Planungsphase, bei denen das System in Maschinen und Produkten eingesetzt werden soll. In der verbleibenden Projektlaufzeit bis August 2014 sind neben dem Support vorrangig Anpassungen an Spezialanwendungen geplant, wofür beispielsweise neue Schnittstellen, darunter EtherCAT, integriert werden sollen.

Nach bisher über zweijähriger Projektlaufzeit lässt sich resümieren, dass beide Projektpartner deutlich von der Zusammenarbeit profitiert haben. So verfügen die Firmen GNDC und Zener Electric inzwischen über eine leistungsfähige, hochdynamische Steuerungselektronik, während die Hochschule Offenburg neben dem Verkaufserlös einen kräftigen Know-how-Zuwachs insbesondere auf dem Gebiet des drehgeberlosen Betriebs von Drehstromantrieben erworben hat.

Referenzen/References

- [1] Nuß, U.: Abschlussbericht des Pro Inno II – Förderprojekts „Entwicklung eines Hybridantriebssystems für kommunale Spezialfahrzeuge in Off-Road-Anwendungen; Entwicklung eines Umrichters mit integriertem DC/DCWandler für Hybridantriebe mit elektrischem Stromversorgungssystem für den 400 V Spannungsbereich“; Offenburg, 13.07.2011
- [2] Brucker, T.; Fanz, J.; Haufler, S. und Vollmer, P.: Abschlussbericht des ZIM-Förderprojekts „Entwicklung der Steuer- und Regelungstechnik eines Hochleistungs-Dreipunktwechselrichters“; Offenburg, 18.10.2011
- [3] Nuß, U.: Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe. ISBN 978-3-8007-3218-0. Berlin, Offenbach, VDE Verlag, 2010

AUTOR

Andreas Huber, M.Eng.

Akademischer Mitarbeiter im Labor für elektrische Antriebe und Leistungselektronik
andreas.huber@hs-offenburg.de



Referenzimplementierung des BSI-Regelwerks für sichere Smart-Grid-Kommunikation

Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora, Martin Dold, Fesseha Tsegaye Mamo, Nguyen Minh Phuong

Der Informationsaustausch zwischen Erzeugern und Verbrauchern ist ein wesentliches Element der dezentralen Energienetze der Zukunft. Um die Stabilität und den Datenschutz zu gewährleisten, sind hohe Anforderungen an die Sicherheit der Kommunikationsknoten und der Kommunikation zu erfüllen. Dieser Aufgabe haben sich das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und die „Open Metering System (OMS)“- Gruppe angenommen und ein Schutzprofil für ein sicheres Smart Meter Gateway und die Kommunikation zum Verbrauchs- bzw. Erzeugungspunkt erarbeitet. Das Autorenteam hat diesen Prozess aktiv begleitet und im Auftrag der OMS-Gruppe eine Referenzimplementierung umgesetzt.

The efficient information exchange between producers and consumers is an essential stepping stone for the decentralized smart grid of the future. In order to achieve stability and privacy, very demanding requirements with regard to the security of the communication nodes and of the communication itself have to be met. This task was addressed by the German Federal Office for Information Security (BSI) and the „Open Metering System (OMS)“ Group, who developed a protection profile for a Secure Smart Meter Gateway and for the local metrology network (LMN). The authors have actively accompanied this process and provided the reference implementation for the OMS group.

Einleitung

Die Thematik der Kommunikationstechnik für die Zählerfernauslesung (Smart Metering) und für die Energieerzeugungs- und -verteilnetze (Smart Grid) hat nicht erst seit der Energiewende Konjunktur, sondern wurde von der Europäischen Kommission schon 2002 auf den Weg gebracht [1]. Allerdings hat der deutsche Energiemarkt hier lange Zeit keine Vorreiterrolle eingenommen. In den vergangenen Jahren konnten jedoch zwei außerordentlich positive Entwicklungen vorbereitet werden, die nun das Potenzial haben, das Marktgeschehen über Deutschland und auch weit über die Versorgungstechnik hinaus beeinflussen können.

Durch die „Open Metering System (OMS)“-Gruppe wurde ein Kommunikationsstandard erarbeitet, der auf dem Metering-Bus (besser bekannt als M-Bus) und seiner drahtlosen Erweiterung, dem Wireless-M-Bus nach EN 13757 4 [2], basiert. Dieser OMS-Standard beschreibt nicht nur die unteren beiden Schichten (Physical und Data Link Layer), sondern auch die Applikationsobjekte für praktisch alle Energiemedien (Elektrizität, Gas, Wasser, Wärme) [3]. Er enthält auch Vorgaben für die Gewährleistung der Datensicherheit [4].

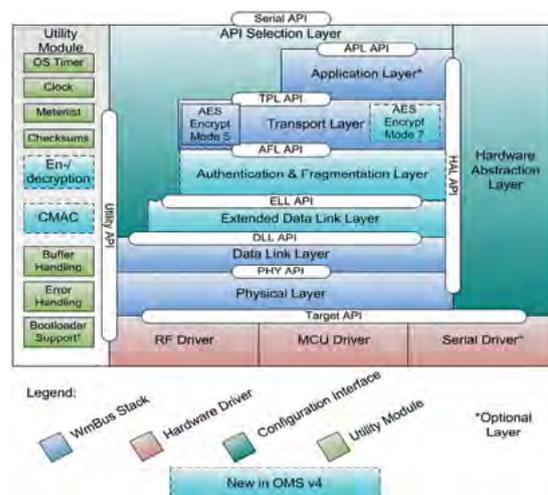


Bild 1: Protokollstapel und Implementierungsmodule des Wireless-M-Bus unter Einbeziehung der Sicherheitslayer nach den Vorgaben der „Open Metering System (OMS)“- Gruppe in der Version v4

Auf diese referenziert dann auch die zweite Entwicklung. Vor dem Hintergrund der möglichen Bedrohungen im Umfeld der Smart-Grid-Kommunikation formulierte die Bundesregierung Anforderungen an die Sicherheitsarchitektur intelligenter Netze. Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im September 2010 mit der Erarbeitung eines Schutzprofils (Protection Profile, PP) sowie einer Technischen Richtlinie (TR) für die Kommu-

nikationseinheit eines intelligenten Messsystems (Smart Meter Gateway) beauftragt. Diese Arbeiten sind mit der Veröffentlichung der ersten verabschiedeten Version 1.0 im März 2013 zu einem vorläufigen Abschluss gekommen [5].

Modellcharakter

Es ist davon auszugehen, dass diese Richtlinien aus zwei Gründen Modellcharakter auch für andere Branchen haben werden. Dabei wird es vermutlich von der Branche abhängen, welcher dieser beiden Aspekte dann der wichtigere sein wird:

- Das Ergebnis der Arbeiten mit dem Schutzprofil und den technischen Richtlinien ist in vielerlei Hinsicht mustergültig und ist ein (meist) sinnvoller Kompromiss zwischen dem technisch Möglichen und wirtschaftlich Machbaren. Dabei ist das erreichte Sicherheitsniveau als anspruchsvoll anzusehen, nimmt aber gleichermaßen auf viele praktische Aspekte Rücksicht. Es basiert auf bewährten Protokollen aus der „normalen“ IT-Welt. Der Versuch, eine Parallelwelt zu entwickeln, wurde glücklicherweise nicht unternommen. Hierbei scheute man auch nicht davor zurück, auf Verfahren und Vorgaben von potenziellen (teilüberlappenden) Konkurrenten wie den Common Criteria [6] [7] zurückzugreifen bzw. auf diese zu verweisen.
- Der Prozess zur Erarbeitung der Schutzprofile und Richtlinien ist als ebenfalls (im Wesentlichen) erfolgreich zu bezeichnen, weil er innerhalb von etwa zwei Jahren zu tragfähigen und zukunftsfähigen Ergebnissen geführt hat und dabei gleichermaßen eine „führende Hand“ des Staats und eine Rücksichtnahme auf die praktischen und wirtschaftlichen Belange der Industrie an den Tag gelegt hat.

Um Missverständnisse zu vermeiden, sei darauf hingewiesen, dass dem Autor wie allen anderen Beteiligten sehr wohl eine Reihe von Schwächen im Detail bekannt ist. Dies hält ihn jedoch nicht davon ab, die große Entwicklungslinie für vorbildlich zu halten.

Richtlinien

1. Basisarchitektur

Die Basisarchitektur für eine dezentrale Kommunikationsarchitektur unter Nutzung eines Secure Smart Meter Gateway ist in Bild 2 dargestellt.

In dieser Architektur haben die Gateways in Bezug auf die Absicherung der Kommunikationsstrecken eine zentrale Stellung. Die funktionalen und sicherheitsbezogenen Bestandteile der BSI-Richtlinien müssen hierbei entsprechend umgesetzt werden. Die Erfahrung aus vielen Projekten zeigt, dass diese Umsetzung bislang sehr spezifisch und damit „immer wieder neu“ und in vielen Fällen auch nicht vollständig erfolgt ist. Deswegen erscheint es als ein wesentlicher Schritt, dass diese Bestandteile nun einmal umfassend in einem Standard beschrieben sind.

Die Vorgaben betreffen:

- die Absicherung der Kommunikation zwischen Sensor und Gateway (Local Metrological Network, LMN, vgl. Abschnitt 3.2);
- die Absicherung der Kommunikation mit externen Teilnehmern und damit u.U. auch einem Backend-System oder der (fälschlicherweise so benannten) Embedded Cloud im Weitverkehrsnetz;

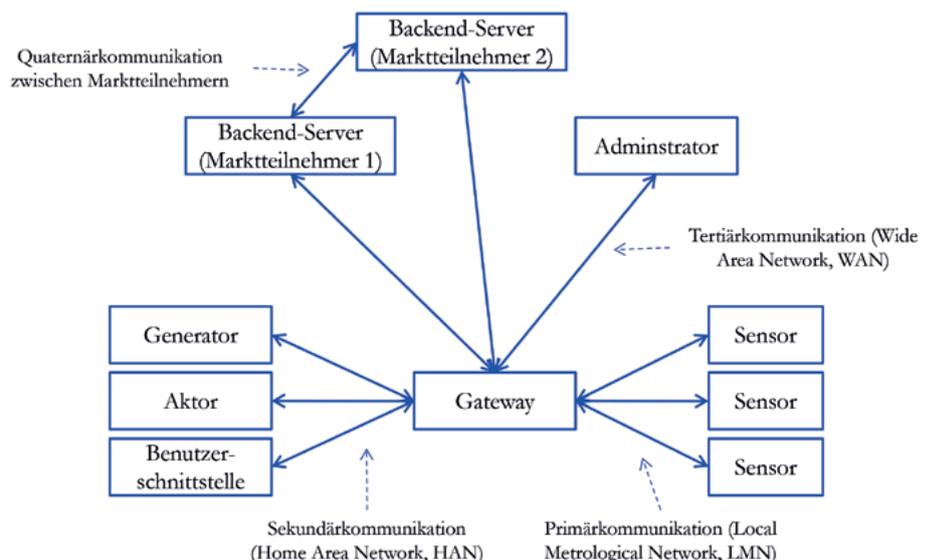


Bild 2:
Mehrstufige Architektur (A1) für drahtlose Sensor-Aktuator-Netzwerke in sehr stark räumlich verteilten Anwendungen.
Modellarchitektur für das BSI-Secure Smart Meter Gateway

- die Absicherung der Kommunikation zwischen Gateway und weiteren Benutzern sowie aktiv geschalteten Lasten (Home Area Network, HAN, Controllable Local Systems, CLS);
- die Absicherung und die Architektur des Gateways an sich.

2. Absicherung der Primärkommunikation

Die Absicherung der Primärkommunikation muss sich auf beide Übertragungsrichtungen beziehen. Die in Abschnitt 3.3 erwähnten Schutzziele müssen in Bezug auf die Kommunikation sowohl vom Datensammler zum Gateway als auch vom Gateway zum Datensammler gewährleistet werden. Insbesondere muss sichergestellt werden, dass über den Kommunikationskanal weder der Datensammler noch das Gateway angegriffen werden kann.

Generell wird eine symmetrisch verschlüsselte Datenübertragung gefordert, wobei als häufigste Variante die bewährte AES-Verschlüsselung zum Einsatz kommen wird. Die zweite wichtige Anforderung des BSI ist die Authentifizierung der Kommunikationspartner.

Durch die Ableitung der dynamischen Schlüssel für Verschlüsselung und CMAC erhält die sogenannte Key-Derivation-Funktion (KDF) eine zentrale Rolle in der Sicherheitsarchitektur. Wichtigster Eingabeparameter ist hier ein Master-Key, anhand dessen sich die dynamischen Schlüssel für jede Nachricht ableiten lassen. Der Master-Key erhält dadurch auch einen hohen Schutzbedarf, da bei Kompromittierung des Master-Keys die Sicherheit der Kommunikation infrage gestellt werden muss.

Wird eine bidirektionale Kommunikation unterstützt, bei der z. B. Konfigurationsdaten oder neue Firmware übertragen werden können, dann muss beidseitig authentifiziert werden. Ein sicherer Austausch von gemeinsamen Schlüsseln, wie sie dann in effizienten symmetrischen kryptografischen Verfahren eingesetzt werden können, ist mithilfe von asymmetrischen kryptografischen Verfahren möglich, die – unter Verwendung von Zertifikaten – gleichzeitig auch die Authentifizierung erlauben.

Eine solche Abfolge wird im Bereich der Internet-Protokollfamilie schon seit Jahren vor allem beim Transport-Layer-Security (TLS) Protokoll [8] eingesetzt, und so wird hier auf das gleiche Protokoll zurückgegriffen. Beim Aufbau für die Primärkommunikation agieren

das Gateway als TLS Server und der Zähler als TLS Client. Die Implementierung von TLS stellt recht hohe Anforderungen an die Rechenleistung der beteiligten Mikrocontroller und auch an den Kommunikationskanal. Aus diesem Grund darf eine Session-Resumption unter bestimmten Umständen unterstützt werden. Da TLS-Pakete recht lang sein können, wird eine zusätzliche Fragmentierungsschicht eingeführt. Die Definition dieses AFL kann als Musterbeispiel verstanden werden, wie eine standardkonforme TLS-Verbindung auch über bandbreitenbegrenzte und fehlerbehaftete Kanäle übertragen werden kann. Um auch die Einbindung von kostengünstigeren Sensoren zu ermöglichen, besteht auch die Möglichkeit der Verwendung von statischen Schlüsseln für symmetrische Verschlüsselungsverfahren im unidirektionalen Betrieb. Auf diese Weise können zumindest die Zähler nicht angegriffen werden.

3. Absicherung des Weitverkehrsnetzes

Auch die Kommunikation in das Weitverkehrsnetz wird mit TLS mindestens der Version 1.2 abgesichert. Wichtig erscheint der Aspekt, dass das Gateway keine TLS-Verbindungen akzeptiert, die von Teilnehmern aus dem WAN initiiert werden. Das Gateway kann jedoch für einen bestimmten Fall über den Wake-up-Dienst veranlasst werden, eine TLS-Verbindung zu einem vorkonfigurierten Administrator aufzubauen.

4. Absicherung des lokalen Netzes

Der Zugriff von lokalen Benutzern ist von großer Bedeutung, um direkt vor Ort auf Daten zugreifen zu können. Im Zusammenhang mit Smart-Grid-Anwendungen ist in diesem sogenannten Home Area Network (HAN) auch der Anschluss von fernsteuerbaren Geräten (Controllable Local Systems, CLS) möglich. Die jeweiligen TLS-Verbindungen werden jeweils im Gateway terminiert.

5. Gateway-Architektur

Um die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Absicherungen durchführen zu können, hat das Gateway eine Reihe von zentralen Aufgaben für die Verwaltung und die Speicherung zu erfüllen. Es ist ein besonders zu schützendes Objekt, da bei einer Manipulation des Gateways die gesamte Sicherheitskonzeption infrage gestellt werden muss. Aus diesem Grund wird gefordert, dass in dem Gateway ein Sicherheitsmodul eingesetzt wird.

Bei einem solchen Sicherheitsmodul handelt es sich entweder um einen getrennten Baustein oder um einen – mittlerweile in einigen leistungsfähigen Prozessoren – integrierten Funktionsblock, der in besonderer Weise auch gegen mechanische Angriffe geschützt ist. Vorgaben zu einem solchen Trusted Plattform Module (TPM) gibt es im Allgemeinen von der Trusted Computing Group (TCP) [9]. Die Vorgaben des BSI fordert ein nach Common Criteria (CC) zertifiziertes Modul mit speziellen Vorgaben. Als zentrale Komponente stellt das Sicherheitsmodul die kryptografische Identität des Gateways sicher und dient als Service-Provider für kryptografische Operationen.

Referenzimplementierung

1. Hintergrund

Die Arbeitsgruppe von Prof. Sikora ist in mehrfacher Weise der beschriebenen Spezifikation verbunden:

- Prof. Sikora begleitete die BSI-Diskussionen in Vertretung M2M Alliance [10] gegenüber dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).
- Das Steinbeis-Transferzentrum Embedded-Design und Networking unter der Leitung von Prof. Sikora ist seit Jahren in der Ar-

beitsgruppe 1 (Primärkommunikation) der OMS Gruppe aktiv [11] und ist auch an der Task Force „Security“ beteiligt.

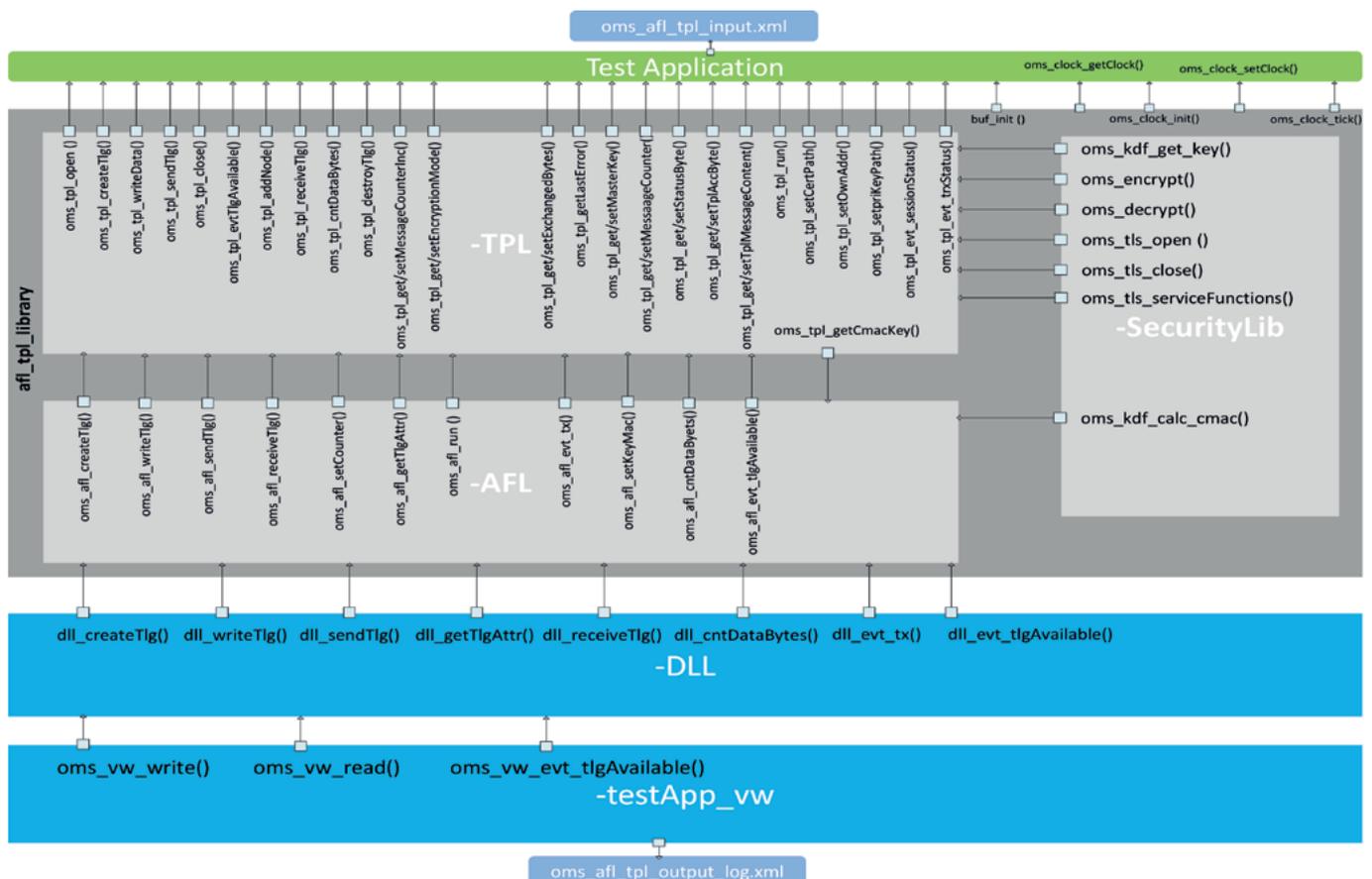
- Vor diesem Hintergrund beauftragte die OMS-Gruppe die Hochschule Offenburg mit der Erstellung einer Referenzimplementierung für die oben beschriebene Spezifikation. Diese wurde nun Anfang 2014 von dem Autorenteam fertiggestellt und der OMS-Gruppe übergeben.

2. Elemente

Hierbei wurde nun eine PC-basierte Software-Lösung erstellt, die die beschriebenen Bestandteile des Authentication and Fragmentation Layer (AFL) und des Transport Layer (TPL) zum Zweck von Test und Verifikation umsetzen und einbinden. Diese Einbindung enthält im Wesentlichen drei weitere Elemente:

- Eine rudimentäre Implementierung der Anwendungsschicht erlaubt die Ansteuerung der darunterliegenden Schichten.
- Die Sicherungsschicht wird durch eine Implementierung des erweiterten Data-Link-Layers (DLL), des so genannten Extended-Link-Layer (ELL) umgesetzt.
- Zur Modellierung des physischen Kanals wird das Konzept eines „Virtual Wire“ eingesetzt, das den Datentransport über einen Datei-basierten Austausch modelliert.

Bild 3:
Architektur der vorgestellten Referenzimplementierung für TPL und AFL unter Einbeziehung der für Test und Verifikation notwendigen Hilfsmodule



Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte Implementierung hat einige Schwachstellen der ursprünglichen Spezifikation aufgezeigt, die vor der finalen Veröffentlichung korrigiert werden konnten. Darüber hinaus ist die Grundlage entstanden, die in einem anderen Forschungsprojekt erstellte TLS1.2-Protokollrealisierung auch in einer eigenen Umsetzung des TPL sowie weiterer Implementierungen für industrielle Anwendungen anzupassen.

Referenzen/References

1] "Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings"; http://europa.eu/legislation_summaries/other/l27042_en.htm

[2] Communication systems for meters and remote reading of meters EN-13757: Part 1: Data exchange, Part 2: Physical and link layer, Part 3: Dedicated application layer, Part 4: Wireless meter readout (Radio meter reading for operation in the 868 MHz to 870 MHz SRD band), Part 5: Relaying, Part 6: Local Bus.

[3] Open Metering System (OMS) Group, "Open Metering System Specification, Volume 2, Primary Communication, OMS, Issue 3.0.1 / 2011-01-29"; http://oms-group.org/download/OMS-Spec_Vol2_Primary_v301.pdf

[4] Open Metering System (OMS) Group, "OMS Technical Report 01 Security"; http://oms-group.org/download/OMS-TR01_Security_v110.pdf

[5] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, "Smart Metering Systems – Intelligente Messsysteme"

[6] The Common Criteria, <http://www.common-criteria-portal.org/>

[7] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, "Guidelines for Developer Documentation according to Common Criteria Version 3.1 Version 1.0"

[8] R. Oppliger, "SSL and Tls: Theory and Practice"; Artech House 2009, ISBN 978 1596934474.

[9] Trusted Computing Group, <https://www.trustedcomputinggroup.org>

[10] <http://www.m2m-alliance.com>

[11] <http://oms-group.org/oms-group/arbeitsgruppen/>

AUTOREN

Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Axel Sikora

ist seit 2011 Professor für Embedded Systems und Kommunikationselektronik an der Hochschule Offenburg. Seine Interessengebiete liegen im Bereich der Embedded Plattform- und Protokollentwicklung für sichere und zuverlässige drahtgebundene und drahtlose Kommunikation.



Martin Dold, B.Eng.

hat 2013 als Laboringenieur im Labor Embedded Systems und Kommunikationselektronik der Hochschule Offenburg gearbeitet. Er ist mittlerweile am Steinbeis-Transferzentrum Embedded Design und Networking tätig.



Fesseha Tsegaye Mamo, B.Sc.

studiert gegenwärtig im 3. Semester des Master-Studiengangs Communication and Media Engineering. Er arbeitet als Tutor im Labor Embedded Systems und Kommunikationselektronik der Hochschule Offenburg.



Nguyen Minh Phuong, B.Sc.

studiert gegenwärtig im 3. Semester des Master-Studiengangs Communication and Media Engineering. Er arbeitet als Tutor im Labor Embedded Systems und Kommunikationselektronik der Hochschule Offenburg.





Maschinenbau und Verfahrenstechnik

Prof. Dipl.-Ing. Alfred Isele, Dekan der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik

The Department has research activities in major up to date areas of mechanical and process engineering. The Mechanical engineering field centers tools for virtual design and optimization of components and flows as well as automation and mechatronic systems research as a prerequisite for "Industry 4.0". One multidisciplinary project is the record holder vehicle "Schluckspecht"; it requires research approaches e.g. for new mobility concepts and light weight construction.

Process and energy engineering encompasses especially different research aspects of renewable energies with an emphasis on the optimization of biogas processes. According to the growing need for energy storage there are also the realms computer aided battery and fuel cell technology as well as biological methanation.

Maschinenbau

In der „Virtuellen Produktentwicklung / Simulation“ wird an neuen Anwendungen und Methoden rund um die konstruktionsbegleitenden CAx-Werkzeuge geforscht. U.a. werden hier neue Methoden zur Analyse automatisierter Optimierung von Tragstrukturen und von Strömungsprozessen entwickelt. Verwandte Themen finden sich im Forschungsschwerpunkt „Technische Mechanik und FEM“, in dem es um die Entwicklung und Validierung neuer Werkstoffmodelle geht, mit denen neuartige Produkte deutlich früher im Entwicklungsprozess „virtuell“ beurteilt werden können.

Der Forschungsschwerpunkt „Automation und mechatronische Systeme“ liefert wichtige Forschungsimpulse für die Produktion – Stichwort Industrie 4.0 – im Bereich der automatisierten Erkennung und flexiblen Handhabung von Werkstücken. Im Forschungsfeld Werkstofftechnologie werden u.a. Methoden zur zerstörungsfreien Werkstoffprüfung und zur Schadensanalyse erforscht.

Im Bereich der multidisziplinären Projekte werden Aktivitäten zu systemischen Mobilitätskonzepten, neuen Antriebskonzepten und Leichtbau gebündelt. Ein herausragendes Projekt ist hier das Rekordfahrzeug „Schluckspecht“, das in unterschiedlichen Ausführungen jährlich neue Lösungsansätze erfolgreich umsetzt.

Verfahrenstechnik

Ein wichtiges Forschungsthema ist die Optimierung von Biogasanlagen. Vom mikrobiologischen Stoffumsatz, der Auswahl und Vorbehandlung der verwendeten Substrate über die Anlagen- und Prozessoptimierung bis zur Gasreinigung wird in einem integrativen Gesamtkonzept eine Steigerung der Biogausausbeute angestrebt. Im Forschungsansatz ARTHYMES (Archaea Transform Hydrogen to Methane for Energy Storage) wird Wasserstoff zusammen mit vorhandenem Rest-Kohlendioxid direkt im Biogasprozess in Methan umgewandelt. Dadurch soll Überschussenergie direkt im Erdgasnetz speicherbar werden.

Nanoporöse Stoffe werden für die Biogasreinigung und als Wärmespeicher erforscht und optimiert.

Mit der Entwicklung sensitiver Nachweissysteme für Hormone in Abwässern mit gentechnisch veränderten Hefen beschäftigt sich der Bereich Umweltanalytik. Beim Kontakt mit dem Hormon wird ein nachweisbares Signal produziert.

Energietechnik

In der Forschungsgruppe Elektrische Energiespeicherung gibt es das Arbeitsgebiet Computer-gestützte Batterie- und Brennstoffzellentechnik. Hierbei werden z. B. hoch energetische Metall-Luft-Batterien, thermische Verhalten und Sicherheit von Lithium-Ionen-Batterien, Methoden zur Lebensdauervorhersage von Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzellen und das Verhalten elektrochemischer Zellen im System wie Smart Microgrid und Elektrofahrzeug untersucht.

ARTHYMES – ein Ansatz zur Methanisierung von Wasserstoff

Prof. Dr. Christiane Zell, Prof. Dr. Ulrich Hochberg

Die Speicherung von Energie aus erneuerbaren Energiequellen kann dadurch erfolgen, dass elektrolytisch erzeugter Wasserstoff mit Kohlendioxid zu Methan umgesetzt wird – Methanspeicher sind mit ausreichender Kapazität vorhanden. Die Umwandlung kann in Biogasanlagen erfolgen, Archaeen sind die entscheidenden Mikroorganismen, daher der Name: ARchaea TRansforme Hydrogen to Methane for Energy Storage, ARTHYMES. Erste Laborversuche haben Hinweise auf Prozessparameter gegeben.

The storage of energy from wind or solar energy sources is one of the outstanding problems of the German energy policy. The Power-to-gas approach uses electrical energy for the production of hydrogen. This hydrogen can be transformed to methane, storage capacity for methane is available. The transformation can be done in biogas plants, in this case archaea are the important microorganisms. The name of this project refers to those microorganisms: ARchaea TRansforme Hydrogen to Methane for Energy Storage, ARTHYMES. First tests in the laboratory have been successful, some process parameters have to be optimized.

Eine der großen Herausforderungen der Energiewende ist die Speicherung der Energie. Je mehr Energie aus Sonne und Wind gewonnen wird, desto größer werden die Anforderungen an die Speichersysteme. Diese Energien stehen nicht kontinuierlich zur Verfügung, sondern schwanken entsprechend den jeweils aktuellen Wetterbedingungen. Die Schwankungen der verfügbaren Energiemengen müssen in Zukunft zum einen dadurch ausgeglichen werden, dass die Nachfrage durch entsprechende Steuerungsmechanismen stimuliert bzw. sediert wird, zum anderen muss Energie zwischengespeichert werden.

Obwohl derzeit nur ein Bruchteil der für die Energiewende notwendigen Solar- und Windanlagen installiert ist, sind bereits jetzt in großem Umfang Kurzzeitspeicher notwendig. Eine Auswertung der Daten von TransnetBW [1] ergibt beispielsweise, dass am 2. Oktober 2013 die durch Fotovoltaik erzeugte Energie im Regelbereich dieses Netzbetreibers um 3,7 GWh von der prognostizierten Energie abwich. Um 15.00 Uhr dieses Tages betrug die Differenzen zwischen Prognosewert und Istwert mit 734 MW mehr als 10% der Kapazität aller Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland zusammengenommen [3]. Insgesamt wurden in den Tagesstunden des 2. Oktobers im Re-

gelbereich von TransNet BW 18,7 GWh Strom erzeugt. In dieser Woche wurden ca. 2,8 TWh Strom im Auktionshandel umgesetzt. Die Volatilität der Preise ist im Diagramm der Abbildung 1 dargestellt. Man erkennt, dass an einem Tag die Strompreise typischerweise um mehr als den Faktor 2 schwanken.

Energie muss in Zukunft nicht nur für die Dauer weniger Tage oder Wochen zwischengespeichert werden, sondern auch über Monate. Die Prognosen für die insgesamt zwischenspeichernden Energien schwanken zwischen einigen 10 TWh und vielen 100 TWh [4,5], je nachdem, ob sich die Prognose nur auf Stromspeicher oder auch auf Speicherkapazitäten für alle Energiearten bezieht. Davon können beispielsweise Pumpspeicherkraftwerke allein nur ca. 0,07TWh übernehmen. Lediglich in den vorhandenen Methanspeichern könnte Energie im benötigten Maß gespeichert werden. Bei der Volatilität der Strompreise ist der Wirkungsgrad einer Anlage gegenüber der Flexibilität und Kapazität einer solchen Anlage eher von untergeordneter Bedeutung.

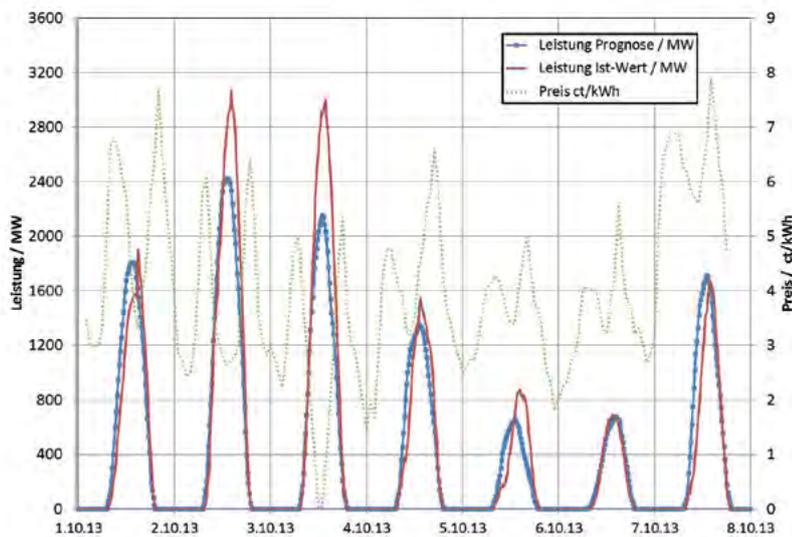


Abb. 1:

Leistungsganglinien Fotovoltaik im Regelbereich der TransnetBW: Vergleich der im Regelbereich der TransnetBW prognostizierten und bereitgestellten Leistungen sowie der im Auktionshandel an der EPEXSpot erzielte Preis [1,2]

Zahlreiche Ansätze beschäftigen sich daher mit der Umwandlung von Elektrolyse-Wasserstoff (und Kohlendioxid) zu Methan. Technologisch kann man dabei prinzipiell zwischen chemisch-katalytischen und biologischen Ansätzen unterscheiden. Die chemisch-katalytische Umsetzung von CO_2 und H_2 über den Sabatier-Prozess ist Stand der Technik und wird derzeit in wenigen Testanlagen durchgeführt. Nachteilig ist hier die Empfindlichkeit v. a. gegenüber den Spurenkomponenten Schwefel und Ammoniak sowie die teilweise sehr hohen Reaktionstemperaturen. Die biologische Methanisierung läuft hingegen bei geringen Reaktionstemperaturen ab und ist relativ robust gegenüber Verunreinigungen. Diese Technik wurde jedoch bislang nur im Labormaßstab getestet [6,7]. Meist wird dabei externes CO_2 genutzt, das sowohl aus der Aufreinigung von Biogas als auch aus konventionellen Kraftwerken stammen kann.

Im Forschungsansatz ARTHYMES wird der bisher noch wenig betrachtete Ansatz verfolgt, regenerativ erzeugten Wasserstoff direkt in Biogasanlagen einzuspeisen und für die Methanisierung zu nutzen. Die Umwandlung von Wasserstoff und Kohlendioxid zu Methan durch vorhandene methanbildende Mikroorganismen (methanogene Archaeen) ist ein essentieller Zwischenschritt der Biogasbildung, potente Mikroorganismen sind also bereits in jedem Biogasprozess autochthon vorhanden. Das üblicherweise im Biogasprozess entstehende Restkohlendioxid (bis zu 50 % des Biogases) kann für die Methanisierung genutzt werden und externes Kohlendioxid überflüssig machen. Zusätzlich in die Biogasanlage eingeleiteter Wasserstoff liefert so die Voraussetzung für die Herstellung eines Biogases mit sehr hohem Methananteil, gleichzeitig werden Aufreinigungskosten für das Rohbiogas hierdurch reduziert.

Bisherige Versuche zur Nutzung dieser In situ-Methanisierung beschränken sich noch

auf den Labor- und Technikumsbereich [8 – 10]. Sie sind noch wenig praxistauglich, benötigen unwirtschaftliche Zwischenschritte und/oder berücksichtigen nur die Lösung von Teilproblemen. So bleiben z. B. die komplexen mikrobiologischen Zusammenhänge im Wesentlichen unberücksichtigt, obwohl sie für die Effizienz der katalytischen Umsetzung essenziell und entscheidend sind. Das Problem des Wasserstofftransfers ist ebenfalls noch nicht ausreichend gelöst.

Im Projekt ARTHYMES soll ein neuartiges Verfahrenskonzept zur biologischen Methanisierung von Wasserstoff in Biogasanlagen entwickelt werden, das neben physikalisch-chemischen und verfahrenstechnischen Fragestellungen insbesondere auch die besonderen Eigenschaften und Wechselwirkungen der biokatalytisch wirkenden Mikroorganismengemeinschaft einbezieht (Abbildung 2).

Im Focus steht dabei insbesondere die Verbesserung des Stoffübergangs Gas-Flüssigphase, kombiniert mit der Schaffung von Immobilisierungsflächen für die wasserstoffverwertenden Mikroorganismen.

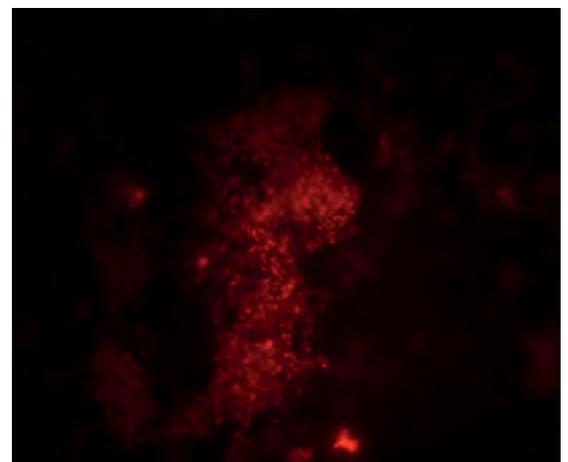


Abb. 2:

Nachweis von Archaeen in einer Biogasprobe mit Cy3 markierter Archaeen-spezifischer Sonde, Two Step-FISH und 100-facher Ölimmersion

In ersten Versuchen wurden Laborbiogasreaktoren mit entsprechenden Einheiten für die Wasserstoffzufuhr umgebaut und mit einer Gasanalytik für Wasserstoff ergänzt. Es konnte damit gezeigt werden, dass zusätzlich eingeleiteter Wasserstoff, der durch die Reaktoren umgepumpt wurde, in Methan umgewandelt wurde und es nicht zu einer wasserstoffbedingten Schädigung der Mikrobiologie kommt [11].

Als problematisch hat sich gezeigt, dass ein Teil des zugegebenen Wasserstoffs nicht zu Methan umgesetzt, sondern mit dem Biogas ausgeschleust wird. Erste Abschätzungen ergaben, dass eine Rezirkulation des Biogases und so eine Erhöhung des Wasserstoffumsatzes energetisch nicht interessant ist. Der Schwerpunkt weiterer Untersuchungen wird daher die Optimierung des Wasserstoffeintrags in den Biogasreaktor sein.



Abb. 3: Versuchsstand

AUTOREN

Prof. Dr. rer. nat. Christiane Zell
 Prodekanin, Maschinenbau +
 Verfahrenstechnik
 Forschungsgruppe: Biogas
 (Industry on Campus), Biotechno-
 logie, Bioinformatik, Biologische
 Verfahren
 christiane.zell@hs-offenburg.de



Prof. Dr. Ulrich Hochberg
 Studiendekan MME, Maschi-
 nenbau + Verfahrenstechnik
 Mess- und Regelungstechnik
 ulrich.hochberg@
 hs-offenburg.de



Referenzen

- [1] <http://www.transnetbw.de/de/kennzahlen/erneuerbare-energien/fotovoltaik> zuletzt aufgerufen im April 2014
- [2] <https://www.epexspot.com/de/marktdaten/> zuletzt aufgerufen im April 2014
- [3] Potenzialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. September 2010.
- [4] Graf, F.: Power to gas bzw. Strom zu Gas. DVGW-Bezirksgruppenprogramm 1012/13.
- [5] Fahl, U.: Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept. Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. 19.6.2012.
- [6] Vogel, A. e. a., 2012. Herausforderungen und Innovationen der Energiespeicherung – Fokus Power to Gas. gwf-Gas/Erdgas, 3, pp. 658-664.

- [7] Krajete, A., 2012. Method of converting carbon dioxide and hydrogen to methane by microorganisms. s.l. Patentnr. WO 2012/110256 A1.
- [8] Busch, G. & Großmann, J., 2010. Verfahren, Anlage und Methanreaktor zur Erhöhung der Methankonzentration des Biogases aus Biogasanlagen. s.l. Patentnr. DE 10 2010 043 630 A1.
- [9] Graf, W. e. a., 2013. Verfahren und Vorrichtung zum Wasserstofftransfer in Methanfermenter. s.l. Patentnr. DE 10 2009 053 593 B4.
- [10] Schmack, D., 2013. BioCharge – Umwandlung elektrischer Energie direkt in der Biogasanlage. s.l.:Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).
- [11] Montañez, S.N. Methanation of hydrogen and carbon dioxide as a means for direct methane productivity enhancement in a biogas digester. Masterthesis Univ. Appl. Sic. Offenburg, 2014.

Sweaty – der humanoide Roboter der Hochschule Offenburg

Prof. Dr. Klaus Dorer, Prof. Dr. Ulrich Hochberg, Prof. Dr. Michael Wülker

Der Roboter Sweaty wird an der Hochschule Offenburg gemeinsam von Studierenden und Mitarbeitern der Fakultäten E+I, M+I und M+V entwickelt. An ihm sollen Konstruktionen und Algorithmen der Robotik getestet werden, ebenso wie zu einem späteren Zeitpunkt soziologische Aspekte der Mensch-Roboter-Interaktion. Der erste Test soll bei der Fußballweltmeisterschaft der Roboter erfolgen. Im Beitrag werden der Roboter Sweaty, der Wettbewerb und seine Gegner in Brasilien beschrieben.

Sweaty is a humanoid robot built by students and staff members of three faculties E+I, M+I and M+V of the Hochschule Offenburg. Its purpose is to provide a robot platform to study construction and algorithms in robotics. It also is intended to use it for studies in social studies in human-robot interaction. Its first test will be the RoboCup robotic soccer competition in Brazil this year. This article describes Sweaty, its opponents and the Adult Size league RoboCup competition.

Einleitung

Autonome humanoide Roboter stehen zunehmend im Focus der öffentlichen Aufmerksamkeit. Derzeitig verfügbare Maschinen sind noch unbeholfen und langsam. Insbesondere im häuslichen Bereich spielt die Flexibilität der zum Einsatz kommenden Roboter eine große Rolle: In Haus und Garten können stationäre Roboter oder Roboter auf Rädern kaum eingesetzt werden. Im RoboCup-Soccer-Wettbewerb können neue Konstruktionen und Algorithmen im internationalen Wettbewerb getestet werden.

Die Hochschule Offenburg entwickelt und baut den humanoiden Roboter Sweaty, der auf der internationalen RoboCup-Soccer-Weltmeisterschaft der fußballspielenden Roboter in der AdultSize-Klasse qualifiziert ist. Diese Weltmeisterschaft wird im Juli in João Pessoa in Brasilien, im Anschluss an die FIFA-Fußball-Weltmeisterschaft, ausgetragen. In dieser Liga ist Sweaty der einzige europäische Roboter, der sich qualifiziert hat. Sweaty ist die Roboterplattform, auf der vorhandene Algorithmen optimiert und neue Technologien untersucht werden sollen.

Der Roboter

Sweaty ist 140 cm groß und wiegt etwas mehr als 10 kg. Der Roboter ist eine Aluminium-Kohlefaser-Verbundkonstruktion. Wichtigstes Optimierungsziel bei der Konstruktion der Maschine war ein großes Verhältnis von

maximaler Leistung der Motoren zu Gewicht. Der Roboter wurde daher so ausgelegt, dass seine Motoren kurzzeitig stark überlastet werden können. Man erhofft sich davon, dass ein menschenähnlicher Gang möglich sein wird. Im derzeitigen Ausbauzustand hat der Roboter 19 Freiheitsgrade zum Schreiten im Fuß je ein Nick- und Rollfreiheitsgrad, in jedem Knie einen Nickfreiheitsgrad und in der Hüfte jeweils links und rechts unabhängig voneinander einen Nick-, Roll- und Gierfreiheitsgrad. Jeder Arm hat drei Freiheitsgrade, ausreichend, um die für das Gehen relevanten Bewegungen auszuführen, aber noch zu wenig, um Gegenstände manipulieren zu können. Ein Gierfreiheitsgrad im Kopf ist mindestens notwendig, um auch Gegenstände, die nicht vor dem Roboter liegen, erkennen zu können.

Jeder Aktuator hat einen Positions-, Strom-, Kraft- und Temperatursensor. Zur optischen Erkennung wird eine 2-Megapixel-Kamera mit einem Weitwinkelobjektiv eingesetzt. Drucksensoren im Fuß nehmen vertikale Kräfte auf, auf horizontale Kräfte kann nur indirekt aus den Kraftsensoren der Aktuatoren geschlossen werden. In der Nähe des Schwerpunkts befindet sich ein 9-Achs-Inertialsystem; hier werden Beschleunigungen, Drehwinkelgeschwindigkeiten und Magnetfeldlinien gemessen. Identische Systeme sollen noch in den Füßen und im Kopf verbaut werden, um aus den überbestimmten (und verrauschten) Informationen den Zustand des Roboters möglichst genau

berechnen und die Bewegung zuverlässig regeln zu können. Dies wird allerdings zur diesjährigen Fußballweltmeisterschaft nicht mehr möglich sein.

Die Motoren sind über zwei EIA-485-Busse (2 MHz) mit einem selbst entwickelten Kommunikationsboard verbunden. Das Kommunikationsboard ist mit einem mit 186 MHz getakteten 32-Bit-Mikroprozessor bestückt, der Informationen von und zur Peripherie in Echtzeit aufbereitet und der quasi in Echtzeit über USB mit dem Hauptrechner kommuniziert. Als Hauptrechner wird ein 1,7-GHz-Quad-Core-Prozessor eingesetzt, in dem die Programme zur Decision (Entscheidung), Motion (Bewegung) und Vision (Sehen) laufen. Weitere selbst entwickelte Boards sollen in den Füßen und im Kopf eingesetzt werden.

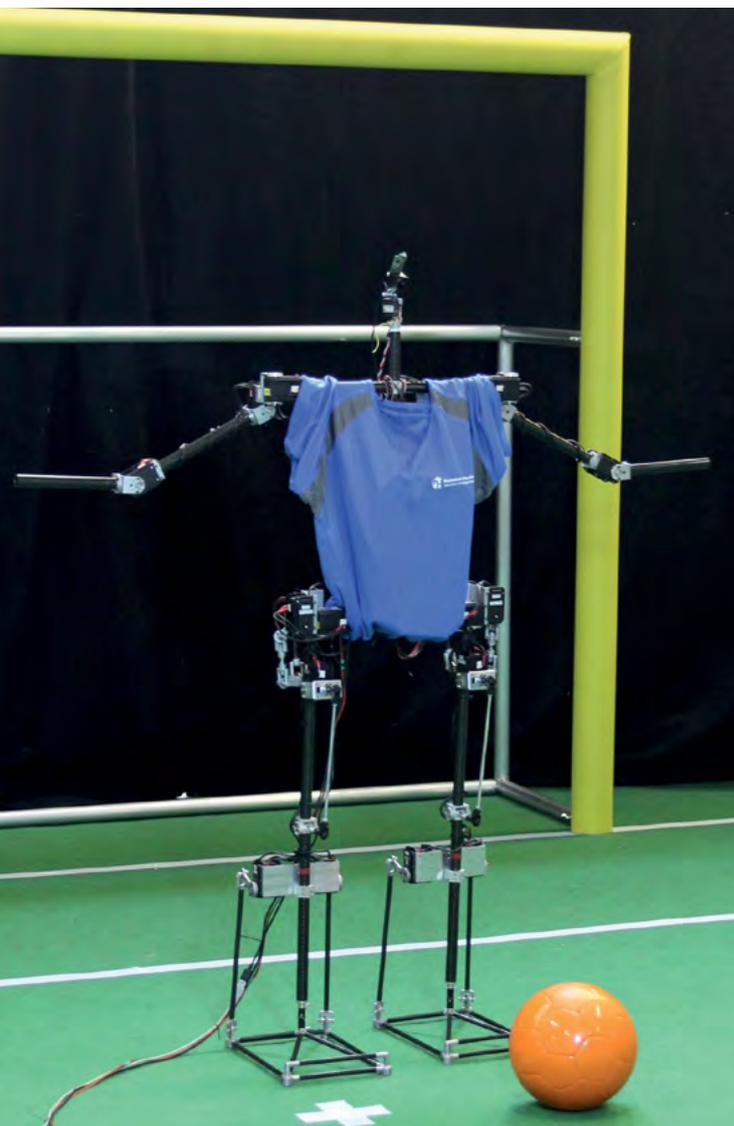


Abb. 1:

Sweaty präsentiert sich das erste Mal auf dem Fußballfeld

Aufnahme: S.Gilg / HSO

Neue Ansätze im Roboter Sweaty [1]

Verdunstungskühlung

Die stark beanspruchten Motoren des Roboters Sweaty werden über Verdunstungskühlung gekühlt. Die Wärmeabfuhr ist ein zentrales Problem bei humanoiden Robotern; klassische Kühlverfahren benötigen schwere Komponenten und stehen so einer dynamischen Bewegung des Roboters entgegen. Die Roboter- kühlung durch Verdunstung ist weltweit neu und verspricht eine effektive Kühlung bei nur geringem Zusatzgewicht. Diese Innovation war namensgebend für den Roboter.

Variable Übersetzung der Antriebsmotoren

Die Motoren bewegen nicht unmittelbar die Gelenke über Getriebe, sondern über Zug- und Druckstäbe. So ist es möglich, dass die Übersetzung variabel ausgelegt werden kann: Bei Gelenkwinkeln, bei denen die auftretenden Kräfte klein sind, ist auch die Übersetzung klein – es können schnelle Bewegungen ausgeführt werden. Bei größeren notwendigen Kräften wie beispielsweise im Tiefpunkt einer Kniebeuge sind die Kräfte groß. Hier ist dann die Übersetzung ebenfalls groß, und es können nur langsamere Bewegungen ausgeführt werden.

Kohlefaser-Aluminum-Verbundkonstruktionen

Kohlefaser-Verbundkonstruktionen werden in der Technik immer häufiger zur Gewichtseinsparung eingesetzt. Ein geringes Gewicht ist wichtig für schnelle Bewegungen.

Passiver Freiheitsgrad in den Zehen

Bewegliche Zehen sind die Voraussetzung für ein menschenähnliches dynamisches Laufen. Einige wenige Roboter verwenden ein zusätzliches Nick-Gelenk im Bein ähnlich wie Paarhufer, die sozusagen immer „auf Zehen“ gehen. Normal haben humanoide Roboter flache Füße, die sich beim Gehen parallel zum Boden bewegen. Ein über Federn beweglicher Vorderteil des Fußes lässt demgegenüber auf eine Verbesserung hoffen.

Farbtolerante Linienerkennung beim Sehen

Häufig werden von Robotern die Spielsituationen nicht erkannt, da je nach Weißabgleich und Blickrichtung die Farben von Tor, Ball, Spielfeld und Zuschauern nicht als eindeutiges Identifizierungsmerkmal ausreichen. Eine Entzerrung des gesamten Bilds – die für

die Erkennung von Geraden bzw. Spielfeldrändern hilfreich wäre – ist wegen der dafür benötigten Rechenzeit nicht mit der gewünschten Bildwiederholungsrate möglich. Es wird jetzt ein Rechenalgorithmus entwickelt, mit dem auch im durch die Optik verzerrten Bild Linien erkannt werden können. Eine schnelle Erkennung der Spielsituation ist Voraussetzung für eine schnelle und richtige Reaktion.

Der Wettbewerb

Beim RoboCup Soccer in der Adult Size League tritt jeweils ein Roboter gegen einen Gegner an. Wechselweise steht ein Roboter im Tor und sein Gegner im Anstoßkreis mit Blickrichtung zum gegnerischen Tor. Der im Anstoßkreis befindliche Roboter muss den hinter ihm liegenden Ball lokalisieren, ihn in die gegnerische Hälfte dribbeln und an einem Hindernis (schwarzer vertikaler Zylinder) vorbei ins Tor schießen. Der Roboter im Tor muss versuchen, den Schuss abzuwehren, ohne den Torraum zu verlassen. Diesem Spiel vorgeschaltet sind einige technische Aufgaben wie schnell laufen, den Ball einwerfen und dribbeln.

Die Favoriten

HuroEvolution Taipei, Taiwan [3]

Das Team aus Taiwan wird auch dieses Jahr wieder erwartet. Der Vizeweltmeister von 2013 wurde abgespeckt, er ist kaum schwerer als letztes Jahr und bringt 15 kg auf die Waage, obwohl die Anzahl der Freiheitsgrade vergrößert wurde. Zwei zusätzliche Freiheitsgrade in den Beinen und ein zusätzlicher Freiheitsgrad in der Hüfte sind wohl der Grund dafür, dass sich die Schrittgeschwindigkeit fast verdreifacht hat. Die installierte Rechenkapazität ist im Vergleich zur Rechenkapazität der Wettbewerber immer noch eher bescheiden – aber entscheidend ist ja nicht die Rechengeschwindigkeit, sondern sind die verwendeten Algorithmen.



Abb. 2:
HuroEvolution: der humanoide Roboter der TAIWAN TECH-Universität, Taiwan
Aufnahme: C.Chou

Tsingghua Hephaestus, Beijing, China [4]

Der Dritte der Weltmeisterschaft 2013 hat sich äußerlich kaum verändert. Die Neuerungen sind im Programm: Eine aktive Schrittplanung soll Wege verkürzen und so die (geringer gewordene) Schrittgeschwindigkeit überkompensieren. Beijing präsentiert den kleinsten Roboter, gerade groß genug, um nach Reglement noch in der AdultSize-Klasse starten zu dürfen.



Abb. 3:
Tsingghua Hephaestus der Universität Beijing im Wettbewerb 2013, Aufnahme: A.Dietsche / HSO

THORwIn Pennsylvania, USA [5]

THORwIn ist das verbesserte Nachfolgemodell des Roboters CHARLI, der 2012 Weltmeister wurde. THORwIn ist mit 49 kg mit Abstand der schwerste Roboter im Feld. Er hat 30 Freiheitsgrade, insbesondere mit seinen Freiheitsgraden in der Hüfte dürfte er beweglicher sein als die anderen. Ob er sich bei seinem Gewicht auch so schnell bewegen kann wie sein Vorgänger CHARLI, bleibt abzuwarten. Seine zentrale Steuerungseinheit zeichnet sich durch einen relativ großen Grafikprozessor aus. Die Entwicklung erfolgt zusammen mit Mechanical & Aerospace Engineering, USA und robotis, Korea.



Ausblick

Zunächst sollen mit Sweaty auf der Weltmeisterschaft in Brasilien erste Erfahrungen gesammelt werden. Dabei wird sich in der wettbewerblichen Erprobung zeigen, welche der zahlreichen Innovationen mit Nachdruck weiter verfolgt werden sollen. Zum Bewegungsablauf gilt: **Ceterum Censeamus Sweaty nem Esse Incessurum et Non Repturum.**

(Im Übrigen sind wir der Meinung, Sweaty müsse ein Schreitender werden, kein Schleichender.)

Referenzen

- [1] http://application.germanteam.org/upload/b826a9c6c310e825898f660cde5f0159731c9f3c/Robot_Specification_Sweaty.pdf zuletzt aufgerufen 5. April 2014
- [2] <http://www.informatik.uni-bremen.de/humanoid/pub/Website/Downloads/HumanoidLeagueRules2014-01-10.pdf> zuletzt aufgerufen 5. April 2014
- [3] <http://application.germanteam.org/upload/ae0ee0ac7a0fca424acc56811b063bd6a0c6b7b0/2014%20HuroEvolutionAD%20Team%20Description%20Paper.pdf> zuletzt aufgerufen 5. April 2014
- [4] <http://application.germanteam.org/upload/b52f0ffb2ba83ff85581aacf7d3a7bb25708fd4d/TDP.pdf> zuletzt aufgerufen 5. April 2014
- [5] http://application.germanteam.org/upload/0b1658f219bef075b1785f67212f8f48b9c688db/Robocup%2714_THORwln_TDP.pdf zuletzt aufgerufen 5. April 2014

Abb. 4:
THORwln beim Lauftraining
Aufnahme: L.V.

AUTOREN

Prof. Dr. Klaus Dorer
Elektrotechnik und
Informationstechnik
Wissenschaftlicher Leiter des
Labors Autonome Systeme
klaus.dorer@hs-offenburg.de



Prof. Dr. Ulrich Hochberg
Studiengangleiter MME,
Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
Mess- u. Regelungstechnik
ulrich.hochberg@
hs-offenburg.de



Prof. Dr. Michael Wülker
Studiengang Mechatronik,
Maschinenbau und Verfah-
renstechnik
Messdatenerfassung,
Modellbildung und Simula-
tion dynamischer Systeme,
Bildverarbeitung
wuelker@hs-offenburg.de





**E-Werk
Mittelbaden**

Daheim gut versorgt

// Energie für Ihr Unternehmen

Wie für mich gemacht: Die Stromprodukte vom E-Werk Mittelbaden

Mit meinem Energieberater vom E-Werk Mittelbaden habe ich für mein Unternehmen das passende Stromprodukt gefunden. Entdecken auch Sie die Vorteile, die Ihnen ein regionaler Energieversorger bietet.

Weitere Informationen

finden Sie unter:

[www.e-werk-mittelbaden.de/
geschaeftskunden](http://www.e-werk-mittelbaden.de/geschaeftskunden)



HERRENKNECHT AG | UTILITY TUNNELLING | TRAFFIC TUNNELLING



WER BOHRT, KOMMT WEITER.

Herrenknecht ist Technologie- und Marktführer im Bereich der maschinellen Tunnelvortriebstechnik. Als einziges Unternehmen weltweit liefert Herrenknecht modernste Tunnelbohranlagen für alle Baugründe und in allen Durchmessern – von 0,10 bis 19 Metern. Herrenknecht entwickelt außerdem Lösungen für die Erstellung von Vertikal- und Schrägschächten.

Mit den maßgeschneiderten Maschinen werden rund um den Globus sowohl unterirdische Versorgungstunnel für Wasser, Abwasser, Gas, Öl, Strom, Internet und Telefonleitungen (Utility Tunnelling) als auch leistungsfähige Infrastrukturen für den Auto-, U-Bahn- und Zugverkehr

erschlossen (Traffic Tunnelling). Unsere Vortriebsmaschinen treiben den längsten Eisenbahntunnel der Welt und die größten Metrolinien voran. Sie helfen, Gewässer zentimetergenau zu unterqueren und Pipelines quer durch Kontinente zu verlegen.

Der Herrenknecht Konzern beschäftigt rund 5.000 Mitarbeiter. Mit 78 Tochter- und geschäftsnahen Beteiligungsgesellschaften im In- und Ausland formiert sich unter dem Konzerndach ein Team innovativer Spezialisten, das integrierte Lösungen mit projektspezifischen Equipment- und Servicepaketen anbietet – nah am Projekt und nah am Kunden.

Herrenknecht AG
D-77963 Schwanau
Tel. + 49 7824 302 0
Fax + 49 7824 340 3
pr@herrenknecht.de

www.herrenknecht.com



Sichere Bauteile trotz werkstoffbedingter Unsicherheiten

Prof. Dr.-Ing. Thomas Seifert, Steffen Mittag

Schadensfälle an sicherheitsrelevanten Bauteilen können katastrophale Folgen haben. Daher gelten für diese Bauteile besonders hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit. Diese wird maßgeblich durch die Eigenschaften der eingesetzten Werkstoffe bestimmt. Allerdings können die Werkstoffeigenschaften innerhalb eines Bauteils und von Bauteil zu Bauteil streuen. Diese Unsicherheiten müssen bei der Entwicklung der Bauteile bewertet werden können.

The failure of safety-related components in machinery and equipment, engines and turbines can end in disaster. Thus, these components must meet high demands with respect to reliability. The used materials have a significant effect on the reliability. The material properties, however, can scatter from component to component and even within one component. During dimensioning distinct values of material properties are used so that the no information on scattering is included. This results in uncertainties with respect to component safety. In this project, a computational methodology is developed to assess the effect of scattering material properties on component safety.

Einleitung

Bei der Auslegung von sicherheitsrelevanten, hoch beanspruchten Bauteilen, wie beispielsweise Wellen, Scheiben und Schaufeln in Turbinen zur Stromerzeugung und von Flugzeugen, sind Ingenieure auf Werkstoffkennwerte angewiesen, die die elastischen und plastischen Eigenschaften des eingesetzten Werkstoffs beschreiben (z.B. Elastizitätsmodul, Streckgrenze und Werkstoffverfestigung). Mit Hilfe der Werkstoffkennwerte können die Ingenieure eine Aussage treffen, ob das Bauteil die hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit erfüllen kann und ob es die vorgesehene Lebensdauer erreichen wird [1][2].

Die für die sichere Auslegung der Bauteile notwendigen Werkstoffkennwerte ermitteln Ingenieure in Laborversuchen, in denen Proben aus dem Werkstoff in entsprechenden Prüfmaschinen untersucht werden. Die Prüfung erfolgt unter anderem in sogenannten Ermüdungsversuchen, in denen die Probe abwechselnd gezogen und gedrückt wird, bis der Werkstoff so weit geschädigt ist, dass die Probe bricht. Werden jedoch mehrere identische Versuche mit identischen Proben aus demselben Werkstoff durchgeführt, sind die daraus ermittelten Werkstoffkennwerte nicht identisch, weil sich die Werkstoffeigenschaften von Probe zu Probe zufällig voneinander unterscheiden. Die streuenden Werkstoffeigenschaften sind eine Folge der Mikrostruktur des Werkstoffs: Werkstoffe sehen mit dem Auge betrachtet homogen aus,

d.h. als ob sie eine gleichartige und gleichmäßige Struktur besäßen. Bei einem Blick durch ein Mikroskop wird jedoch sichtbar, dass die Mikrostruktur des Werkstoffs eben nicht homogen ist. Vielmehr besteht der Werkstoff aus unterschiedlichen Phasen und unterschiedlich orientierten Körnern. In Abb. 1 ist die Mikrostruktur einer Legierung dargestellt, die in Turbinen zum Einsatz kommt. Ein einzelnes Korn hat anisotrope Eigenschaften. Das bedeutet, dass sich die Eigenschaften unterscheiden, je nachdem in welche Richtung das Korn gezogen oder gedrückt wird. Darüber hinaus sind die Körner im Werkstoff zufällig orientiert. Der Einfluss dieser unregelmäßigen Orientierungen auf die Werkstoffeigenschaften und damit die Streuung nehmen zu, je größer die Körner bezogen auf die Probengröße sind.



Abb. 1: Lichtmikroskopische Aufnahme der Mikrostruktur einer Legierung, die in Flugturbinen eingesetzt wird. Es sind Körner und Korngrenzen sichtbar

Bei der Bauteilauslegung wird die Streuung der Werkstoffeigenschaften infolge mikrostruktureller Effekte im Allgemeinen nicht berücksichtigt. In der Praxis erfolgt die Auslegung mit festgelegten Werkstoffkennwerten, beispielsweise einem Mittelwert aus allen Werkstoffprüfungen. Die Ingenieure sprechen bei der Verwendung von festgelegten Werten von einer deterministischen Betrachtungsweise. Aufgrund der Streuung kann jedoch nicht hundertprozentig davon ausgegangen werden, dass der Werkstoff tatsächlich die festgelegten Eigenschaften aufweist. Somit ergibt sich eine Unsicherheit bei der Auslegung der Bauteile. Daher wird an der Hochschule Offenburg in einem dreijährigen Forschungsprojekt eine Auslegungsmethodik entwickelt, in der über eine sogenannte probabilistische Betrachtungsweise Wahrscheinlichkeiten zu Werkstoffeigenschaften einfließen. Auf diese Weise wird trotz werkstoffbedingter Unsicherheiten eine sichere Bauteilauslegung möglich.

Methodik und Ergebnisse

Die Auslegungsmethodik zur Berücksichtigung des Einflusses der Werkstoffstreuung auf die Zuverlässigkeit von sicherheitsrelevanten Bauteilen besteht aus mehreren Teilschritten. Zunächst wird eine Vielzahl an vorhandenen Versuchsergebnissen ausgewertet. Dabei werden die Werkstoffkennwerte für jeden einzelnen Versuch bestimmt, sodass die jeweilige Probe des Werkstoffs charakterisiert werden kann. Da diese Auswertung bei der vorliegenden Anzahl an Versuchen mit erheblichem Aufwand verbunden ist, wurden entsprechende Softwareprogramme entwickelt, die die Auswertung der Versuche automatisiert durchführen. Ein Auswertungsergebnis ist am Beispiel der zyklischen Streckgrenze des betrachteten Werkstoffs in Abb. 2 dargestellt. Die zyklische Streckgrenze ist ein Werkstoffkennwert, mit dem die Ingenieure eine Aussage treffen, ab wann bei einer zyklischen Belastung, also einem abwechselnden Ziehen und Drücken, der Werkstoff nicht mehr nur elastisch, sondern auch plastisch verformt. In der Abbildung ist dargestellt, mit welcher Häufigkeit der Werkstoff eine bestimmte Streckgrenze tatsächlich aufweist. Daraus ist ersichtlich, dass typische Werte für die Fließgrenze zwischen den normierten Werten 0,8 und 1,2 liegen, während Werte oberhalb und unterhalb eher seltener sind, trotzdem aber durchaus auftreten können. Speziell kleinere Werte für die zyklische Streckgrenze können die Belastbarkeit des Bauteils verringern.

Im nächsten Schritt werden die aus den Versuchen ermittelten Wahrscheinlichkeiten mathematisch über sogenannte Verteilungsfunktionen beschrieben. Die Verteilungsfunktionen lassen schließlich Aussagen zu, wie wahrscheinlich es ist, dass der Werkstoff eine Streckgrenze hat, die nicht in den Versuchen ermittelt wurde. Andererseits ist es auch möglich über die Verteilungsfunktionen Werte für die zyklische Streckgrenze aus der Verteilung „zufällig zu ziehen“ und so durch viele „Ziehungen“ den Einfluss der Werkstoffstreuung auf die Zuverlässigkeit eines Bauteils zu bewerten. Dies lässt sich mit einem Lottospiel vergleichen, in dem besonders viele Kugeln Nummern zwischen 0,8 und 1,2 haben. Die Wahrscheinlichkeit ist in diesem Fall natürlich höher, dass genau diese Nummern zufällig gezogen werden. Es gibt verschiedene Verteilungsfunktionen, wobei die bekannteste die Gauß'sche Verteilungsfunktion ist, die aufgrund ihrer Form auch als „Glockenkurve“ bekannt ist. Mit der Gauß'schen Verteilungsfunktion ist unmittelbar der Mittelwert und die Standardabweichung verknüpft. Sie ist zusammen mit zwei weiteren Verteilungsfunktionen, der Lognormal-Verteilung und der Weibull-Verteilung, in Abb. 2 dargestellt.

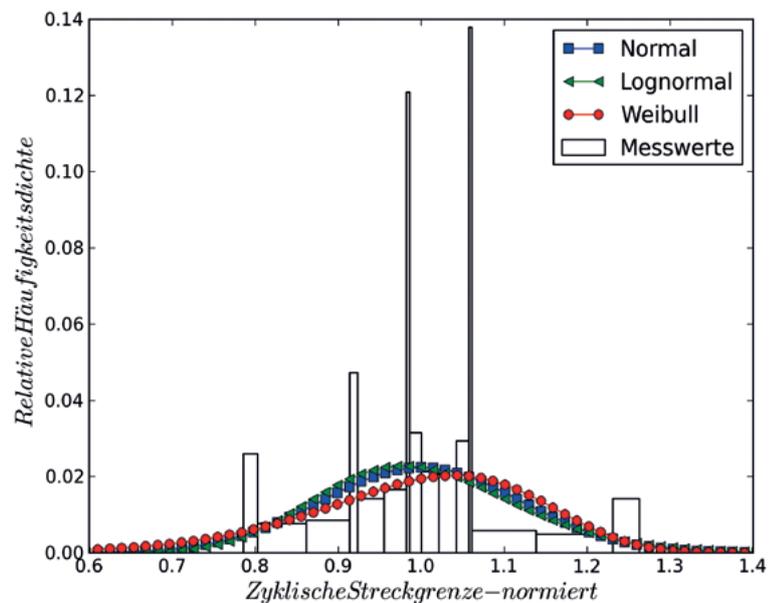


Abb. 2:
Häufigkeitsverteilung der zyklischen Streckgrenze und statistische Verteilungsfunktionen

Auch wenn diese Verteilungsfunktionen scheinbar sehr ähnlich sind, ist es äußerst wichtig, die Verteilungsfunktion zu finden, die die beobachtete Streuung bestmöglich beschreibt. Denn nur so sind später zuverlässige Aussagen zum Einfluss der Streuung auf die Bauteilzuverlässigkeit möglich. Hierzu werden sogenannte Hypothesentests durchgeführt, mit denen das Zutreffen einer bestimmten Verteilung bewertet werden kann [3]. Analog werden weitere Werkstoffkennwerte durch die entsprechenden Verteilungsfunktionen beschrieben.

Im letzten Schritt können über eine sehr große Anzahl an „Ziehungen“ von Werten für die Werkstoffkennwerte aus den jeweils zutreffenden Verteilungen die möglichen Einflüsse auf die Zuverlässigkeit des Bauteils bei streuenden Werkstoffeigenschaften getroffen werden. Hierzu wird nun über die nun nicht mehr deterministisch, sondern probabilistisch betrachteten Werkstoffkennwerte ein Schädigungsparameter [4] bestimmt. Die werkstoffbedingten Unsicherheiten werden greifbar und in der Bauteilauslegung sprichwörtlich berechenbar.

Zusammenfassung und Ausblick

Es wurde eine durchgehende Methodik zur Bewertung des Einflusses der Streuung auf die Zuverlässigkeit eines Bauteils entwickelt. Die bisher betrachteten Werkstoffkennwerte beschreiben die Werkstoffeigenschaften in relativ einfachem Maß. Allerdings konnte so bereits gezeigt werden, dass die entwickelten Methodik grundsätzlich anwendbar ist und wertvolle zusätzliche Aussagen zur Zuverlässigkeit ermöglicht. Die Methodik wird nun erweitert hinsichtlich fortschrittlicherer Werkstoffkennwerte, die eine genauere Abbildung des Werkstoffverhaltens speziell für Bauteile erlauben, die bei hohen Temperaturen eingesetzt werden.

Referenzen/References

- [1] T. Seifert, H. Riedel, G. Pramhas, G. Bumberger, Lifetime Models for High-Temperature Components, *Auto Technology* 7, 2007, 34 – 38
- [2] M. Metzger, T. Seifert, M. Knappe, Models for Lifetime Estimation of Cast Iron Components, *MTZ worldwide* 10/2011, 70 – 78
- [3] R. B. D’Agostino, M. Stephens, *Goodness-Of-Fit-Techniques*, Marcel Dekker Inc, 1986
- [4] T. Seifert, C. Schweizer, M. Schlesinger, M. Möser, M. Eibl, Thermomechanical fatigue of 1.4849 cast steel – experiments and life prediction using a fracture mechanics approach, *International Journal of Materials Research* 101, 2010, 942 – 950

AUTOREN

Prof. Dr.-Ing. Thomas Seifert

Fakultät für Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Werkstofftechnik, Mechanik,
Finite-Elemente-Methode,
Schadenskunde
thomas.seifert@hs-offenburg.de



Steffen Mittag, M.Sc.

akademischer Mitarbeiter
Fakultät für Maschinenbau und
Verfahrenstechnik
steffen.mittag@hs-offenburg.de



Thin Layer Chromatography of 17 α -Ethinylestradiol detected by Bio-directed Analysis

Prof. Dr. Bernd Spangenberg, Barbara Milz

Wir stellen eine Dünnschicht-Chromatographie-Methode vor, mit der 17 α -Ethinylestradiol (EE2) durch eine Wirkanalyse durch die Bierhefe *Saccharomyces cerevisiae* BJ3505 bestimmt wird. Diese gentechnisch veränderte Hefekultur enthält einen Östrogenrezeptor, der bei der Anwesenheit östrogen wirkender Substanzen das Enzym β -Galaktosidase freisetzt. Die Enzymaktivität wird auf einer Dünnschichtplatte durch die Bildung des fluoreszierenden Substrats aus MUG (4-Methylumbelliferyl- β -D-galactopyranosid) messbar gemacht.

We present a thin layer chromatography (TLC) method which can be used to quantify 17 α -ethinylestradiol (EE2) in an effect-directed analysis using the yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* BJ3505. The test strain (according to McDonnell [1]) contains the estrogen receptor. Its activation by estrogen active compounds is measured by inducing the reporter gene *lacZ* which encodes the enzyme β -galactosidase. This enzyme activity is determined on plate by using the fluorescent substrate of MUG (4-methylumbelliferyl- β -D-galactopyranoside).

Ethinyl steroids and here especially 17 α -ethinylestradiol (EE2) are important biological active substances. They are extensively prescribed as oral contraceptives, to control menstrual disorders and to suppress menopausal symptoms. 17 α -Ethinylestradiol and many other compounds with estrogenic activity have been detected in surface water all over the world, mostly in the ngL⁻¹ range. Even at such low concentrations it was shown that these compounds affect reproduction and development in wildlife by mimicking its natural analogue 17 β -estradiol. Many of these estrogens are highly resistant to degradation processes and have the tendency to be adsorbed to organic matter. They bio-accumulate and also accumulate in sediments.

Effect-directed analysis of EE2 using *Saccharomyces cerevisiae*

The advantages of biological detection systems are their specificity and their low detection limits. Recently, an improved method for the quantification of 17 α -ethinylestradiol (EE2) was published using genetically modified yeast as active strain [1, 2]. We used the published YES-method according to Spira [1] to measure even 100 fg EE2 after thin-layer chromatography (TLC) separation on plate simply by using an 8 bit CCD-camera. The principle of the method is to use a reporter gene assay for measuring the activation of an estrogen receptor. The test strain (according to McDonnell) contains the estrogen receptor and was derived from *Saccharomyces cerevisiae* BJ3505 [1]. The estrogen receptor activation is measured by inducing the reporter gene *lacZ* which encodes the enzyme β -galactosidase.

Finally, the β -galactosidase activity – as a measure for the samples estrogenic potential – is determined by using the fluorescent substrate of MUG (4-methylumbelliferyl- β -D-galactopyranoside). This compound is cleaved into the detectable fluorescent product 4-methylumbelliferone.



Fig. 1: Separation of different 17α-ethinylestradiol amounts on silica gel with the solvent n-hexane-ethyl acetate (8+3, v/v). The TLC-plate was stained using the bio-directed the Yeast Estrogen Screen (YES) method published in [1] and measured under UV-366 nm light using a simple CCD-camera

Fig. 1 shows the fluorescence of some 4-methylumbelliferone spots, induced by various EE2 amounts (in the range from 0.1 to 50 pg per spot).

Plate evaluation of EE2 using *Saccharomyces cerevisiae*

For fluorescence evaluation the TLC-plates were illuminated with UV-366 nm light using a Desaga CabUVIS device (Desaga, Heidelberg, Germany) and measured with a Canon EOS 600 D 18 mega pixel. The measurement time was 6 seconds. Evaluation was done according to equation (1) which is commonly used for fluorescence evaluations.

$$TMD(k = 0) = \left(\frac{J}{J_0} - 1 \right) = \frac{a}{(1 - a)} \quad (1)$$

J_0 : light intensity from top of a clean TLC plate
 J : light intensity from top of a sample spot on TLC plate
 a : absorption coefficient

The evaluation program "ImageTLC" is written in PureBasic (Ver. 4.50) and was developed at the University of Applied Sciences Offenburg. It is commercially available. Fig. 2 shows the program screen of an EE2 evaluation. Evaluating the blue channel and summarizing 30 diodes per track result in densitograms from which the compound identity and compound amounts are accessible. In Fig. 2 the densitogram of track 2 is plotted at left. The 17α-ethinylestradiol zone forms a peak which visualizes the amount of 300 fg EE2. The chromatogram in Fig. 3 shows that even the amount of 100 fg EE2 can be clearly measured. (In Fig. 3 the abbreviation $R=J/J_0$ was used).

This peak can be clearly recognized at a separation distance of 28 mm which indicates the identity. The peak area is a measure for the sample amount, but for such quantifications a calibration graph is necessary (Fig. 4).

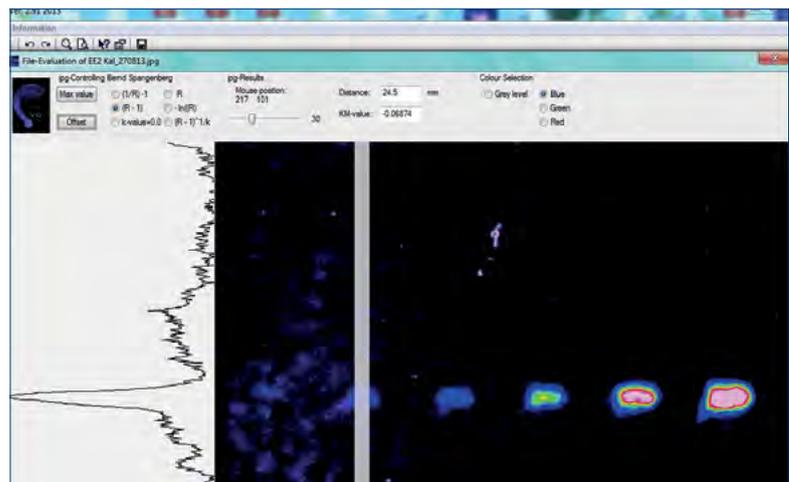


Fig. 2: shows the program screen of an EE2 evaluation. Evaluating the blue channel and summarizing 30 diodes per track (which is indicated by the gray bar over the track) results in the densitogram plotted at left, visualizing 300 fg of EE2

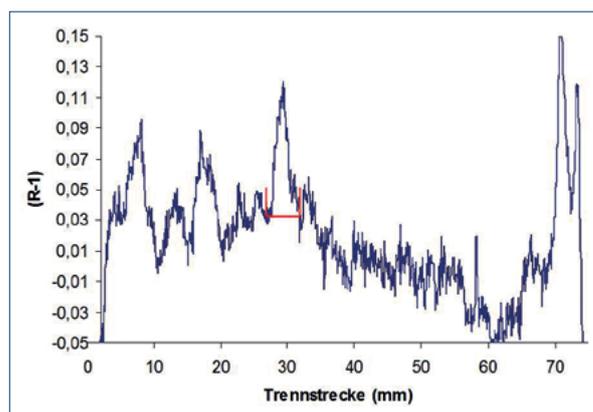


Fig. 3: Chromatographic signal of 100 fg 17α-ethinylestradiol (at 28 mm separation distance)

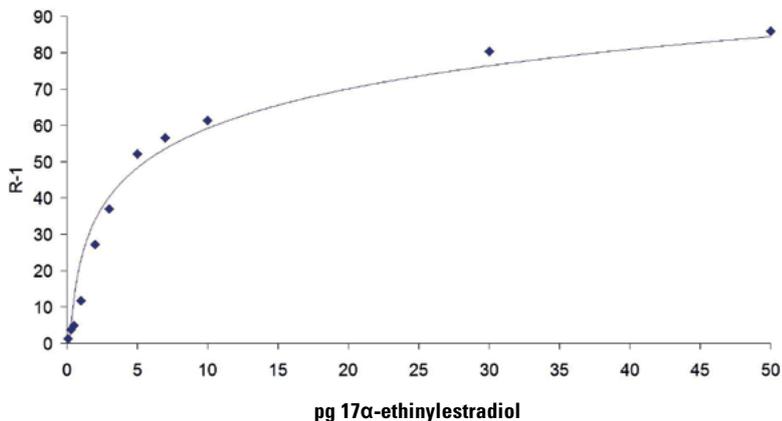


Fig. 4:

Calibration plot of 17α-ethinylestradiol in the range from 0.1 pg to 50 pg, measured by the YES method

Applying 100 μL of sample would achieve a detection limit of 1 ng per liter. Thus, the method is promising for monitoring water samples without time-consuming pre-treatment steps.

The target compound EE2 is identified by a specific effect-directed biological reaction resulting in a strongly fluorescent spot. The analysis method merely needs a simple CCD-camera to measure the fluorescence. Fig. 4 shows the calibration plot of 17α-ethinylestradiol in the range from 0.1 pg to 50 pg. The calibration shows a non-linear curve because the plate was measured using an 8 bit CCD-camera with a γ -factor of $\gamma=0.4$.

Summary

The presented method is suitable for monitoring EE2 contents in water samples using a TLC-separation. The compound EE2 is identified by a specific effect-directed biological reaction resulting in a strongly fluorescent spot. This analysis method merely needs a simple 8 bit CCD-camera, a mercury lamp for UV-366 nm irradiation, silica gel TLC-plates, a development chamber and a plate dipping system. Beside this only a mixture of genetically modified bacteria is necessary. Thus, the method is inexpensive, fast, selective, sensitive and rather simple. The draw-back is that specific facilities are needed to handle genetically modified material.

References

- [1] Spira, D.; Reifferscheid, G.; Buchinger, S.; Combination of High-Performance Thin-Layer Chromatography with a Specific Bioassay – A Tool for Effect-Directed Analysis, *J. Planar Chromatogr.-mod. TLC*, 2013, 26, 395 – 401
- [2] Schönborn, A.; Grimmer, A.; Coupling Sample Preparation with Effect-Directed Analysis of Estrogenic Activity – Proposal for a New Rapid Screening Concept for Water Samples, *J. Planar Chromatogr.-mod. TLC*, 2013, 26, 402 – 408

AUTOREN

Prof. Dr. Bernd Spangenberg
Lehrgebiete Organische Chemie, Analytik, Umwelt- und Bioanalytik, Abfall- und Recyclingtechnik



Barbara Milz, B.Sc.
Forschungsgruppe Umweltanalytik und neue Materialien



Elektro-Boost für Hydraulikgetriebe

Prof. Dr.-Ing. Richard A. Zahoransky, Dipl.-Ing. (FH) Ralf Schrempf

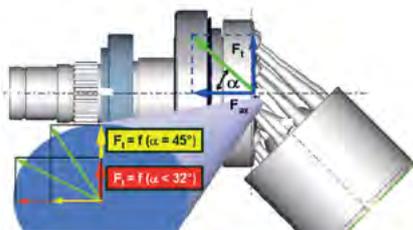
Einen neuen Weg für hydraulische Antriebe beschreiten die Unternehmen SAUER BIBUS GmbH und HEINZMANN GmbH & Co. KG mit der Hybridisierung der Großwinkel-Getriebetechnologie CD (Compact Drive). Als „e“-booster wird ein integrierter Elektroantrieb von HEINZMANN zur Unterstützung eines CD-Getriebes von SAUER BIBUS eingesetzt. Diese Konfiguration aus hydrostatischem und elektrischem Antrieb verspricht eine Vielzahl von technischen Vorteilen für den Betrieb von mobilen Arbeitsmaschinen: Downsizing des Verbrennungsmotors, reduzierte Verbräuche und Abgasemissionen und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit im Betrieb.

The companies SAUER BIBUS und HEINZMANN open the path to a new technology by electrifying the large-angle gear technique CD (Compact Drive). An „e“-booster of Heinzmann is integrated in the CD gear of Sauer-Bibus. This hydrostatic-electric configuration promises a multitude of advantages for the operation of mobile machines: Down-sizing of the combustion engine, reduction of fuel consumption and exhaust emissions and improvement of operation economics.

Innovatives C-Hydraulikgetriebe

Das mit der Großwinkeltechnologie ausgestattete CD-Hydraulikgetriebe (Compact Drive, Abb. 1) wird vorrangig in Arbeitsmaschinen wie Telehandler oder Radlader eingebaut. Das Getriebe ermöglicht eine stufenlose Fahrgeschwindigkeit bis zu 40 km/h bei höchstem hydromechanischem Wirkungsgrad durch die Schrägachsenbauweise. Somit ist dieses Getriebe ideal für selbstfahrende Land- und Baumaschinen. Der hydrostatische Wandlungsbereich vergrößert sich so, dass diese Technologie eine komfortable Alternative zum Schaltgetriebe und lastschaltbarem Drehmomentwandler ist. Die Stärken und Vorteile des CD-Getriebes sind in [1] detailliert beschrieben.

Abb. 1:
Prinzipdarstellung einer Großwinkel-einheit



Getriebe bietet die gewünschte Unabhängigkeit vom Dieselmotor. Der Dieselmotor und der elektrische Teil des Hybrids können konstruktiv unabhängig im Fahrzeug eingebaut werden. Somit bietet der „dezentrale“ Hybridantrieb viele konstruktive Freiheitsgrade. Der Aufwand des Redesigns bestehender konventioneller auf hybride Antriebsstränge hält sich in überschaubaren Grenzen. Abb. 3 veranschaulicht eine konstruktive Anordnung des dezentralen hybriden Antriebsstrangs in einem Fahrwerksaufbau einer mobilen Arbeitsmaschine.

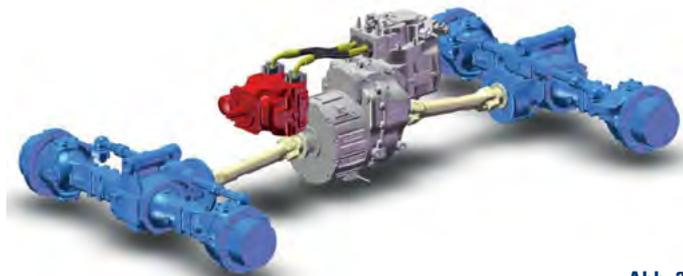


Abb. 3:

Beispiel der konstruktiven Anordnung des dezentralen hybriden Antriebsstrangs (CD-Hydraulikgetriebe mit integrierter Elektromaschine: „e“-boost) im Fahrwerk einer mobilen Arbeitsmaschine

Dezentrale Hybrid-Variante des CD-Getriebes: „e“-Boost

Der zusätzlich integrierte Elektromotor von HEINZMANN unterstützt das Hydraulikgetriebe. Abb. 2 zeigt das ausgeführte elektrohydraulische Getriebe, wobei ganz rechts in grauer Farbe das CD-Getriebe mit angeflanschter E-Maschine ist. Diese Hybridvariante durch Integration der E-Maschine in das hydraulische

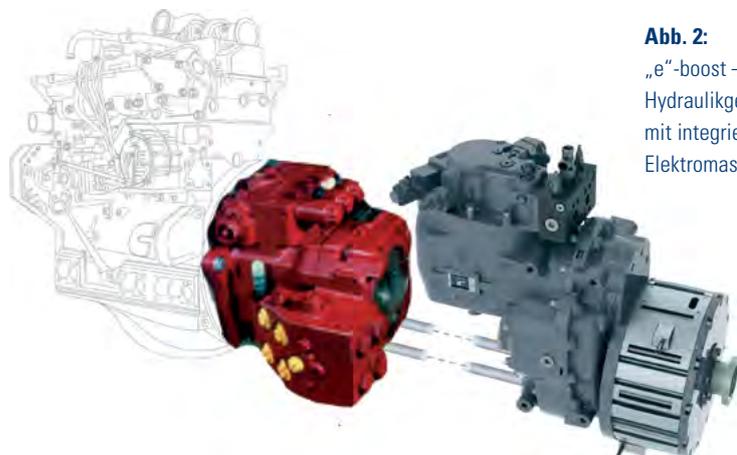


Abb. 2:

„e“-boost – CD-Hydraulikgetriebe mit integrierter Elektromaschine

Das hochdynamische Antriebskonzept unterstützt nicht nur bei Leistungsspitzen, es führt bei Bergabfahrten im sogenannten Rekuperationsbetrieb auch Energie zurück. Für den Verbrennungsmotor bedeutet dies, dass weniger Gesamtleistung erforderlich wird. Das „downsizing“ in der Motorleistung wird ermöglicht, da der Betrieb permanent im optimalen Verbrauchsfenster erfolgen kann. Somit lässt sich ein kleinerer Verbrennungsmotor einsetzen, was in geringeren Kraftstoffverbräuchen und Abgasemissionen resultiert. Entsprechend reduziert sich das Abgasnachbehandlungssystem. In Summe reduziert sich somit das Einbauvolumen des Antriebsstrangs.

Elektromaschine

Die Elektromaschine für den e-booster muss folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Höchste Leistungs- und Drehmomentendichte
- Hohe Wirkungsgrade für Maschinen- und Generatorbetrieb
- Hohes Drehmoment bei minimaler Drehmomentenwelligkeit und geringstem Rastmoment
- Robustheit und Unempfindlichkeit gegen harsche Umwelteinwirkungen
- Gute Steuer- und Regelbarkeit in Abstimmung mit Verbrennungsmotor und Getriebe
- Hohe Dynamik

In einem Vergleich der in Frage kommenden Motortypen [2] schälte sich die Permanentmagnet-Synchronmaschine als bestgeeignete Lösung heraus. Die benutzte E-Maschine IL320 der Fa. Heinzmann ist als Innenläufer ausgeführt. Die Ausführung in Einzelzahnwicklung führt zu einer minimalen axialen Ausdehnung [3]. Die Wirkungsgradvermessung weist einen hohen Wirkungsgrad über einem weiten Drehzahl-Drehmomentbereich auf (Abb. 4).

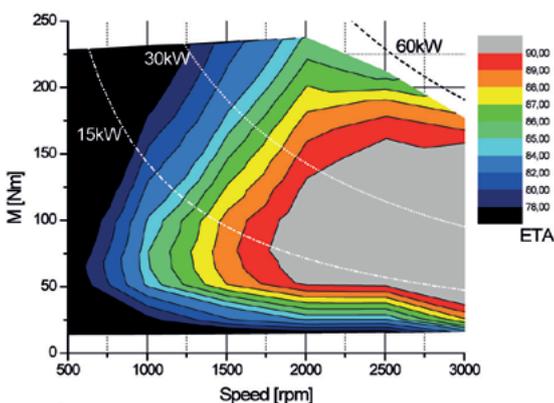


Abb. 4: Wirkungsgrad der Elektromaschine IL320, 15 kW im S1 Betrieb

Hybride Steuerstrategie

Das „e“-boost CD-Hydraulikgetriebe ist ein paralleles Hybrid. Die E-Maschine und der Verbrennungsmotor müssen koordiniert betrieben werden. Die Hybridanwendungen in mobilen Arbeitsmaschinen haben idealerweise eine elektrische Spannung von 200 V bis 800 V, jedoch sind auch 80 bzw. 96 V prinzipiell möglich. Wünschenswert sind Li-Ionen-Batterien, um auch Rekuperationsphasen mit hohem Wirkungsgrad zu erlauben. Abb. 5 gibt einen Aufbau des Steuersystems wieder. Der Elektrifizierungsgrad lässt sich variieren, um auch Arbeits-, Neben- und Hilfsantriebe elektrisch zu betreiben sowie elektrische Fremdaggregate anzuschließen.

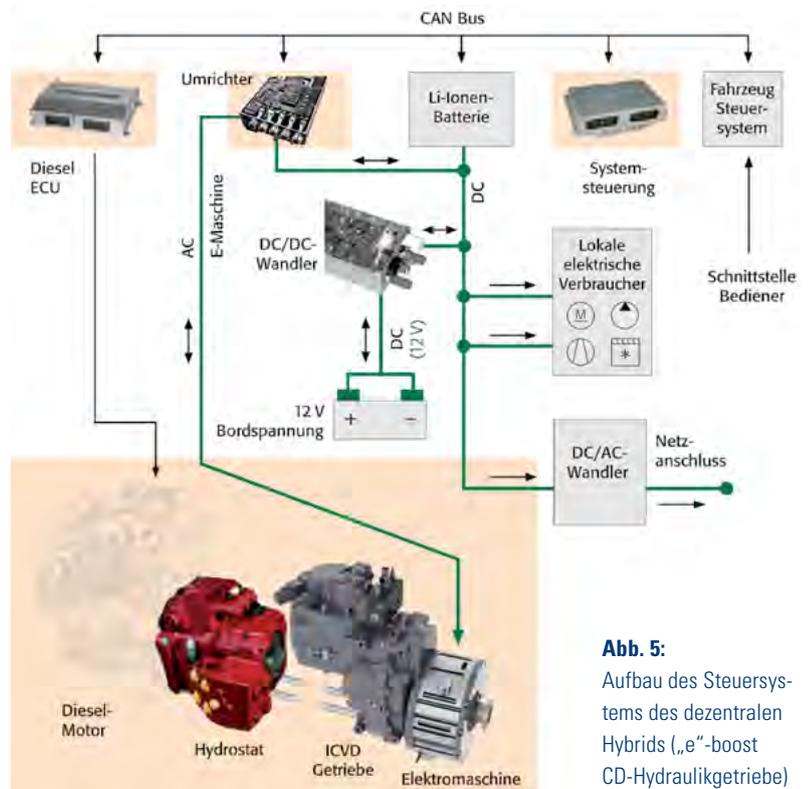


Abb. 5: Aufbau des Steuersystems des dezentralen Hybrids („e“-boost CD-Hydraulikgetriebe)

Die Hybridstrategie muss im Idealfall den Lastzyklen unter Berücksichtigung der Batteriekapazität angepasst werden. Abb. 6 visualisiert im Drehmoment-Drehzahl-Diagramm des Verbrennungsmotors eine Steuerstrategie, die auf minimalen Kraftstoffverbrauch ausgelegt ist. Für den jeweils vorliegenden individuellen Belastungsfall wird der Verbrennungsmotor in seinem verbrauchsoptimalen Betriebspunkt bei der anstehenden Drehzahl gefahren. Hierbei wird das abgegebene Drehmoment des Verbrennungsmotors entweder über oder unter dem geforderten Sollmoment liegen. Die Differenz des Drehmoments erbringt die Elektromaschine: Falls mehr Drehmoment abverlangt wird, arbeitet die E-Maschine im

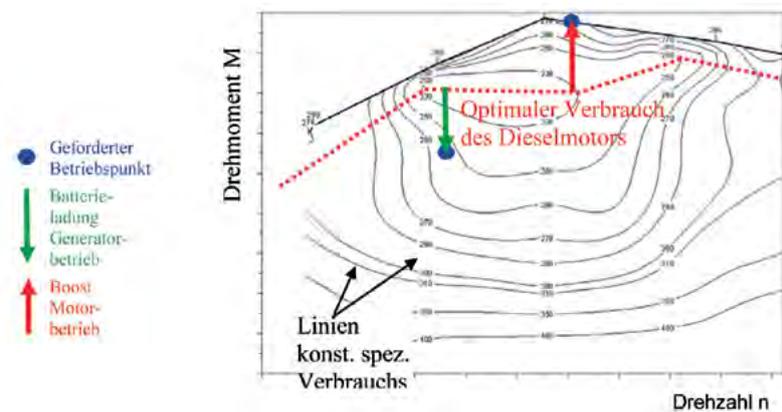
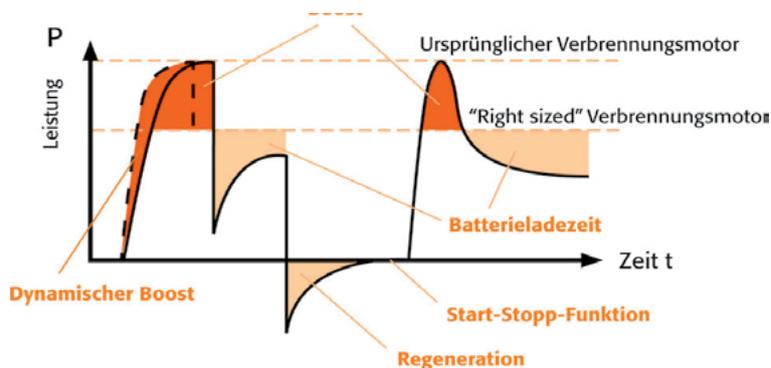


Abb. 6: Hybrid-Steuerstrategie des „e“-boost-CD-Hydraulikgetriebes für minimalen Kraftstoffverbrauch und minimale Schadstoffemission

Boost-Betrieb, wodurch das angeforderte Drehmoment insgesamt von den beiden Motoren aufgebracht wird. Die E-Maschinenleistung wird der Batterie entnommen. Falls weniger Drehmoment benötigt wird, geht die E-Maschine in ihren Generatorbetrieb und lädt die Batterie auf. Die optimale Batteriegröße lässt sich für den jeweiligen Lastzyklus durch Simulationen bestimmen. Natürlich muss die oben skizzierte Steuerung noch die Randbedingungen wie Batterieladezustand und Temperaturen von E-Maschine und Batterie berücksichtigen. Diese Steuerstrategie minimiert neben dem Verbrauch ebenfalls die Schadstoffemissionen und wird bevorzugt.

Andere Steuerstrategien sind möglich, beispielsweise die Phlegmatisierung des Verbrennungsmotors, damit hohe Drehzahlen oder hohe Drehzahl- und Leistungsänderungen mit entsprechenden Lärmmissionen vermieden werden. Eine derartige Strategie bietet sich für den Betrieb von mobilen Arbeitsmaschinen in dicht besiedelten städtischen Distrikten an. Dies ist möglich, da die E-Maschine hohe Drehmomente schon bei geringen Drehzahlen freisetzt. Idealerweise arbeitet der Verbrennungsmotor dabei mit konstanter Leistung, wie in Abb. 7 im Leistungs-Zeitdiagramm idealisiert skizziert ist. Die E-Maschine übernimmt die Leistungsänderungen. Bremsvorgänge, in Abb. 7 durch negative Leistungen gekennzeichnet, lassen sich im Generatorbetrieb rekuperieren. In Abb. 7 zeigt sich auch die höhere Dynamik des Hybridmotors im Vergleich zum Verbrennungsmotor. Leistungserhöhungen werden durch die E-Maschine schneller realisiert, der Hybridantrieb ist deutlich dynamischer.



Vorteile, Erfahrungen

Bisher wurden diesel-elektrische Hybridsysteme von den Herstellern der Verbrennungsmotoren angeboten. Bei dem beschriebenen „e“-boost-Getriebe lassen sich hybride Antriebsstränge unabhängig von der Marke des Verbrennungsmotors installieren. Das „e“-boost-CD-Hydraulikgetriebe kombiniert die Vorteile der Großwinkeltechnik mit denen des Hybridantriebs.

Die folgenden Vorteile lassen sich aus den Untersuchungen der unterschiedlichen mobilen Arbeitsmaschinen herleiten:

- Verringerung des Kraftstoffverbrauchs: Die Kraftstoffverbrauchsreduktion wurde bei typischen Lastzyklen von mobilen Arbeitsmaschinen mit etwa 20 % ermittelt. Das hierzu entwickelte Simulationsmodell wurde experimentell in realen Fahrzyklen verifiziert [2]. Hierbei blieben weitergehende Potenziale durch die Elektrifizierung der Arbeits-, Neben- und Hilfsaggregate unberücksichtigt.
- Einhergehende Emissionsverringerng der Schadstoffe CO_2 , CO, NOx, CmHn.
- Produktivitätserhöhung: Durch die höhere Dynamik des Antriebsstrangs im unteren Drehzahlbereich erhöht sich die Produktivität von mobilen Arbeitsmaschinen beträchtlich. Aus einem Anwendungsfall wurde eine Produktivitätssteigerung von erstaunlichen 40 % berichtet – diese Steigerungsraten sind von den Lastzyklen der Anwendungen abhängig. Eine tiefer gehende Analyse steht noch aus.

Ein Umbau von mobilen Arbeitsmaschinen in der Fertigung auf das „e“-boost-CD-Hydraulikgetriebe ist i.a. ohne tieferegehende konstruktive Änderungen des Fahrzeugs möglich, da ein kleinerer Verbrennungsmotor mit geringerer Leistung gewählt werden kann und somit der Platzbedarf für die E-Maschine gewonnen wird. Einhergehend wird der kleinere Verbrennungsmotor so ausgewählt, dass er in eine andere Abgasklasse fällt und somit der Aufwand für die Abgasnachbehandlungstechnik geringer wird.

Abb. 7: Hybrid-Steuerstrategie: Phlegmatisierung des „e“-boost-CD-Hydraulikgetriebes für minimale Geräuschemissionen

Anwendungen

Das „e“-boost-CD-Hydraulikgetriebe eignet sich für jedwede mobile Arbeitsmaschine, insbesondere aber für Anwendungen, wo auf Optimierung des Fahrverhaltens der Maschinen und Erhöhung des Bedienerkomforts Wert gelegt wird, damit sich der Fahrer auf komplexe Arbeitsprozesse konzentrieren kann, ohne durch die Wahl des Fahrmodus oder durch Schaltvorgänge abgelenkt zu werden (bspw. Teleskop-Lader, Abb. 8).

Literatur

[1] Rebholz, W.: Neues hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigtes CVT-Getriebe für den Einsatz in Baumaschinen; Fachtagung Getriebe in Fahrzeugen. Friedrichshafen 2010 (Tagungsband)

[2] S. Zhitkova, B. Riemer, D. Franck, K. Hameyer, R. Zahoransky: Hochdrehzahlmotoren für mobile Arbeitsmaschinen, 4. Fachtagung Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen, 20. Febr. 2013, M. Geimer (Hrsg.), Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik, KIT Scientific Publishing, 2013

[3] F. Böhler, P. Thiebes, M. Geimer, J. Sautoire, R. Zahoransky: Hybrid Drive Systems for Industrial Applications SAE-NA Paper Series, Paper 2009-24-0061, 2009



Abb. 8:

Mögliche Anwendung:
Teleskoplader CLAAS Skorpion
(mit freundlicher Genehmigung der Fa. Claas)

AUTOREN

Prof. Dr.-Ing.

Richard A. Zahoransky

Fakultät Maschinenbau und
Verfahrenstechnik

Lehrgebiete: Energietechnik,
Strömungsmaschinen

Forschungsschwerpunkte:
Elektromobilität, Emissions- und
Nanopartikelspektroskopie

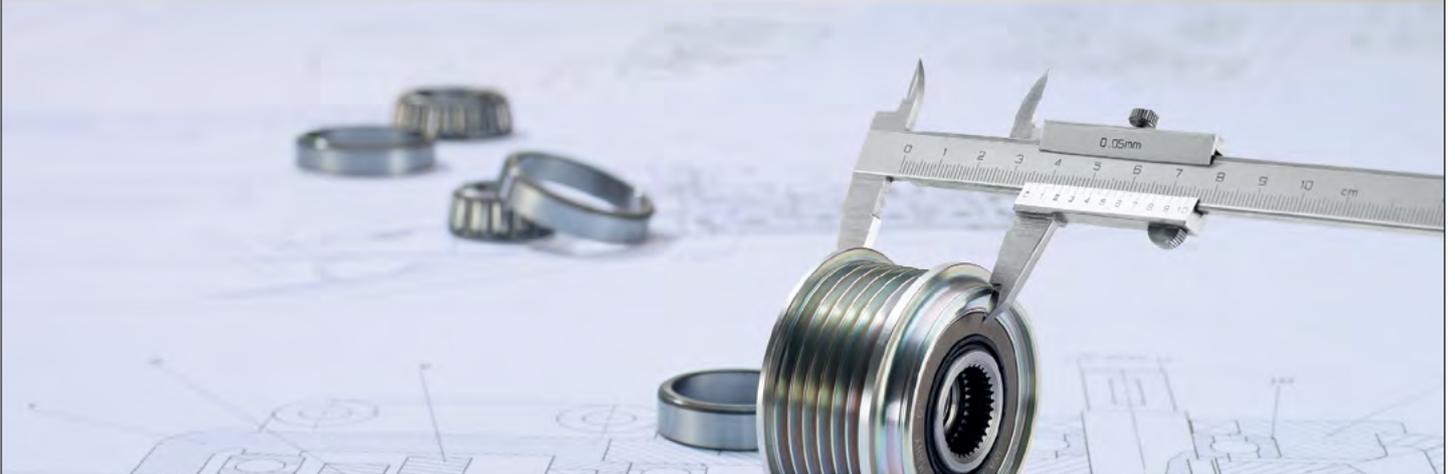


Dipl.-Ing. (FH) Ralf Schrempf

Nach Stationen bei Bosch
Rexroth (Projektingenieur
für Bau- und Landmaschi-
nen) und bei Kramer-Werke
GmbH (Projektleiter) ist er
zwischenzeitlich Geschäftsführer
bei Sauer Bibus GmbH



Typisch BW-Bank Kunden: Legen Wert auf Präzision. Auch bei den Finanzen.



Baden-Württembergische Bank

Langfristiger unternehmerischer Erfolg ist echte Maßarbeit. Damit Sie sich ganz auf Ihre Geschäfte konzentrieren können, entwickeln wir gemeinsam mit Ihnen passgenaue Finanzierungslösungen, die perfekt auf die Bedürfnisse Ihres Unternehmens abgestimmt sind. Fordern Sie uns.

www.bw-bank-business.de

BW | Bank



Differenzierung durch Standards



Optimierung von Produkten und Prozessen in der Fertigungsindustrie

- 3D-CAD Lösungen (NX & Solid Edge) und Technisches Datenmanagement für ME10, NX, Solid Edge, Pro/E, Catia, I-deas auf Basis von Teamcenter
- Methodenberatung, Implementierung, Training
- Datenmigration von Bestandssystemen
- Schnittstellen zu ERP/PPS
- Standardisierungs- und Klassifikationskonzepte
- Erarbeitung von ganzheitlichen PDM/PLM-Strategien
- Analyse der Unternehmenspotenziale

BCT Technology AG • www.bct-technology.com





Medien und Informationswesen

Die Forschung in der jungen Fakultät Medien und Informationswesen befindet sich in einer Aufbau- und Strukturierungsphase, nachdem in den vorangegangenen Jahren die gesamte Fakultät mit neuen Professuren und mit neuen Studiengängen aufgebaut, organisiert und formiert wurde.

Prinzipiell bewegen sich die Forschungsthemen der Fakultät zwischen den Gebieten Medientechnik, Medienmanagement, Mediengestaltung, Medieninformatik und Medienpädagogik. Viele Themen sind interdisziplinär aufgebaut, und im Bereich der Mediengestaltung kommt zur Forschung das künstlerische Arbeiten und Produzieren hinzu. Der folgende Auszug von Drittmittelprojekten, die in europäischen und nationalen Programmen, aber auch mit Industrie- und öffentlichen Partnern durchgeführt werden, unterstreicht diese Aussagen.

Das EU-Projekt Design am Oberrhein treibt seit 2012 die Ausbildung innerhalb von Designstudiengängen am Oberrhein voran, die Fakultät übernimmt hierbei die mediale Darstellung. Ebenfalls seit 2012 wird gemeinsam mit Partnern unter dem Titel Competence Center for Cyber-Security ein Curriculum für ein berufsbegleitendes Online-Studium der IT-Sicherheit entwickelt. Im Projekt Spektrum Monitoring wird zusammen mit der Fakultät E+I ein effektives Spektrum-Management-System entwickelt, um die Funkfrequenznutzung zu maximieren. Für einen Industriepartner wird eine künstlerische, interaktive Webseite realisiert, die dessen Firmengeschichte darstellt.

Des Weiteren ist im Herbst 2013 ein Projekt zur 3D-Vermessung und -Modellierung von Kanalsystemen gestartet worden. Schließlich wurden zum Jahresende gemeinsam mit dem Christlichen Jugenddorf Offenburg eine interaktive Animation und ein Dokumentarfilm über die richtige Berufswahl für Realschüler produziert und das Design für ein zugehöriges Spiel entwickelt.

Über die Drittmittelprojekte hinaus wird in weiteren Bereichen geforscht und publiziert. Die Artikel über aktuelle Arbeiten der Fakultät auf den folgenden Seiten werfen Schlaglichter auf einzelne Forschungsthemen und machen ansatzweise deutlich, wie breit und gleichzeitig interdisziplinär die Forschung der Fakultät ausgestaltet ist. Der Artikel über regionale Schulentwicklung und die Schulautonomie berührt sowohl den Managementbereich als auch die Pädagogik. Die Usability-Analyse mit Eyetracking kommt aus dem Medienmanagement, hat aber viele Berührungspunkte mit der Mediengestaltung und der Medieninformatik. In den originären Bereich der Mediengestaltung fällt der Artikel zu Sound-Design und Corporate-Audio.

Aufgrund der anstehenden Besetzung zweier W-3-Professuren sollen in naher Zukunft die Arbeitsschwerpunkte Mediengestaltung und IT-Sicherheit intensiviert werden. Gleichzeitig werden die bereits vorhandenen vielfältigen Arbeiten in sämtlichen Bereichen des Medienspektrums fortgeführt; durch weitere hinzukommende Kollegen ist sogar eine Verbreiterung des Spektrums zu erwarten.

Regionale Schulentwicklung: Planung und Schulautonomie

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Die regionale Schulentwicklung ist der Prozess der demografiebedingten Anpassung schulischer Angebote unter Berücksichtigung neuer pädagogischer Entwicklungsperspektiven. Hier stehen sich das Prinzip der staatlichen Planung als Rahmen und das noch junge Prinzip der zunehmenden Autonomie von Schulen gegenüber, was bei den Akteuren des Systems zu neuen Anforderungen führt, die zusammenfassend für mehrere 2013 durchgeführte Teilanalysen in diesem Beitrag beschrieben werden.

Public education is an important topic on the agenda of nowadays politics. Although there are various possibilities to establish new forms of schools and educational environment, the planning process should not be focused on the school section but also include professional education and study programs at universities. The planning process itself should have the complementary part of growing autonomy in the decision of the core actors, like schools, which are allowed to decide upon financial and human resources.

Regionale Schulentwicklung als Managementthema

Der Bericht gibt einen Überblick über eine Reihe von Teilanalysen, die im Kontext des neuen Themenfelds des Marketing und Managements von Bildungsangeboten (Master-Studiengang „Medien in der Bildung“) in den Jahren 2012 – 2014 im Bereich Medienmanagement der Hochschule Offenburg entstanden sind (siehe Literaturhinweise am Ende des Beitrags).

Nicht erst mit Vorlage des Gesetzentwurfs zur regionalen Schulentwicklung durch die baden-württembergische Landesregierung im Dezember 2013 wird klar, dass die Entwicklung der Bildungslandschaft und der Schulinfrastruktur zu den zentralen Handlungsfeldern der regionalen und kommunalen Politik gehört. In Verbindung mit den neuen managementorientierten Steuerungsmodellen entsteht der Bedarf nach einem konsequenten Bildungsmanagement im Sinn eines gesteuerten zielorientierten Entwicklungsprozesses [1]. Bildung steht damit im Zentrum des Verwaltungshandelns und ist aufgrund der Weiterentwicklung des New-Public-Managements als echtes Managementthema zu beschreiben. Das „kommunale Bildungsmanagement“ beschreibt an dieser Stelle das Handeln der Kommune, „Bildungsmanagement im kommunalen Raum“ dagegen bezieht sich lediglich auf den geografischen Handlungsrahmen, ohne den Akteur

(z. B. Land, Kommune, private Träger) festzulegen. Dabei ist für die Akteure aufseiten der Schul-, Regional- und Kommunalverwaltung sowie der Schulen die Verbindung der internen und externen Entwicklungsschritte entscheidend.

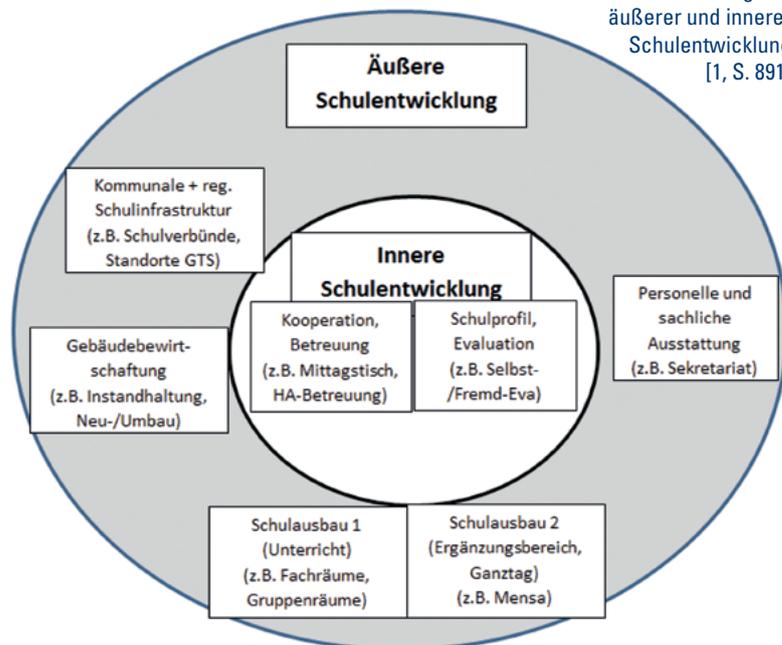


Abb. 1: Verbindung von äußerer und innerer Schulentwicklung [1, S. 891]

Da alle Stufen des Bildungszykluses im Fokus des Bildungsmanagements stehen, sieht man auf den ersten Blick, dass die traditionelle Beschränkung auf die kommunalen Handlungsfelder nur eingeschränkt funktionieren kann. Bereits Projekte wie „Bildungshäuser“, in denen in Baden-Württemberg die klassi-

schen Stufen Kindergarten und Grundschule unter einem Dach zusammengefasst werden, um dem jeweiligen Entwicklungsbedarf der Kinder entsprechend Hilfestellungen geben zu können, weisen diesen Weg der umfassenden Betrachtung von Bildung. Hier hat sich gezeigt, dass eine Betrachtung des Lebenslangen Lernens die Basis regionaler Bildungsplanung sein muss.

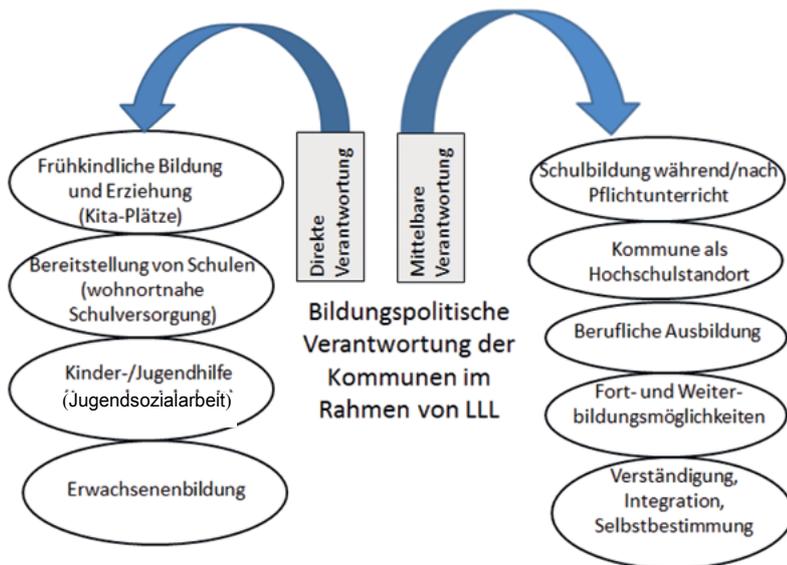


Abb. 2: Lebenslanges Lernen als Gesamtbetrachtung [1, S. 901]

Die öffentliche Diskussion zu diesem Themenfeld ist in der Regel defizitorientiert, indem Mangelzustände, beispielsweise aus Sicht der Industrie, thematisiert werden. Staatliches Handeln besteht in der Definition von Rahmenbedingungen für die Entwicklung einer Bildungslandschaft. In Baden-Württemberg dominiert aktuell die Diskussion über eine künftige Ausgestaltung des schulischen Säulenmodells. Aber auch diese Diskussion funktioniert nur als Teilelement der umfassenderen Diskussion, in die auch die Bereiche berufliche Bildung, Berufsorientierung und der Hochschulsektor integriert sind. Darüber hinaus ist auch das regionale informelle und non-formale Bildungsangebot ein entscheidender Teil der Bildungslandschaft, der sich auf die kulturelle und wirtschaftliche Attraktivität von Regionen auswirkt.

LLL-Bausteine
• Frühkindliche Bildung und Kindertagesbetreuung
• Allgemeinbildende Schulen
• Berufliche Bildung
• Hochschulen
• Weiterbildung
• Non-formale und informelle Bildung

Abb. 3: Managementobjekte der regionalen Bildungsplanung [1, S. 893]

Um den Prozess des regionalen und lokalen Bildungsmanagements zu verstehen, lohnt sich ein Blick auf die Akteure und deren Rollen. Zum einen ist es eine Frage der „regional governance“, ob regionale Bildungslandschaften im Sinn der oben dargestellten Zielsetzung entstehen und koordiniert werden können.



Abb. 4: Handlungslogiken der „regional governance“ [1, S. 896]

Gerade bei Themenstellungen, die in der Bevölkerung mit Emotionen und Ängsten besetzt sind, wie z.B. die Aufgabe von Schulstandorten, ist die Steuerung im Rahmen moderierter politischer Prozesse extrem anspruchsvoll. Die Fluchtinstinkte einiger gefährdeter Werkrealschulstandorte, die mit teilweise wenig pädagogischer Erfahrung ihr Heil in der Entwicklung zur Gemeinschaftsschule suchen, kann dieses Phänomen beispielhaft illustrieren.

Regionale Planung versus Autonomie der Kernakteure

Dass umfassende zentralisierte Planungen nicht immer die besten Ergebnisse und den höchsten gesellschaftlichen Nutzen stiften, ist seit der Beendigung des Experiments der Planwirtschaft im östlichen Teil Deutschlands eine akzeptierte Erkenntnis. Umgekehrt haben sich auch nicht alle Versuche, ökonomische Strukturen und Handlungslogiken in den Bildungsbereich zu übertragen, bewährt. Im Hochschulbereich ist das Leitbild der unternehmerischen Hochschule beispielsweise zumindest in Bezug auf die Begrifflichkeiten (Vorstandsvorsitzender statt Rektor oder Präsident) wieder auf dem Rückzug. Um jedoch flexible, passende und innovative Angebote zu etablieren, ist ein gesellschaftlicher Konsens erforderlich, dass eine im Vergleich zu heute größere Autonomie der Akteure wünschenswert ist. Damit sind Bildungseinrichtungen in der Lage, im Rahmen einer globalen Rahmenplanung ihre Ressourcen so einzusetzen, dass eine differenzierte Bildungs-

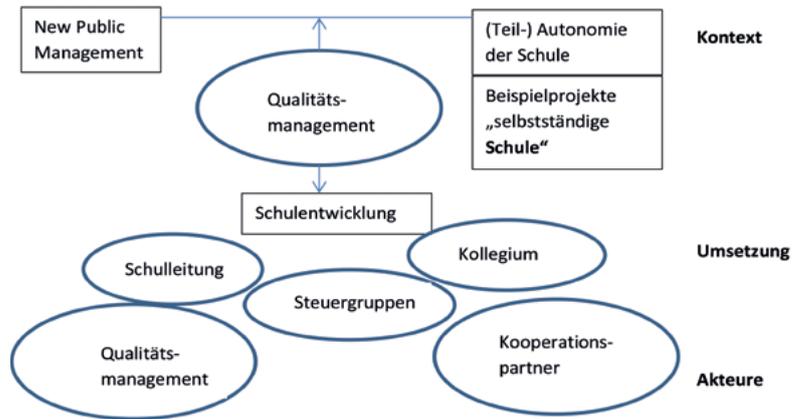
landschaft entsteht, bei der die einzelnen Einheiten (beispielsweise Schulen) eine positive Entwicklungsdynamik aufweisen.



Abb. 5: Bezugsrahmen für die Diskussion neuer Steuerungsmodelle im öffentlichen Bildungssektor [1, S. 890]

Schulen müssen sich in diesem Rahmen als Akteure in eine neue Rollensituation begeben. Sie bilden teilautonome Einheiten, die sich zunächst ihrer neuen Aufgabenstellung bewusst werden müssen, dass sie künftig eigenverantwortlich für ihr „Produkt“, das Profil der Schule, Verantwortung tragen. In diesem Sinn wird auch Schulmarketing im Sinn der nachhaltigen Entwicklung eines tragfähigen Schulprofils in Verbindung mit der inneren Schulentwicklung zu einem zentralen Teil des pädagogischen Auftrags [2]. Als Ausgangspunkt ist für jede Schule die Kernfrage der Positionierung zu beantworten: „Warum sollte ich mein Kind an dieser Schule anmelden?“ [3]. Dies setzt eine Analyse der eigenen Stärken und Schwächen voraus, die mit den Mitteln des strategischen Managements (SWOT-Analysen, Szenariotechnik etc.) als analytische Verfahren unterstützt wird [4].

Zu einer autonomen Organisationseinheit im Bildungssektor gehören zwei entscheidende Punkte, die in weitgehender Autonomie entschieden werden können: Finanzen und Personal. Daher ist es für autonome Schulen notwendig, in einer gewissen Unabhängigkeit über Budgetschwerpunkte entscheiden zu können, wie es im Projekt „Selbstständige Schule“ des Arbeitskreises Schule-Wirtschaft in Baden-Württemberg auch ein Ansatzpunkt ist, um Schulen als Organisationen weiter zu professionalisieren. Ein weiterer zentraler Punkt ist die Unabhängigkeit bei Personalentscheidungen. Hier zeigt sich das System gegenwärtig als nur begrenzt handlungsfähig, da viele Personalentscheidungen nicht im Rahmen eines autonomen Selektionsprozesses, sondern im Rahmen einer verwaltungsdominierten Zuweisung erfolgen.



Hier sind die Projekte zu begrüßen, die bei öffentlichen Schulen – ähnlich wie in anderen Segmenten der öffentlichen Verwaltung – Rahmenbedingungen schaffen, die die Entscheidungskompetenz vor Ort erhöhen. Dies setzt auch eine Vorbereitung des Schulmanagements auf mehr Autonomie, beispielsweise beim Prozess der Personalselektion, voraus.

Abb. 6: Typische Quellen der Personalrekrutierung öffentlicher Schulen [5]

Referenzen/References

- [1] Breyer-Mayländer, T.: Bildungsmonitoring – Grundlagen zur Steuerung des kommunalen Bildungsmanagements, in: Böhmer/Kegelmann/Kientz, Rechnungswesen und Controlling – Das Steuerungshandbuch für Kommunen, Gruppe 4, Loseblatt-Zeitschrift, Freiburg i. Br. 2013, S. 887 – 908.
- [2] Breyer-Mayländer, T.: Schulmarketing ist Teil des pädagogischen Auftrags. In: Praxis Wissen SchulLeitung, Lose-Blatt-Zeitschrift, Neuwied, 15. Mai 2013, 95.21
- [3] Breyer-Mayländer, T.: Hat das noch was mit Schule zu tun?: Warum Schulmarketing Teil des pädagogischen Auftrags ist. In: Regenthal/Schütte: Öffentlichkeitsarbeit macht Schule, Lose-Blatt-Zeitschrift Neuwied 2012. 10.12, S. 1
- [4] Breyer-Mayländer, T.: Weshalb brauchen Schulen Marketing für ihre Entwicklung?, in: Breyer-Mayländer/Ritter (Hrsg.): Schulen im Wettbewerb, Hohengehren 2012, S. 17f
- [5] Breyer-Mayländer, T.: People Business: Personalpolitik als Erfolgsfaktor schulischer PR-Arbeit, in: Regenthal/Schütte: Öffentlichkeitsarbeit macht Schule, Lose-Blatt-Zeitschrift, Neuwied 2013, 10 – 2013

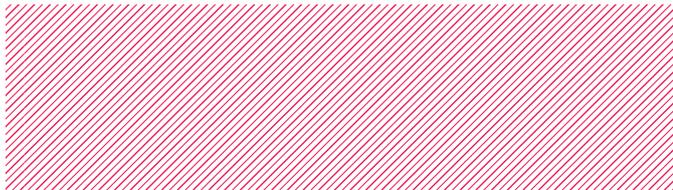
AUTOR

Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer

Professur für Medienmanagement
Prorektor Marketing und Organisationsentwicklung
Leiter Steinbeis-Beratungszentrum „Leadership in Science and Education“

Lehrgebiete:
Marketing (Medien in der Bildung),
Betriebswirtschaft,
Führung und Strategie,
Krisenmanagement und
Krisenkommunikation,
Competitive Intelligence
breyer-maylaender@
hs-offenburg.de

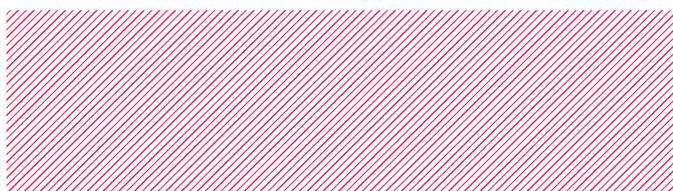




Sie suchen einen neuen Standort für Ihr Unternehmen? Wir machen Sie

startkLahr
AIRPORT & BUSINESS PARK
RAUM LAHR

Mit idealen Startbedingungen: Vielfältige Verkehrsanbindungen, ausgebaute Infrastruktur. Objekte zur Vermietung, Verpachtung und zum Verkauf.
www.startkLahr.biz



Wir stecken viel Energie in Effizienzhäuser. Und holen noch mehr raus.



Konzept PlusEnergie

Nachhaltig Verantwortung übernehmen. Für sich, die Familie, die Umwelt. Mit dem Konzept PlusEnergie von WeberHaus gewinnen bereits Hunderte von Bauherren mehr Energie, als sie verbrauchen.



WeberHaus
Die Zukunft leben

Weitere Infos: weberhaus.de
oder in Ihrem Bauforum
Offenburg, Tel. 0781 9539-0

KNF

PUMPEN + SYSTEME



MEMBRANPUMPEN-TECHNOLOGIE VOM FEINSTEN



- Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.
- Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren.
- Als OEM- oder tragbare Ausführungen.
- Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.

Für anspruchsvolle Anwendungen z.B. in den Bereichen:

- Medizintechnik
- Analysetechnik
- Verfahrenstechnik
- Lebensmitteltechnik
- Labortechnik
- Reprotechnik
- Energietechnik
- Forschung



www.knf.de

KNF Neuberger GmbH

Alter Weg 3 ■ D 79112 Freiburg ■ Tel. 07664/5909-0 ■ Fax -99 ■ E-Mail: info@knf.de

Vergleichende Usability-Analyse von Jobportalen mit Eyetracking

Prof. Dr. Ute Rohbock, Martha Jagoda, Kristina Weber

Das Internet hält heutzutage mehr und mehr Einzug in das alltägliche Leben der Menschen, was sich selbstverständlich auch in den Möglichkeiten der Jobsuche niederschlägt. Damit die Arbeitssuchenden bei ihrer Onlinerecherche zu einem gewünschten Ergebnis gelangen, ist es wichtig, dass die genutzten Jobportale benutzerfreundlich und leicht verständlich aufgebaut sind. Da die Gebrauchstauglichkeit eine der ersten Eindrücke ist, die der Besuchende einer Webseite, oftmals auch unterbewusst, wahrnimmt, ist die Usability eines Internetauftritts ein großer Differenzierungsfaktor zur Konkurrenz.

Ziel dieser Usability-Untersuchung war es, herauszufinden, welches der beiden zu vergleichenden Jobportale www.monster.de und www.stepstone.de die beste Gebrauchstauglichkeit bietet. Der Eyetracking-Test wird kombiniert mit einem anschließenden Interview mit den verschiedenen Probanden, um konkrete Hinweise auf mögliche Optimierungen zu erhalten.

The Internet more and more moved into the daily life of people, which of course is also reflected in the possibilities of finding a job nowadays. That job seekers arrive to their desired result at their online research, it is important that the job portals are user friendly and easy to understand. Usability is one of the first impressions a user has, while visiting a web page. That is why the usability of a website is a big differentiating factor.

The purpose of this usability study was to find out which of the two job portals www.monster.de and www.stepstone.de has the better usability. The eye-tracking test is combined with a subsequent interview with in order to obtain concrete information for possible optimizations.

Einleitung

Christian Rauch, der Autor der aktuellen Studie „Die Zukunft der Qualität – Neue Maßstäbe für Produkte, Prozesse und Unternehmen“, hat sechs zukunftsgerichtete Qualitätsleitthesen ermittelt. Der Trendforscher der Zukunftsinstituts GmbH stellt in diesem Zusammenhang fest, dass Qualität als Erfolgsfaktor und Differenzierungsmerkmal unerlässlich ist und im 21. Jahrhundert neue Faktoren darüber entscheiden werden, was hohe und höchste Qualität ist. Zu den qualitätssteigernden Faktoren zählt neben dem Design und dem Service die Usability (vgl. Rauch (2013, S. 1). „Produkte müssen nicht mehr einfach funktionieren, sie müssen smart sein. Das heißt, die gute intuitive Bedienung und Nutzerfreundlichkeit sind ... ein immer wichtigeres Qualitätskriterium...“ (Rauch, 2013, S. 2), stellt Rauch fest.

Benutzerfreundlichkeit, die zu einer höheren Nutzerzufriedenheit führt, lässt sich im Rahmen von Marktforschungen besonders effizient mit Eyetracking (dt.: Blickbewegungsregistrierung) untersuchen.

Eyetracking

Unter Eyetracking wird die Analyse der Blickbewegungen eines Menschen verstanden (vgl. Düweke/Rabsch, 2012, S. 650). Das Verfahren dient als Erhebungsmethode der bewussten visuellen Wahrnehmung, welches das Aufmerksamkeitsverhalten von Nutzern misst und aufzeichnet. Die beiden wichtigsten Werte einer Eyetracking-Untersuchung sind Sakkaden und Fixationen. Sakkaden sind schnelle, ungleichmäßige und sprunghafte Bewegungen des Auges, die eher als Reflex auftreten. Sie schränken die visuelle Wahrnehmung drastisch ein und verhindern eine Informationsverarbeitung, da der Mensch nach Beginn der Ausführung praktisch keine Kontrolle über sie hat, bis das vorgegebene Ziel erreicht wurde. Fast ausschließlich durch Fixation kann der Mensch visuelle Informationen aufnehmen und verarbeiten, denn dann befinden sich die Augen in relativem Stillstand. Fast 90 Prozent der Zeit, in der man etwas betrachtet, wird mit Fixierung verbracht.

Untersuchung

In der Untersuchung wurden primär Studierende befragt, die sich am Ende ihres Studiums befinden und als baldige Arbeitssuchende zur Zielgruppe von Jobportalen gezählt werden können. Der Usability-Test wurde daher unter 24 Studierenden der Hochschule Offenburg durchgeführt, die sich alle in einem Alter von 22 bis 27 Jahren befinden. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Verteilung zwischen männlichen und weiblichen Probanden ausgewogen ist.

Nach einer erfolgreichen Kalibrierung des Systems wurden den Testpersonen folgende Suchaufträge für die Jobportale www.monster.de sowie www.stepstone.de gestellt:

1. Sehen Sie sich die Website in Ruhe an, bis Sie einen ersten Eindruck gewonnen haben.
2. Suchen Sie einen Werkstudentenjob im Onlinemarketing bei der Firma arvato in Köln.
3. Suchen Sie Tipps für Ihren richtigen Dresscode im Vorstellungsgespräch.

Während der Untersuchung wurden die Probanden angehalten, ihre Gedanken laut zu äußern, sodass diese neben Auffälligkeiten in der Bedienung direkt notiert werden konnten.

Im Anschluss an die Eyetracking-Untersuchung erfolgte eine qualitative Befragung der Probanden. Diese Ergebnisse konnten im Nachhinein mit den Resultaten des Eyetracking-Tests verglichen werden. Für die Befragung wurde im Vorfeld ein Fragebogen entwickelt, der zunächst Fragen zur Person und anschließend zur Internetnutzung enthält. Danach wurden alle Fragen in Bezug auf das erste Jobportal www.monster.de gestellt und im Anschluss die gleichen Fragen bezogen auf www.stepstone.de. Zum Schluss wurde nach auffälligen Unterscheidungen zwischen den beiden Portalen gefragt.

Auswertung

Die Auswertung der Eyetracking-Daten erfolgt in Bezug auf die einzelnen Suchaufträge, die im Vorfeld aufgezählt wurden.

1. **Startseite:** Auf der Startseite des Portals [monster.de](http://www.monster.de) wurden einige Areas of Interest ausgewählt. Hier wurden das Logo, das Hauptsuchfeld sowie das Suchfeld für die Ortsangabe, die Berufsfelder und die geschaltete Werbung untersucht. Bei der Auswertung (vgl. Abbildung 1) ist aufgefallen, dass das Logo von [monster.de](http://www.monster.de) niemals als Erstes betrachtet wurde. Von allen Probanden wurde zunächst

Abb.1:
Heatmap der Startseite
monster.de



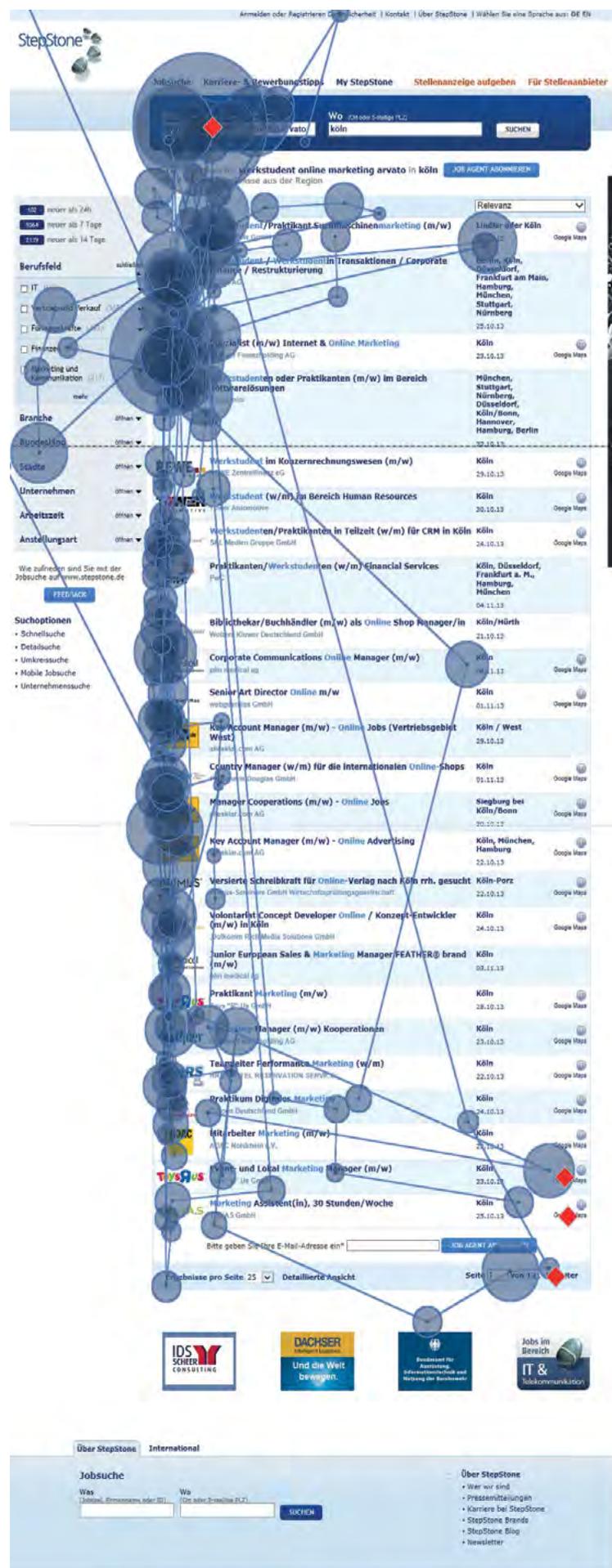


Abb. 2: Scanpfand einer Folgeseite auf stepstone.de

auf das Hauptsuchfeld geachtet, das somit eindeutig als Eyecatcher dient.

Die Werbung an der rechten Seite wirkt sehr ablenkend, was auch während der Untersuchung oftmals von den Probanden angemerkt wurde. Des Weiteren fällt auf, dass die Berufsfelder, die sich bei monster.de etwas weiter unten auf der Website befinden, fast nie angeschaut werden.

Im Gegensatz dazu sind die Berufsfelder auf der Startseite des Portals stepstone.de (vgl. Abbildung 2) ein sehr wichtiger und auffälliger Bereich. Außerdem werden bei stepstone.de zunächst das Logo und anschließend direkt die Berufsfelder betrachtet. Auffällig ist bei stepstone.de zudem, dass die Navigationsleiste kaum auffällt und sehr selten Beachtung findet. Auch hier wurde die Werbung auf der rechten Seite als ablenkend und störend bezeichnet.

2. Jobsuche: Die Suche nach dem Werkstudentenjob bei der Firma arvato in Köln führte bei dem ersten untersuchten Jobportal monster.de bei allen Probanden sofort zum Erfolg. Im Gegensatz zum Vergleichsportal funktionierte die Jobsuche bei stepstone.de nicht einwandfrei. Sobald es kleine Abweichungen in der Schreibweise gab, wurde das gesuchte Jobangebot nicht wie gewünscht angezeigt.

3. Dresscode: Bei der Suche nach dem richtigen Dresscode im Vorstellungsgespräch ergaben sich bei monster.de für die meisten Probanden einige Schwierigkeiten. Um zur gewünschten Seite zu gelangen, ist es notwendig, einen Ratgeber auf der rechten Seite der Karriere-seiten zu verwenden. Der Ratgeber wurde von allen Probanden erst sehr spät oder gar nicht entdeckt. Viele Testpersonen haben während der Untersuchung angemerkt, dass es sinnvoll wäre, eine „Durchsuchen-Funktion“ benutzen zu können, die zwar vorhanden ist, allerdings ebenfalls von den meisten Probanden nicht wahrgenommen wurde.

Auf der Website von stepstone.de fanden alle Probanden die Karriere- und Bewerbungstipps ebenso direkt wie anschließend den Bereich „Vorstellungsgespräch“. Um die Tipps für den richtigen Dresscode auf der Unterseite „Vorstellungsgespräch“ zu finden, ist es notwendig, relativ weit auf der Seite nach unten zu scrollen. Die meisten Probanden hatten zunächst nicht die nötige Geduld, um auf der Seite bis ganz nach unten zu scrollen. Oftmals wurde vorher auf einen anderen Unterpunkt geklickt und somit die richtige Seite verlassen.



Ausblick

Im Anschluss an die Auswertung werden die Ergebnisse anhand der Usability-Kriterien der DIN EN ISO 9241, also den Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und den Grundsätzen der Dialoggestaltung interpretiert (vgl. o.V. (2013)). Durch die Kombination dieser Ergebnisse des Eyetracking-Tests mit der qualitativen Nachbefragung der Probanden lassen sich einige Handlungsempfehlungen für die beiden Jobportale www.monster.de und www.stepstone.de ermitteln.

Referenzen/References

- [1] o.V. (2013): Usability – Von der Nutzbarkeit zum Erleben, in: *planung & analyse*, Heft 6/2013, S. 40-46, Frankfurt 2013
- [2] Rauch (2013): Rauch, Ch.: Neue Studie „Zukunft der Qualität“, URL: <http://www.zukunftsinstitut.de/rss/2013/07/03/pressemitteilung-neue-studie-zukunft-der-qualitaet/>, abgerufen am 17.01.2014
- [3] Düweke/Rabsch (2011): Düweke, E./Rabsch, S.: *Erfolgreiche Websites. SEO, SEM, Online Marketing, Usability*, Bonn 2011

AUTORINNEN

Kristina Weber

Bachelorandin des Studiengangs Medien und Informationswesen an der Hochschule Offenburg



Dipl.-Ing. (FH) Martha Jagoda

Akademische Mitarbeiterin im Labor Medienforschung und Lehrende der Fakultät Medien und Informationswesen
martha.jagoda@hs-offenburg.de



Prof. Dr. rer. pol. Ute Rohbock

Fakultät Medien und Informationswesen
Prodekanin M+I, Studiendekanin M+I,
Leiterin des Labors Medienforschung
ute.rohbock@hs-offenburg.de



Formvollendet

Entwickeln Sie mit uns präzisere Bauteile für bessere Fahrdynamik

als Jungingenieur, Diplomand, Trainee oder Praktikant.

Jetzt bewerben und dabei sein:
www.ernst.de/jobs

ERNST

Ernst Umformtechnik GmbH
Am Wiesenbach 1 | D-77704 Oberkirch-Zusenhofen
Telefon +49 7805 406-0 | Telefax +49 7805 406-100
info@ernst.de | www.ernst.de

Kino für das Ohr: Von Filmmusik und Sound-Design zu Corporate-Audio

Prof. Dr. Hans U. Werner, Peter-Philippe Weiss

Filmmusik hat sich mit der Technologie und neuen Soundkulturen in den letzten Jahrzehnten erheblich entwickelt. Sie ist ein wichtiges Thema der Musikforschung geworden, sowohl in der Analyse von Filmsoundtracks wie in der psychologischen Deutung und Wirkung. Im Zentrum steht nicht mehr der neoklassische Orchestersound, sondern ein weites Spektrum von Klangfarben und offenen Workflows, die experimentelle Klänge, Sound Design, Popmusik, Collagen, elektronische Musik, Loops und Rhythmen sowie Geräusche und Stimmen einbezieht. Der Filmsoundtrack ist ein integrativer Gesamtklang für visuelle Medien geworden, nicht mehr die wiedererkennbare Melodie der Gefühle aus frühen Kinojahren des Mainstreams. Zudem verbinden sich die neuen Methoden der Gestaltung auch mit anderen Feldern des Storytelling durch Hören. Der Kinosound wird intermedial. In der folgenden Übersicht wird Corporate Sound, als Kino für das Ohr in den Unternehmen skizziert als noch lange nicht ausgeschöpfte Form der Markenkommunikation.

Film composer Claudius Brüse, a collaborator with Hans Zimmer, encountered Peter-Philippe Weiss, the Swiss Corporate Sound Designer from Basel, in the seminars of our Hochschule in Offenburg. They took part in a film project of students „In the search of sound for media“. Such constellations are part of our interest in artistic research, how the creative industry members use their workflows and ideas to build the soundtrack not only for film, but for today's all media venues. New methods of storytelling found their way in the studio, „the laboratory of emotion“ as radio director Detlev Ihnken put it. But still today the classic patterns of film music practice and analysis are valuable tools to both create and reflect the craft of such talents. In the search of new fields of application, we found out that film music today not only is in dialogue with all the sound designs in media, but opening up to install new formats and stories with in the corporate world and their product stories. Corporate Sound, as the pioneer in the field Peter Philippe Weiss has stated, goes beyond the soundtrack, into a complete theater of sound and image in the expanded worlds of business. Film music, Sound Design and Corporate Sound so form an effective continuum.



Abb. 1:

Claudius Brüse und
Peter-Philippe Weiss:
Experten für Sound,
Musik und Medien an
der Hochschule 2012

1. Filmmusik und Sound Design. Die Begegnung mit Experten aus der Medienwelt und ihrem reichen „impliziten Wissen“ ist wichtig für Hochschulkultur und experimentierfreudige Didaktik. Studierende und Lehrende profitieren davon, als Reflexion von Praxis und für kreative Lösungen. So trafen sich an der Hochschule Offenburg zwei Klangspezialisten: Peter-Philippe Weiss, der Corporate Sound Designer und Medienkünstler aus Basel, und der in Hollywood erfahrene Filmmusiker Claudius Brüse aus Köln. Der Rheinländer hat an der Folkwang-Hochschule in Essen und in den USA Musik studiert und pendelte zwischen beiden Welten, auch in Zusammenarbeit mit dem berühmten Hans Zimmer. Es entstehen Kompositionen für Kino, Fernsehen und Konzert: vom anspruchsvollen Jingle für Bildung im Fernsehen bis zu Unterhaltungsfilm, Animationen, Umweltthrillern und für den Tatort. Der Komponist ist aber auch Entwickler von Synthesizern und Software sowie Produzent großer Klangbibliotheken, für einen virtuellen Flügel oder ein ganzes Orchester. Claudius Brüse betrachtet beides nicht nur als Dienstleistung für andere Musiker. Die neuen Klänge und Geräte wirken durch ihr Konzept wie eine „Komposition Zero“, als Potenzial für künftige Realisationen und neue Stücke. Perfektionismus in Klangtechnik und Handwerk sind dafür unverzichtbar. Daraus entsteht anspruchsvolle Filmmusik, sie wird vollendet aber durch gut geplante Spannungsverläufe und die Regie musikalischer Emotionen. Den investigativen WDR-Journalismus zum Attentat auf Kennedy zum Beispiel ergänzte Brüse mit einer geheimnisvollen, verschwörerischen Klangwelt und mit Leerstellen für die Wahrnehmung der Zuhörenden. „Ein guter Film erzählt seine Geschichte nie nur über das Bild oder die Sprache allein, sondern immer durch alle Gewerke, in Buch, Kamera, Schnitt und auch Musik. Sie ist also nicht etwas, was an den Film angelegt wird (dies sollte als technischer Terminus verstanden werden), sondern integraler Teil der Story – bewusst oder unbewusst. Gleichzeitig ist Filmmusik auch ein Werk, das eine kompositorische Handschrift aufweist, nicht nur einige Töne im Timing des Bildes abspielt.“ [1]

So entstand etwa aus der Musik von Claudius Brüse zu einem anderen Dokumentarfilm ein Werk für den Konzertsaal, von funktioneller hin zu autonomer Musik. Doch die wichtigste Funktion und Wirkung liegt im Dialog mit dem Bild. Dabei hat sich das Wechselspiel von Hören und Sehen immer wieder erweitert, ebenso wie sich das Forschen über Film und Musik

zu Sound Design, Klang- und Radiokunst und zum Corporate Soundtrack öffnet.

2. Modelle. Der Musiker, ehemalige Fernsehredakteur und Radiokünstler Hansjörg Pauli, hat früh in seinem Buch über Filmmusik drei grundlegende Muster zwischen Bild und Ton typologisiert: die Paraphrase als klangliche Entsprechung visueller Motive; die Kontrapunktierung als Gegensatz zwischen Hören und Sehen und der audiovisuellen Komposition sowie die Polarisierung, bei der aus eher neutralen Bildmaterialien durch Klang zusätzliche Emotion und Atmosphäre entsteht. [2] In den 80er Jahren entwarf einer der renommiertesten deutschen Filmkomponisten, Norbert J. Schneider – Enjott Schneider, wie er sich mit Verbeugung vor Ennio Morricone nennt –, eine umfangreiche Typologie, die nach Funktionen von Musik und Geräusch im Film und für die Story des Films fragt. [3] In noch heute lesenswerten Handbüchern zu Musik im Dokumentarfilm und im deutschen Spielfilm bis zum „Komponieren für Film und Fernsehen“ [4] entwickelte der Komponist für Filme wie 'Stalingrad' oder 'Schlafes Bruder' eine praktikable Liste von Funktionen der Filmrealität: Musik und Klang für Orts- und Zeitangaben, den Charakter von Personen, physiologische Verläufe, Atmosphären, Emotionen, Raumgefühl, epische Bezüge und andere mehr. Solche Motive lassen sich für andere Medienformen flexibel anordnen und auswerten, sie strukturieren das Gespräch zwischen Regisseur, Cutter, Komponist und Sounddesigner in der Nachproduktion, am besten aber schon lange vor Beginn der Dreharbeiten. 2009 erschien von Anselm C. Kreuzer ein origineller wissenschaftlicher Ansatz zur „Filmmusik in Theorie und Praxis“ [5], durch ein dreidimensionales Modell, in dem sich das Bild vertikal mit dem Hörbaren verbindet, horizontal vom Beginn bis zum Ende des Films durchdacht ist und schließlich tiefenorientiert, ja 'diagonal' den Hörraum des Produzenten auf den des Rezipienten bezieht.

Dabei sind Materie von Klang mit Zeit und Raum vernetzt, als Modell der Vertonung wie als Tool zur Analyse. Wie Enjott Schneider ist Kreuzer ein erfahrener Praktiker, unter anderem für das Corporate Design von TV-Sendern, aber auch in vielen weiteren Bereichen der Medienmusik. Seine konsequente Visualisierung zieht sich als Sequenz von Bild-Ton-Strukturen durch seine Forschung, Seminare und bestimmt auch alle praktischen Prozesse.

3. „Audio-Vision“, so heißt schließlich ein wichtiges Werk von Michel Chion, seit Jahrzehnten ein weltweit anerkannter Forscher und experimenteller Praktiker audiovisueller Arbeiten. [6] Er ist Schüler von Pierre Schaeffer, dem Pionier elektro-akustischer Arbeitsweisen und Alter Ego des Videopioniers Robert Cahen aus Mulhouse, dessen Videokunst er vertont. Chion beschreibt und definiert ein umfangreiches, auch eigenwilliges Vokabular für die Integration des Hörens in die Kinowelt und darüber hinaus in andere Medien. Am direktesten ist sein Einfluss auf die Wahrnehmung des Sehens durch das Hören, vom Material zum filmischen Raum und „über Bild und Ton hinaus“ zum „Transsensoriellen“ aller Sinne. Solche Denkweisen dienen als Strategie für das Gestalten. Analyse und Theorie sind kein Widerspruch zur Praxis, im Gegenteil.

Chions Text ist, wie Barbara Flückigers erfolgreiche Dissertation zum Sound Design [7], eine Doppelhelix aus Reflexivität und eigener Produktionserfahrung. Die Dichte des Soundtracks ist ständig gewachsen, so zeigt Flückiger durch Theorie und an der Technologie, in der Analyse der Filme und an herausragenden Beispielen, wie 'Apocalypse Now', 'Raging Bull' und dem 'Schweigen der Lämmer'. Aus der Überlagerung von Klängen und Tonspuren sind ganz neue Klangobjekte (und Hörprozesse) entstanden. Oft sind die Einzelteile des Sound Designs nicht erkennbar, sie werden 'Perzepte', virtuell implantierte Gebilde, wie das Laserschwert in 'Starwars', als 'Leit-Sound' Schlüsselklang einer Erzählung. Sound Design ist aber heute – und war früher – nie allein die Herstellung des speziellen Effekts im Sinn von 'Sound Fabrication'. Sondern es meint eine integrative Klangregie, von der Stille sogar vor dem ersten Bild bis zum gesamten filmischen Raumklang, der die Montage der Bilder beeinflusst. Wir kennen das durch den unendlich variablen und variierten Hubschrauberklang in 'Apocalypse Now', der zum Ikon für die akustische Filmgeschichte der letzten 35 Jahre geworden ist. Die audiovisuelle Regie von Schnitt und Klang stammt von Walter Murch, dem einflussreichsten Cutter und Sounddesigner überhaupt. Er hat in vielen Filmen die Bilder montiert und beide Ebenen von Anfang mit komplementärem Bewusstsein gestaltet. Klang ist hier nicht nur elaborierte Hörspur, die den 'Mehrwert des Bildes' bietet, sondern ein Dialogpartner zum Bild, das er beeinflusst, überlagert und erweitert.

Hierzu Peter-Philippe Weiss:

4. Corporate-Sound für Medien und Marken. An derartigen Übergängen begegnet Filmmusik der neuen Gestaltungsdisziplin Corporate Sound in Person des Designers Peter-Philippe Weiss, der als Lehrbeauftragter Gestalter und Gestalterinnen der Hochschule betreut und eigene Erfahrung mit Sound, Musik und Medien ins Gespräch bringt. Sein Pionierkonzept des Corporate Sound nutzt seit Mitte der 90er Jahre Klang und Stimme nicht nur für Medien, sondern auch für Firmen, Institutionen und Marken. Seit Jahren ist Peter Philippe Weiss an der Hochschule als Gastdozent aktiv. Er betreut Abschlussarbeiten zu Corporate Sound und künstlerischen Themen und begleitet Film- und Klangprojekte. Im Lehrauftrag akzentuiert er den „integrativen Soundtrack für Medien, Räume und Produkte“, also die Organisation alles Hörbaren bis zur Stille für den Studiengang m.g.p. Das führt zu einer Mischung aus Musikalität, Betriebspraxis, apparativem Know-how, die Selbstständigkeit im eigenen Unternehmen und in unternehmerischen Kontexten. „Für mich ist SOUND nicht nur eine emotionale Sprache, sondern ein Universum mit Räumen, Kommunikationsfeldern, Szenerien, Stimmungen und Bildern. Und es macht mir große Freude, diese immer wieder zu erfinden und zu gestalten.“

Der akustische Auftritt eines großen Unternehmens ist heute derart mächtig und vielseitig, dass er einer Systematisierung und Strukturierung analog zum Corporate Design bedarf. Dies leistet nur ein modular konzipiertes Corporate-Sound-System, das aus verschiedenen, kombinierbaren Bausteinen besteht. Mit dem Corporate Sound erhalten Unternehmen und seine Produktmarken eine Stimme, die in allen Bereichen eingesetzt werden kann. Die Präsenz und Wirkungskraft der auditiven Dimension der Unternehmenskommunikation ist so groß, dass man die Terminologie des Films herbeiziehen und den akustischen Auftritt als ‚Soundtrack‘ des Unternehmens bezeichnen kann: Telefon, Unternehmensfilme, Videos, TV-Spots – alles auch auf ‚youtube‘ präsent – Produktklänge, Architektur, Messen, Events und interne und externe Präsentationen generieren bei einem großen Unternehmen täglich Millionen von auditiven Manifestationen. Dies ist eine starke Kraft, die in die Welt gesandt wird, bei der die Anzahl der hörbaren Kontakte ständig steigt. Diese Kraft wird strategisch genutzt und entfaltet eine mächtige Markenwirkung.

5. Auditives Storytelling mit dem „Soundtrack des Unternehmens. Das Storytelling gehört heute zu den stärksten Elementen der Kommunikation. Es gibt Markengeschichten, Kommunikations- Image- und Produktgeschichten an verschiedenen Berührungspunkten. Eine gute Geschichte, die gut erzählt wird, entfaltet starke Wirkung. Ein Unternehmen kann dies und die Qualität ihrer Markengeschichten so markant steigern, indem es Mechanismen und Technologien der Filmindustrie – allen voran die des Kinofilms – für sich nutzbar macht. Im Kino ist das Erlebnis der Geschichte auf eine maximale Intensivität getrimmt. Im Erzählen einer Geschichte gibt es keinen Unterschied zwischen Film-, Unternehmens-, Produkt- oder Markengeschichte. Der Unterschied liegt nur in der formalen Wesensart: Ein Kinofilm läuft immer gleich und linear ab und ist an einen bestimmten Ort – den Kinosaal – gebunden. Im Gegensatz dazu ist die Unternehmens- oder Markengeschichte ein dynamischer Prozess mit vielen Teilaspekten, die sich ständig verändern. Während im Film eine Geschichte an einem Ort erzählt wird, sind es im Unternehmen gleichzeitig hunderte, die an unterschiedlichen Kontaktpunkten parallel und non-linear auf unterschiedliche Weise, zu verschiedenen Zeiten in Medien an Adressaten erzählt werden. Was vielleicht erst auf das ‚zweite Ohr‘ erkennbar ist: Ein Unternehmen hat dieselben vier Elemente der integralen ‚Sound-Spur‘ eines Film-Soundtracks:

1. Sprache / Voice-Over / Erzähler / Stimmen
2. Geräuschebene / Szenerie / Originalton-Atmosphäre / Ort
3. Filmmusik / Hintergrundmusik
4. Sound-Design / Soundeffekte / Spezialeffekte / Klanglichkeit

An diesem Punkt wird offensichtlich, wie viel die Kommunikationsbranche und auch Unternehmen von der Filmindustrie in der Inszenierung ihrer Produkte und Marken lernen können. Denn die Mechanismen des Storytellings und der Aufladung und Intensivierung des Erlebnisses sind bei Film und Unternehmen/Marke gleich. Die Filmindustrie ist der Kommunikations- und Branding-Industrie, was Arbeit und Systematisierung mit Sound angeht, um Jahrzehnte voraus. Auf den Punkt gebracht: Branding ist schon heute eines der wichtigsten strategischen Instrumente der Unternehmenskommunikation. Mit den vernetzten elektronischen Medien und Produkten wird das Thema in Zukunft noch wichtiger werden. Es ist sehr aufwendig, einen Brand in die Köpfe der Kunden zu bringen. Die auditive Dimension

bietet eines der stärksten und wichtigsten Elemente der Markeninszenierung: Emotionen. Mit auditiven Inszenierungen, die Systematiken der Filmindustrie auf Unternehmen übersetzt, können Marken- und Produktgeschichten dieselbe emotionale Wirkung entfalten wie ein packender Kinofilm. Und wenn das auditive Storytelling koordiniert und mit einem übergeordneten strategischen Corporate-Sound-Konzept versehen wird, ist die emotionale Markeninszenierung in ihrer wirkungsvollsten Art realisiert.

Literatur

- [1] Claudius Brüse: Statement im Interview für die Hochschule 2012
- [2] Pauli, Hansjörg: Filmmusik: Stummfilm. Klett-Cotta, Stuttgart 1980
- [3] Norbert J. (Enjott) Schneider: Handbuch Filmmusik I + II, Oelschläger, München 1989 + 1990
- [4] Schneider, Enjott: Komponieren für Film und Fernsehen. Schott Verlag, Mainz 1997
- [5] Kreuzer, Anselm C.: Filmmusik in Theorie und Praxis. UVK 2009
- [6] Chion, Michel: Audio-Vision. Hg. v. Prof. J.U. Lensing, Verlag Schiele & Schön 2012
- [7] Flückiger, Barbara: Sound Design. Die virtuelle Klangwelt des Films. Schüren, Marburg 2001
- [8] Sonnenschein, David: Sound Design. Michael Wiese Publications MWP, Los Angeles 2002
- [9] Weiss, Peter-Philippe: Ein Jingle reicht nicht. In: Werner, Hans-Ulrich; Lankau, Ralf: Media Soundscapes II. Didaktik, Design, Dialog. Universität Siegen, Reihe MuK, 2007:106 – 110.

AUTOREN

Peter-Philippe Weiss

Lehrbeauftragter für Medienmusik, Corporate Sound und Klangkunst
 p.weiss@corporate-sound.com



Prof. Dr. Hans-Ulrich Werner

Audiowerkstatt, Künstlerisches Forschen, Medien/Hochschuldidaktik
 hans-ulrich.werner@hs-offenburg.de



Forschung und Entwicklung an der Fakultät:



Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen

Prof. Dr. Philipp Eudelle, Dekan der Fakultät Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen

Die Fakultät Betriebswirtschaft und Wirtschaftsingenieurwesen (B+W) befindet sich im ehemaligen Benediktinerkloster in Gengenbach. Im Wintersemester 2013/2014 hat die Fakultät zudem den neuen BildungsCampus in Gengenbach bezogen, der sich nur wenige Minuten vom Kloster entfernt befindet und Raum für zusätzliche Hörsäle, PC-Pools, Labore und Seminarräume bietet. Die Fakultät B+W bietet derzeit circa 1.400 Studenten vier fachspezifische Bachelor-Studiengänge, zwei kombinierte Bachelor-Studiengänge in Kooperation mit den Fakultäten Elektrotechnik und Informationstechnik / Medien- und Informationswesen sowie vier Master-Studiengänge an. Allen Studiengängen gemeinsam ist eine interdisziplinär ausgerichtete Lehre – eine Kombination von Fächern aus Wirtschaft, Technik und Informatik. Aktuelle, praxisorientierte Inhalte, die individuelle Betreuung durch die Dozenten, eine internationale Ausrichtung, die enge Verzahnung mit Unternehmen der Region sowie Kontakte zu zahlreichen Partnerhochschulen weltweit sind die zentralen Bausteine für ein erfolgreiches Studium an der Fakultät B+W.

Aktuelle und anwendungsorientierte Forschung prägen die Fakultät B+W. An der Fakultät gibt es für die jeweiligen Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte insgesamt acht Labore, die die Bereiche Virtual Engineering, Rapid Prototyping, Lean Manufacturing, Finite-Elemente-Methode, Marktorientiertes Innovationsmanagement, Mechatronische Systementwicklung, Elektrotechnik/Elektronik und EDV umfassen. Die sechs Hauptforschungsfelder sowie die entsprechenden Forschungsschwerpunkte der Fakultät widmen sich den Bereichen: ► Wirtschaft, Handel und Logistik [Betriebswirtschaft, Handelsmanagement, Marktorientier-

tes Innovationsmanagement, Transportlogistik, Wirtschaftsrecht, Materialflussoptimierung] ► Wirtschaftsinformatik [Business Intelligence, Business Process Management, E-Commerce] ► Informationstechnologie, Automation und Telekommunikation [Embedded Systeme, Virtuelle Produktentwicklung/Simulation, Mikroelektronik/Mikrosystemtechnik, Kommunikationstechnik] ► Manufacturing [Additive Manufacturing, Fabrikplanung (CAD, CAE, CAM), Produktionstechnik/Lean Manufacturing, Virtuelles Engineering] ► Medien [Usability im E-Commerce] ► Werkstofftechnologie [Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung].

Ganz aktuell wurde beispielsweise ein Forschungsprojekt von Prof. Dr. Stefan Junk vom Beirat des Karl-Steinbuch-Forschungsprogramm für positiv befürwortet. Das Projekt „DiMa - Digital Manufacturing für die Kreativwirtschaft“ setzt sich gezielt mit Umsetzungsproblemen im Rahmen von Digital-Manufacturing-Verfahren auseinander. Hierbei werden verschiedene Digital-Manufacturing-Verfahren auf ihre Anwendbarkeit sowie ihre Kostenstruktur speziell in Bezug auf die Kreativwirtschaft hin untersucht. Wichtige Parameter wie die Anwendbarkeit, Kostenstruktur und die Abläufe innerhalb der verschiedenen IT-Werkzeuge sollen evaluiert und vereinfacht werden. In den Bereichen Design, Medien, Werbung und Architektur werden derzeit meist noch teure konventionelle Verfahren eingesetzt. Mit diesem Projekt sollen die bestehenden Hürden beim Einsatz von Digital-Manufacturing-Verfahren überwunden und ein breiterer kostengünstigerer Einsatz forciert werden. Dadurch wird es auch kleinen und mittleren Unternehmen der Kreativwirtschaft möglich, die neuen Einsatzgebiete des Digital Manufacturing technisch und wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen.

Which methodological rules support forecast-related information decisions?

Prof. Dr. rer. pol. habil. Matthias Graumann und Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Schuldenzucker

Jede Entscheidung wird auf der Grundlage einer Informationsbasis getroffen, die ihrerseits wieder Wirkung von Entscheidungen ist und in diesem Sinn gestaltet werden kann. Im Forschungsprojekt wird untersucht, wie Entscheider bei solchen Informationsentscheidungen unterstützt werden können. Hierfür werden heuristische Regeln auf der Grundlage der multiattributiven Nutzentheorie entwickelt. Die Heuristik wird bezogen auf diejenige Phase im Entscheidungsprozess, in der die größte Unsicherheit besteht: die Prognose der Auswirkungen, die alternative Handlungsmöglichkeiten auf die gesetzten Ziele haben.

Every decision is grounded on an information base. This base can be small or wide and is, therefore, subject to design. The research project aims at developing heuristics to assist decision makers designing an adequate information base for their decisions. The underlying theory is the Multi Attribute Utility Theory. The heuristics are focused on a particular issue within the decision making process: the forecast of consequences alternative options will have on the objectives. In this phase the decision maker's uncertainty is principally very high.

Fragestellung

Die betriebswirtschaftliche Entscheidungstheorie und auch die volkswirtschaftliche Informationsökonomik beschäftigen sich schon lange mit der methodischen Unterstützung derjenigen Entscheidungen, mit denen die Informationsgrundlagen unternehmerischer Entscheidungen bestimmt werden („Informationsentscheidungen“). Ein hierbei noch ungeklärtes Problem ist die Beurteilung der Frage, ob sich zusätzliche Informationen lohnen oder ob die damit einhergehenden Kosten zu hoch sind. Ist, mit anderen Worten, der Nutzenzuwachs aus der vergrößerten Erkenntnis größer als die vom Betrag her Nutzenreduktion aus den zusätzlich entstehenden Kosten? Die bislang erarbeiteten methodischen Regeln leiden entweder unter einer gewissen Willkür oder sind, wie das klassische Grenznutzenkalkül, vergleichsweise inhaltsleer formuliert.

Das Forschungsprojekt will beide Probleme dadurch vermeiden, dass methodische Regeln zur Abwägung von Erkenntnis und Kosten auf der Grundlage rechtlicher Anforderungen entwickelt werden. In diesem Ansatz fungiert das Gesellschaftsrecht also als Bedingung der Möglichkeit alternativer Regeln zur Unterstützung von Informationsentscheidungen. Der Filter des Gesellschaftsrechts unterscheidet mit

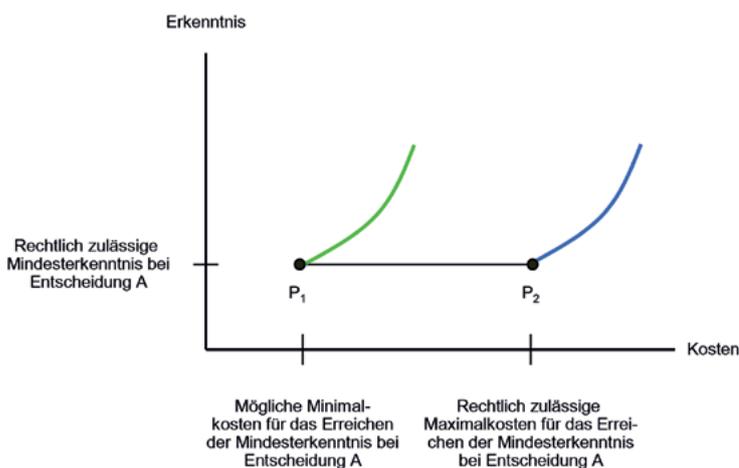
anderen Worten zwischen zulässigen und unzulässigen Regeln. Einschlägig ist hier vor allem § 93 Abs. 1 Satz 2 Aktiengesetz („Deutsche Business Judgment Rule“), der laut Gesetzesbegründung sinngemäß für alle Rechtsformen unternehmerischer Betätigung Anwendung findet (BT-Drucksache 15/5092).

Juristische, praktische und betriebswirtschaftliche Dimension

In diesem Paragraphen führt der Gesetzgeber den Begriff der angemessenen Information unternehmerischer Entscheidungen ein. „Angemessen“ heißt, dass sich die Informationsbeschaffung und -verarbeitung nicht nur einseitig an der gewünschten Erkenntnis orientieren soll, sondern auch die entstehenden Kosten zu beachten hat. Daher dürfen Vorstand und Aufsichtsrat durchaus auf die Verbesserung einer gegebenen Informationsqualität verzichten, wenn dies unverhältnismäßig teuer wäre oder mit einem unververtretbaren Zeitaufwand einhergehen würde. Die Gestaltung der Informationsbasis unternehmerischer Entscheidungen ist mithin eine Optimierungsaufgabe, keine Maximierungsaufgabe. Abbildung 1 illustriert diese Aussage und macht deutlich, welche unterschiedlichen Aufgaben den Gerichten, den

Geschäftsleitern und der Betriebswirtschaftslehre obliegen:

- Den Gerichten kommt im Streitfall die Befugnis zu, die für eine strittige Entscheidung erforderliche Mindesterkennnis festzulegen. Eng damit verbunden ist die Aufgabe, die für das Erreichen der Mindesterkennnis noch tolerierbaren Kosten zu bestimmen. Da sich diese Frage auch für höhere Erkenntnisniveaus bei der Entscheidung A stellt, sind die Gerichte für die Bestimmung des Punkts P2 ebenso zuständig wie für die Bestimmung derjenigen Kombinationen aus Erkenntnis und Kosten, die in Abbildung 1 durch die blaue Linie gekennzeichnet sind.
- Die Geschäftsleiter sind an Informationen über P2 zwar interessiert, sie stehen aber unter Effizienzdruck und müssen sich bemühen, möglichst P1 bzw. die grüne Linie zu erreichen – das folgt unmittelbar aus dem vom Unternehmen verfolgten Gewinnziel.
- Die Betriebswirtschaftslehre schließlich hat die Aufgabe, den Geschäftsleitern leistungsfähige heuristische Regeln anzubieten und muss hierfür insbesondere klären, wie Erkenntnis und Kosten zu skalieren sind, sodass der Nutzen alternativer Erkenntnis/Kosten-Kombinationen nachvollziehbar miteinander verglichen werden kann.



Ziel des Projekts

Im Forschungsprojekt soll zunächst eine Skalierung der Erkenntnis entwickelt werden; hierfür wird auf Vorarbeiten von Prof. Graumann zurückgegriffen. Das Forschungsprojekt ist insoweit eingebettet in ein größeres Forschungsprogramm, das Prof. Graumann seit 2005 verfolgt. In diesem Programm wurde insbesondere die methodische Unterstützung

prognosebezogener Informationsentscheidungen analysiert und die Ergebnisse in namhaften betriebswirtschaftlichen und juristischen Fachzeitschriften publiziert. Die dabei angestellten Überlegungen zur Skalierung der Erkenntnis machten am Grad der empirischen Bestätigung behaupteter Wirkungsbeziehungen fest und sollen im Forschungsprojekt um Überlegungen zur Genauigkeit von Prognosen erweitert werden. Liegt eine verbesserte Skala vor, hat das Forschungsprojekt zum Ziel, darauf aufbauende Regeln für das Erreichen effizienter Erkenntnis/Kosten-Kombinationen (grüne Linie in Abbildung 1) zu entwickeln. Die Theoriegrundlage hierfür ist die multiattributive Nutzentheorie, da diese innerhalb der Entscheidungstheorie die größte Anwendungsreife hat.

Vorbereitende Veröffentlichungen von Professor Matthias Graumann (Auswahl):

- [1] Graumann, M./Grundeis, J.: Wann entsprechen unternehmerische Entscheidungen der gesellschaftsrechtlichen Anforderung „angemessener Information“? In: Die Betriebswirtschaft (DBW), 71. Jg. (2011), S. 379–399
- [2] Graumann, M.: Der Entscheidungsbegriff in § 93 Abs. 1 Satz 2 AktG – Rekonstruktion des traditionellen Verständnisses und Vorschlag für eine moderne Konzeption. In: Zeitschrift für Unternehmens- und Gesellschaftsrecht (ZGR), Band 40 (2011), Heft 3, S. 293–303
- [3] Graumann, M./Linderhaus, H./Grundeis, J.: Wann ist die Risikobereitschaft bei unternehmerischen Entscheidungen „in unzulässiger Weise überspannt“? In: Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis (BFuP), 61. Jg. (2009), S. 492–505

AUTOREN

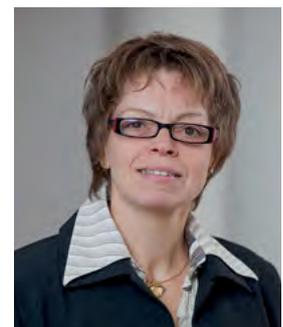
Prof. Dr. rer. pol. habil. Matthias Graumann

Fakultät B + W
Lehrgebiete: Unternehmensführung, Organisation
matthias.graumann@hs-offenburg.de



Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Schuldenzucker

Professorin für Mathematik
Hochschule Fresenius, Köln
Lehrgebiete: Mathematik, Statistik
schuldenzucker@hs-fresenius.de





Engagierte Mitarbeiter, innovative Produkte und modernste Technologien sind auch weiterhin die Garanten für den weltweiten Erfolg der Koehler Paper Group.

UNTERNEHMEN MIT ZUKUNFT – PAPERS FOR THE FUTURE



Papierfabrik August Koehler SE
Hauptstraße 2 · D-77704 Oberkirch
Telefon +49 7802 81-0 · Fax +49 7802 81-4330

www.koehlerpaper.com



Koehler
PAPER GROUP



www.bau-cooperation.com
Gewerbe und Industriebau
Wir schaffen
für Innovationen.

**Neubau / Umbau /
Modernisierung**

- schlüsselfertig
- zuverlässig und preisgünstig

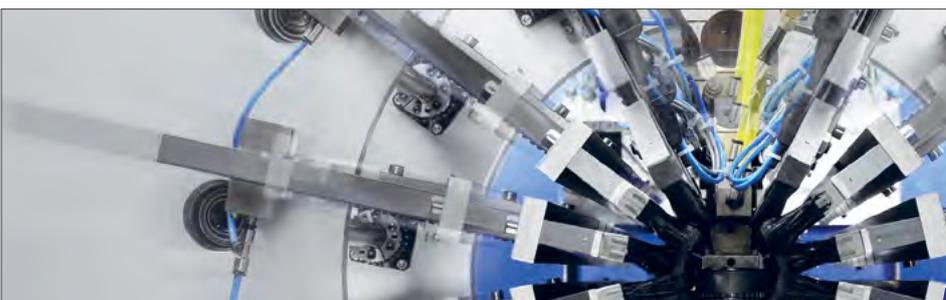
Raum

Bau-Cooperation
Beraten und Bauen GmbH
Badstraße 24a, 77652 Offenburg
(Im STZ bei der Hochschule)
Telefon 0781 / 91 91 860
Telefax 0781 / 91 91 870

info@bau-cooperation.com

BAU.
COOPERATION

Wir machen Ihnen Platz.



**Anlagen und
Maschinen für
innovative Umform-,
Trenn- und Fügetechnik**

weil
technology

Eine Marke der weil engineering gmbh
Neuenburger Str. 23
79379 Müllheim

www.weil-engineering.com

Shape.
Join.
Look ahead



Übergang Schule – Hochschule mit Mathe-App

Prof. Dr. Eva Decker, Prof. Dr. Andreas Christ, Barbara Meier

Der Übergang Schule – Studium wird an der Hochschule Offenburg im Brückenkurs Mathematik per Smartphone bzw. Tablet unterstützt. Eine Mathe-App gibt zu den Trainingsaufgaben bei Bedarf Tipps und hilft so den Studierenden, nach individuellem Tempo und Vorkenntnisstand zu arbeiten. Dies fördert eine Aktivierung auch bei großer Heterogenität der Studienanfänger. Die Inhalte orientieren sich am COSH-Mindestanforderungskatalog Mathematik und sind per App Stores verfügbar.

Two weeks ahead of the regular courses, at the preparation course in mathematics for the first-year students at the Offenburg University of Applied Sciences: The participants' smartphones are readily to hand on the table. Absolutely welcome as the exercises of the 500 students will result from the mobile training application MassMatics. This article explains why the university makes use of this mobile solution, how the app is used during classes with on-site attendance, as well as how its content has been developed based on a cross-university minimum requirement catalog.

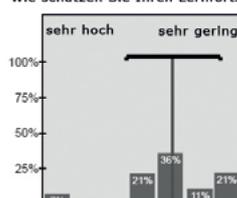
Steigende Heterogenität

Zwischen 2000 und 2010 erhöhte sich die Studienberechtigtenquote um knapp 12 Prozentpunkte auf 49% [1]. Die Herausforderungen, die die steigende Heterogenität der Studienanfänger mit sich bringt, sind derzeit Schwerpunkt vieler Kongresse [2] und Initiativen, insbesondere des Bund-Länder-Programm-Qualitätspakts Lehre. Speziell die „mangelnden Kenntnisse im Fach Mathematik“ werden „seit Jahren wahrgenommen und in der Fachwelt thematisiert“ [3]. Besonders auffallend sind die Defizite in Grundlagen wie Elementare Algebra [4]. Gründe sind u.a. die Reduktion der Mathe-Schulstunden, geänderte Bildungspläne und ein exzessiver Einsatz von Grafik- bzw. CAS-Taschenrechnern. Mittlerweile wurde die Mathe-Einstiegsproblematik durch Initiativen wie den Mindestanforderungskatalog Mathematik des COSH-Arbeitskreises verdeutlicht [6].

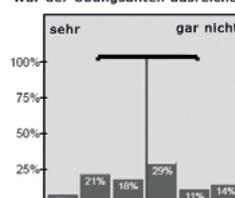
Neukonzeption des Brückenkurses

Infolge dieser Entwicklungen stießen auch an der HS Offenburg die traditionellen Brückenkurse auf Akzeptanzprobleme [Abb. 1]. Ein sehr hoher Anteil der Teilnehmer fühlte sich schnell abgehängt und brach den Kurs ab.

Wie schätzen Sie Ihren Lernfortschritt?



War der Übungsanteil ausreichend?



Die Lernmaterialien waren hilfreich.

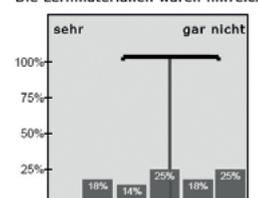


Abb. 1: Akzeptanzprobleme des bisherigen Brückenkurses [Quelle: LUMA Umfrage 12-13, HS Offenburg]

Ungünstig wirkt sich für die Schwächeren aus, wenn Vorlesungsformate dazu tendieren, sich am Antwort-Tempo der stärksten Kursteilnehmer zu orientieren. Die HS Offenburg engagiert sich, auf die veränderten Gegebenheiten einzugehen, und bündelt Maßnahmen zur Verbesserung der Studienbedingungen im Projekt MINT College TIEFE (gefördert durch Qualitäts-pakt Lehre, Förder-ID 01PL11016).

Mit dem Leitgedanken des „shift from teaching to learning“ [7] setzte sich das MINT College zum Ziel, ein Lerner-zentriertes Kurskonzept zu entwickeln, bei dem das individuelle aktive Üben als Grundelement der Präsenzphase verankert ist. Gerade bei Studienstart soll das Zutrauen in die Machbarkeit und den Lernfortschritt gefestigt werden. Das Besondere: Die Unterstützung kommt per Mathe-App aus den Smartphones der Teilnehmer. Das Übungspaket wurde am MINT College der HS Offenburg speziell für den Übergang zur Hochschule entworfen und in einem Kooperationsprojekt mit MassMatics UG ausgearbeitet und in die App „MassMatics“ integriert.

COSH Mindestanforderungskatalog Mathematik

Für die Inhalte orientierte sich das MINT College an Empfehlungen des COSH Mindestanforderungskatalogs Mathematik (MAK). Dieser entstand hochschulübergreifend in Baden-Württemberg, fand jedoch bundesweit Beachtung [6]; auch die GHD wirbt um Projekte zur Unterstützung. Das Projekt der HS Offenburg kann als (erste) m-Learning-Antwort auf den MAK interpretiert werden. 500 passende, nach Niveaus gestaffelte Trainingsaufgaben wurden als „Vorbereitungskurs“ in die Mathe-App MassMatics integriert. Mit leichten Aufgaben wird Unter-/Mittelstufenstoff gefestigt und stufenweise zum Mathe-1-Niveau geführt.

Einbindung von App in Präsenz-Veranstaltung

Der erste Brückenkurs unter Einsatz der Mathe-App wurde vom 16. bis 26.09.2013 mit ca. 400 Studienanfängern in 9 Gruppen durchgeführt. Da keine PC-Ausstattung benötigt wird, kann in normalen Räumen unterrichtet werden. Die Teilnehmer wurden vorab gebeten, Smartphones bzw. Tablets mitzubringen und sich mit einem Coupon-Code über Apple App Store bzw. Google Play Store kostenlos

die Mathe-App MassMatics und das Vorbereitungspaket der HS Offenburg zu installieren. Die Abdeckung durch mobile Geräte lag bei 90 Prozent.

Aktivität fordern, Coaching bieten

Frontalunterricht wird stark zugunsten einer Aktivierung der Studierenden reduziert. Nach vergleichsweise kurzer Einführung in ein Thema mit grundlegenden Beispielen nimmt das aktive Üben den Großteil der Zeit ein. Sobald sich die Studierenden selbst aktiv um Lösungen bemühen müssen, steigt ihre Aufmerksamkeit. Das Üben selbst geschieht grundsätzlich klassisch mit Stift und Papier (kein Multiple Choice). Primärer Lösungscoach ist die App. Der Dozent steht beim Üben eher im Hintergrund, motiviert zum Auffinden benötigter Regeln und zum Diskutieren in Partnerarbeit. So entsteht auch bei schwächeren Vorkenntnissen ein aktiver Lernprozess.

Coaching per App

Im Gegensatz zu den in Lehrbüchern verbreiteten Extremen, entweder nur Kurzlösungen oder perfekt optimierte Musterlösungen zu zeigen, arbeitet die Mathe-App nach dem Prinzip des Progressive Disclosures, d.h., dass der Lernende in Abhängigkeit seines individuellen Kenntnisstands bei Bedarf Tipps, erste Teil-Lösungen und Hinweise zu Theorie enthüllen kann, genau dort, wo er sie braucht. Der Fokus liegt so auf einem umfassenden Coaching der Lösungsentwicklung und nicht auf dem reinen Prüfen des Endergebnisses. Die Tipps werden eher als offene Fragen gestellt, die zum Überlegen anleiten sollen. Sie sind in einer lockeren „Tutoren-Sprache“ geschrieben, dennoch mathematisch korrekt. Theorie-Erklärungen werden per Hyperlinks angeboten. Sie sind in die Schritt-für-Schritt-Lösungen eingebettet oder können per Stichwort gesucht werden.

Individuelle Lerngeschwindigkeit

Mit Unterstützung des eCoaches kann jeder Studierende in seinem individuellen Lerntempo voranschreiten. Den Grad der Hilfestellung wählt er dabei selbst. Durch die Ausführlichkeit der Tipps steigt die Zuversicht, nicht abgehängt zu werden. Durch Kennzeichnung der Schwierigkeitsgrade kann der Lernende pro Thema bei jenem Niveau einsteigen, das zu seinem individuellen Kenntnisstand passt.

Ausweitung von Übungszeit und -ort

Bei größeren Kenntnissrückständen reicht die Übungszeit vor Ort natürlich nicht aus. Hier greift ein Hauptvorteil der mobilen Lösung: Der Mathe-Coach per Smartphone ist überall dabei (auch offline). Auch wertvolle Zeitslots wie Zugfahrten oder Leerstunden können so nahtlos genutzt werden. Auch jene, die den Präsenzkurs verpassen, haben durch die App eine reelle Chance, den Kurs remote zu bewältigen. Um Zugänglichkeit für alle zu gewähren, wurde im Projekt alternativ zur mobilen Variante auch ein Browser-Zugang durch Moodle realisiert.

Ergebnisse

Das primäre Ziel, den Abbruch des Brückenkurses zu reduzieren, wurde erreicht: Der Anteil der Teilnehmer, die 3 von 8 Kurstagen (teilweise entschuldigt) gefehlt haben, hat sich auf 13 % reduziert, was im externen Vergleich als sehr guter Wert gewertet werden kann [Ref. 5]. Aus dem Eingangstest lässt sich kein Zusammenhang zu einer Über- oder Unterforderung ableiten. Die Teilnehmer äußern eine hohe Zufriedenheit [Abb. 2]. Die Unterstützung des individuellen Lerntempos wird dabei weit höher bewertet als die Möglichkeit der mobilen Nutzung [Abb. 3]. Die Dozenten betonen v. a. die sehr viel konstruktivere Arbeitsatmosphäre mit einer positiven Einstellung zum Üben.

Weiterführender Einsatz der Mathe-App

Als mobile Lösung kann die Mathe-App in verschiedene Lernsettings integriert werden. Dies ermöglicht Kontinuität: Wer Fragen zur Mathematik hat, findet im MINT College der HS Offenburg kostenlose Unterstützung durch Tutoren im offenen Lernzentrum. Werden Lücken im Schulstoff entdeckt, erhält der Studierende passende Übungsempfehlungen zur App. Diese ist auch für weiterführende Vorlesungen ein wertvoller Begleiter: Die MassMatics-App beinhaltet Theorie und 2000 Aufgaben zu Analysis, Lineare Algebra, Statistik.

Der entwickelte Aufgabenpool zur Vorbereitung auf das Studium passt grundsätzlich zu den Mathe-Brückenkurs-Inhalten der meisten Hochschulen und ist flexibel in unterschiedliche Veranstaltungsformate integrierbar. Die Lösung ist für alle Interessierten per App Stores verfügbar. Dieses Angebot wird auch bei Schülerinfotagen bekannt gemacht. Erste Schulen setzen die Lösung der HS Offenburg in ihren Mathe-Vertiefungskursen der Oberstufe ein.

eureleA 2014

Das vorgestellte Konzept wurde Sieger beim European Award for Technology Supported Learning (eureleA 2014). Die ausführliche Case Study wird im Buch „Mobile Learning and Mathematics“ veröffentlicht [9].

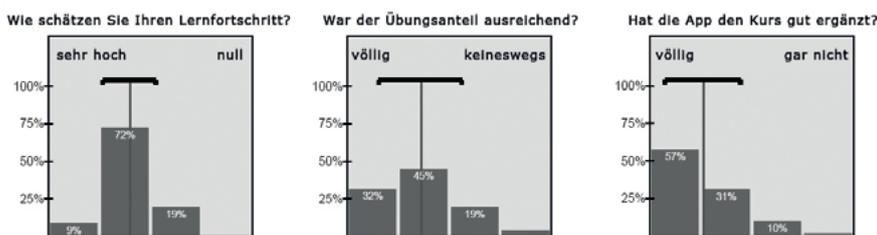


Abb. 2: Brückenkurs mit integrierter Mathe-App [Quelle: Brückenkurs-Evaluation, Sept. 2013, HS Offenburg]



Abb. 3: Brückenkurs mit integrierter Mathe-App [Quelle: Brückenkurs-Evaluation, Sept. 2013, HS Offenburg]

Dank

Die Autoren danken MassMatics UG, Wolmirstedt, für die intensive und konstruktive Zusammenarbeit.

Referenzen/References

- [1] Brugger, P., Threin, M., Wolters, M.: In: Statistisches Bundesamt (Hrsg.), Hochschulen auf einen Blick, Ausgabe 2012, S. 6 – 7, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschung/Kultur/Hochschulen/BroschBroschuereHochschulen0110010127004.pdf?__blob=publicationFile (letzter Zugriff: 5.1.2014)
- [2] Hoppenbrock, A., Schreiber, S., Göller, R., Biehler, R., Büchler, B., Hochmuth, R., Rück, H.-G. (Eds.): Mathematik im Übergang Schule/Hochschule und im ersten Studienjahr. Extended Abstracts zur 2. khdm-Arbeitstagung 2013. khdm-Report 13-01. Universität Kassel. Leuphana Universität Lüneburg. Universität Paderborn. <https://kobra.bibliothek.uni-kassel.de/handle/urn:nbn:de:hebis:34-2012050741193>, 2013
- [3] Curdes, B., Schleier, U., Winkler, K.-H.: Mathematische Fähigkeiten zu Studienbeginn. Ein Fachbereich reagiert. Die Neue Hochschule, Heft 3, 2013, S. 92 – 94. Bonn
- [4] Bauman, A.: Mathe-Lücken und Mathe-Legenden. Die neue Hochschule, Heft 5, 2013, S. 150 – 153. Bonn
- [5] Nagengast, V., Hommel, M., Löffler, A.: Stu-

- dieneingangsphase an der Hochschule Aalen – fachlich fördern und Defizite analysieren. In Zentrum für Hochschuldidaktik (DiZ) DiNa-Sonderausgabe (Eds.): Tagungsband zum 1. HDMINT Symposium 2013 (pp. 200-208). ISSN 1612-4537. Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Nürnberg. Online available: <http://www.hd-mint.de/symposium-2013/> (letzter Zugriff: 5.1.2014)
- [6] Cooperationsteam Schule – Hochschule (COSH Arbeitskreis): Mindestanforderungskatalog Mathematik. http://lehrerfortbildung-bw.de/bs/bsa/bk/bk_mathe/cosh_neu/katalog/index.html. Stellungnahme der KHDM: <http://www.mathematik-schule-hochschule.de/stellungnahmen/aktuelle-stellungnahmen/120-s-04-mindest-anforderungskatalog-mathematik-der-hochschulen-baden-wuerttembergs.html>, 2013
- [7] Wildt, J.: The Shift from teaching to learning, 2007. http://www.egon-spiegel.net/fileadmin/user_upload/documents/Theologie/Spiegel/Tagungen_Kongresse/Wildt.pdf (letzter Zugriff: 5.1.2014)
- [8] MassMatics U.G.: <http://massmatics.de/de/> (letzter Zugriff: 5.1.2014)
- [9] Decker, E., Meier, B., Claus, S., Koschig, R., Christ, A., Hillenbrand, G.: Smartphones Welcome: Preparation Course in Mathematics using the Mobile App MassMatics. In Traxler, J. et al. (Eds): Mobile Learning and Mathematics: Foundations, Design and Case Studies. To be published in 2014. Florence, KY: Routledge.

AUTOREN

Prof. Dr. rer. nat. Eva Decker

Professur für Mathematik und Angewandte Informatik
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
Professorin MINT-College, Leiterin Lernzentrum und Brückenkurse
Maßnahmen zur Verbesserung der Studierbarkeit von MINT-Studiengängen
eva.decker@hs-offenburg.de



Prof. Dr. Andreas Christ

Professur für Nachrichtentechnik, Mikrowellentechnik, Mobilkommunikation
Fakultät Medien und Informationswesen
Prorektor, Wissenschaftlicher Leiter des Informationszentrums
christ@hs-offenburg.de
www.hs-offenburg.de/christ



Barbara Meier

Akademische Mitarbeiterin
Kompetenzzentrum E-Science
MINT College
Maßnahmen zur Verbesserung der Studierbarkeit von MINT-Studiengängen
barbara.meier@hs-offenburg.de
hs-offenburg.de





Institut für Energiesystemtechnik

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin, Leiter der Institute INES und IAF

Im Jahr 2011 bezog die Forschungsgruppe net – nachhaltige energietechnik unter der Leitung von Prof. Elmar Bollin neue Büro- und Laborräume auf dem Campus Nord im Ortsteil Bohlsbach auf dem ehemaligen Dietrich Speditionsgelände. Im Jahr 2012 wurde daraus das Institut für Energiesystemtechnik INES gegründet.

Als geschäftsführender Leiter zeichnet sich heute Prof. Elmar Bollin für insgesamt 15 Institutsmitglieder, davon sechs Professoren, verantwortlich. Zum stellvertretenden INES-Leiter wurde Prof. Dr. Jens Pfafferoth berufen. Heute bietet das INES ein Dach für Forschung und Entwicklung im Bereich der Gebäudetechnik, der Energiespeichertechnik, des Energiemanagements und dem Steuern, Regeln und Monitoring von Energiesystemen, der PV-Produktionstechnik, der Elektromobilität sowie der Smart-Grid-Technologie.

Aktuell haben sich am INES drei Forschungsgruppen mit den folgenden Themenspektren gebildet:

die Forschungsgruppe net – nachhaltige energietechnik unter Leitung von Prof. Elmar Bollin mit derzeit sechs wissenschaftlichen Mitarbeitern;

die Forschungsgruppe ABT – Advanced Building Technology unter Leitung von Prof. Dr. Jens Pfafferoth mit derzeit zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern;

die Forschungsgruppe EES – Elektrische Energiespeicher unter Leitung von Prof. Dr. Wolfgang Bessler mit derzeit vier wissenschaftlichen Mitarbeitern.

Mit Unterstützung der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik, dem Land Baden-Württemberg und der Hochschulleitung der HAW Offenburg konnten in den Laboren des INES in 2013 zwei Großgeräte aufgebaut und in Betrieb genommen werden: eine Wasserstoffsystemeinheit, bestehend aus Brennstoffzelle, Druckelektrolyseur und Wasserstofftank sowie einer Doppel-Klimakammer für die Untersuchung von gebäudetechnischen Systemen und Großgeräten.

Das Institut für Energietechnik nimmt Fahrt auf!

Computergestützte Batterie- und Brennstoffzellentechnik

Prof. Dr. habil. Wolfgang G. Bessler

Die Forschungsgruppe Elektrische Energiespeicherung (EES) der Hochschule Offenburg widmet sich der Computergestützten Batterie- und Brennstoffzellentechnik. Sie entwickelt detaillierte Modelle und Simulationsprogramme, um virtuelle Experimente auf unterschiedlichen Skalen durchzuführen. Ziel ist die verständnisgetriebene Entwicklung und Optimierung von Brennstoffzellen und Batterien.

The research group Electrical Energy Storage (EES) at Offenburg University of Applied Science focuses on computational battery and fuel cell technology. Electrochemical energy storage and conversion play a key role in an energy economy with large amounts of solar and wind power; they are also key components of electromobility. We develop and apply multi-scale and multi-physics mathematical models in order to understand and improve batteries and fuel cells.

Die Speicherung von Energie mithilfe elektrochemischer Wandler ist ein integraler Bestandteil einer Energieversorgung mit hohem Anteil Sonnen- und Windstrom sowie Kernkomponente der Elektromobilität. Zur elektrochemischen Energietechnik gehören Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyseure. Sie erlauben die gegenseitige Umwandlung von elektrischer Energie und chemischer Energie. Der hohe Wirkungsgrad der Umwandlung und die hohe Energiedichte chemischer Energieträger haben diese Technologien zu einem festen Bestandteil unseres alltäglichen Lebens werden lassen.

Die Forschungsgruppe Elektrische Energiespeicherung (EES) der Hochschule Offenburg widmet sich der computergestützten Batterie- und Brennstoffzellentechnik. Wir entwickeln detaillierte Modelle und Simulationsprogramme, um virtuelle Experimente an Batterien und Brennstoffzellen durchzuführen, sie zu verstehen, zu optimieren und in Energiesysteme zu integrieren. Ziel ist die Verbesserung von Leistung, Lebensdauer, Energiedichte und Sicherheit elektrochemischer Wandler. Die Verwendung von Computersimulationen erlaubt uns dabei eine verständnisgetriebene Entwicklung unter Einsparung von Kosten und Zeit. Wir widmen uns folgenden Forschungs- und Entwicklungsthemen:

- Batterien: Lithium-Ionen-Batterie, Lithium-Luft-Batterie, Natrium-Luft-Batterie, Lithium-Schwefel-Batterie
- Brennstoffzellen: Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle, Festoxid-Brennstoffzelle

- Systemtechnik: Energiesystemsimulation, Smart Microgrids, Power-to-gas (Elektrolyse), Power-to-heat

Methodische Klammer der vielseitigen Projekte ist die Multi-Skalen- und Multi-Physik-Modellierung (Abb. 1). Modelle reichen von der Elektrode bis zum System und von der Elementarkinetik zum Wärmetransport. Zur Methodik zählt auch die Entwicklung von numerischer Simulationssoftware, insbesondere unserem hauseigenen Code DENIS ("Detailed Electrochemistry and Numerical Impedance Simulation") [1]. Begleitende Laborexperimenten werden zur Modellvalidierung und -parametrierung durchgeführt.

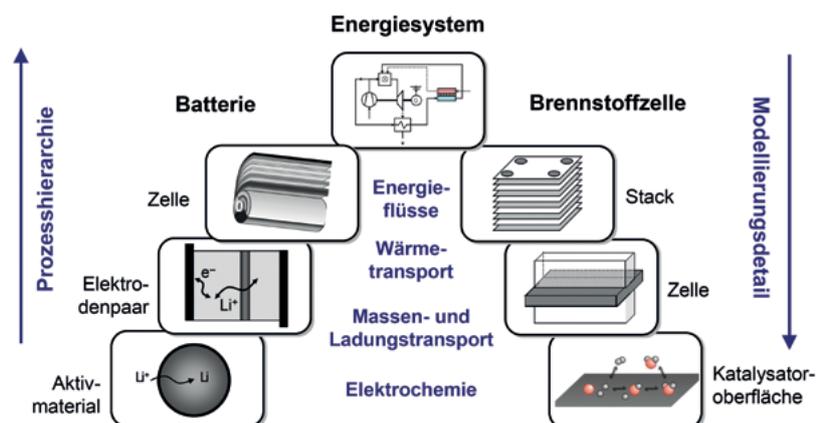


Abb. 1: Multi-Skalen- und Multi-Physik-Modellierung von Batterien und Brennstoffzellen

Die Aktivitäten werden im Rahmen von öffentlich geförderten Projekten, Industriekooperationen sowie Doktorarbeiten und studentischen Arbeiten durchgeführt. Sie sind in das Institut für Energiesystemtechnik (INES) der Hochschule Offenburg integriert. Im Folgenden werden vier exemplarische Projekte vorgestellt.

Im Projekt TempOLadung („Optimierung von Ladeverfahren einer Lithium-Ionen-Batterie unter besonderer Berücksichtigung des Temperaturverhaltens“) entwickeln wir thermische Modelle einer Lithium-Ionen-Batterie für Solarstromspeicherung mit dem Ziel, Zyklisierbarkeit und Ladeverfahren zu analysieren und zu optimieren (Abb. 2). Das vom BMBF geförderte Projekt findet in Zusammenarbeit mit dem Batteriehersteller Leclanché statt.

Im Projekt PUMA MIND („Verbesserung von PEMFC-Leistung und -Langlebigkeit durch skalenübergreifende Modellierung und numerische Simulation“) untersuchen wir Alterungsmechanismen von PEM-Brennstoffzellen für Brennstoffzellenautos. CFD-Simulationen auf Zellebene (Abb. 3) werden mit mikroskopischen Degradationsmechanismen über die Skalen hinweg gekoppelt. In virtuellen Fahrzyklen (z. B. „Neuer Europäischer Fahrzyklus“) wird die Langlebigkeit der Zellen simuliert. Das Projekt wird von der Europäischen Union gefördert und findet in Zusammenarbeit mit mehreren internationalen Forschungsgruppen aus Frankreich, Spanien, Italien und Deutschland statt.

Im Rahmen einer laufenden Doktorarbeit („Modellierung von Elektrochemie, Phasenumwandlung und Transport in Metall-Luft-Batterien“) entwickeln wir Natrium-Luft-Batterien. Diese neuartige Batterieform erlaubt eine hohe Energiedichte auf der Basis günstiger und überall vorhandener Aktivmaterialien (Natrium und Sauerstoff). Wir modellieren die elektrochemischen Reaktions- und Fällungsmechanismen, die einen entscheidenden Einfluss auf Kapazität und Zyklisierbarkeit haben (Abb. 4). Die Arbeiten finden in Zusammenarbeit mit der Universität Gießen statt.

Bei einem hochschulinternen Projekt („Modellierung und Auslegung eines lokalen intelligenten Energieversorgungsnetzes“) untersuchen wir die Kopplung einer Photovoltaikanlage mit einem Batteriespeicher für kleine regenerative Netze (Abb. 5). Die Auslegung der Anlage erfolgt so, dass die Batterie Tag- und Nachtschwankungen ausgleichen kann.

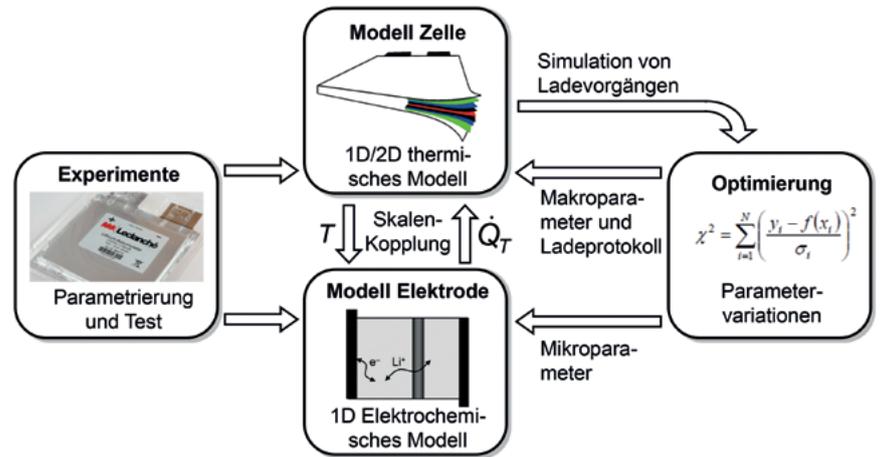


Abb. 2: Virtuelles Design und thermische Optimierung einer Lithium-Ionen-Batterie [2]

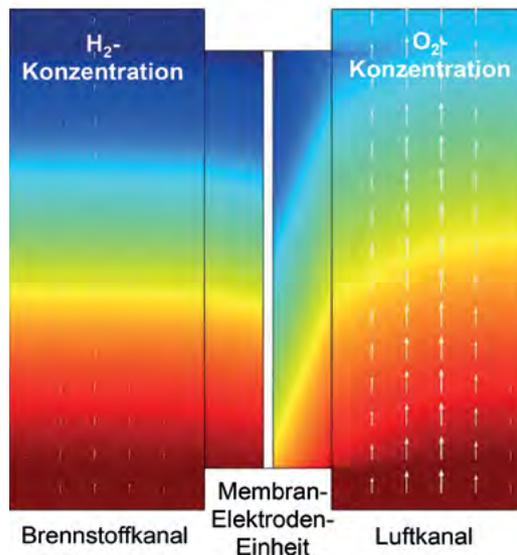


Abb. 3: Numerische Strömungssimulation einer PEM-Brennstoffzelle [3]

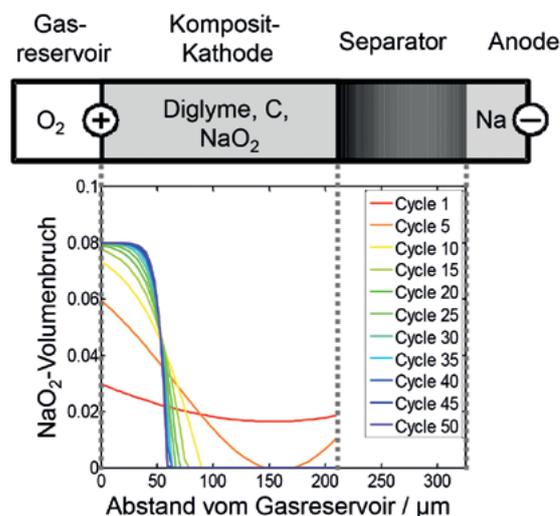


Abb. 4: Aufbau einer Natrium-Luft-Batterie und simulierte Verteilung von Natriumoxid nach 50 Lade-/Entladezyklen [4]

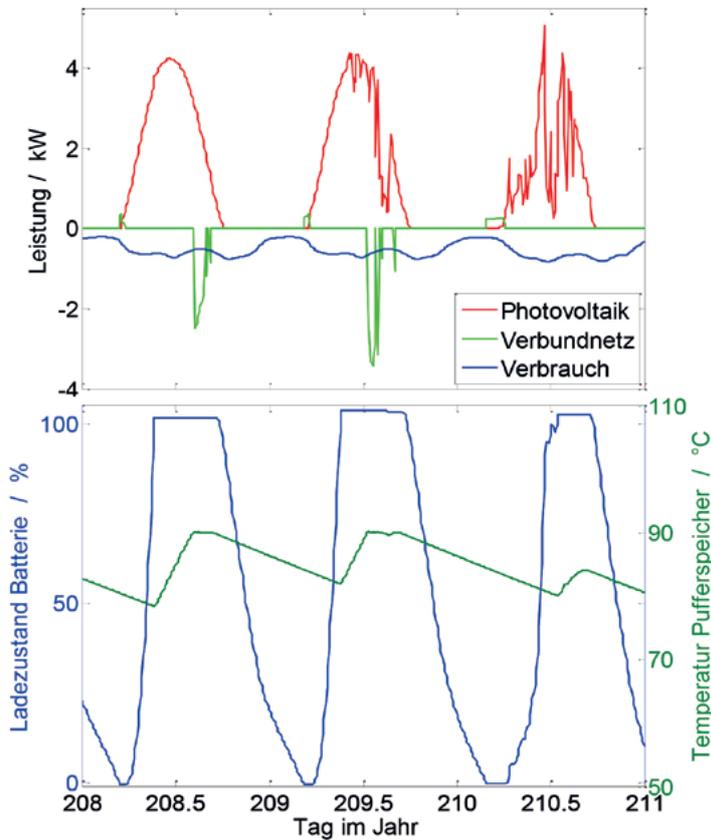


Abb. 5:
Simulation einer
PV-/Batterie-/
Wärme-
speicher-
Kombination [5]

Überschüssiger Strom im Sommer wird im Sinne von „Power-to-heat“ zur Warmwasserbereitung verwendet. Es wird außerdem die Kopplung mit einem Elektrolyseur untersucht („Power-to-gas“).

Weitere Forschungsprojekte widmen sich Lithium-Luft-Batterien (BMBF), dem thermischen Durchgehen von Lithium-Batterien (VolkswagenStiftung) sowie Festoxid-Brennstoffzellen (Helmholtz-Gemeinschaft). Die Aktivitäten werden von derzeit acht akademischen und studentischen Mitarbeitern durchgeführt.

Referenzen

- [1] J. P. Neidhardt, D. N. Fronczek, T. Jahnke, T. Danner, B. Horstmann, and W. G. Bessler, „A flexible framework for modeling multiple solid, liquid and gaseous phases in batteries and fuel cells,” J. Electrochem. Soc. 159, A1528–A1542 (2012)
- [2] C. Hellwig, S. Sörgel, and W. G. Bessler, „A multi-scale electrochemical and thermal model of a LiFePO_4 battery,” ECSTrans. 35, 215–228 (2011)
- [3] C. Bao and W. G. Bessler, „Physics-based electrochemical impedance analysis of polymer electrolyte membrane fuel cells,” J. Electrochem. Soc., eingereicht (2013)
- [4] P. Hartmann, D. Grübl, H. Sommer, J. Janek, W. G. Bessler, and P. Adelhelm, „Pressure dynamics in metal-oxygen (metal-air) batteries: a case study on sodium superoxide (NaO_2) cells,” J. Phys. Chem. C, C 118, 1461–1471 (2014)
- [5] B. Weißhar, Bachelorarbeit, Hochschule Offenburg (2014)



Forschungsgruppe: *Elektrische Energiespeicherung*
Leitung: Prof. Wolfgang Bessler, Hochschule Offenburg

AUTOR

Prof. Dr. habil. Wolfgang G. Bessler

Professur für Prozesssimulations- und Optimierungsverfahren,
Institut für Energiesystemtechnik,
Forschungsgruppe
Elektrische Energiespeicherung,
wolfgang.bessler@
hs-offenburg.de,
www.hs-offenburg.de/
bessler



Das INES-Smart-Grid-Labornetz für Forschung und Lehre

Jonas Meßmer, Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Ein dezentrales dreiphasiges Smart-Grid, wie es am Institut für Energiesystemtechnik (INES) der Hochschule Offenburg aufgebaut wird, soll einen Beitrag zu den Fragen der zukünftigen Energieversorgung liefern. Ein prädiktives Energiemanagement vernetzt den Dreiklang aus Energieverbrauchern, -speichern und -generatoren, um einen hohen Eigenverbrauch und ein Beitrag zur lokalen Netzstabilität zu leisten. Mit einem Elektrofahrzeug, mit Büroverbrauchern, einem Akkumulator, einer Wasserstoffsystemeinheit und einer PV-Anlage soll das Smart-Grid am INES exemplarisch für das Energiemanagement in Wohngebäuden und kleineren Betrieben entwickelt und erforscht werden.

The Institute for Energy System Technology (INES) at Offenburg University of Applied Sciences is building a decentralized, three-phase smart grid aimed at tackling the issue of future energy supply. A predictive energy-management system combines the triad of energy consumers, storages and generators to reach high internal consumption and contribute to local grid stability. Exemplarily using an electric car, office consumers, a storage battery, a hydrogen system unit and a PV installation, INES is investigating and developing the smart grid as a showcase for energy management in residential buildings and small companies.

Für die reale Untersuchung der optimalen Verknüpfung von Energieerzeugern, -verbrauchern und -speichern entsteht derzeit am Institut für Energiesystemtechnik (INES) ein dreiphasiges Laborstromnetz im Technikumsmaßstab.

Ziel ist es, gängige Komponenten einzubinden sowie eine effiziente Vernetzung und Energieausnutzung zu entwickeln. Die Betrachtung des Gesamtsystems steht hierbei im Vordergrund, wobei die einzelnen Komponenten als Teilnehmer im Verbund agieren. Die Kriterien für den Betrieb des INES-Smart-Grids sind eine bedarfs- und angebotsoptimierte Speicherladung, hoher Eigenverbrauch, Entlastung des öffentlichen Netzes sowie die Bereitstellung von Regelenergie. Durch den weltweiten Aufbau von dezentralen Kraftwerken wie PV-Anlagen, BHKWs und Kleinwindkonverter ist das INES Smart-Grid als Modell für die Vernetzung in Wohngebäuden sowie in kleinen und mittleren Industriebetrieben zu sehen.

Abb. 1:
Ansicht des INES-Institutsgebäudes auf dem Campus Nord der Hochschule Offenburg in Bohlsbach mit Wasserstoffsystemeinheit (hinten, links), Photovoltaik Carport und Elektrofahrzeug



Die Entwicklung des INES-Smart-Grids baut auf den Erfahrungen der Forschungsgruppe net mit der Energieinsel auf. 2013 wurde dieses einphasige Inselnetz mit PV-Generator, BHKW und Batteriespeicher um eine Lernecke erweitert. Diese angekoppelte Verbrauchsstruktur, bestehend aus einer Arbeitsplatzbeleuchtung und -stromversorgung, wurde für die Energieinsel konzeptioniert, auslegungstechnisch umgesetzt und in eine Automationsumgebung programmiert, sodass ein Energiemanagement mit Verbrauchern, Speichern und Generatoren möglich ist.

Beim Projekt des Bundesministeriums BMVBS „Effizienzhaus Plus“ in Berlin, einem Modell Einfamilienhaus, wurde die Vernetzung von Verbrauchern, Erzeugern und Speichern durch die fignet im INES bereits untersucht. Ziel des implementierten Energiemanagements, das mithilfe von Systemmodellen und prädiktiven Verfahren arbeitet, war die Minimierung des Netzbezugs durch eine möglichst hohe Eigenverwendung der erzeugten Energie unter Minimierung von Speicherverlusten und einem optimalen Ertrag aus der Netzeinspeisung.

Komponenten des INES-Smart-Grids

Das dreiphasig ausgelegte Wechselstromnetz am Standort Campus Nord basiert auf der Nutzung von erneuerbaren Energiequellen. Auf dem Carport neben dem Georg-Dietrich-Kollegiengebäude sind drei Photovoltaikgeneratoren mit unterschiedlichen Neigungswinkeln installiert. Damit erhöht sich der Ertrag in den Morgen- und Nachmittagsstunden sowie in der Winterzeit, um über den Tag und das Jahr eine gleichmäßigere Versorgung zu bekommen.

Die Energiespeicher bestehen aus einer Bleibatteriebank und einer Wasserstoffsystemeinheit. Letztere ist ein untergeordnetes System, bestehend aus einem alkalischen Druckelektrolyseur, einem Flaschenbündel als Wasserstoffspeicher und einer PEM-Brennstoffzelle. In einer Doppelfunktion als Energiespeicher und -nutzer agiert das INES-Elektrofahrzeug. Allerdings kann die Traktionsbatterie derzeit nur beladen werden. Als weitere Verbraucher sind drei Büros des Georg-Dietrich-Kollegiengebäudes integrierbar. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Komponenten des INES-Smart-Grids.

Für die Zukunft sind die Einbindung eines Windrads sowie eines BHKWs mit angeschlossener Biogasanlage geplant. Mit letzterem soll ein thermisches Energienetz den elektrischen Verbund um eine Dimension erweitern.

Generator	
Photovoltaik	Modulfläche: 44 m ² ; Leistung: 6,48 kWp
Speicher	
Wasserstoffsystem: Elektrolyseur H ₂ -Speicher PEM-Brennstoffzelle Bleibatteriebank	Leistung: 5,4 kW; H ₂ -Produktion: 1 m ³ /h i.N. Kapazität: 18 m ³ i.N. Maximale Leistung: 1,7 kW Kapazität: 12 x 546 Ah
Verbraucher	
Elektrofahrzeug Büros	Batteriekapazität: 24 kWh 8 PC-Arbeitsplätze

Tabelle 1:
Komponenten des INES-Smart-Grids

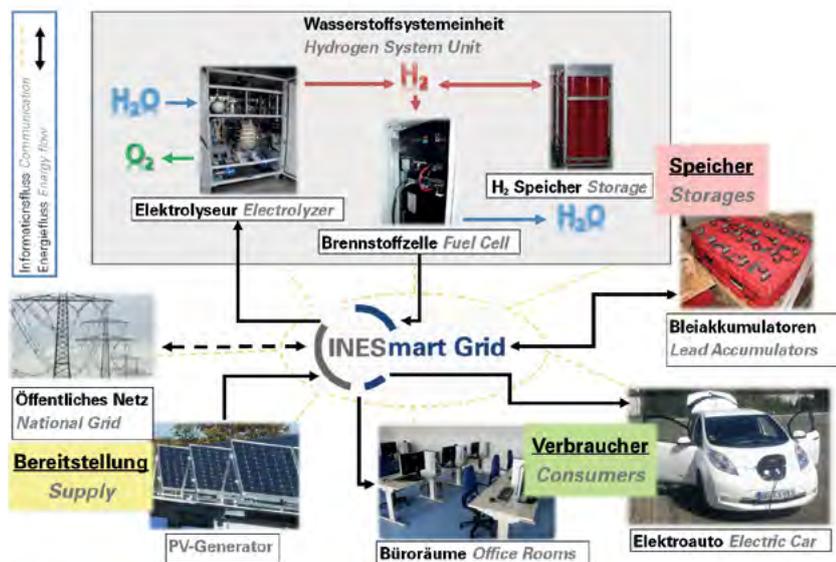


Abb. 2:
Übersicht der INES-Smart-Grid-Komponenten

Energiernetz-Management

Der zunehmende Ausbau an erneuerbaren Energiesystemen führt mit seiner fluktuierenden Energiegewinnung zu Spitzen und Schwankungen, die sich negativ auf die Netzstabilität auswirken. Autonom arbeitende prädiktive Energiemanagementsysteme (PEMS) optimieren dabei die Energieströme im Gesamtsystem. Das PEMS, das im Gegensatz zu einem traditionellen Energiemanagementsystem mit Bedarfs- und Erzeugungsprognosen arbeitet, steuert den Energiefluss im lokalen Stromnetz so, dass die Netzeinspeisung sowie der Netzbezug verstetigt werden und damit das gesamte öffentliche Stromnetz geschont wird. Durch Assistentenprogramme, die dem PEMS Prognosen des PV-Stromangebots, des Strombedarfs der elektrischen Verbraucher sowie der Nutzungszeit liefern, werden Regeln festgelegt, die wiederum unterschiedliche Entscheidungen und Aktionen auslösen. [1]

Konkret geht es darum, einerseits das Stromangebot durch Ertragssimulationen für den INES-PV-Generator in Kombination mit lokalen Wetter- und Einstrahlungsprognosen zu errechnen. Andererseits ist der Strombedarf durch die Erfassung von Lastprofilen zu bestimmen bzw. die Nutzung des Elektrofahrzeugs über ein Online-Buchungssystem zu erfassen.

Eine zentrale Aufgabe des Energiemanagements ist u.a. die Spannungs- und Frequenzstabilisierung durch die Einbindung der Speicher (Batterie, Wasserstoff-/Brennstoffzelle und Traktionsbatterie). Die benötigte Energie wird entsprechend der Nachfrage direkt von der Quelle oder zur Überbrückung aus dem Speicher bezogen. So wird das Elektrofahrzeug nur dann beladen, wenn es benötigt wird oder ein lokales Überangebot im INES-Stromnetz besteht. Eine weitere Stufe ist dann die Einbindung des öffentlichen Netzes. Bei Überlast kann Strom aus dem Netz des EVUs im INES-Stromnetz eingespeichert werden. Umgekehrt wird zu Zeiten von Spitzenlast Strom aus den lokalen Speichern genommen, anstelle des Netzbezugs und so Regelenergie bereitgestellt.

Ausblick

Neben der elektrischen Vernetzung der Komponenten geht es in den nächsten Monaten darum, ein passendes Datenkommunikationsnetz für die Automation aufzubauen. Kriterien für das automationsgestützte Energiemanagement ist einerseits die Systemstabilität für einen kontinuierlichen Betrieb und andererseits die Systemflexibilität zur Integration verschiedener Komponenten und Steueralgorithmen. Entscheidend sind ebenfalls die Umsetzbarkeit sowie die Übertragbarkeit.

Das INES-Labornetz soll auch eine Plattform bieten, um das Verhalten anderer Komponenten in einer Umgebung mit aktivem Energiemanagement zu untersuchen. Neben den Forschungsaktivitäten bietet das Smart-Grid die Möglichkeit für Studierendenpraktika, Projekt- und Abschlussarbeiten zu energietechnisch aktuellen Themen.

Referenzen

[1] Martin Schmelas, Thomas Feldmann, Elmar Bollin: „Prädiktives Energiemanagement im Effizienzhaus Plus“, Beiträge aus Forschung und Technik 2013, Offenburg, 2013

AUTOREN

Jonas Meßmer, M.Sc.

INES-Mitarbeiter
jonas.messmer@
hs-offenburg.de



Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Institutsleitung IAF und INES,
Leitung Forschungsgruppe net
Lehrgebiete: Solarthermie,
Nachhaltige Energietechnik,
Gebäudeautomation
elmar.bollin@hs-offenburg.de



Messtechnische Evaluation energie-effizienter Gebäudetechnik

Prof. Dr. Jens Pfafferott

Das neue Raumklimalabor der Forschungsgruppe Advanced Building Technologies besteht aus drei Klimakammern – einer begehbaren Außenklimakammer und zwei baugleichen thermisch schweren Prüfräumen – und dient der Entwicklung neuer Flächentemperiersysteme, etwa Heiz- und Kühldecken, thermoaktiver Bauteilsysteme in der Decke, Wandheizsysteme oder Fußbodenheizung bzw. -kühlung sowie der Optimierung dieser energieeffizienten Wärmeübergabesysteme mit der Lüftungstechnik.

The new Indoor Environment Quality (IEQ) Laboratory consists of three climate chambers: A walk-in climate chamber for the simulation of the ambient climate and two identically constructed rooms with a high thermal inertia. The climate chamber and the rooms are connected by a changeable light-weight façade system. Advanced building technologies such as thermo-active buildings systems, radiant heating and cooling systems, high-performance air-conditioning components or façade-integrated components can be evaluated under practically relevant conditions of use in the IEQ Lab.

Die Forschungsgruppe Advanced Building Technologies ABT entwickelt am Institut für Energiesystemtechnik INES innovative Gebäudesysteme gemeinsam mit der mittelständisch geprägten Industrie für Technische Gebäudeausrüstung (TGA) weiter.

Im Raumklimalabor der Hochschule Offenburg (Abbildung 1) werden hocheffiziente Lüftungs-, Heiz- und Kühlkonzepte messtechnisch unter praxisnahen, dynamischen Bedingungen im Gesamtsystem untersucht.

Die Energiewende stellt auch die Baubranche vor große Herausforderungen. So werden zukünftige Gebäude in Neubau und perspektivisch auch in der Sanierung Null-Energiegebäude sein. Gebäudekonzepte und Komponenten der Energieversorgung sind auf dieses Ziel hin zu optimieren. Besondere Berücksichtigung findet im Baubereich wegen der langen Erneuerungszyklen dabei die Forderung nach Investitionssicherheit und damit einhergehend nach Haltbarkeit und Zukunftsfähigkeit.

Niedrig- und Null-Energiegebäude können wegen ihrer vergleichsweise ausgeglichenen Energiebilanz und ihren geringen Lastschwankungen in Verbindung mit entsprechend dimensionierten Speichersystemen darüber hinaus vorteilhaft als netzreaktives System im Stromnetz (sogenannten Smart-Grid-Konzepten) genutzt werden.



Abb. 1:

Raumklimalabor am Institut für Energiesystemtechnik INES

Das Raumklimalabor besteht aus einer begehbaren Klimakammer und zwei thermisch schweren Prüfzellen. Die begehbare Außenklimakammer stellt Temperaturen zwischen -40 und +80 °C bei einem weiten Feuchtebereich und variablen Luftgeschwindigkeiten zur Verfügung. Ein Sonnensimulator bildet auch solare Wärmegevinne im Winter bzw. Kühllasten im Sommer ab. Zwischen Außenklimakammer und den beiden Prüfzellen können unterschiedliche Fassadensysteme (auch mit fassadenintegrierter Klima- und Lüftungstechnik) eingesetzt werden. Größe und Bauphysik der beiden baugleichen Prüfräume entsprechen einem Standardbüroraum, wobei auch eine Systembewertung für Wohngebäude im Labor möglich ist.

In den beiden Prüfkammern können jeweils bis zu sechs verschiedene Flächentemperiersysteme (Abbildung 2) getestet und im Zusammenspiel mit Lüftungskonzepten bewertet werden. Damit können viele verschiedene Heiz-, Kühl- und Lüftungs- bzw. Klimakomponenten einzeln und in Wechselwirkung unter statischen oder dynamischen Betriebsbedingungen untersucht werden.

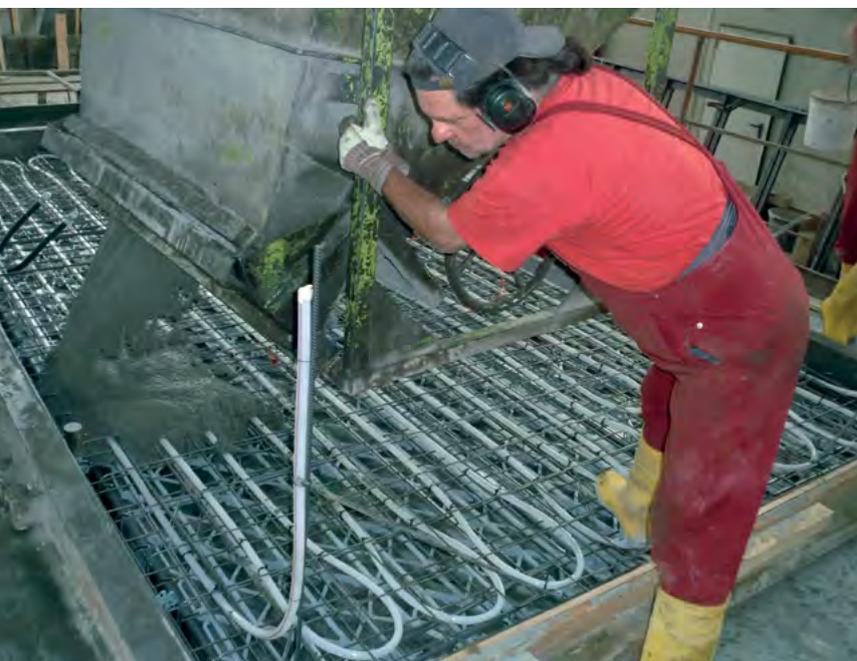


Abb. 2:
Fertigung der Prüfräume mit thermischer Bauteilaktivierung (TABS) im Betonwerk

Lüftungsanlagen und Flächentemperiersysteme, die mit geringen Über- bzw. Untertemperaturen arbeiten, gelten als Schlüsseltechnologien in Nullenergiegebäuden (Neubau) oder nachhaltigen Sanierungsprojekten. Diese sogenannten LowEx-Systeme sind die Grundvoraussetzung für einen energieeffizienten Einsatz von Wärmepumpen, Solarthermie und Biomasse, der thermischen Kälteerzeugung und der Kraft-Wärme-Kopplung. Sie bilden damit die Grundlage für den intelligenten Einsatz von Umweltenergie und netzgebundener Energie in Gebäuden.

Im Raumklimalabor können komplette Klimakonzepte mit diesen TGA-Komponenten einschließlich der Gebäudeautomation für verschiedene Bauqualitäten unter verschiedenen Witterungsbedingungen und für verschiedene anlagentechnische Ausstattungen unter den Aspekten Energieeffizienz und Komfort umfassend bewertet werden. Dazu steht eine umfangreiche messtechnische Ausstattung zur Verfügung.

Unter praxisnahen Randbedingungen konnten zunächst im stationären Betrieb die Produktangaben mit typischen Heizleistungen zwischen 30 und 40 W/m² und Kühlleistungen zwischen 40 und 70 W/m² für die oberflächen-nahe und die thermisch träge Bauteilaktivierung in Mittellage bestätigt werden.

Die modellbasierte Datenauswertung von Sprungantworten liefert die für die Reglereinstellung wichtigen Zeitkonstanten der einzelnen Systeme. Abbildung 3 zeigt je zwei Systemantworten (hier: Rücklauf- und Raumtemperatur) für einen Sprung der Vorlauftemperatur von 20 auf 30 °C für das träge und das agile Flächentemperiersystem in den beiden Prüfräumen bei Wärmestromdichten von rund 45 W/m². Die Zeitkonstante τ kann für die beiden Subsysteme TABS und Raum über den Zusammenhang

$$\tau_{TABS} [h] = \frac{mc_{TABS} \left[\frac{Wh}{K} \right]}{UA_{TABS} \left[\frac{W}{K} \right]} \quad \text{bzw.} \quad \tau_{Raum} [h] = \frac{mc_{Raum} \left[\frac{Wh}{K} \right]}{UA_{Raum} \left[\frac{W}{K} \right]}$$

analytisch bestimmt und messtechnisch validiert werden. Die Zeitkonstante des Prüfraums beträgt (bei einem Luftwechsel von 1 h⁻¹ während der Versuche) rund 20 Stunden, die Zeitkonstante der thermisch trägen TABS in Mittellage 11 Stunden und der thermisch agilen oberflächennahen TABS 3 Stunden.

Die Sprungantwort zeigt Raum- und Rücklauftemperatur. Zwar wären neben der Raumtemperatur die ebenfalls gemessenen Bauteiltemperaturen für eine theoretische Auswertung besser geeignet. Da diese in realen Gebäuden aber nicht zur Verfügung stehen, werden hier die auch in der Praxis verfügbaren Messwerte der Raum- und Rücklauftemperatur verwendet. Damit ist eine Übertragung der Ergebnisse in die Praxis einfacher.

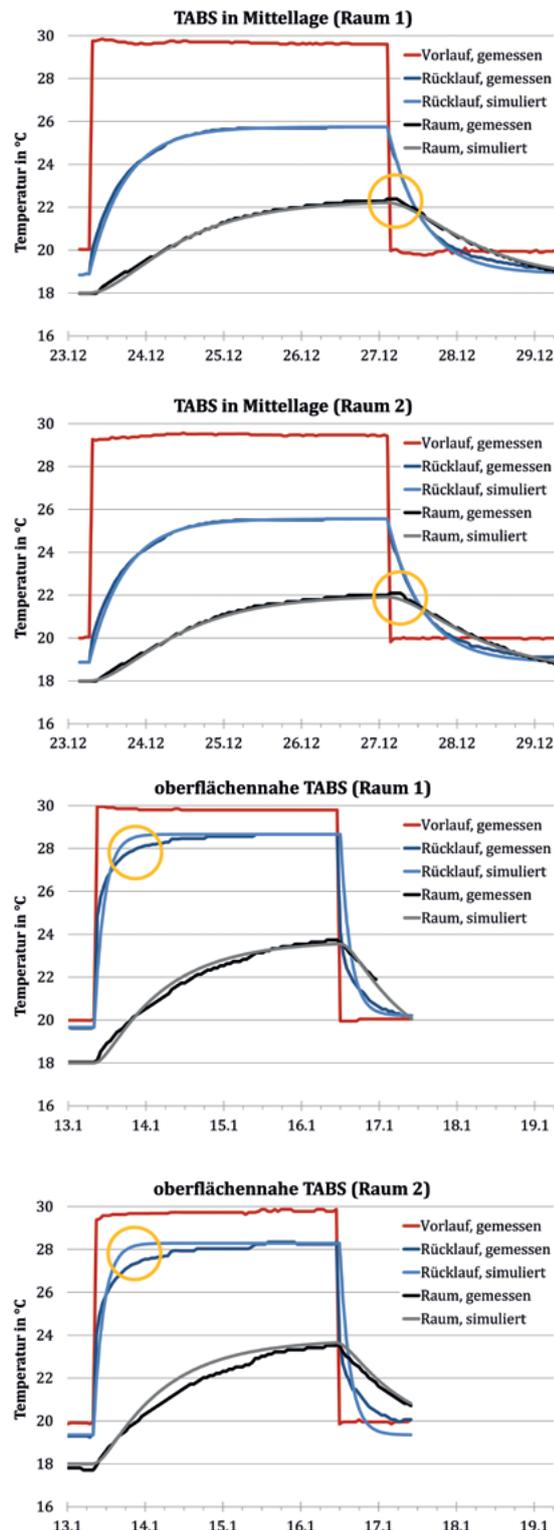


Abb. 3: Sprungantworten von je zwei Flächentemperiersystemen in den beiden Prüfräumen im Vergleich mit einer modellbasierten Auswertung. Die Kreise weisen auf wesentliche Modellabweichungen hin

Näherungsweise gelingt eine analytische Beschreibung der aufgezeichneten Sprungantworten auf Basis eines Ersatzsystems mit zwei einfachen Verzögerungsgliedern. In den ersten Stunden nach einem Sprung liefert dieses Modell für das thermisch träge System eine abweichende (hier: etwas zu hohe) Raumtemperatur. Für das thermisch agile System liefert das Modell demgegenüber eine abweichende (hier: etwas zu geringe) Rücklauftemperatur. Da im tatsächlichen Gebäudebetrieb gerade Zeitintervalle von wenigen Stunden eine große Rolle spielen, müssen die Modelle hier verbessert werden. Dazu werden am Institut für Energiesystemtechnik INES aktuell unterschiedliche Modelltiefen in der Versuchsauswertung untersucht. Die Ergebnisse fließen einerseits in die Weiterentwicklung der Produkte und der Systemtechnik und andererseits in die Entwicklung konventioneller Regelalgorithmen und modellprädiktiver Regler ein.

Die begehbare Klimakammer wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert, die beiden Prüfräume von den Firmen Zehnder und Uponor und die Messtechnik aus Mitteln der Hochschule Offenburg. Die langjährigen Erfahrungen mit thermischen Untersuchungen an Bauteilen und in Klima- und Lüftungssystemen können mit der Inbetriebnahme des neuen Raumklimalabors nun erheblich ausgeweitet werden. Die Studierenden lernen hier innovative Gebäudesysteme in der praktischen Anwendung kennen. In Forschung und kooperativer Entwicklung steht der TGA-Industrie und der Baubranche ein innovatives Labor zur Verfügung.

AUTOR

Prof. Dr. Jens Pfafferoth

Institut INES, Forschungsgruppe Advanced Building Technologies
 Lehrgebiete: Thermodynamik, Mess- und Regelungstechnik, Technische Gebäudeausrüstung, Planung und Betrieb energietechnischer Anlagen
jens.pfafferoth@hs-offenburg.de





Eco Photonics Advanced Research at Oberrhein (Eco-PhARO)

eine fakultätsübergreifende Forschungseinrichtung unter Leitung von Prof. Dr. Dan Curticapean

Das Eco-PhARO – Photonics Institute befasst sich mit der Entwicklung von optischen und photonischen Anwendungen. Die Forschungstätigkeiten des Instituts fokussieren sich auf Lösungen mit einem Spektrum von optischen Sensoren bis hin zu medizintechnischen Anwendungen.

Das Institut strebt zahlreiche Kooperationen mit Unternehmen aus der regionalen und überregionalen Umgebung an. Forschungsaktivitäten mit nationalen und internationalen Universitäten und Forschungseinrichtungen sind im Gang. Dadurch wird die Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit der Professoren sowie die Unterstützung von Studierenden in Forschung und Lehre sowie Doktoranden bei der Erstellung ihrer Abschluss- bzw. Forschungsarbeit beabsichtigt.

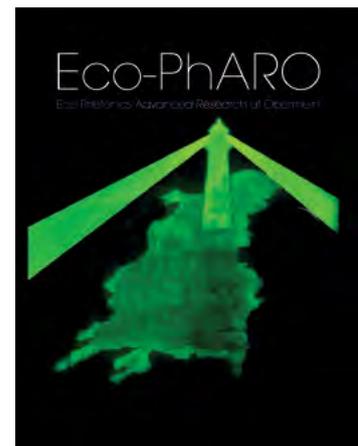
Ziel ist es, einen aktiven Know-how Transfer von Forschungsergebnissen und Patenten in die Praxis umzusetzen und die jungen Nachwuchswissenschaftler in diesem Forschungsgebiet zu begeistern und zu fördern.

Mitglieder des Photonics Instituts sind Professoren und wissenschaftliche Mitarbeiter der Hochschule Offenburg, auch externe Mitglie-

der sind willkommen. Das Institut wird durch Prof. Dr. Dan Curticapean und stellvertretend durch Prof. Dr. Schröder geleitet. Im Team des Eco-PhARO-Instituts sind zurzeit vier Professoren und vier wissenschaftliche Mitarbeiter aus verschiedenen Fachgebieten wie z.B. Mechatronik, Photonik, Medientechnologie, Elektrotechnik sowie Projektmanagement tätig. Dadurch werden neue Forschungsanwendungsgebiete eröffnet und Projekte interdisziplinär gelöst. Entsprechend ergeben sich Möglichkeiten für Studierende unterschiedlicher Studienrichtungen praxisorientierte Forschungs- und Projektarbeiten auszuführen.

Das Eco-PhARO – Photonics Institute ist derzeit an zwei laufenden Projekten der Hochschule beteiligt und führt im Rahmen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) Forschungen an einem bewilligten ZIM-Projekt durch. Zurzeit werden intensive Gespräche mit Partnern aus der Wirtschaft und Forschung auf dem Gebiet der Sensorik des Condition-Monitorings, der Bildverarbeitung, Medizintechnik sowie Navigation durchgeführt.

*Juni 2013:
Institutsneugründung*



Nahe-Infrarot-Spektroskopie beim Halswirbelsäulen-Distorsionstrauma

Prof. Dr. Andreas Otte, Prof. Dr. Dan Curticepan

Das Konzept aus dem vorliegenden Beitrag wurde dem Fachpublikum am 9. Oktober 2013 auf der *Frontiers in Optics 2013/Laser Science XXIX* in Orlando/Florida vorgestellt. Der Beitrag enthält daher Teile aus den bereits veröffentlichten *Proceedings*¹. In dem neuen Konzept geht es darum, zerebrale Perfusionsveränderungen bei chronifizierten Symptomen nach HWS-Schleudertrauma nicht-invasiv und ohne ionisierende Strahlung mithilfe der Nahe-Infrarot-Spektroskopie darzustellen.

We present a new approach for the non-invasive and non-ionizing diagnostics of brain perfusion alterations in late whiplash syndrome patients using real-time functional near-infrared spectroscopy measuring hemoglobin changes during cognitive stress induced by psychological tests (e.g., the mini-mental state examination, MMSE, or the Wechsler Memory Scale, WMS-IV) and electromyography-controlled upper neck muscle endurance tests.

Einleitung

Etwa 5% der Patienten nach einem Halswirbelsäulen-Distorsionstrauma (dem sog. HWS-Schleudertrauma) entwickeln chronische und erheblich einschränkende Beschwerden, die unter dem Begriff des sog. späten HWS-Schleudertrauma-Syndroms zusammengefasst werden [1]. Diese Beschwerden umfassen ein weites Spektrum an extra-, aber auch intrazerebralen Symptomen, wie z.B. Nackenschmerzen, Nackensteifigkeit, temporomandibuläre Dysfunktionen, Kopfschmerzen, Benommenheit, Schwindel, Tinnitus, Konzentrations-, Aufmerksamkeits- und Gedächtnisstörungen sowie häufig visuelle Symptome wie Verschwommensehen und Oszillopsien.

suchter Patienten zeigen (Übersicht in [2]). Der Befall der parieto-okzipitalen Region würde viele der oben beschriebenen intrazerebralen Symptome bei diesen Patienten erklären. Diese Ergebnisse wurden jüngst von Linnman et al. (Center for Pain and the Brain, Boston Children's Hospital, Harvard Medical School, USA) bestätigt [3,4].

In einer früheren Pilotstudie von uns zeigte die Perfusions-SPECT parieto-okzipitale Perfusionsverminderungen nur bei 1/8 der Patienten mit Lumbalgie [5]. Daher nehmen wir an, dass die beobachtete zerebrale Hypoperfusion beim HWS-Schleudertrauma-Syndrom keine unspezifische Folge von Schmerz ist. Da jedoch in unserer Pilotstudie 6/7 einer Vergleichspatientengruppe mit nicht-traumatischen chronischen zervikalen Schmerzen (d.h. mit HWS-Schmerzen, die nicht durch Schleudertrauma bedingt waren) ebenfalls eine beidseitige parieto-okzipitale Minderdurchblutung aufwies, ist es unserer Ansicht nach unwahrscheinlich, dass die parieto-okzipitale Hypoperfusion beim HWS-Schleudertrauma-Syndrom die Folge einer direkten Gehirnschädigung ist [5]. Wir vermuten daher, dass diese Minderdurchblutung im Gehirn durch nozizeptive Afferenzen aus der oberen Halswirbelsäule verursacht wird. Moskowitz und Buzzi konnten nämlich bereits 1991 zeigen, dass eine experimentelle Stimulation schmerzsensitiver Afferenzen zu einer erhöhten Vasopeptidausschüttung und Veränderungen des kranialen Gefäßsystems

Während konventionelle radiologische Verfahren – wie beispielsweise die Computertomographie oder Magnetresonanztomographie – in den meisten Fällen bei Patienten mit spätem HWS-Schleudertrauma-Syndrom keine morphologischen (d.h. anatomischen) Gehirnveränderungen detektieren, konnten funktionelle Bildgebungsverfahren der Nuklearmedizin – wie die Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT) oder Positronen-Emissionstomographie (PET) – unter Verwendung verschiedener Radiotracer (^{99m}Tc-Hexamethyl-Propylenaminnoxim, ^{99m}Tc-Ethylen-Biylidcysteinat bzw. ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose) eine statistisch signifikante zerebrale Hypoperfusion bzw. einen statistisch signifikanten Hypometabolismus in der parieto-okzipitalen Region bei einer Vielzahl unter-

¹ Otte A, Neculae A, Curticepan D. Near-infrared spectroscopy for real-time brain perfusion diagnostics in patients with late whiplash syndrome, in: *Frontiers in Optics 2013*, P. Delyett, Jr. and D. Gauthier, eds., OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2013), paper JW3A.25. <http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URI=LS-2013-JW3A.25>

führt [6]. Da die parieto-okzipitale Region im hinteren Wasserschlagengebiet der großen hirnversorgenden Arterien – zwischen A. cerebri media und A. cerebri posterior – liegt, ist diese Region vermutlich die auf (durch erhöhte Peptidausschüttung bedingte) Vasokonstriktion am empfindlichsten reagierende Zone. Dies könnte die Erklärung für die zerebralen Defizite beim HWS-Schleudertrauma-Syndrom sein, bei dem vermehrt nozizeptive Afferenzen aus der oberen Halswirbelsäule Signale zum Gehirn senden, die den beschriebenen zerebrovaskulären Regelkreis triggern.

Neues Konzept

Auf Grundlage der oben beschriebenen Hypothese und der Ergebnisse vieler SPECT- und PET-Studien, die eine parieto-okzipitale Hypoperfusion beim HWS-Schleudertrauma-Syndrom ergaben [2], möchten wir im Folgenden ein neues Konzept für die Diagnostik bei dieser Patientengruppe vorstellen, das nichtinvasiv und im Gegensatz zur SPECT und PET ohne ionisierende Strahlung erfolgen kann. Dieses Konzept stützt sich auf die funktionelle Nahe-Infrarot-Spektroskopie (fNIRS), ein optisches Verfahren.

Die fNIRS erlaubt im Wellenlängenbereich von 700 – 900 nm die Messung endogener Konzentrationen von Chromophoren, wie z.B.

Hämoglobin [7,8]; diese Messung geschieht durch den intakten Kopf. Die durch fNIRS bestimmbaren Größen sind das oxygenierte Hämoglobin (HbO_2), das desoxygenierte Hämoglobin und das gesamte Hämoglobin. Unter der Annahme, dass der Hämatokrit konstant ist, werden die Veränderungen des Hämoglobinwerts als Indikator für Veränderungen des zerebralen Blutflusses ausgewählt. Den zerebralen Blutfluss verändert man nun mit geeigneten kognitiven Stresstests oder durch Elektromyographie (EMG)-kontrollierter Muskelererschöpfungstests der oberen Hals- und Nackenmuskulatur.

Dabei nehmen wir an, dass Patienten mit chronischen Hals- und Nackenschmerzen unabhängig davon, ob diese traumatisch oder nichttraumatisch bedingt sind, einen im Vergleich zu gesunden Probanden erhöhten Muskelererschöpfungsgrad aufweisen. Falls die o.g. Hypothese der nozizeptiven Afferenzen als Ursache für eine zerebrovaskuläre Dysregulation zutrifft, würden wir in der fNIRS eine Verminderung der parieto-okzipitalen Perfusion sowohl bei einem Muskelstresstest als auch bei kognitiven Stresstests (z.B. dem Mini-Mental-Test oder dem Wechsler Memory-Scale-Test, WMS-IV) feststellen können. Beide Konditionen, physischer und psychischer Stress, können dabei in Echtzeit durch fNIRS gemessen werden (siehe Abbildung).

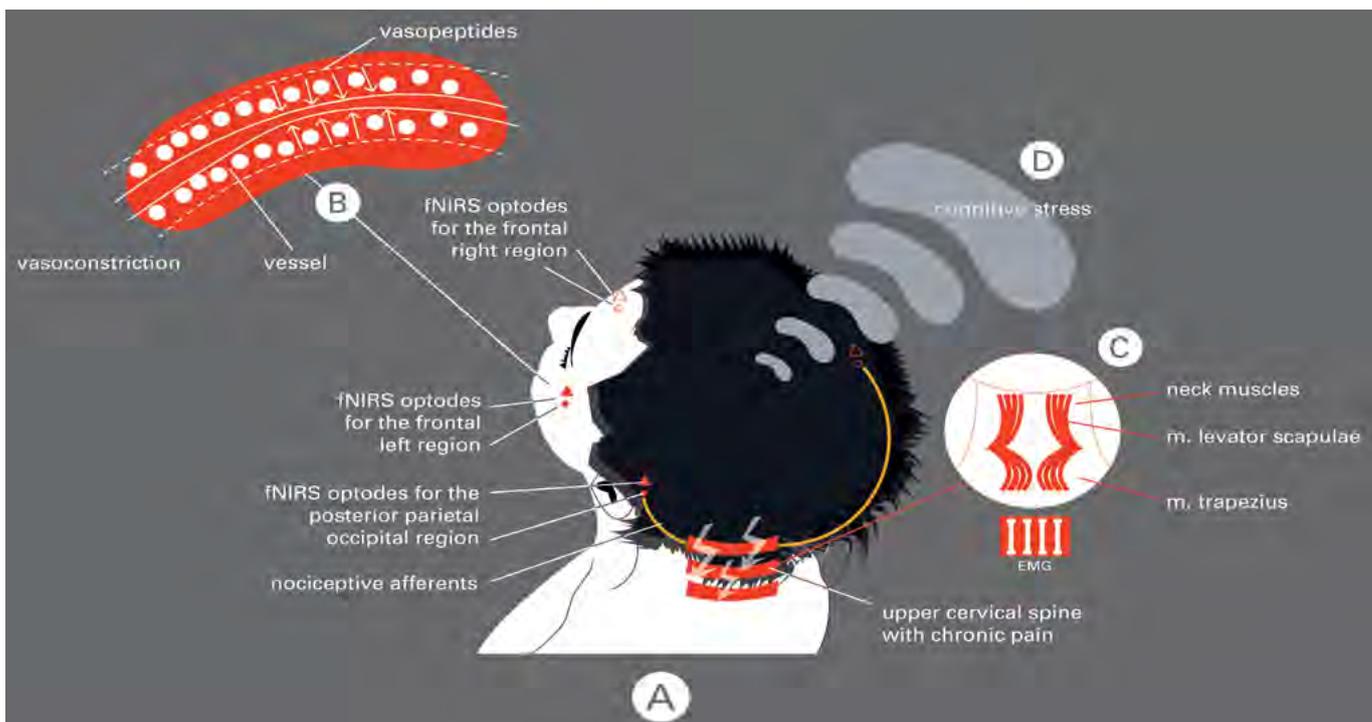


Abb. 1: Schema unseres neuen Konzepts zur Echtzeit-Diagnostik von Hirnpermutationsveränderungen bei Patienten mit spätem HWS-Schleudertrauma-Syndrom unter Verwendung von fNIRS während kognitiver und EMG-kontrollierter Muskelererschöpfungstests. A: Überblick; B: modifizierte Moskowitz-Hypothese [6], siehe Text; C: EMG-kontrollierter Hals-/Nackenererschöpfungstest; D: kognitiver Stress durch psychologische Tests

Fazit

Die fNIRS könnte eine vielversprechende neue Möglichkeit zur Diagnostik des HWS-Schleudertrauma-Syndroms werden. Sie hätte gegenüber den bisherigen nuklearmedizinischen Verfahren SPECT und PET den großen Vorteil eines nicht-ionisierenden und nicht-invasiven Verfahrens; darüber hinaus lassen sich mit ihr Perfusionsveränderungen des Gehirns in Echtzeit darstellen. Die Methode könnte dazu beitragen, mehr über diese Erkrankung herauszufinden; möglicherweise ließen sich auch neuartige medizintechnische Therapieansätze, wie z.B. Neuroschrittmachersysteme [9], ergründen.

Darüber hinaus könnte die fNIRS zukünftig für viele verschiedene andere Anwendungen im Bereich der Neurowissenschaften eingesetzt werden, Anwendungen, bei denen es insbesondere um funktionelle zerebrale Veränderungen als Antwort auf kognitive Aktivierung bzw. die Beeinflussung der Reizverarbeitung bei psychologischen Fragestellungen (ePriming) geht.

N.B.: Wir haben für unseren Studiengang Medizintechnik jüngst ein portables fNIRS- sowie ein ebenfalls mobiles EMG-System angeschafft und setzen diese Systeme künftig in Lehre und Forschung ein.

Dank

Wir danken Frau Linda Kunath-Ünver (grafik.werkstatt, Studierende m.gp 7) für die grafische Umsetzung von Abb. 1.

Referenzen/References

- [1] Spitzer WO, Skovron ML, Salmi LR et al. (1995) Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders: Scientific monograph of the Quebec Task Force on Whiplash-Associated Disorders. Redefining „whiplash“ and its management. Spine 20 (Suppl): 1-73.
- [2] Otte A. Whiplash Injury: New approaches of functional neuroimaging (2012) Springer Heidelberg, Dordrecht, London, New York, ISBN 978-3-642-28355-0.
- [3] Linnman CN, Appel L, Furmark T, Söderlund A, Gordh T, Langström B, Fredrikson M (2012) Response to Dr Otte: Functional neuroimaging in whiplash injury. Eur J Pain 16:162–163.
- [4] Otte A (2012) Functional neuroimaging in whiplash injury. Eur J Pain 16:160-161.
- [5] Otte A, Mueller-Brand J, Fierz L (1995) Brain SPECT findings in late whiplash syndrome. Lancet 345: 1513-1514.
- [6] Moskowitz MA, Buzzi MG (1991) Neuroeffector functions of sensory fibers. Implications for headache mechanisms and drug actions. J Neurol 238 (Suppl 1):18-22.
- [7] Chance B (1991) Optical method. Annu Rev Biophys Chem; 20:1-28.
- [8] Chance B, Zhuang Z, Unah C, Alter C, Lipton L (1993) Cognition-activated low-frequency modulation of light adsorption in human brain. Proc Natl Acad Sci USA; 90:3770-3774.
- [9] Otte A (2013) Deep-brain stimulation for Parkinson's disease. N Engl J Med 368:483. DOI: 10.1056/NEJMc1214078

AUTOREN

Prof. Dr. med. Andreas Otte

Facharzt für Nuklearmedizin,
Studiengang Medizintechnik
Fakultät Elektrotechnik u. Informationstechnik
Institutsmitglied IAF und Eco-PhARO
Lehrgebiete: Anatomie, Physiologie, Krankheitslehre, Neurowissenschaften, Radiologie und Nuklearmedizin, Klinische Prüfung in der Medizintechnik, Wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren
Forschungsgebiete: Biomedizinische bildgebende Verfahren, Neurosysteme, funktionelles Neuroimaging
andreas.otte@hs-offenburg.de



Prof. Dr. Dan Curticaean

Fakultät Medien und Informationswesen
Institutsleitung Eco-PhARO
Institutsmitglied IAF
Lehrgebiete: Physik, E-Technik, Mathematik
Forschungsgebiet:
Optics & Photonics
dan.curticaean@hs-offenburg.de





Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation

Prof. Dr. rer. nat. habil. Bruno Ismer, Institutsleitung POI

Das von Professor Bruno Ismer geleitete Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation (POI) besteht seit Juni 2011. Es wurde auf Initiative von Prof. Dr. Ing. Peter Osypka, dem Begründer der Hochfrequenz-Katheterablation, ins Leben gerufen. Seine Forschungsaufgaben liegen im Bereich der Entwicklung und Vervollkommnung diagnostischer und therapeutischer Verfahren in der Kardiologie. Es widmet sich insbesondere der Entwicklung von Methoden und Equipment zur individualisierten Therapie der Herzinsuffizienz mit hämodynamisch wirksamen Implantaten sowie des Vorhofflimmers.

Enge Kooperationen mit medizintechnischen Firmen und medizinischen Einrichtungen, regional insbesondere mit dem Herzzentrum Lahr/Baden, international mit der Saitama Medical School in Japan sowie der Universität Bratislava ermöglichen eine an den Bedürfnissen der Praxis orientierte Grundlagen- und Anwendungsforschung. Das POI verfügt über eine Vielzahl diagnostischer, therapeutischer und Mess-Apparaturen. Hierzu gehören Stimulatoren, Mess- und Programmiergeräte für implantierbare Herzschrittmacher und Defibrillatoren, eine stattliche Anzahl elektrophysiologischer Messplätze und Hochfrequenzablatoren sowie drei dreidimensionale elektroanatomische Mappingsysteme. Ein Schrittmacher- und Defibrillator-Teachingsystem mit 14 Herzrhythmus simulatoren bietet die

Möglichkeit, alle im Rahmen der Schrittmacher- und Defibrillatortherapie von der Implantation bis zur Nachsorge vorzunehmenden Messungen, Prüfungen, Dokumentationen und Programmierungen in-vitro mit dem Equipment durchzuführen, das Kliniken aktuell zur Verfügung steht. Eine Vielzahl implantierbarer Herzschrittmacher und Defibrillatoren steht bereit, an denen internetbasierte Fernabfragen möglich sind. So lassen sich moderne Klinikabläufe realitätsnah nachbilden. In den Laboren Geräte und Methoden der Kardiologie, Elektrostimulation, Programmierung von Herzschrittmachern und Defibrillatoren sowie Pacing und Ablation können Studenten in zahlreichen Versuchen ihre in Vorlesungen und Seminaren erworbenen Kenntnisse beim „Studieren durch Experimentieren“ vervollkommen.

Eine besondere Rolle für die Forschung spielen die am POI betreuten Promovenden, darunter junge Medizinstudenten und Ärzte. Sie bilden zusammen mit Projektstudenten, Praktikanten, Bachelor- und Master-Kandidaten das Bindeglied zwischen Theorie und Praxis, übernehmen Grundlagen- und Anwendungsforschung. Großer Wert wird auf rege Vortrags- und Publikationstätigkeit gelegt.



**Peter Osypka Institute
for Pacing and Ablation**

Ein neuer AV-Delay-Algorithmus für die kardiale Resynchronisationstherapie

Dr. med. Lena Riedel, Prof. Dr. rer. nat. habil. Bruno Ismer

Im Rahmen der Kardialen Resynchronisationstherapie (CRT) ist die individuelle Programmierung des AV-Delays (AVD) für den Therapieerfolg unverzichtbar. Unsere früheren Arbeiten zeigten, dass die hämodynamisch optimale Dauer dieses Implantatparameters im Mittel 50ms länger als die im transösophagealen linksatrialen Elektrogramm (LAE) vermessene Dauer der individuellen implantatbedingten interatrialen Leitungszeit ausfällt. Dieses Ergebnis motivierte die Suche nach einem neuen Implantat-basierten Algorithmus zur AV-Delay-Optimierung. Dazu wurde bei 45 mit einem Medtronic-Marquis-CRT-D-System versorgten herzinsuffizienten Patienten das telemetrische Elektrogramm zwischen linksventrikulärer Elektroden Spitze und „superior vena cava“-Schockelektrode (LVCE) mit einem simultan abgeleiteten LAE verglichen. Dabei zeigte sich, dass das Ende der linksatrialen Aktivität im LVCE mit dem Ende der linksatrialen Deflektion im LAE zusammenfiel. Letztere hatte eine mittlere Dauer von $52,2 \pm 8,5$ ms. Eine annähernd optimale Dauer des AVD ergab sich, wenn der Zeitpunkt für das Ende der atrialen Aktivität im LVCE zur Triggerung der ventrikulären Stimulation verwendet wurde. Der Industrie wurde vorgeschlagen, diese Methode der AV-Delay-Optimierung als automatische Option in CRT-Implantate zu implementieren.

The programming of the AV delay (AVD) in cardiac resynchronization therapy (CRT) is essential to improve responder rate. We previously reported that the hemodynamically optimal duration of the AVD can be approximated by individual measuring implant-related interatrial conduction times using the esophageal left atrial electrogram (LAE) and adding about 50ms. This finding encouraged the search for a new approach to automate AVD optimization. In 45 heart failure patients carrying Insync III Marquis CRT-D systems we compared the telemetric electrogram between left ventricular electrode and superior vena cava shock coil (LVCE) with simultaneously recorded LAE. By this way we found evidence that the end of the left atrial activity in LVCE coincides with the end of the left atrial activity in LAE. As the mean duration of left atrial activity resulted in $52,2 \pm 8,5$ ms, the approximately hemodynamically optimal timing in simultaneous biventricular pacing can be triggered by automatically detecting the end of the atrial activity in the LVCE. We proposed companies to implement this method into their implants in order to automate individual AVD optimization in CRT pacing.

Problemstellung

Die kardiale Resynchronisationstherapie (CRT) mit biventrikulär stimulierenden Implantaten hat sich in der Therapie der maßgeblich auf Desynchronisation beider Herzkammern beruhenden chronischen Herzinsuffizienzschwäche etabliert [1, 2]. Ihr liegt die Idee zugrunde, zusätzlich zur rechtsventrikulären, mit einer weiteren den linken Ventrikel stimulierende Elektrode, die verloren gegangene Ventrikelsynchronität auszugleichen. Bei diesen Patienten muss jeder einzelne Herzschlag durch elektrische Impulse vom implantierten Defibrillator oder Herzschrittmacher eingeleitet werden. Für einen optimalen Erfolg ist die Pro-

grammierung eines zuvor individuell ausgemessenen Timings unumgänglich. Allerdings wird bei leitliniengerechter Indikation dieser Therapie eine hohe Rate von circa 30% Nonrespondern, dies sind Patienten die nicht von der Therapie profitieren, beobachtet [3-5]. Die Verringerung dieses Anteils steht im Fokus aktueller Forschungen.

Es ist unstrittig, dass für eine erfolgreiche kardiale Resynchronisationstherapie mindestens drei Faktoren von Bedeutung sind. Ein deutliches Ansprechen auf die CRT wurde insbesondere bei solchen Patienten beobachtet,

die wegen einer sehr ausgeprägten Desynchronisation mit einem Implantat versorgt wurden. Die sorgfältige Patientenauswahl ist somit einer der Prädikatoren für den Therapieerfolg. Als weiterer spielt die optimale Position der linksventrikulären Elektrode eine wesentliche Rolle. Sie soll günstigstenfalls im oder zumindest nahe dem Gebiet der maximalen linksventrikulären Verzögerung platziert sein. Gerade die Erfüllung dieser Forderung ist aber wesentlich durch die individuellen Gegebenheiten des Koronarsystems limitiert, über welches diese Elektrode oft mühsam einzufädeln ist. Suboptimale Positionen müssen zuweilen hingenommen werden. Weitere Messungen werden postoperativ nötig, um unter den nunmehr gegebenen Umständen durch eine individuell abgestimmte Programmierung den bestmöglichen hämodynamischen Nutzen der biventrikulären Stimulation zu erreichen. Die individuelle Bestimmung und Programmierung der vom Implantat zu vermittelnden Abfolge zwischen der Vorhofaktivität und einer darauffolgenden simultanen Stimulation beider Herzkammern ist dabei von essentieller Bedeutung. Sie wird durch die Auswahl des Parameters AV-Delay charakterisiert. Seine Programmierung hat die für den Patienten günstigste zeitliche Abfolge von Vorhof- und Kammerkontraktion sicherzustellen. Die für ihn optimale Dauer lässt sich zum Beispiel mit aufwendigen echokardiographischen Messungen ermitteln (Abbildung 1).

Die individuelle Dauer des Implantatparameters AV-Delay

Während für den Arzt nur die Gesamtdauer des von ihm zu programmierenden optimalen AV-Delays von Bedeutung ist, interessieren den Forscher auch alle Einflussfaktoren. Eigene Untersuchungen zeigten, dass dieser Parameter grundsätzlich die Summe zweier voneinander völlig unabhängiger individueller Zeitintervalle, nämlich einer elektrokardiographischen und einer elektromechanischen Komponente, darstellt [6]. Die Dauer der elektrokardiographischen Komponente wird wesentlich von der Lage der rechtsatrialen Elektrode sowie von der Größe und den elektrophysiologischen Leitungseigenschaften des rechten und linken Vorhofs bestimmt. Alle diese Einflüsse lassen sich durch die Messung der implantatbedingten interatrialen Leitungszeit erfassen. Sie definiert die Zeitdauer zwischen der vom Implantat an der im rechten Vorhof platzierten Elektrode wahrgenommenen Herzerregung bis zu dem Zeitpunkt, an dem der linke Vorhof aktiviert wird. Letzterer kann semi-invasiv anhand des Beginns der linksatrialen Deflektion in einem mittels Ösophagussonde abgeleiteten linksatrialen Elektrogramm (LAE) erfasst werden. Die Dauer der implantatbedingten interatrialen Leitungszeit als elektrokardiographische Startkomponente des optimalen AV-Delays wird mit dem Einschrauben der Elektrode in die Wand des rechten Vorhofs festgelegt. Sie muss somit postoperativ hingenommen werden und ist interindividuell

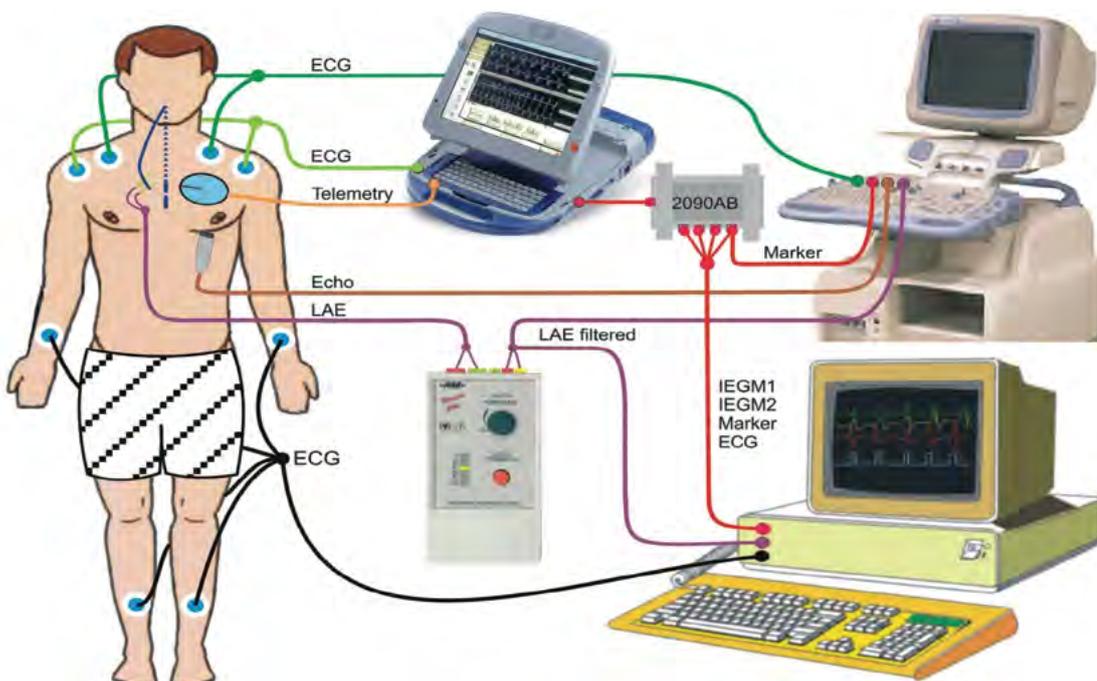


Abb. 1:

Veranschaulichung des Messequipments zur echokardiographischen Bestimmung des hämodynamisch optimalen AV-Delays bei CRT-Patienten und Vergleich mit den Ergebnissen simultaner transösophagealer sowie telemetrischer Messungen über das Implantat

sehr verschieden. Im Gegensatz dazu fällt die interindividuelle Streuung der Endkomponente des optimalen AV-Delays weniger groß aus. Die Dauer dieser Komponente kann nur mit einer aufwendigen echokardiographischen Untersuchung erfasst werden. Eigene Untersuchungen zeigten, dass der durch sie dargestellte elektromechanische Anteil am optimalen AV-Delay bei herzinsuffizienten Patienten, die mit einem kardialen Resynchronisationssystem versorgt wurden, durch einen Mittelwert von 50 ms angenähert werden kann [12]. Dieses Ergebnis ist insofern von Bedeutung, als in Fällen, bei denen auf eine aufwendige Echountersuchung verzichtet werden muss, die exakte individuelle Bestimmung der interatrialen Leitungszeit für eine Approximation des optimalen AV-Delays genutzt werden kann. Es kann nämlich als Summe aus der individuell exakt gemessenen interatrialen Leitungszeit und dem genannten Mittelwert der elektromechanischen AV-Delay Endkomponente von 50ms bei CRT-Patienten berechnet werden [7]. Dieses Verfahren ist einfach und sehr rasch durchzuführen. Es erfordert allerdings eine transösophageale elektrokardiographische Ableitung.

Implantatbasierte automatische AV-Delay-Optimierung

Der bei konventionellen Verfahren hohe messtechnische Aufwand zur Bestimmung der individuellen Dauer des optimalen AV-Delays erklärt den Wunsch nach automatischen Methoden. Verschiedene Firmen boten darum in den vergangenen Jahren unterschiedliche implantatbasierte AV-Delay-Algorithmen an. In allen Fällen handelt es sich dabei um Verfahren, die aufgrund unterschiedlicher implantatbasierter Messungen oder individueller Eingaben einen Vorschlag für die Dauer des optimalen AV-Delays anbieten. Sie wurden unter den Bezeichnungen ExpertEase (Guidant) [8], Peak Endocardial Acceleration oder SonR (Sorin Group) [9] und QuickOpt (St. Jude) [10] bekannt.

Zielstellung

Die oben genannten automatisierten Verfahren sind, an verschiedene Voraussetzungen gebundene, Näherungen, die sich beim Vergleich mit anderen Methoden als mehr oder weniger übereinstimmend erweisen. Dies schränkt ihre Brauchbarkeit in der klinischen Routine ein.

Eigene Untersuchungen verfolgten darum das Ziel, den logischen Ansatz, das optimale

AV-Delay als Summe zweier voneinander unabhängiger Komponenten darzustellen, auf seine Implementierbarkeit in Implantate hin zu untersuchen. Diesem Ziel kommt entgegen, dass der Beginn der interatrialen Leitungszeit a priori von jedem biventrikulär stimulierenden Implantat als atrialer Eventmarker bereitgestellt wird.

Methodik und Ergebnisse

Der Beginn der interatrialen Leitungszeit wird vom Implantat bereitgestellt. Insofern musste für eine implantatbasierte Messung interatrialer Leitungszeiten ein geeigneter Messpunkt für das Ende der interatrialen Leitungszeit gefunden werden. Unsere Wahl fiel auf die Auswertung des über die Aggregattelemetrie verfügbaren telemetrischen Elektrogramms zwischen der linksventrikulären Elektroden Spitze (LVtip) und einer Superior-Vena-Cava-Schockelektrode (SVC). Dieses als LVCE bezeichnete intrakardiale Elektrogramm schließt mit seinen beiden Ableitelektroden den rechten und linken Vorhof ein (Abbildung 2).

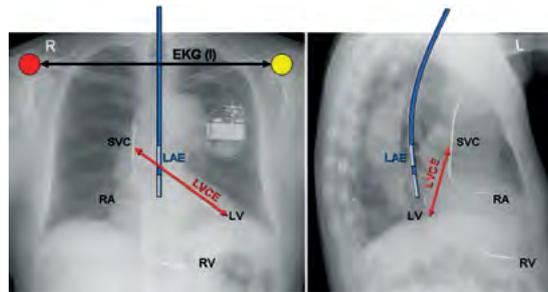


Abb. 2:

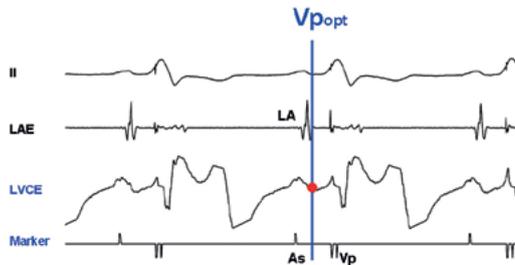
Röntgenaufnahmen zur Demonstration der Ableitung des telemetrischen Elektrogramms LVCE zwischen der linksventrikulären Elektroden Spitze (LVtip) und der Superior-Vena-Cava-Schockelektrode (SVC) im Vergleich zur Ableitung eines transösophagealen Elektrogramms (LA). RA bezeichnet die rechtsatriale Elektrode des Implantats, RV und LV die rechts- und linksventrikuläre. EKG (I) demonstriert die Oberflächen-EKG-Ableitung I nach Einthoven

Ein Vergleich mit einer simultan registrierten transösophagealen Ableitung zeigte bei 45 mit einem Medtronic-Insync III Marquis CRT-Defibrillator versorgten Patienten, dass das Ende der linksatrialen Aktivität im telemetrischen LVCE bei vorhofwahrnehmender Stimulation im Mittel $0,3 \pm 7,4$ ms, bei vorhofstimulierender Betriebsart im Mittel $1,6 \pm 5,4$ ms später als im transösophagealen linksatrialen Elektrogramm erschien und mit dem Ende der P-Welle im Oberflächen-EKG zusammenfällt. Die mittlere Dauer der linksatrialen Deflexion wurde im transösophagealen linksatrialen Elektrogramm zu $52,2 \pm 8,5$ ms bestimmt [11]. Mit für praktische Belange ausreichender Genauigkeit entspricht sie damit der Dauer des oben erwähnten kollektiven Mittelwerts der elektromechanischen AV-Delay-Endkomponente herzinsuffizienter CRT-Patienten. Somit kann das Ende der optimalen AV-Intervalle bei Vorhofwahrnehmung und Vorhofstimulation durch das Ende der linksatrialen Aktivität in dem über das Implantat erfassten Elektrogramm zwischen der linksventrikulären Elek-

trodenspitze und einer Superior-Vena-Cava-Schockelektrode erfasst werden. Für eine automatisierte Bestimmung der AV-Intervalle wäre genau dieser Zeitpunkt (Pe) zu detektieren, um mit ihm eine simultane biventrikuläre Stimulation zum individuell optimalen Zeitpunkt (Vpopt) einzuleiten (Abbildung 3).

Abb. 3:

Beispiel für eine Simultanregistrierung der EKG-Ableitung II, der transösophagealen linksatrialen Ableitung (LAE), des telemetrischen Elektrogramms LVCE zwischen der linksventrikulären Elektrodenspitze und der Superior-Vena-Cava-Schockelektrode sowie des telemetrischen Markerkanals bei einem Patienten mit biventrikulärem Defibrillator vom Typ Medtronic Insync III Marquis. As bezeichnet den atrialen Eventmarker, Vp den ventrikulären Stimulus. Die automatische Detektion des Endes (Pe) der atrialen Aktivität im LVCE stellt den optimalen Zeitpunkt Vpopt für eine simultane biventrikuläre Stimulation bereit, die durch das individuelle AV-Delay Ap-Vpopt charakterisiert wird



Schlussfolgerungen

Als Alternative zu dieser von uns vorgeschlagenen automatischen AV-Delay-Approximation bietet sich auch die Orientierung an der P-Welle im Oberflächen-EKG an. Sofern keine genaueren Verfahren anwendbar sind, sollten die AV-Intervalle so gewählt werden, dass die ventrikuläre Stimulation unmittelbar nach dem Ende der P-Welle erfolgt. Die industrielle Bereitstellung eines automatischen implantat- oder programmerbasierten Detektors zur Erkennung des Endes der linksatrialen Aktivität in LVCE könnte somit für CRT-Patienten und für die Klinikroutine eine Alternative zur aufwendigen echokardiographischen AV-Delay Individualisierung bieten. Das von uns entwickelte Verfahren kommt entgegen allen anderen derzeit bekannten automatischen Algorithmen ohne jegliche Korrekturen aus und stellt auf der Grundlage separater Messungen die in der jeweiligen Betriebsart geforderten Einstellungen bereit. Teilergebnisse dieser Methode finden bereits im AdaptivCRT-Algorithmus der neuesten Medtronic Implantate der VIVA/BRAVA-Serie Anwendung. Ein Vergleich der Ergebnisse dieser Implementierung mit denen der hier vorgeschlagenen Methode ist darum von besonderem Interesse.

Referenzen

1. Aranda JJ, Schofield R, Leach D, et al. (2002) Ventricular dyssynchrony in dilated cardiomyopathy: The role of biventricular pacing in the treatment of congestive heart failure. Clin Cardiol 25: 357-362
2. Ellenbogen K, Kay G, Wilkoff B (2004) Device Therapy for Congestive Heart Failure. Saunders/Elsevier, ISBN 978-0-7216-0279-0

3. Abraham W, Fisher W, Smith A, et al. (2002) Cardiac resynchronization in chronic heart failure. N Engl J Med 346: 1845-1853
4. Birnie D, Tang AS (2006) The problem of non-response to cardiac resynchronization therapy. Current Opinion in Cardiology 21 (1): 20-26
5. Ypenburg C, Westenberg J, Bleeker G (2008) Noninvasive imaging in cardiac resynchronization therapy - part 1: selection of patients. Pacing Clin Electrophysiol 31: 1475-1499
6. Ismer B, von Knorre G, Voß W, et al. (2002) Definition of the optimal atrioventricular Delay by simultaneous measurement of electrocardiographic and Doppler-echocardiographic parameters. Prog Biomed Res 7: 116-120
7. Körber T, Ismer B, Minden H, et al. (2004) Interatrial conduction time as a determinant of optimal AV delay duration in biventricular pacing therapy of CHF patients. Santini et al. Proc. XIth Int. Symp. Progress in Clinical Pacing: 25-31
8. Kloppe A, Lemke B, Zarse M (2008) Neue Technologien zur Optimierung in der CRT-Programmierung. Herzschr Elektrophys 19: 19-29
9. Leung SK, Lau CP, Lam CT, et al. (2000) Automatic optimisation of resting and exercise atrioventricular interval using a peak endocardial acceleration sensor: validation with doppler echocardiography and direct cardiac output measurements. PACE 23 (11 Pt 2): 1762-1766
10. Meine M, Min X, Kordmann M, et al. (2004) IEGM Based Method for Estimating Optimal AV Delay in Cardiac Resynchronization Therapy. J Card Fail 10 (4): 74
11. Roesch L (2013) Nutzbarkeit des Elektrogramms zwischen linksventrikulärer Spitzen- und Vena Cava Superior Schock-Elektrode zur Optimierung des AV-Delays bei CRT-D Patienten. Editor B. Ismer, Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation an der Hochschule Offenburg, ISBN 978-3-943301-12-0
12. Ismer B (2013) Utilization of the Esophageal Left Heart Electrogram in Cardiac Resynchronization and AV Block Patients. Hochschule Offenburg, ISBN 978-3-943301-08-3

AUTOREN

Frau Dr. med. Lena Riedel ist Ärztin am Universitätsklinikum Lübeck. Sie vollendete ihre an der Universität Rostock begonnene und im Oktober 2013 vereidigte Promotion am POI. Wesentliche Ergebnisse ihrer Arbeit erschienen hier vorab als Buch [11]



Prof. Dr. rer. nat. habil. Bruno Ismer ist Leiter des POI und betreut von hier aus eine Reihe von Promovenden, darunter junge medizintechnisch interessierte Medizinstudenten und Ärzte.



Fokussiertes linksventrikuläres EKG evaluiert Desynchronisation

Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke, Dr. med. Gudrun Dannberg, Dr. med. habil. Helmut Kühnert

Die kardiale Resynchronisationstherapie mit biventrikulärer Stimulation gilt als etablierte Therapie bei Patienten mit symptomatischer Herzinsuffizienz, reduzierter linksventrikulärer Ejektionsfraktion, linksventrikulärer Dilatation und ventrikulärer Desynchronisation. Das Ziel der Studie besteht in der Evaluierung der elektrischen interventrikulären und intralinksventrikulären Desynchronisation mit fokussierter transösophagealer und intrakardialer telemetrischer linksventrikulärer Elektrokardiographie in der kardialen Resynchronisationstherapie.

Cardiac resynchronization therapy with biventricular pacing is an established therapy in symptomatic heart failure patients with reduced left ventricular ejection fraction, left ventricular dilatation and ventricular desynchronization. The aim of this study was to evaluate electrical interventricular and intra-left ventricular conduction delay with focused transesophageal and intracardiac telemetric left ventricular electrocardiography in cardiac resynchronization therapy.

Einleitung

Bei Patienten mit Sinusrhythmus, symptomatischer Herzinsuffizienz trotz optimierter medikamentöser Therapie, New York Heart Association Klasse III und IV, reduzierter linksventrikulärer Ejektionsfraktion kleiner gleich 35 Prozent, linksventrikulärer Dilatation mit linksventrikulärem enddiastolischem Durchmesser größer 55 Millimeter und Linksschenkelblock mit QRS-Dauer größer 150 Millisekunden handelt es sich nach deutschen und europäischen Leitlinien um eine IA Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie mit höchstem Empfehlungsgrad I und höchstem Evidenzniveau A [1, 2]. Das Ausmaß der elektrischen interventrikulären und intralinksventrikulären Leitungsverzögerung und die Lage der implantierten linksventrikulären Elektrode sind von großer Bedeutung für den Erfolg der kardialen Resynchronisationstherapie.

Gold und Mitarbeiter untersuchten die Beziehung zwischen elektrischem interventrikulärem Delay und linksventrikulärem Remodelling bei 426 Patienten mit kardialen Resynchronisationstherapie-Systemen, 59 Prozent ischämischer Herzkrankheit, 94 Prozent Herzinsuffizienz New York Heart Association Klasse III und jeweils 3 Prozent Herzinsuffizienz New York Heart Association Klasse II und IV [3]. Das Ziel unseres Projekts besteht in der präoperativen nichtinvasiven Bestimmung des elektrischen interventrikulären und intralinksventrikulären Delays vor kardialer Resynchronisationsthe-

rapie mithilfe einer neuen fokussierten transösophagealen linksventrikulären Elektrokardiographie-Methode.

Methoden

Die in diesem Forschungsbericht vorgestellten Methoden und Forschungsergebnisse zur fokussierten transösophagealen Elektrokardiographie wurden auf der 79. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung 2013 in Mannheim [4], auf dem Meeting of the European Heart Rhythm Association EHRA EUROPACE 2013 in Athen [5] und auf der Drei-Ländertagung D – A – CH ÖGBMT, SGBMT, DGBMT Biomedizinische Technik BMT 2013 in Graz [6, 7] vorgestellt und sind teilweise Bestandteil dieses Forschungsberichtes.

Linksventrikuläre Elektrokardiographie

Die fokussierte transösophageale linksventrikuläre Elektrokardiographie erfolgte mit der Osypka-TO4-Ösophaguselektroden-sonde in Höhe der maximalen linksventrikulären Signalamplitude mit bis zu zwei bipolaren transösophagealen Ableitungen mithilfe einer distalen zylinderförmigen und drei proximalen halbkugelförmigen Elektroden, die sich auf der herznahen Seite der TO4-Ösophaguselektroden-sonde befinden (Fig.1).

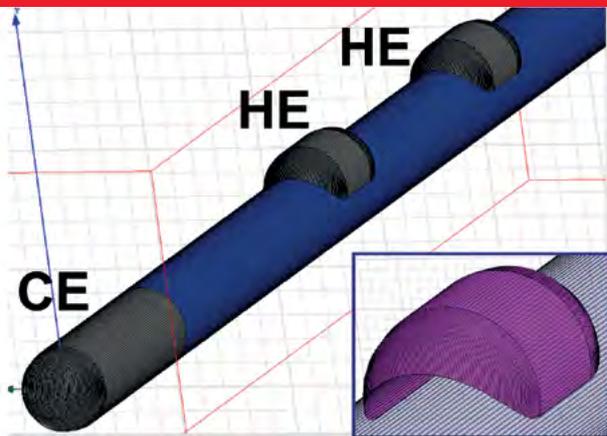
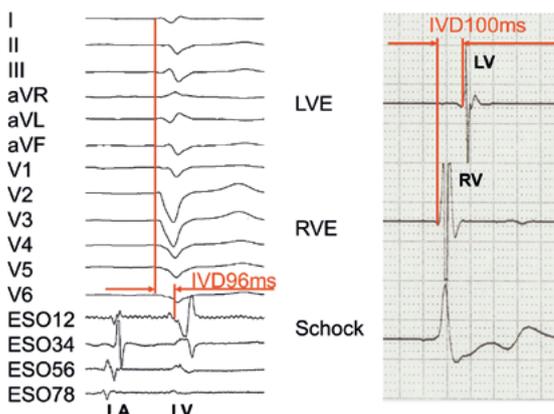


Fig. 1:
3D-Modell mit einer distalen zylinderförmigen und zwei proximalen halbkugelförmigen Elektroden auf der herznahen Seite der Ösophaguselektrodensonde für die fokussierte transösophageale linksatriale und/oder linksventrikuläre Elektrokardiographie und Stimulation des linken Herzens. CE – distale zylinderförmige Elektrode, HE – proximale halbkugelförmige Elektrode

Die fokussierte transösophageale linksatriale und linksventrikuläre Elektrokardiographie erfolgte in posteriorer linkskardialer Position orthogonal zum Koronarsinus mithilfe der Osypka-TO8-Ösophaguselektrodensonde in Höhe der maximalen linksatrialen und maximalen linksventrikulären Signalamplituden mit bis zu vier bipolaren transösophagealen Ableitungen mithilfe einer distalen zylinderförmigen und sieben proximalen halbkugelförmigen Elektroden, die auf der herznahen Seite der TO8-Ösophaguselektrodensonde angeordnet sind. Das elektrische interventrikuläre Delay wurde als Intervall zwischen dem Beginn des QRS-Komplexes im Oberflächen-EKG und Beginn des linksventrikulären Signals im fokussierten linksventrikulären EKG bestimmt. Das elektrische intralinksventrikuläre Delay wurde als Intervall zwischen Beginn und Ende des linksventrikulären Signals im fokussierten linksventrikulären EKG ermittelt. Das intrakardiale elektrische interventrikuläre Delay wurde über die rechtsventrikuläre und linksventrikuläre Schrittmacherelektrode als Intervall zwischen Beginn des rechtsventrikulären Signals und Beginn des linksventrikulären Signals im telemetrischen kardialen Resynchronisationstherapie-EKG bei spontanem Herzrhythmus bestimmt (Fig 2).



Kardiale Resynchronisationstherapie

Bei der in Mannheim vorgestellten Studie [4] erhielten 40 Patienten mit Herzinsuffizienz New York Heart Association Klasse $3,0 \pm 0,2$, $25,3 \pm 6,8$ % linksventrikuläre Ejektionsfraktion und $164,3 \pm 37,2$ ms QRS-Dauer einen kardialen Resynchronisationstherapie-Defibrillator und nach Implantation erfolgte die hämodynamische Optimierung des AV-Delays und des VV-Delays mit transthorakaler Impedanzkardiographie mit dem Medis-Cardio-Vascular-Lab® System. Implantiert wurden kardiale Resynchronisationstherapie-Defibrillatoren bei 24 Patienten von der Firma Boston Scientific, bei 6 Patienten von Medtronic und bei 1 Patienten von St. Jude Medical. Im Langzeitverlauf der biventrikulären Stimulation verbesserten sich 31 von 40 Patienten (77,5 %) zu kardialen Resynchronisationstherapie-Respondern und 9 von 40 Patienten (22,5 %) blieben kardiale Resynchronisationstherapie-Non-Responder. In der in Graz vorgestellten Studie [7] erhielten 31 Patienten mit ischämischer und nichtischämischer Herzerkrankung kardiale Resynchronisationstherapie-Systeme, und die biventrikuläre Stimulation ergab im Langzeitverlauf eine kardiale Resynchronisationstherapie-Response.

Ergebnisse

Elektrisches interventrikuläres Delay

In der in Mannheim vorgestellten Studie waren 31 von 40 Patienten kardiale Resynchronisationstherapie Responder (77,5 %) mit QRS-Dauer $166,9 \pm 38,5$ ms, transösophageales interventrikuläres Delay $75,6 \pm 22,6$ ms, intrakardiales interventrikuläres Delay $81,9 \pm 34,9$ ms und QRS-Dauer – transösophageales interventrikuläres Delay -Verhältnis $2,3 \pm 0,6$. In der Respondergruppe korrelierte die QRS-Dauer mit dem transösophagealen interventrikulären Delay ($r=0,65$, $P<0,001$) und intrakardialen

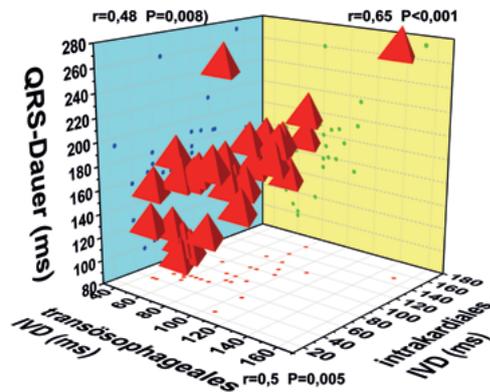
Fig. 2:

Kardialer Resynchronisationstherapie-Responder mit ischämischer Kardiomyopathie und 4 bipolaren fokussierten linksatrialen und linksventrikulären EKG-Ableitungen und 12-Kanal-Oberflächen-EKG mit einem präoperativ bestimmten elektrischen interventrikulären Delay von 96 ms (linke Seite). Der Mindestzielwert von 96 ms wurde mit der lateral gelegenen linksventrikulären Elektrode des Boston Cognis 100D kardialen Resynchronisationstherapie Defibrillator mit einem intrakardialen interventrikulärem Delay von 100 ms erreicht. ESO12, ESO 34 – distale bipolare fokussierte linksventrikuläre EKG-Ableitungen, ESO 5/6, ESO 7/8 – proximale bipolare fokussierte linksatriale EKG Ableitungen, I, II, III, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6 – 12 Kanal-Oberflächen-EKG, LVE – telemetrisches intrakardiales linksventrikuläres EKG, RVE – telemetrisches intralardiales rechtsventrikuläres EKG, Schock-telemetrisches intrakardiales rechtsventrikuläres Schock-EKG, LA – linksatriales Potenzial, LV – linksventrikuläres Potenzial, RV – rechtsventrikuläres Potenzial

interventrikulären Delay ($r=0,48$, $P=0,008$). Das transösophageale interventrikuläre Delay korrelierte mit dem intrakardialen interventrikulären Delay ($r=0,5$, $P=0,005$) (Fig. 3).

Fig. 3:

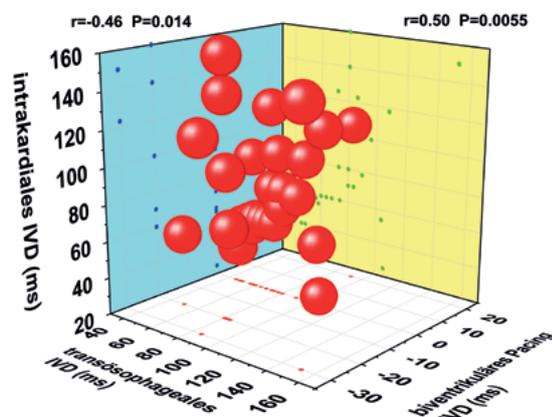
Elektrische interventrikuläre Desynchronisation der in Mannheim vorgestellten kardialen Resynchronisationstherapie Responder mit Korrelation zwischen QRS-Dauer, transösophagealem interventrikulärem Delay und telmetrischem intrakardialen interventrikulärem Delay [4]. IVD – elektrisches interventrikuläres Delay, r , P – Pearson Korrelations Koeffizienten



9 von 40 Patienten waren kardiale Resynchronisationstherapie-Non-Responder (22,5 %) mit QRS-Dauer $155,4 \pm 33$ ms, transösophageales interventrikuläres Delay $65,8 \pm 29$ ms, intrakardiales interventrikuläres Delay 21 ± 22 ms und QRS-Dauer – transösophageales interventrikuläres Delay – Verhältnis $3,1 \pm 2,7$. In der Non-Respondergruppe korrelierte die QRS-Dauer nicht mit dem transösophagealen interventrikulären Delay ($r=0,16$, $P=0,67$) und intrakardialen interventrikulären Delay ($r=0,14$, $P=0,72$). Die kardialen Resynchronisationstherapie Responder verbesserten sich in der Herzinsuffizienz New York Heart Association NYHA Klasse von $3 \pm 0,2$ auf $2 \pm 0,3$ ($P<0,001$) während $19,4 \pm 17$ Monaten biventrikulärer Stimulation. Bei den kardialen Resynchronisationstherapie-Non-Responder kam es zu keiner Verbesserung der Herzinsuffizienz New York Heart Association NYHA Klasse von $2,9 \pm 0,2$ auf $3 \pm 0,8$ ($P=0,7$) während $8,3 \pm 6,8$ Monaten biventrikulärer Stimulation [4].

Fig. 4:

Elektrische interventrikuläre Desynchronisation der in Athen vorgestellten kardialen Resynchronisationstherapie Responder mit Korrelation zwischen intrakardialen interventrikulärem Delay, transösophagealem interventrikulärem Delay und biventrikulärem Stimulationsdelay [5]. IVD – elektrisches interventrikuläres Delay, r , P – Pearson Korrelations Koeffizienten



Elektrisches intralinksventrikuläres Delay

In der in Graz vorgetragenen Studie betrug bei 19 kardialen Resynchronisationstherapie-Responder mit nicht-ischämischer Herzerkrankung das transösophageale interventrikuläre Delay $78,1 \pm 25,2$ ms, das transösophageale intralinksventrikuläre Delay $77,6 \pm 21,7$ ms und die QRS-Dauer $175,8 \pm 43,5$ ms. Die nicht-ischämische Herzerkrankung kardiale Resynchronisationstherapie Responder QRS-Dauer korrelierte mit dem transösophagealen interventrikulären Delay ($r=0,75$, $P<0,001$) und transösophagealen intralinksventrikulären Delay ($r=0,51$, $P=0,02$) (Abb. 5).

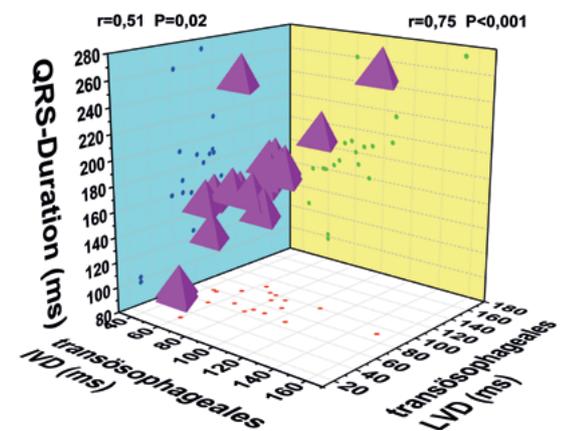


Fig. 5:

Elektrische interventrikuläre Desynchronisation bei nicht-ischämischer Herzerkrankung der in Graz vorgestellten kardialen Resynchronisationstherapie Responder mit Korrelation zwischen QRS-Dauer, transösophagealem interventrikulärem Delay und transösophagealem intralinksventrikulärem Delay [7]. IVD – elektrisches interventrikuläres Delay, LVD – elektrisches intralinksventrikuläres Delay, r , P – Pearson Korrelations Koeffizienten

Bei 12 kardialen Resynchronisationstherapie Responder mit ischämischer Herzerkrankung betrug das transösophageale interventrikuläre Delay $71,8 \pm 18,0$ ms, das transösophageale intralinksventrikuläre Delay $71,3 \pm 18,9$ ms und die QRS-Dauer $152,8 \pm 24,3$ ms. Die ischämische Herzerkrankung kardiale Resynchronisationstherapie Responder QRS-Dauer korrelierte mit dem transösophagealen intralinksventrikulären Delay ($r=0,75$, $P=0,005$). Die kardialen Resynchronisationstherapie Responder verbesserten sich in der New York Heart Association Klasse von $3,0 \pm 0,2$ auf $2,0 \pm 0,3$ ($P < 0,001$) während $19,4 \pm 17,0$ Monaten biventrikulärer Stimulation [7].

Schlussfolgerungen

Die linksventrikuläre Elektrokardiographie ermöglicht bei Patienten mit Herzinsuffizienz die präoperative Messung des elektrischen interventrikulären und intralinksventrikulären Delays mit fokussierter transösophagealer linksventrikulärer Ableitung, wobei sich das interventrikuläre Delay intraoperativ als Mindestzielwert zur Positionierung der linksventrikulären Elektrode nutzen lässt. Das transösophageale interventrikuläre und intralinksventrikuläre Delay sind einfach anwendbare Parameter zur präoperativen Abschätzung der elektrischen ventrikulären Desynchronisation und lassen sich möglicherweise zur Vorhersage von kardiale Resynchronisationstherapie Respondern mit ischämischer und nicht-ischämischer Kardiomyopathie nutzen.

Literatur

[1] Lemke B., Nowak B., Pfeiffer D.: Leitlinien zur Herzschrittmachertherapie. Z Kardiol 94 (2005), 704 – 720

[2] Vardas P. E., Auricchio A., Blanc J.J., Daubert J.-C., Drexler H., Ector H., Gasparini M., Linde C., Morgade F.B., Oto A., Sutton R., Trisz-Gluza M.: Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. Eur Heart J (2007), 2256 – 2295

[3] Gold M. R., Birgersdotter-Green U., Sing J. P., Ellenbogen K.A., Yu Y., Meyer T.E., Seth M., Tchou P. J.: The relationship between ventricular electrical delay and left ventricular remodeling with cardiac resynchronization therapy. European Heart Journal 32 (2011), 2516 – 2524

[4] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Dannberg G., Figulla H.R.: Prä- und postoperative Bestimmung des elektrischen linksventrikulären Delays bei kardialen Resynchronisationstherapie Respondern und Nonrespondern. Clin Res Cardiol 102, Suppl. 1 (2013), April 2013, P1635

[5] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Gorissen B., Mueller D., Dannberg G., Figulla H.R.: Left ventricular conduction delay and biventricular pacing delay in cardiac resynchronization therapy responder and non-responder. Europace 15, Suppl. 2, (2013), P1240

[6] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Heinke T., Dannberg G., Figulla H.R.: Transösophageales interventrikuläres Delay bei Vorhofflimmern und kardialer Resynchronisation. Biomed. Tech 58, (Suppl. 1) 2013, 4154; DOI 10.1515/bmt-2013-4154

[7] Heinke M., Ismer B., Dannberg G., Heinke T., Kühnert H.: Ventrikuläre Desynchronisation mit und ohne ischämische Herzerkrankung bei Resynchronisationsrespondern. Biomed. Tech. 58, (Suppl. 2) 2013, 4155; DOI 10.1515/bmt-2013-4155

AUTOREN

**Prof. Dr.-Ing. med. habil.
Matthias Heinke**

Fachingenieur der Medizin, Praktikantenamtsleiter Medizintechnik, Leiter Labor Kardiovaskuläre Gerätetechnik
Lehrgebiete: Biosignal Processing, Herzrhythmustechnik, Hämodynamik, Telemedizin, Medizinische Statistik, Qualitätssicherung
matthias.heinke@hs-offenburg.de



Dr. med. Gudrun Dannberg

Oberärztin Kardiologie, Klinik für Innere Medizin I, Universitätsklinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Arbeitsgruppe klinische Elektrophysiologie
gudrun.dannberg@med.uni-jena.de



**Dr. med. habil.
Helmut Kühnert**

Priv.-Doz., Oberarzt Kardiologie, Klinik für Innere Medizin I, Universitätsklinikum der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Arbeitsgruppe klinische Elektrophysiologie
Lehrgebiete: Kardiologie, Elektrophysiologie, Herzschrittmachertherapie
helmut.kuehnert@med.uni-jena.de



3D-Herzmodell zur Herzrhythmus-simulation mit InterSim II

Felix Bürkle, Manuel Obert, Fabian Riegelsberger, Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke

Die kardiale Resynchronisationstherapie durch vorhofgetriggelter rechtsventrikulärer und linksventrikulärer Stimulation gilt als etablierte Therapie bei Patienten mit symptomatischer Herzinsuffizienz, Sinusrhythmus und elektrischer ventrikulärer Desynchronisation. Das Ziel des Projekts besteht in der Entwicklung eines 3D-Herzmodells zur Herzrhythmus-simulation mit unterschiedlichen Herzschrittmachern und InterSim II Herzrhythmus-simulator für Ausbildung und Forschung.

Cardiac resynchronization therapy with atrial triggered right ventricular and left ventricular pacing is an established therapy for patients with symptomatic heart failure, sinus rhythm and electrical ventricular desynchronization. The aim of this project was to develop a three dimensional heart model for heart rhythm simulation with different cardiac pacemakers and InterSim II heart rhythm simulator for training and research.

Einleitung

Der normale Erregungsablauf des Herzens beginnt mit der spontanen Erregungsbildung im Sinusknoten und der von hier ausgehenden Erregung des rechten und linken Vorhofs bis zum AV-Knoten. Nach langsamer Erregungsleitung durch den AV-Knoten werden mit höherer Leitungsgeschwindigkeit das His-Bündel, rechter und linker Tawaraschenkel und über die Purkinje-Fasern das rechts- und linksventrikuläre Myokard erregt. Dieser normale Erregungsablauf kann an verschiedenen Stellen des Herzens gestört sein und zu bradykarden und tachykarden Herzrhythmusstörungen und zur ventrikulären Desynchronisation führen [1, 2]. Bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz New York Heart Association Klasse III und IV, reduzierter linksventrikulärer Ejektionsfraktion und stark verbreitertem QRS-Komplex handelt es sich um eine Klasse I-Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie mit biventrikulärer Stimulation [3, 4].

Das Ziel unseres Projekts besteht in der Entwicklung eines 3D-Herzmodells zur Herzrhythmus-simulation im Cardio-Labor der Hochschule Offenburg mit unterschiedlichen Herzschrittmachern und InterSim II-Herzrhythmus-simulatoren für Lehre und Forschung.

Methoden

Bradykarde Herzrhythmusstörungen können als Sinusknotenfunktionsstörung und atrioventrikuläre Blockierungen auftreten und durch antibradykarde und frequenzadaptive

Stimulation mit implantierbaren Vorhof-, Ventrikel- und Doppelkammerherzschrittmachern behandelt werden. Tachykarde ventrikuläre Herzrhythmusstörungen können als lebensbedrohliche ventrikuläre Tachykardien und Kammerflimmern auftreten und durch anti-tachykarde Stimulation und Defibrillation mit implantierbaren Defibrillatoren terminiert werden. Eine kardiale Resynchronisation wird bei Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz und elektrischer interventrikulärer Desynchronisation mit kardialer Resynchronisationstherapie (CRT) mit biventrikulärer Stimulation ermöglicht. Die optimale Programmierung und Messung der zahlreichen Sensing- und Stimulationsparameter von Einkammer-, Doppelkammer- und Dreikammerherzschrittmachern und Defibrillatoren erfordern hohe Sachkunde, die durch Training mithilfe eines Herzrhythmus-simulators und 3D-Herzmodells im Cardio-Labor der Hochschule Offenburg erlernt werden können.

Ergebnisse

3D-Herzmodell und InterSim II

Die Grundlage des 3D-Herzmodells bildet der Herzrhythmus-simulator InterSim II mit dem zugehörigen Interface, welche das Herzmodell mit physiologischen und pathologischen Herzrhythmen versorgt und intrakardiale und trans-thorakale Elektrokardiogramme generiert. Das 3D-Herzmodell selbst besteht aus einem in Anatomie und Größe korrektem Kunststoffherz mit abnehmbarer Front. Im Inneren sind alle wichtigen Strukturen zu erkennen, und

die korrekte Platzierungen der rechtsatrialen, rechtsventrikulären und linksventrikulären Herzschrittmachersonden werden dargestellt. Das 3D-Herzmodell verfügt über eine Metallklammer, die zur Aufnahme von Herzschrittmachern unterschiedlicher Hersteller dient und gleichzeitig die Funktion der indifferenten Referenzelektrode bei unipolarer Stimulation und/oder unipolarem Sensing übernimmt (Abb.1). Ein Doppelkammerherzschrittmacher wird über zwei konventionelle rechtsatriale und rechtsventrikuläre Schrittmachersonden mit IS1-Stecker mit dem 3D-Herzmodell verbunden. Ein neu konstruierter Adapter von IS1 auf den 15-poligen SUB-D-Stecker stellt die Verbindung zum Herzrhythmusimulator InterSim II her. Zusätzlich verfügt das 3D-Herzmodell über eine integrierte Spannungsquelle, die für Herzschrittmacher mit leerer Batterie zur Verlängerung der Betriebszeit des Herzrhythmusimplantats verwendet werden kann. Die Verbindung zwischen 3D-Herzmodell, InterSim II und Herzschrittmacherprogrammiergerät aller Herzschrittmacherfirmen erfolgt über eine telemetrische Verbindung.

3D Herzmodell und Bard Lab Duo

Zur elektrokardiographischen Weiterverarbeitung der Herzsignale bietet das 3D-Herzmodell vier Anschlusspins, an denen die rechtatrialen, rechtsventrikulären und linksventrikulären intrakardialen Herzschrittmachersignale mit EKG-Klemmen abgegriffen werden können und in Kombination mit den transthorakalen Elektrokardiogrammen des InterSim II mit dem electrophysiologischen Messplatz BARD LAB Duo zur Speicherung und Auswertung verbunden werden können. In posteriorer linksatrialer und linksventrikulärer Position des 3D-Herzmodells können Ösophaguselektroden zur linksatrialen, linksventrikulären und linkskardialen Elektrokardiographie platziert werden.

Linksventrikuläre Elektrokardiographie

Die intrakardiale und transösophageale linksventrikuläre Elektrokardiographie ermöglichen in Kombination mit der transthorakalen Elektrokardiographie die Evaluierung des elektrischen interventrikulären Delays als Ausdruck einer elektrischen ventrikulären Desynchronisation bei Herzinsuffizienz und Sinusrhythmus bei unterschiedlichen kardialen Grundkrankheiten. Bei hypertensiver Herzkrankheit mit Herzinsuffizienz NYHA Klasse III, Linksschenkelblock, linksventrikulärer Ejektionsfraktion 25 %, Sinusrhythmus und QRS-Dauer 168 ms konnte ein ausgeprägtes transösophageales elektrisches interventrikuläres Delay von 104 ms mit dem Bard Lab Duo System vor Implantation des CRT Defibrillators Boston Cognis 100 D P108 mit lateraler linksventrikulärer Elektrodenlage und einem intrakardialen interventrikulären Delay von 100 ms nachgewiesen werden (Abb. 2). Bei dilatativer Kardiomyopathie mit Herzinsuffizienz NYHA Klasse III, Sinusrhythmus, linksventrikulärer Ejektionsfraktion 41 %, QRS-Dauer 216 ms, intrakardiales interventrikuläres Leitungsdelat 118 ms, CRT-Defibrillator Boston Renewal 4 und lateraler linksventrikulärer Elektrode betrug das präoperative transösophageale interventrikuläre Delay 108 ms (Abb. 3). Bei koronarer Herzkrankheit mit Herzinsuffizienz NYHA Klasse III, Sinusrhythmus, linksventrikulärer Ejektionsfraktion 20 %, QRS-Dauer 176 ms, intrakardiales interventrikuläres Delay 100 ms, Implantation eines CRT Defibrillator Boston Cognis 100 D P108 und lateraler linksventrikulärer Elektrode ergab sich ein präoperatives transösophageales interventrikuläres Delay von 96 ms (Abb. 4).

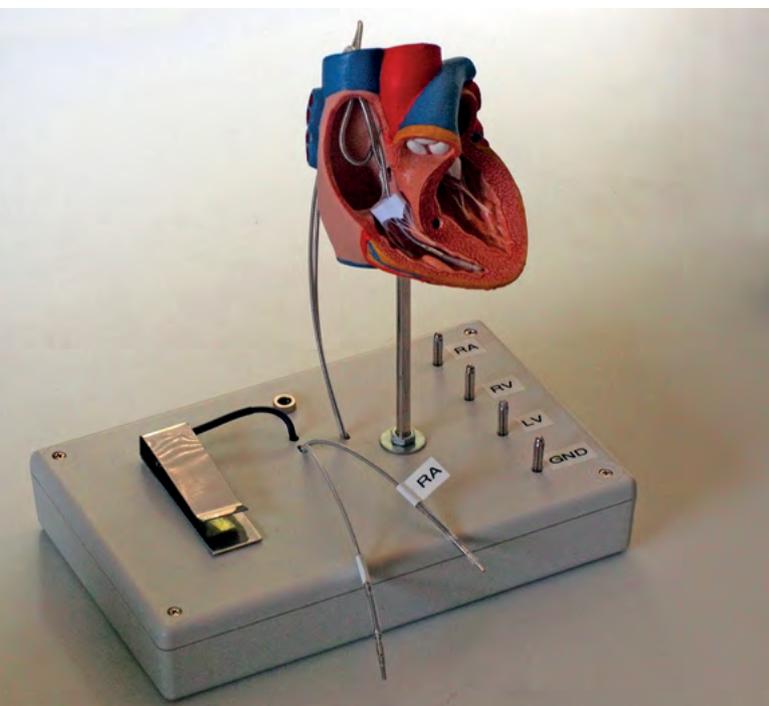
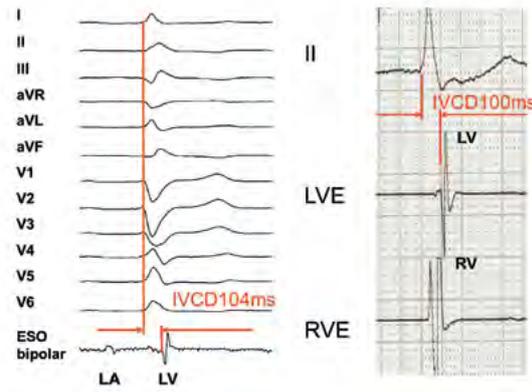


Abb. 1: 3D-Herzmodell mit Darstellung der rechtsatrialen und rechtsventrikulären Schrittmacherelektroden und Schnittstellen zum InterSim II-Herzrhythmusimulator, Bard Lab Duo Elektrophysiologie System und zur externen Betriebsspannung des Herzschrittmachers

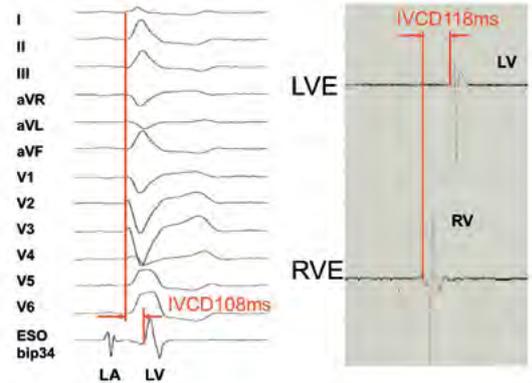
Abb. 2: EKG Beispiel bei hypertensiver Herzkrankheit, Herzinsuffizienz NYHA Klasse III, Linksschenkelblock, linksventrikuläre Ejektionsfraktion 25 %, Sinusrhythmus, QRS-Dauer 168 ms, transösophageales interventrikuläres Delay 104 ms mit Bard Lab Duo (linke Seite) und intrakardiales interventrikuläres Delay 100 ms (rechte Seite) mit CRT Defibrillator Boston Cognis 100 D P108 und lateraler linksventrikulärer Elektrode



Schlussfolgerungen

Das neue 3D-Herzmodell bietet in Kombination mit dem InterSim II-Herzrhythmusimulator ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten im Rahmen der Herzschrittmachertherapie und kardialen Resynchronisationstherapie in der Lehre und Forschung. Die Kombination des 3D-Herzmodells mit dem Bard Lab Duo System ermöglicht die Auswertung intrakardialer und transthorakaler Elektrokardiogramme zur Bestimmung von Leitungszeiten. Das elektrische interventrikuläre Delay ist ein einfacher Parameter zur Abschätzung der elektrischen ventrikulären Desynchronisation.

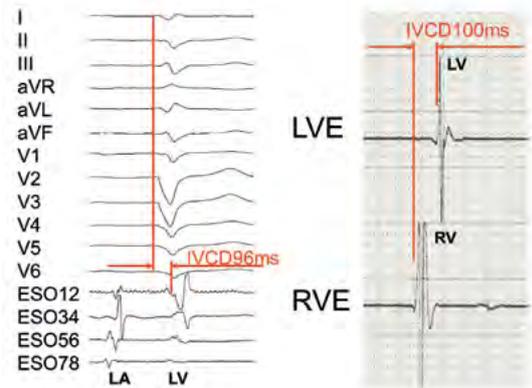
Abb. 3: EKG Beispiel bei dilatativer Kardiomyopathie, Herzinsuffizienz NYHA Klasse III, Sinusrhythmus, linksventrikuläre Ejektionsfraktion 41 %, QRS-Dauer 216 ms, transösophageales interventrikuläres Delay 108ms mit Bard Lab Duo (linke Seite) und intrakardiales interventrikuläres Delay 118 ms (rechte Seite) mit CRT-Defibrillator Boston Renewal 4 und lateraler linksventrikulärer Elektrode



Literatur

- [1] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Heinke T., Dannberg G., Figulla H.R.: Transösophageales interventrikuläres Delay bei Vorhofflimmern und kardialer Resynchronisation. Biomed. Tech 58, (Suppl. 1) 2013, 4154; DOI 10.1515/bmt-2013 – 4154
- [2] Heinke M., Ismer B., Dannberg G., Heinke T., Kühnert H.: Ventrikuläre Desynchronisation mit und ohne ischämische Herzerkrankung bei Resynchronisationsrespondern. Biomed. Tech. 58, (Suppl. 2) 2013, 4155; DOI 10.1515/bmt-2013 – 4155
- [3] Lemke B., Nowak B., Pfeiffer D.: Leitlinien zur Herzschrittmachertherapie. Z Kardiol 94 (2005), 704–720
- [4] Vardas P. E., Auricchio A., Blanc J.J., Daubert J.-C., Drexler H., Ector H., Gasparini M., Linde C., Morgade F.B., Oto A., Sutton R., Trisz-Gluza M.: Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. Eur Heart J (2007), 2256 – 2295

Abb. 4: EKG-Beispiel bei koronarer Herzkrankheit, Herzinsuffizienz NYHA Klasse III, Sinusrhythmus, linksventrikuläre Ejektionsfraktion 20 %, QRS-Dauer 176 ms, transösophageales interventrikuläres Delay 96 ms mittels Bard Lab Duo (linke Seite) und intrakardiales interventrikuläres Leitungsdelay 100 ms (rechte Seite) mit CRT-Defibrillator Boston Cognis 100 D P108 und lateraler linksventrikulärer Elektrode



AUTOREN

Felix Bürkle
Medizintechnikstudent
fbuerkle@stud.hs-offenburg.de



Manuel Obert
Medizintechnikstudent
mobert@stud.hs-offenburg.de



Fabian Riegelsberger
Medizintechnikstudent
friegels@stud.hs-offenburg.de



Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke
Fachingenieur der Medizin, Praktikantenamtsleiter Medizintechnik, Leiter Labor Kardiovaskuläre Gerätetechnik
Lehrgebiete: Biosignal Processing, Herzrhythmustechnik, Hämodynamik, Telemedizin, Medizinische Statistik, Qualitätssicherung
matthias.heinke@hs-offenburg.de



Herzrhythmusimulator mit linkskardialem EKG mit LabVIEW

Martin Krämer, Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke

Der hier vorgestellte Herzrhythmusimulator mit transthorakalem und transösophagealem EKG wurde im Rahmen einer Projektarbeit mit LabVIEW entwickelt und ermöglicht ein bedienerfreundliches Monitoring und Analyse von EKGs bei unterschiedlichen Herzrhythmusstörungen. Neben dem Oberflächen-EKG können linksatriale, linksventrikuläre und linkskardiale transösophageale EKGs bei normalem, bradykarem und tachykardem Herzrhythmus mit unterschiedlichen Rhythmusparametern für Lehre und Forschung dargestellt werden.

The presented heart rhythm simulator with transthoracic and transoesophageal ECG was programmed as a part of a biomedical engineering project using NI LabVIEW. The ECG heart rhythm simulator allow the simulation of normal heart rhythm, bradyarrhythmias, tachyarrhythmias with surface ECG, left atrial, left ventricular and left cardiac transesophageal ECG with different rhythm parameter for ECG heart rhythm training and research.

Einleitung

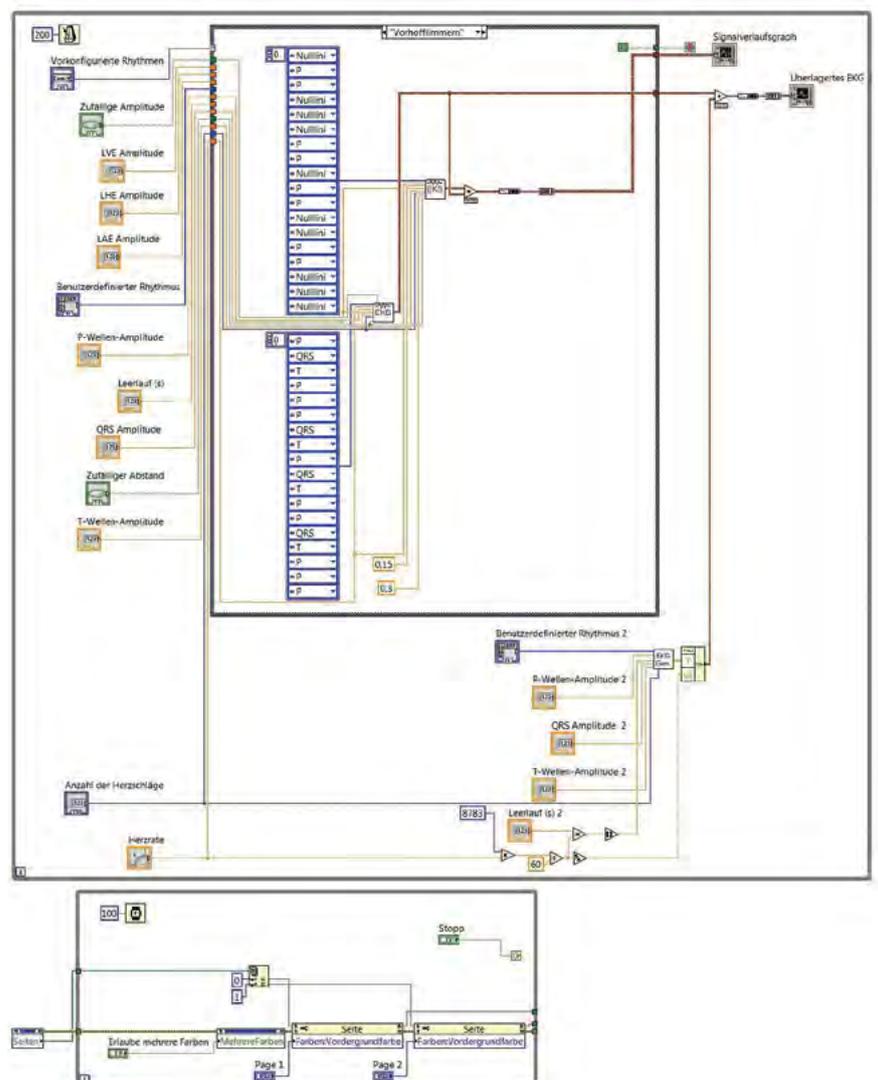
Bei jedem Herzschlag entstehen im Herzen schwache bioelektrische Ströme als Ausdruck der Erregungsbildung, Erregungsleitung und Erregungsrückbildung im rechten und linken Vorhof sowie im rechten und linken Ventrikel. Um diese bioelektrischen Herzströme sichtbar machen zu können, werden Elektroden am Körper angebracht oder in der Speiseröhre platziert und mit einem EKG-Verstärker verbunden. Ein Elektrokardiogramm (EKG) stellt die der mechanischen Pumpfunktion des Herzens vorausgehenden elektrischen Aktivitäten des Herzens grafisch dar, indem es die bei der Depolarisation und Repolarisation des Myokards auftretenden Potentialschwankungen erfasst. Das 12-kanalige Oberflächen-EKG benutzt dazu die Ableitungen nach Einthoven, Goldberger und Wilson [1].

Das für die Programmierung des Herzrhythmusmodulators benutzte Programm LabVIEW ist ein grafisches Programmiersystem mit der Programmiersprache „G“ nach dem Datenfluss-Modell von National Instruments. LabVIEW steht hierbei für „Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench“. LabVIEW-Programme werden als Virtuelle Instrumente oder kurz VIs bezeichnet.

Methoden

Das eigentliche Programm besteht aus mehreren SubVIs. In den einzelnen VIs werden die verschiedenen Phasen eines EKGs separat erzeugt und danach aneinandergesetzt.

Ein Ausschnitt aus dem Programmcode zeigt Abbildung 1.



Hier sind auf der linken Seite die einzelnen Parameter zu sehen, die vom Benutzer auf der Programmoberfläche manuell verändert werden können. In der Bildmitte findet in einer Case-Struktur die Erzeugung einer transösophagealen linksatrialen EKG-Ableitung statt. Hierfür wird ein SubVI benutzt, in dem ein arbiträres Signal simuliert wird. Dieses SubVI generiert eine typische linksatriale transösophageale EKG-Kurve, die eine große Übereinstimmung mit dem realen transösophagealen EKG aufweist (Abb. 2) und beispielsweise die Evaluierung der elektrischen kardialen Desynchronisation [2] und des Vorhofflimmerns ermöglicht [3].

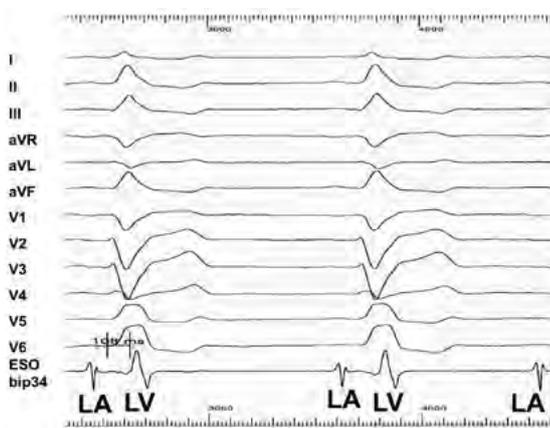


Abb. 2

Das so generierte Signal verlässt die Case-Struktur und wird in zwei Signalverlaufdiagrammen auf der rechten Seite dargestellt, wobei das zweite Signalverlaufdiagramm von zwei verschiedenen Signalen gespeist werden kann. Diese beiden Signale überlagern sich dann im generierten Bild und ergeben eine EKG-Superpositionierung. Auf der Bildunterseite ist die Programmierung für die verschiedenen Farben der grafischen Oberfläche zu sehen.

Ergebnisse

Erstes Fenster des Herzrhythmusstimulators

Der Herzrhythmusstimulator mit transthorakalem und transösophagealem EKG kann neben dem normalen Sinusrhythmus bradykarde und tachykarde Herzrhythmusstörungen mithilfe des Oberflächen-EKGs und der transösophagealen linksatrialen, linksventrikulären und linkskardialen EKG Ableitungen (LAE, LVE, LHE) darstellen. Neben dem Sinusrhythmus (Abb. 3) gibt es die vorprogrammierten Herz-

rhythmusstörungen Vorhofflimmern (Abb. 4), Vorhofflattern, Kammerflimmern (Abb. 5), AV-Block I. Grades (Abb. 6) und AV-Block II. Grades (Abb. 7). Der Herzrhythmusstimulator bietet die Möglichkeit, Herzrhythmusparameter zu verändern und Herzrhythmusstörungen benutzer-

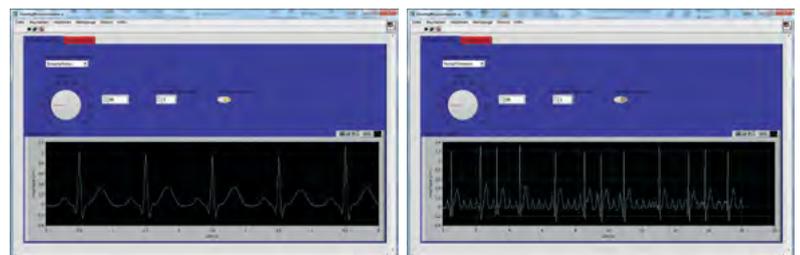


Abb. 3

Abb. 4

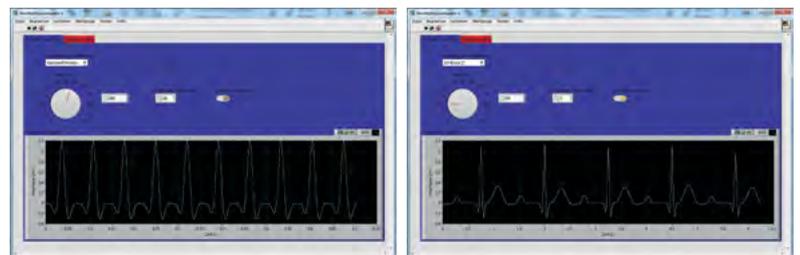


Abb. 5

Abb. 6

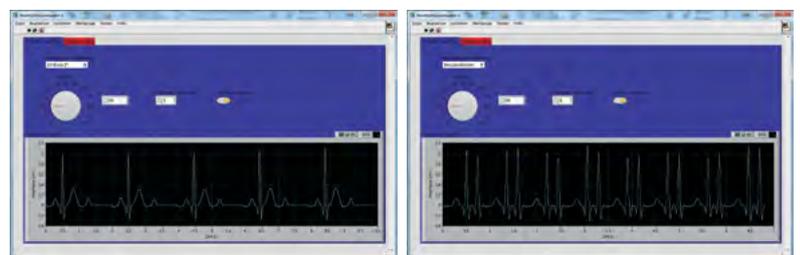


Abb. 7

Abb. 8

definiert zu erstellen (Abb 8).

Zweites Fenster des Herzrhythmusstimulators

Das zweite Fenster des Herzrhythmusstimulators beinhaltet die Programmierenebene für komplexe und individuelle transthorakale und transösophageale EKG-Einstellungen. Im zweiten Simulatorfenster können die Amplituden von P-Welle, QRS Komplex und T-Welle des Oberflächen-EKGs sowie die Amplituden des linksatrialen LA-EKGs, linkskardialen LH-EKGs und linksventrikulären LV-EKGs manuell angepasst werden. Auch die Erzeugung beliebiger Elektrokardiogramme wird dem Benutzer im zweiten Simulatorfenster ermöglicht. Diese individuellen Elektrokardiogramme werden angezeigt, sobald man in der „Grundkonfiguration“ den Reiter „Benutzerdefiniert“ auswählt.

EKG Superpositionierung

Auf der rechten Seite des zweiten Simulatenfensters stehen noch einmal Felder für einen „Benutzerdefinierten Rhythmus 2“ zur Verfügung. Stellt man dort einen Herzrhythmus ein, so wird dieser Herzrhythmus dem aktuell ausgewählten Herzrhythmus überlagert und im Diagramm in der unteren Bildhälfte angezeigt (Abb. 9).



Beendet man die Ausführung des Programms mit dem roten Knopf, so lässt sich mit dem Handsymbol, das sich rechts über dem EKG befindet, das EKG beliebig verschieben. Links neben dem Handsymbol kann man mit der Lupenfunktion die EKG-Verstärkung und zeitliche EKG-Auflösung in großen Bereichen verändern und interessante EKG-Bereiche vergrößert auswählen (Abb. 10).



Zusammenfassung

Der Herzrhythmusimulator kann schnell und einfach verschiedene Herzrhythmen darstellen und ist ohne lange Einarbeitungszeit intuitiv zu bedienen. Das Programm ist dabei so geschrieben, dass es jederzeit beliebig erweiterbar ist. Weitere Optionen des Herzrhythmus-simulators wären zum Beispiel die Implementierung weiterer bradykarder und tachykarder Herzrhythmusstörungen, Herzschrittmacher, implantierbare Defibrillatoren, kardiale Resynchronisationstherapie, kardiale Kontraktilitätsmodulation, automatische Frequenzanpassungen der PQ-, QT- und ST-Intervalle, simultane Darstellung mehrerer EKG-Ableitungen und die Implementierung externer EKG's.

Literatur

- [1] Marc Gertsch (2008), Das EKG: Auf einen Blick und im Detail, 2. Auflage, ISBN 978-3-540-79121 – 8
- [2] Heinke M., Ismer B., Dannberg G., Heinke T., Kühnert H.: Ventrikuläre Desynchronisation mit und ohne ischämische Herzerkrankung bei Resynchronisationsrespondern. Biomed. Tech. 58, (Suppl. 2) 2013, 4155; DOI 10.1515/bmt-2013-4155
- [3] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Heinke T., Dannberg G., Figulla H.R.: Transösophageales interventrikuläres Delay bei Vorhofflimmern und kardialer Resynchronisation. Biomed. Tech 58, (Suppl. 1) 2013, 4154; DOI 10.1515/bmt-2013-4154

AUTOREN

Martin Krämer
Medizintechnikstudent
Fakultät Elektrotechnik und
Informationstechnik
mkraeme1@
stud.hs-offenburg.de



**Prof. Dr.-Ing. med. habil.
Matthias Heinke**
Fachingenieur der Medizin, Prakti-
kantenamtsleiter Medizintechnik,
Leiter Labor Kardiovaskuläre
Gerätetechnik
Lehrgebiete: Biosignal Processing,
Herzrhythmustechnik, Hämody-
namik, Telemedizin, Medizinische
Statistik, Qualitätssicherung
matthias.heinke@hs-offenburg.de



Herzschrittmachersimulation mit modifiziertem Kappa KDR 901

Nicolas Glienke, Steven Hartmann, Benjamin Straub, Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke

Die Herzschrittmachertherapie mit rechtsatrialer und rechtsventrikulärer Stimulation gilt als etablierte Therapie bei Patienten mit Sinusknotenfunktionsstörungen und atrioventrikulären Blockierungen. Das Ziel der Studie besteht in der Adaptierung eines Medtronic Kappa KDR 901-Doppelkammerherzschrittmachers an eine externe Spannungsversorgung und an den InterSim II zur Herzrhythmusimulation mit unterschiedlichen Schrittmacherparameter für Lehre und Forschung.

Cardiac pacemaker therapy with right atrial and right ventricular pacing is an established therapy in symptomatic patients with sinus node dysfunction and atrioventricular conduction block. The aim of this study was to evaluate the adaptation of the Medtronic Kappa KDR 901 dual chamber pacemaker to an external battery and to the InterSim II for heart rhythm simulation with different pacemaker parameters for training and research.

Einleitung

Bei Patienten mit Sinusknotenfunktionsstörungen, einer Herzfrequenz kleiner 40-Schläge pro Minute, Pausen länger als 3 Sekunden und eindeutigen Zusammenhang zur klinischen Symptomatik handelt es sich nach deutschen und europäischen Leitlinien um eine IC-Indikation zur Herzschrittmachertherapie mit höchstem Empfehlungsgrad I und Evidenzniveau C [1, 2]. Die Sinusknotenfunktionsstörung kann mit oder ohne atrioventrikulärer Leitungsblockierung und Vorhofflimmern auftreten und zur Implantation eines Einkammerherzschrittmachers mit rechtatrialer Elektrode oder Doppelkammerherzschrittmachers mit rechtsatrialer und rechtsventrikulärer Elektrode führen. Die Evaluierung der elektrischen atrialen und ventrikulären Leitungszeiten und des Vorhofflimmerns ist für die Auswahl des richtigen Herzschrittmachersystems wichtig [3-5].

Das Ziel unseres Projektes besteht in der Adaptierung eines Medtronic Kappa KDR 901-Doppelkammerherzschrittmachers an eine externe Spannungsversorgung und an den Herzrhythmusimulator InterSim II zur Herzrhythmusimulation mit unterschiedlichen Schrittmacherparametern für Lehre und Forschung.

Methoden

Der Kappa KDR 901 ist ein frequenzadaptiver Zweikammerschrittmacher der Firma Medtronic mit zahlreichen programmierbaren permanenten und temporären Betriebsarten

im Doppelkammermodus und im Einkammermodus als Vorhof- oder Ventrikelschrittmacher. Mit dem Kappa KDR 901 sind elektrophysiologische Untersuchungen mit programmierter atrialer oder ventrikulärer Elektrostimulation möglich. Um einen Kappa KDR 901 mit Batterieerschöpfung im Cardio Labor der Hochschule Offenburg weiter für Herzschrittmachersimulationen nutzen zu können, ist eine Modifikation des KDR 901 durch Anschluss einer externen Batterie notwendig. Bei Schrittmachern aus der Kappa 900-Serie gibt es aufgrund der Schaltungsarchitektur technische Probleme bei der Adaptierung einer externen Batterie an die elektronische Schaltung des KDR 901. Beispielsweise darf bei der Konnektierung der externen Batterie an den KDR 901 die Spannungsversorgung zu keiner Zeit unterbrochen sein. Eine Unterbrechung der Batteriespannung führt zum Verlust der telemetrischen Erkennbarkeit des Kappa KDR 901 durch das Medtronic-Programmiergerät.

Die zerstörungsfreie 3D-Darstellungen von Batterie und elektronischer Schaltung des Kappa KDR 901 mithilfe eines Computertomographiegeräts der Hochschule Offenburg waren Voraussetzung für die Realisierung des modifizierten Kappa KDR 901. Diese computertomographischen Aufnahmen dienten zur genauen Bestimmung der Lage der Batterie und des Abstands zwischen Batterie und Schrittmachergehäuse. Der Abstand zwischen Batterie und Kappa KDR 901 Schrittmachergehäuse betrug 0,818 Millimeter und fand beim verletzungs-

freien Öffnen des Schrittmachers Berücksichtigung (Abb. 1). Die 3D-Darstellungen ermöglichen neben der Evaluierung des inneren Aufbaus des Kappa KDR 901 auch die Bestimmung der Position der Batteriekontakte (Abb. 2). Mithilfe eines Dremel®-Multifunktionswerkzeugs mit dünnem Schleifaufsatz konnte der KDR 901 oberhalb der Elektrodenanschlüsse geöffnet werden.

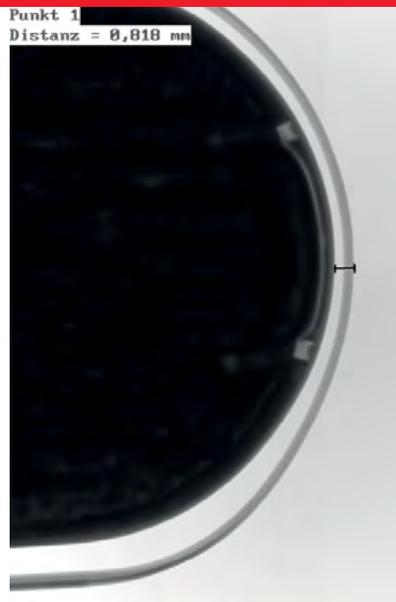


Abb. 1: Ausschnitt des Kappa KDR 901 durch Coputertomographie zur Bestimmung des Abstands zwischen Schrittmachergehäuse und Batterie von 0,818 mm

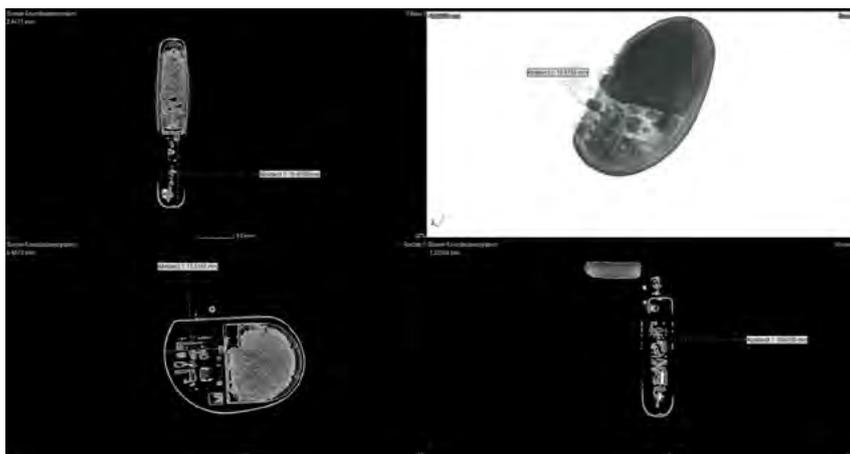


Abb. 2: Computertomographische Aufnahmen des Kappa KDR 901 aus verschiedenen Perspektiven

Ergebnisse

Modifizierter Kappa KDR 901

Nach dem Öffnen des Kappa KDR 901 konnte die genaue Position der Batteriekontakte mit einer Lupe bestimmt werden. Der positive Batteriekontakt läuft direkt in die Schrittmacherbatterie. Der negative Batteriekontakt liegt am Batteriegehäuse und wird über zwei dünne Brücken zu einem Goldkontakt geleitet. Der Anschluss der externen Batterie an die internen Batteriekontakte erfolgte ohne Unterbrechung der Batterieverbindung (Abb. 3).

Basierend auf 100 Prozent atrialer und ventrikulärer Stimulation konnte eine mittlere geschätzte verbleibende Laufzeit des modifizierten Kappa KDR 901 von 95 Monaten erreicht werden. Der Bereich der geschätzten verbleibenden Laufzeit betrug minimal 79 Monate und maximal 112 Monate. Die Messung der Batteriespannung ergab 2,96 Volt bei einer Batterieimpedanz von 100 Ohm.



Abb. 3: Geöffneter Herzschrittmacher Kappa KDR 901 nach dem Anschließen der externen Batterie. Rotes Kabel – positiver Pol, blaues Kabel – negativer Pol

Herzrhythmusstimulation mit InterSim II und Kappa KDR 901

Die Kombination des modifizierten Kappa KDR 901-Herzschrittmachers mit dem Herzrhythmusstimulator InterSim II ermöglicht umfangreiche Messungen, Programmierungen und Analysen von Sensing, Pacing, Refraktärzeiten und Blankingzeiten bei unterschiedlichen Betriebsarten mit und ohne frequenzadaptive Stimulation. So konnte beispielsweise bei Vorhoffgetriggelter Ventrikelstimulation im VDD-Modus das Verhalten des Herzschrittmachers bei normofrequentem Sinusrhythmus (Abb. 4), beim Auftreten einer ventrikulären Extrasystole (Abb. 5) und beim Auftreten einer supraventrikulären Extrasystole (Abb. 6) sehr genau bezüglich des Refraktärzeitverhaltens und der Leitungszeiten analysiert werden.

Abb. 4: EKG Ableitung II (obere Kurve), erweiterter Markerkanal (mittlere Kurve) und rechtsatriales EKG (untere Kurve) bei normofrequentem Sinusrhythmus und VDD-Schrittmacherstimulation mit modifiziertem Kappa KDR 901- und InterSim II Herzrhythmusstimulator

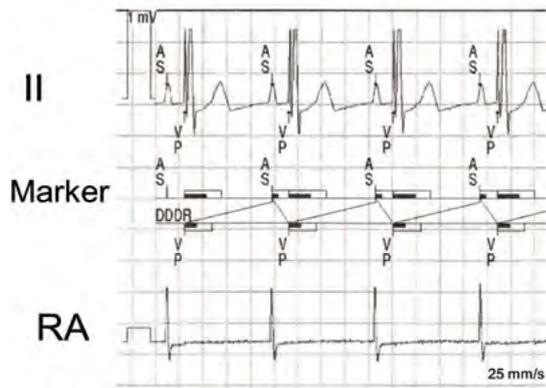


Abb. 5: EKG Ableitung II (obere Kurve), erweiterter Markerkanal (mittlere Kurve) und rechtsatriales EKG bei einer ventrikulären Extrasystole (roter Pfeil) und VDD Schrittmacherstimulation mit modifiziertem Kappa KDR 901 und InterSim II Herzrhythmusstimulator

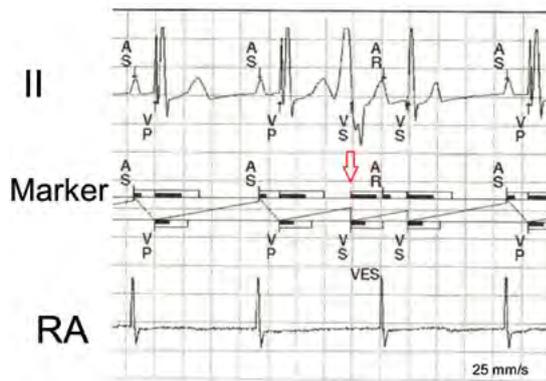
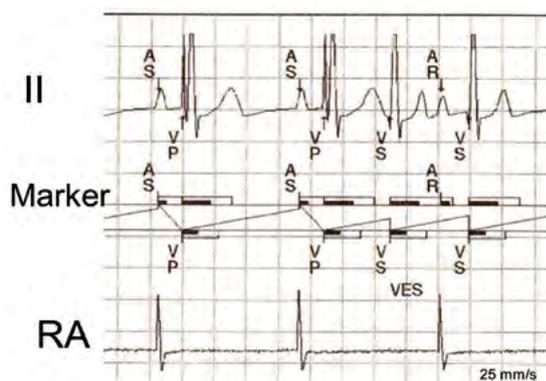


Abb. 6: EKG Ableitung II (obere Kurve), erweiterter Markerkanal (mittlere Kurve) und rechtsatriales EKG (untere Kurve) bei einer supraventrikulären Extrasystole und VDD-Schrittmacherstimulation mittels modifiziertem Kappa KDR 901- und InterSim II Herzrhythmusstimulator



Schlussfolgerungen

Die Adaptierung einer externen Batterie an einen Kappa KDR 901-Herzschrittmacher mit Batterieerschöpfung ermöglicht eine Laufzeitverlängerung des modifizierten KDR 901 um etwa 100 Monate bei 100 Prozent rechtsatrialer und rechtsventrikulärer Stimulation und eine Batterieimpedanz von 100 Ohm. Durch Kombination des modifizierten Kappa KDR 901 mit dem Herzrhythmusstimulator InterSim II können umfangreiche Messungen, Programmierungen und Analysen von Sensing, Pacing, Refraktärzeiten, Blankingzeiten und Leitungszeiten bei unterschiedlichen Betriebsarten des frequenzadaptiven Herzschrittmachers und unterschiedlichen bradykarden und tachykarden Herzrhythmusstörungen durchgeführt werden.

Literatur

- [1] Lemke B., Nowak B., Pfeiffer D.: Leitlinien zur Herzschrittmachertherapie. *Z Kardiologie* 94 (2005), 704 – 720
- [2] Vardas P. E., Auricchio A., Blanc J.J., Daubert J.-C., Drexler H., Ector H., Gasparini M., Linde C., Morgade F.B., Oto A., Sutton R., Trisz-Gluza M.: Guidelines for cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J* (2007), 2256 – 2295
- [3] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Gorissen B., Mueller D., Dannberg G., Figulla H.R.: Left ventricular conduction delay and biventricular pacing delay in cardiac resynchronisation therapy responder and non-responder. *Europace* 15, Suppl. 2, (2013), P1240
- [4] Heinke M., Ismer B., Kühnert H., Heinke T., Dannberg G., Figulla H.R.: Transösophageales interventrikuläres Delay bei Vorhofflimmern und kardialer Resynchronisation. *Biomed. Tech* 58, (Suppl. 1) 2013, 4154; DOI 10.1515/bmt-2013-4154
- [5] Heinke M., Ismer B., Dannberg G., Heinke T., Kühnert H.: Ventrikuläre Desynchronisation mit und ohne ischämische Herzerkrankung bei Resynchronisationsrespondern. *Biomed. Tech* 58, (Suppl. 2) 2013, 4155; DOI 10.1515/bmt-2013-4155

AUTOREN

Nicolas Glienke

Student Medizintechnik
nglienke@
stud.hs-offenburg.de



Steven Hartmann

Student Medizintechnik
shartman@
stud.hs-offenburg.de



Benjamin Straub

Student Medizintechnik
bstraub@
stud.hs-offenburg.de



Prof. Dr.-Ing. med. habil. Matthias Heinke

Fachingenieur der Medizin, Prakti-
kantenamtsleiter Medizintechnik,
Leiter Labor Kardiovaskuläre
Gerätetechnik
Lehrgebiete: Biosignal Processing,
Herzrhythmustechnik, Hämody-
namik, Telemedizin, Medizinische
Statistik, Qualitätssicherung
matthias.heinke@hs-offenburg.de




GeneSys
Sensor & Navigation Solutions

Automotive Testing Equipment
Sensorik für Baumaschinen & Tunnelling
Neigungs-, Kreisel-, Laser-Messtechnik
Industrielle Bildverarbeitung

Studenten sind herzlich willkommen

GeneSys Elektronik GmbH | In der Spöck 10
77656 Offenburg | T 0781 969279-0
mail@genesys-offenburg.de | www.genesys-offenburg.de

J. Schneider Elektrotechnik GmbH



Der Name Schneider steht seit 70 Jahren
für innovative Produkte und Dienstleistungen

**Planung, Entwicklung und Produktion von neuen Technologien -
unser Know-How steht für Komplettlösungen**

Unser innovatives Team entwickelt kundenspezifische
Hightech-Stromversorgungen u.a. für

- Plasmatechnologie
- Laseranwendungen
- Röntgenanwendungen



Helmholtzstrasse 13
77652 Offenburg

Werner-von-Siemens-Strasse 12
77656 Offenburg-Elgersweier

Tel. 0781 / 206-0
Fax 0781/ 2 5318

www.j-schneider.de
info@j-schneider.de

Das Institut für Unmanned Aerial Systems wurde vor nunmehr fast 3 Jahren gegründet. Anfänglich standen Problemstellungen und Entwicklungsarbeiten für autonome Helikopter allein im Vordergrund. Fluggenehmigungen auf der Internationalen Luftfahrtausstellung und Flüge in großen Höhen zeigen die Leistungsfähigkeit der bisherigen Entwicklungsergebnisse.

Es haben sich aber bald weitere Themenbereiche eröffnet, die in einem technologischen Zusammenhang mit Lösungswegen im UAV-Bereich stehen. Hier sind zunächst Entwicklungsarbeiten in der Kanalsanierung zu erwähnen. Es wurde ein akustisches Verfahren zur Inspektion von Kanalrohren entwickelt, über das an anderer Stelle berichtet wird. Hieraus ist ein weiteres Projekt für ein System für die Kanalnavigation entstanden, das derzeit in Arbeit ist. Weitere Projekte im Bereich Navigation sind in der Antragsphase.

Vorarbeiten in der optischen 3D-Erfassung haben zu einem Entwicklungsprojekt in diesem Bereich geführt. Ein Labormuster läuft, derzeit sind erste Prototypen im Aufbau.

Problemstellungen in der Inspektion von Beton sind in ein Entwicklungsprojekt im Bereich Ultrawideband-Radar gemündet. Ein erstes System wurde realisiert und wird derzeit optimiert. Aus diesen Arbeiten haben sich weitere Anwendungsbereiche für UWB-Radare ergeben; hier werden derzeit Konzepte erstellt und Finanzierungsquellen eruiert.

Das Institut hat inzwischen erfahrene Mitarbeiter und eine breite technologische Basis: Navigation, Flugregelung, Trägerphasen-GPS, HF-Kommunikationssystemen, optische 3D-Erfassung, Ultrawideband-Radar, inverse 3D-Rekonstruktionsalgorithmen, akustische Systeme etc. Die Auftragslage und Auslastung ist gut und es darf gehofft werden, dass sich auf dieser Basis noch einige interessante Entwicklungen ergeben werden.

Natürlich sind Absolventenarbeiten und Projektarbeiten im Institut gern gesehen.



Institute for Unmanned Aerial Systems



Das schwebende Hochschullogo

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder, Julien Schultz

In dem Projekt „Das schwebende Hochschullogo“ werden der Schriftzug der Hochschule oder 3D-Bilder mit spekularer Holographie in eine Plexiglasplatte gefräst. Jedes Fräsmuster entspricht dabei einem Bildpunkt des Hologramms. Wird die Platte mit einer Punktlichtquelle angestrahlt, entsteht für den Betrachter in ausreichend großem Abstand durch die Bewegungsparallaxe der Eindruck einer Tiefenwahrnehmung – die reflektierenden Bildpunkte schweben vor, in oder hinter der Plexiglasplatte.

The project „The Floating Logo“ aims to create logos or 3D models as specular holograms by milling in acrylic glass. Each pattern correspond to a pixel of the hologram. By spotlighting the hologram, observers in sufficient distance notice stereoscopic depth perception in cause of motion parallax – the reflecting pixels float before, behind or in the acrylic glass.

Motivation

Während der Baumaßnahmen des Gebäudes E entstand der Wunsch, den Schriftzug der Hochschule am Neubau als beleuchtetes Transparent anzubringen. Architektonische Gründe verhinderten diesen Wunsch. Daraufhin entstand die Idee, den Schriftzug als spekulares Hologramm in Plexiglas zu fräsen, jeden Buchstaben in ein Gebäudefenster zu montieren und von außen mit Strahler anzustrahlen, um den Passanten den Eindruck zu verschaffen, die Buchstaben würden vor den Fenstern schweben.

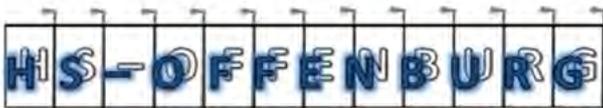


Abb. 1:
Die ursprüngliche Idee an dem Fenster des Gebäudes E

Grundlagen

Bei spekularen Hologrammen wird jeder Bildpunkt als ellipsenförmige Figur in Plexiglas gefräst, damit das einfallende Licht des Strahlers zum Betrachter in geeigneter Weise reflektiert wird. Damit nicht zu tief gefräst werden muss, wird jedes Ellipsoid als Fresnel-Linse gefräst. Durch Beleuchtung dieser Ellipsoide mit einer Punktlichtquelle in hinreichend großem Abstand entsteht eine Menge von virtuellen 3D-Bildpunkten im Raum. Aufgrund der Tiefenwahrnehmung über stereoskopisches Sehen und Bewegungsparallaxe wird diese

dreidimensionale Punktematrix vom Gehirn des Betrachters dann als reales Objekt wahrgenommen.

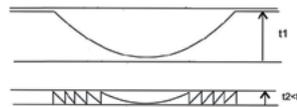


Abb. 2:
Das Prinzip der
Fresnel-Linse

Berechnung des Hologramms

Die Hologramme werden mit einem eigens für dieses Projekt erstellten Algorithmus berechnet. Dabei kann die Position der Lichtquelle, die gewünschte Position der virtuellen Bildpunkte und die Entfernung des Betrachters als Parameter eingegeben werden. Das gewünschte 2D-Objekt (Buchstabe) wird als schwarz-weißes Bild eingelesen und in Rechtecke für die Ellipsoide aufgeteilt.

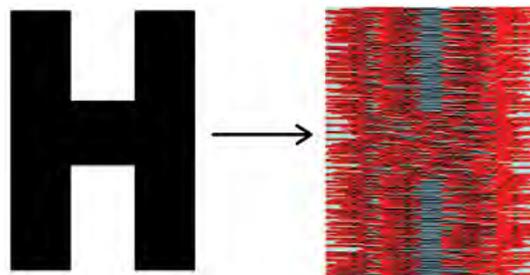


Abb. 3: Das H vor und nach dem Algorithmus

Diese Rechtecke werden durch Zufallsgenerator verteilt, um Linienstrukturen im Hologramm zu vermeiden. Für jeden einzelnen Bildpunkt wird ein Ellipsoid berechnet, das die Tiefeninformation beinhaltet. Das Ergebnis des Algorithmus wird direkt im G-Code für die 3-Achs-Fräsmaschine des IUAS ausgegeben.

Herstellung

Der vom Algorithmus ausgegebene G-Code wird direkt von der Maschinensoftware der Fräse importiert. Es werden aktuell 2 Schruppfahrten und eine Schlichtfahrt gefahren, für die die Maschine in Summe circa 8 Stunden für eine DIN A4 großes Bild benötigt. Als Fräser wird ein Vollhartmetall-Gravierstichel mit einer zylindrisch abgerundeten Spitze ($R=0,40\text{ mm}$) verwendet, der als Sonderanfertigung eigens für dieses Projekt angefertigt wird. Anschließend wird die Plexiglasplatte mit den gefrästen Kerben poliert.

AUTOREN

Julien Schultz, M.Sc.



Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Leiter Institute for Unmanned Aerial Systems
w.schroeder@hs-offenburg.de

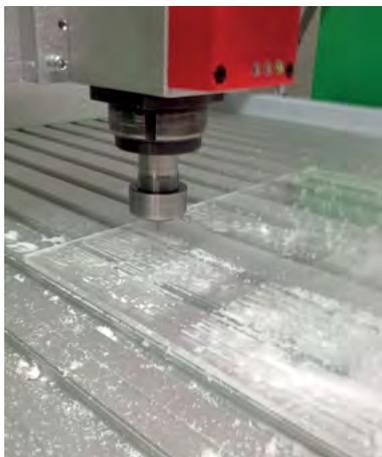


Abb. 4:
Die Fräsmaschine erstellt das Hologramm

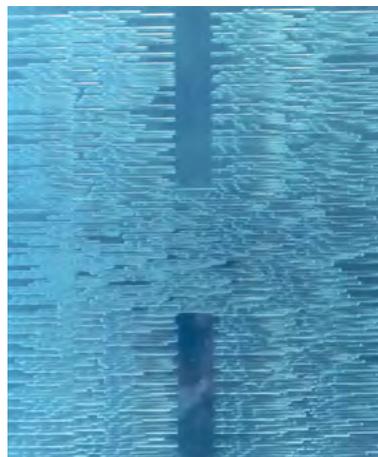


Abb. 5:
Das gefräste Hologramm



Abb. 6:
Das Fräsmuster detaillierter

Ergebnis und Ausblick

Stellvertretend für den Schriftzug wurde das „H“ bereits als Hologramm gefräst. Durch Verwendung des angefertigten Stichels, Kühlmittel und der Politur konnten die Fresnel-Linsen sehr fein gefräst werden, sodass der Hologramm-Effekt sehr gut zum Vorschein kommt.

Aktuell wird im Rahmen einer Bachelor-Thesis ein Algorithmus entwickelt, mit dem es auch möglich sein wird, ein dreidimensionales Objekt in einem spekularen Hologramm darzustellen.

Am Neubau der Hochschule wird nicht wie zu Beginn geplant pro Fenster ein Buchstabe dargestellt, stattdessen wird voraussichtlich ein Schaufenster nach außen angebracht, in dem die realisierten Hologramme demonstriert werden.

Referenz

Regg C., Rusinkiewicz S., Matusik W., Gross M.: Computational Highlight Holography. ACM Transactions on Graphics, 29(6), (SIGGRAPH Asia), December 2010

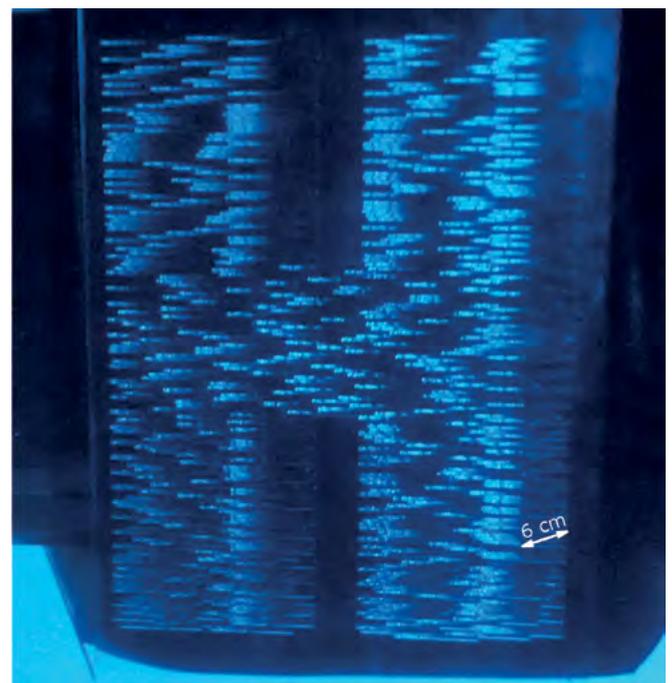


Abb. 7: Das Hologramm schwebt 6 cm vor der Platte

Entwicklung eines FT-Raman-Spektrometers

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder, Valentin Ortega Clavero

Am Institut für Angewandte Forschung wurde ein neuartiger Fourier-Transformations-Raman-Spektrometer (FT-Raman) auf der Basis eines Michelson-Interferometers und einem selbst entwickelten Photonen-zähler gebaut, der sich durch seine Robustheit und Flexibilität auszeichnet. Dieser kostengünstige Aufbau hat keine komplexe Hardware oder Steuersysteme für die Korrektur des optischen Wegs. In dieser Vorrichtung wurden die mechanischen und thermischen Einflüsse mathematisch kompensiert durch erneutes Abtasten (re-sampling) der extrahierten optischen Pfadinformation, die aus einem Interferenzmuster einer monochromatischen Quelle ($\lambda = 632.8$ nm Helium-Neon laser) ermittelt wird. Dieses Verfahren ermöglicht die Extraktion von Raman Spektren mit präziser Frequenz und hoher Auflösung. Das System ist flexibel und ermöglicht dem Benutzer den vollen Zugriff auf Hard- und Software. Raman-Spektren verschiedener Chemikalien wurden mit einer Auflösung von $1,66 \text{ cm}^{-1}$ bis $5,0 \text{ cm}^{-1}$ mit diesem Gerät gemessen. Die Frequenzgenauigkeit des FT-Raman-Prototyps ist vergleichbar mit dem eines kommerziellen FT-Raman Geräts, jedoch bei deutlich geringeren Kosten.

A robust and flexible Fourier transform Raman spectrometer (FT-Raman) based on a Michelson interferometer and a self-made photon counter has been developed at the Institute of Applied Research. This inexpensive setup has no complex hardware or control systems for optical path compensation. The mechanical and thermal influences are mathematically compensated by re-sampling the extracted optical path information, which is obtained from the interference pattern of a $\lambda = 632.8$ nm Helium-Neon laser (HeNe laser). This method permits the extraction of high resolution and frequency precise Raman spectra. This system is flexible and allows the user having complete access to hardware and software. Frequency precise and high resolution Raman spectra of different chemical compounds with a resolution of 1.66 cm^{-1} to 5.0 cm^{-1} have been measured with this device. The frequency accuracy achieved with this FT-Raman prototype is comparable to the one obtained using similar FT-Raman devices at significantly lower costs.

Das Grundprinzip

Bei der Raman-Spektroskopie wird die zu untersuchende Probe mit monochromatischem Licht üblicherweise aus einem Gas- oder Halbleiterlaser angeregt. Dabei entstehen Rayleigh-Streuung, mit der gleichen Wellenlänge des anregenden Lasers und Raman-Streuung mit unterschiedlicher Wellenlänge. Elastisch (Rayleigh-Streuung) und unelastisch (Raman-Streuung) streuendes Licht wird in einen Analysator (in unserem Fall ein Michelson-Interferometer) eingekoppelt. Nach dem Analysator wird die Rayleigh-Streuung mit einem Notch-Filter geblockt und die verbleibenden Photonen der Raman-Streuung mit einer Lawinenfotodiode gezählt. Durch Auswertung der Interferenz kann man mit hoher Genauigkeit auf das entsprechende Spektrum schließen. Diese analytische Technik ermöglicht die che-

mische Analyse von Proben in einer kontaktfreien Weise. Außerdem erfordern die Proben geringe oder keine Vorbereitung vor der Messung.

Der Versuchsaufbau und die Bewertungsverfahren

Der Versuchsaufbau hat folgende drei Hauptteile: ein Michelson-Interferometer, ein Photonen-zähler (selbst designten mit einer Si-Avalanche-Photodiode aufgebaut) und ein Referenzphotodetektor für das monochromatische Interferenzsignal. Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung der Einrichtung. Während der Extraktion der Raman-Information der Probe werden Photonen-zähler und Referenzphotodetektor gleichzeitig abgetastet. Mit der Phaseninformation des Referenzsignals ist es möglich, den optischen Weg genau

zu berechnen. Die gewählten optischen Wege liegen im Bereich von 2 mm bis 6 mm (ca. 2 cm⁻¹ bis 6 cm⁻¹ Auflösung). Die meisten festen und flüssigen Proben erfordern eine spektrale Auflösung zwischen 3 cm⁻¹ bis 10 cm⁻¹.

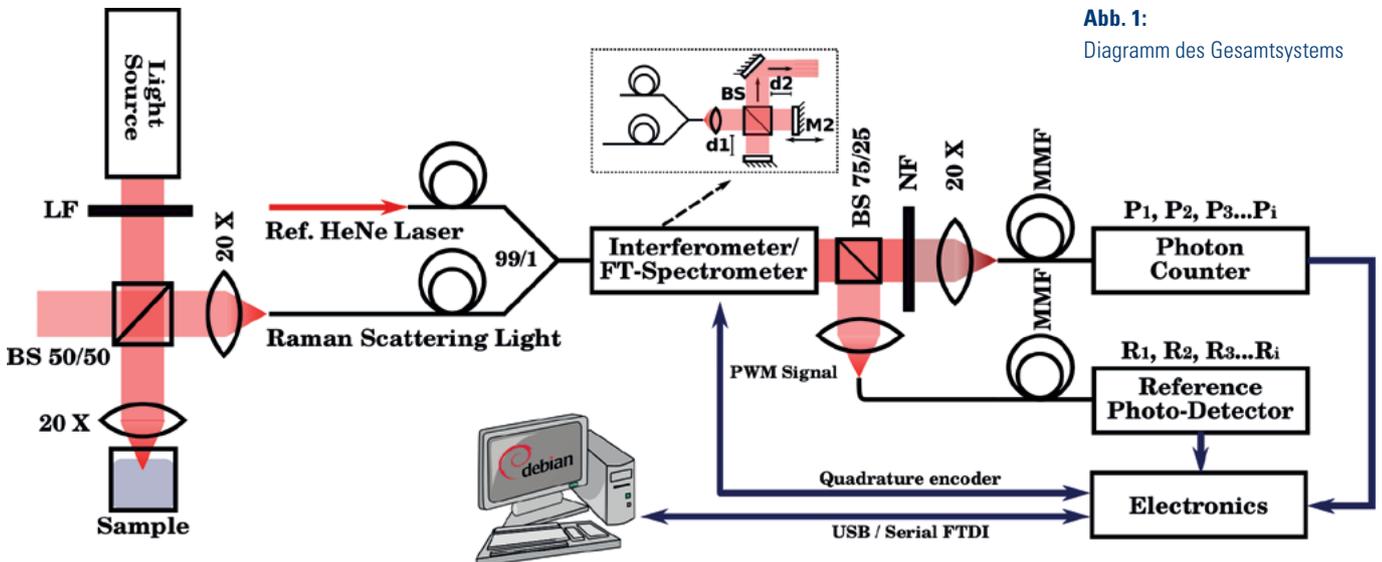


Abb. 1:
Diagramm des Gesamtsystems

Ergebnisse und Anwendungen

Durch Verwendung des FT-Raman-Spektrometers war es möglich, verschiedene Chemikalien (z.B. Cyclohexan, Toluol, Benzol etc.) zu analysieren. Die Analyse dieser Materialien hat es ermöglicht, die Frequenzgenauigkeit des FT-Raman-Spektrometers zu überprüfen. Die Frequenzabweichung der Raman-Spektren von Cyclohexan und Toluol, die mit dem FT-Raman-Spektrometer bestimmt wurden, liegen innerhalb den von der „American Society for Testing and Materials“ (ASTM) empfohlenen Grenzen. (Die spektrale Abweichung Wert muss kleiner als 1 cm⁻¹ sein). Die Frequenzgenauigkeit des FT-Raman-Prototyps ist also vergleichbar mit der eines kommerziellen FT-Raman-Geräts, jedoch bei deutlich geringeren Kosten.

Abbildung 2 und Abbildung 3 zeigen die Raman-Spektren von Cyclohexan und Toluol. Diese Spektren wurden mit dem FT-Raman-Spektrometer extrahiert und mit zwei verschiedenen kommerziellen FT-Raman-Spektrometern (ein MultiRam von Bruker Optics und ein Nicolet iS50 von Thermo Fisher). Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die wichtigsten Raman-Linien des Standard-Spektrums von Cyclohexan und Toluol. Die Spektren dieser Materialien, die mit dem FT-Raman-Spektrometer und die kommerziellen FT-Raman-Spektrometer extrahiert wurden, werden ebenfalls angezeigt.

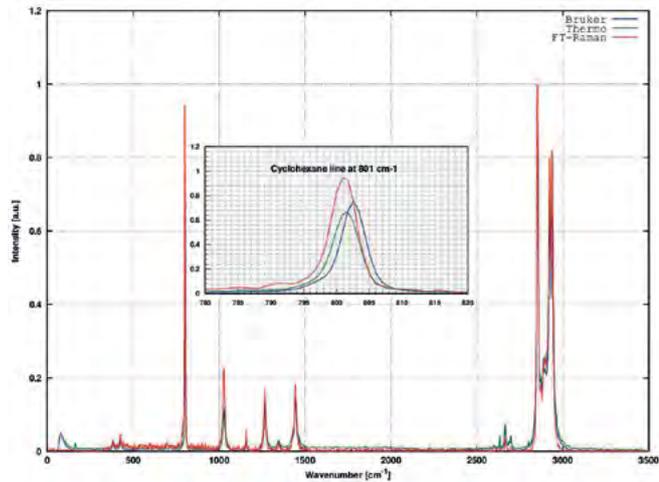


Abb. 2:
Berechnet
Raman-Spektren
von Cyclohexan

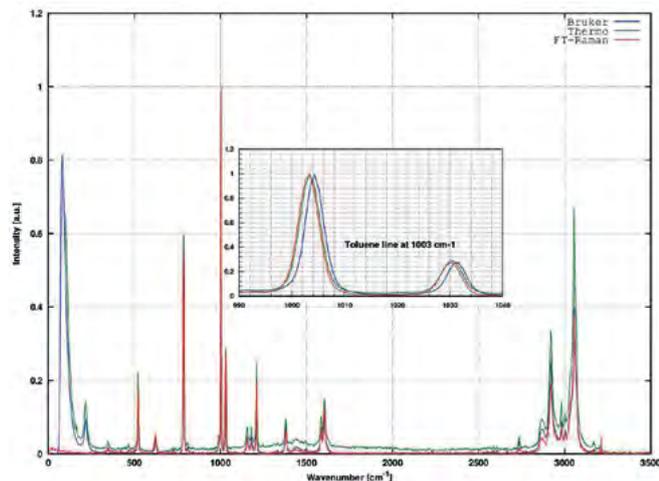


Abb. 3:
Berechnet
Raman-Spektren
von Toluol

Außerdem wurden auch verschiedene Proben im Labor aufbereitet und handelsübliche Kraftstoffmischungen (vor allem Benzin-Ethanol-Mischungen) untersucht. Im Rahmen dieser Analyse wurden auch die qualitative und quantitative Messungen zur Bestimmung der Menge an Toluol durchgeführt.

Durch minimale Anpassungen in unserem Versuchsaufbau können auch Spektren von optischen Komponenten wie Notchfilter, Liniendiffilter und Lichtquellen ausgewertet werden.

Technische Weiterentwicklungen

Derzeit werden die Bewertungsmethoden für die Berechnung der Raman-Spektren und für die entsprechende quantitative und qualitative Analyse mit unterschiedlichen Filteralgorithmen getestet. Bisher trug dies zu einer leichten Verbesserung der Amplitude des Raman-Signals bei. Die Photonenzähler der FT-Raman-Spektrometers wird auch modifiziert, um niedrigere Intensitäten des Raman-Lichts aus den Proben zu erkennen. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Lawinenphotodioden erworben und getestet. Verschiedene Forschungsfelder werden ebenfalls untersucht (z.B. Pharma, Lebensmittel, Getränke etc.), um festzustellen, wo dieses FT-Raman-Gerät und die Bewertungsmethoden angewendet werden können.

Referenzen

[1] Valentin Ortega Clavero, Andreas Weber, Werner Schröder, Patrick Meyrueis, and Nicolas Javahiryaly. Qualitative and quantitative spectral analysis of binary gasoline-ethanol blends using a low-cost ft-raman spectrometer prototype. *Lasers in Engineering*, ISSN: 0898-1507, 25(3-4):247–253, 2013.

[2] Valentin Ortega Clavero, Andreas Weber, Werner Schröder, Dan Curticapean, Nicolas Javahiryaly, and Patrick Meyrueis. Spectral monitoring of toluene and ethanol in gasoline blends using fourier-transform raman spectroscopy. *Proc. SPIE Optical Measurement Systems for Industrial Inspection VIII*, 8788(8):8788–112, 2013.

[3] Valentin Ortega Clavero, Andreas Weber, Werner Schröder, Nicolas Javahiryaly, and Patrick Meyrueis. Spectral observation of fuel additives in gasoline-ethanol blends using a fourier-transform raman spectrometer prototype. *Proc. SPIE 8720 Photonic Applications for Aerospace, Commercial, and Harsh Environments IV*, (4):8720–26, 2013.

Standard [cm ⁻¹] / Rel. Int.	FT-Raman	MultiRam	Nicolet iS50
521.7 ± 0.34 / 0.10	521.1 / 0.18	522.2 / 0.17	521.4 / 0.22
786.6 ± 0.40 / 0.39	786.1 / 0.54	787.1 / 0.54	786.3 / 0.59
1003.6 ± 0.37 / 1.00	1003.3 / 1.00	1004.2 / 1.00	1003.4 / 1.00
1030.6 ± 0.36 / 0.23	1030.1 / 0.27	1031.1 / 0.27	1030.4 / 0.28
1211.4 ± 0.32 / 0.26	1210.3 / 0.20	1211.2 / 0.21	1210.2 / 0.25
1605.1 ± 0.47 / 0.06	1604.8 / 0.12	1605.7 / 0.11	1604.7 / 0.14
3057.1 ± 0.63 / 0.30	3055.2 / 0.33	3055.6 / 0.40	3054.8 / 0.67

Standard [cm ⁻¹] / Rel. Int.	FT-Raman	MultiRam	Nicolet iS50
384.1 ± 0.78 / 0.02	382.9 / 0.03	384.9 / 0.02	384.1 / 0.02
426.3 ± 0.41 / 0.03	425.8 / 0.04	427.3 / 0.02	426.6 / 0.03
801.3 ± 0.96 / 0.95	801.1 / 0.94	802.5 / 0.75	801.7 / 0.67
1028.3 ± 0.45 / 0.15	1027.6 / 0.22	1028.8 / 0.11	1027.8 / 0.10
1157.6 ± 0.94 / 0.06	1157.3 / 0.06	1158.9 / 0.04	1157.6 / 0.03
1266.4 ± 0.58 / 0.14	1265.7 / 0.17	1267.3 / 0.13	1266.3 / 0.12
1444.4 ± 0.30 / 0.12	1443.8 / 0.18	1444.6 / 0.14	1443.9 / 0.14
2664.4 ± 0.42 / 0.08	2664.2 / 0.03	2664.9 / 0.07	2664.1 / 0.06
2852.9 ± 0.32 / 1.00	2852.8 / 1.00	2853.0 / 1.00	2852.3 / 1.00
2923.8 ± 0.36 / 0.58	2923.7 / 0.80	2924.0 / 0.66	2923.2 / 0.74
2938.3 ± 0.51 / 0.67	2938.3 / 0.80	2938.8 / 0.71	2937.9 / 0.81

Tabelle 1:

Haupt-Raman-Verschiebungslinien des Standardspektrums gegen das von Toluol beobachtete Raman-Spektrum (C7 H8) mit der FT-Raman-Einrichtung in Abb. 1 und zwei handelsübliche Geräte

Tabelle 2:

Haupt-Raman-Verschiebungslinien des Standardspektrums gegen das von Cyclohexan beobachtete Raman-Spektrum (C6 H12) mit der FT-Raman-Einrichtung in Abb. 1 und zwei handelsübliche Geräte

AUTOREN

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Leiter Institute for Unmanned Aerial Systems
w.schroeder@hs-offenburg.de



Valentin Ortega Clavero, M.Sc.

Akademischer Mitarbeiter IAF / IUAS
valentin.ortega@hs-offenburg.de



Soundcheck – Akustische Vermessung von Abwasserkanälen

Michael Lange, Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Damit Abwasserkanäle grabungsfrei saniert werden können, muss die zu sanierende Kanallänge bekannt sein. Hierfür wurde am Institute for Unmanned Aerial Systems zusammen mit dem Kooperationspartner aus der Kanalsanierungsbranche ein Messgerät entwickelt, das die Rohrlänge auf akustischem Weg ermittelt. Ebenso wurde realisiert, dass die Position eines Fräßroboters im Rohr bestimmt werden kann.

In order to rehabilitate sewer, the pipe length must be known. The Institute for Unmanned Aerial Systems developed together with partners from the sewer rehabilitation industry a measuring device which determines the length of pipe by an acoustic signal. Moreover, it was realized that the position of a robot in the pipe can be determined.

Einleitung

Bei der Kanalsanierung hat sich die grabungsfreie Variante, bei der ein Liner in das Rohr gezogen wird, durchgesetzt. Um die erforderliche Länge des Liners im Vorfeld zuverlässig bestimmen zu können, wird eine Messmethode benötigt, mit der die Rohrlänge zuverlässig gemessen werden kann. Die bisherigen Messverfahren weisen Messfehler auf, die erhebliche Kosten mit sich ziehen. Zudem muss die Position eines Fräßroboters im Rohr bestimmt werden. Dieser muss die genauen Positionen der Zuläufe, die durch den Liner verschlossen wurden, anfahren können, damit diese wieder geöffnet werden. Auch hierbei kam es in der Vergangenheit zu vielen Fehlbohrungen, was wiederum erhebliche Kosten verursachte.

Das Institute for Unmanned Aerial Systems entwickelte zusammen mit dem Kooperationspartner ein Messgerät, das die oberen Anforderungen auf akustische Weise ermittelt.

Funktionsweise

Durch Ermitteln der Schalllaufzeit t eines akustischen Signals durch die Messstrecke (Kanalrohr), kann über die Ausbreitungsgeschwindigkeit c die Länge L der Messstrecke ermittelt werden.

$$L = c \cdot t$$

Formel 1: Längenmessung durch Laufzeiterfassung

Mit diesem Verfahren ist es auch möglich, nicht nur Strecken zu messen, die nicht gradlinig verlaufen, sondern auch solche, die Abzweigungen und Bögen enthalten, sofern die Frequenz ausreichend niedrig ist.

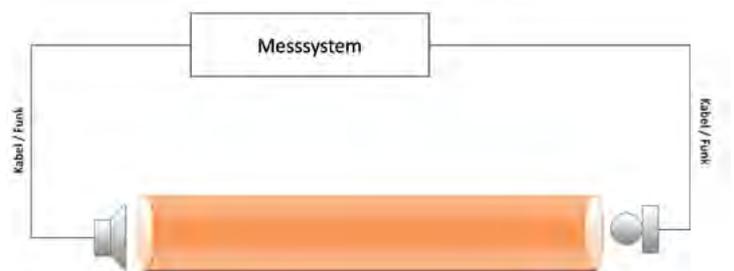


Abb. 1: Messprinzip der Längenmessung

Das Messgerät ist so aufgebaut, dass sich am einen Ende des Rohrs ein Lautsprecher und am anderen Ende ein Mikrofon befindet. Über Funk werden die beiden Messmodule synchronisiert, was das Ermitteln der Schalllaufzeit ermöglicht.

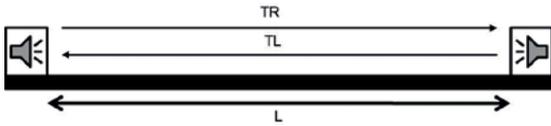
In einer anderen Variante wird die Position des Fräßroboters gemessen. Hierbei befindet sich das Mikrofon auf dem Roboter, der per Kabel mit dem Lautsprechermodul verbunden ist. Die Schallgeschwindigkeit ist jedoch von der Temperatur abhängig, was eine genaue Ermittlung der Temperatur erfordert.

$$c = 331.5 * \sqrt{1 + \frac{T}{273.15}}$$

Formel 2: Ausbreitungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Temperatur

Ultraschallanemometer

Zudem muss bei Luftströmung im Rohr die Schallgeschwindigkeit entsprechend korrigiert werden. Um diese beiden Messgrößen zu ermitteln, wurde ein eindimensionales Ultraschallanemometer entwickelt.



Das Messverfahren beruht auf dem Sing-Around-Verfahren. Dabei handelt es sich um die Laufzeitmessung zwischen zwei Ultraschallsensoren. Über die gemessene Zeit in jede Richtung, TR und TL, kann die Schallgeschwindigkeit ermittelt werden.

$$c = \frac{L}{\frac{TR+TL}{2}}$$

Formel 3: Schallgeschwindigkeit

Aus der Schallgeschwindigkeit wird die Temperatur berechnet zu:

$$T = \left[\frac{c^2}{331.5^2} - 1 \right] * 273.15$$

Formel 4: Temperatur

Mithilfe der Schallgeschwindigkeit und der Differenz der Laufzeiten TR und TL kann auf die Strömungsgeschwindigkeit v geschlossen werden.

$$v = \frac{TL + TR}{TL - TR} * c$$

Formel 5: Luftströmungsgeschwindigkeit

Mit diesem Verfahren ist es möglich, die Lufttemperatur und Luftströmungsgeschwindigkeit im Kanal in Sekundenschnelle und genau zu messen.



Abb. 2: Funktion der Lufttemperatur und Luftströmungsmessung

Dimensionsmessung

Das Sendesignal muss für die exakte Ermittlung der Länge in Abhängigkeit vom Rohrdurchmesser generiert werden. Um Fehler bei der Eingabe durch den Anwender zu vermeiden, wird eine automatische Messung des Rohrdurchmessers in das System integriert.



Abb. 4: Im Prototyp integrierter Messkopf zur Messung der Rohrdimension

Hierfür wird der Messkopf mit den Ultraschallsensoren am System angebracht, die sich bei der Messung im Inneren des Rohres befinden.

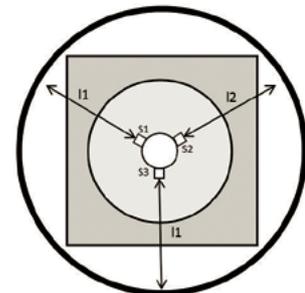


Abb. 5: Funktionsweise der Dimensionsmessung

Die Sensoren S1, S2 und S3 sind 120° zueinander angebracht. Sie messen jeweils die Längen I1, I2 und I3. Aus diesen drei Längen sollte der Rohrdurchmesser ermittelt werden können.

Dies erwies sich nach ersten Versuchen jedoch als schwierig, da die erwarteten Längen von den gemessenen stark abwichen. Dies kommt durch Reflexion zustande, da der Schall aus unterschiedlichsten Winkeln von einer gekrümmten Reflexionsfläche (Rohrinnenseite) reflektiert und somit die direkte Länge zwischen Rohrwand und Sensor nicht ermittelt werden kann.

Über ein vorher kalibriertes System und einem Auswertalgorithmus wurde dieses Problem gelöst. Hierfür muss jedoch jeder genormte Rohrdurchmesser kalibriert und sei-

ne Daten in einer Datenbank abgelegt werden. Dies kann größere Datenmengen verursachen, was wiederum Speicherplatz und Rechenzeit erfordert. Eine Lösung für dieses Problem wird aktuell untersucht.

Das Messgerät

Die komplette Technik befindet sich in einem Gehäuse, das mit 3D Rapide Prototyping gedruckt wurde. Das Gerät wird mit einer Teleskopstange in den Schacht hinuntergelassen und am Rohranfang platziert.



Abb. 6: Soundcheck im Einsatz

Auf Knopfdruck beginnt die Messung, und die Daten werden wenige Sekunden später per Funk an einen PC oben am Schacht weitergeleitet. Mit digitaler Signalverarbeitung werden aus den erfassten Daten die oben genannten Eigenschaften ermittelt. Diese werden in einer Benutzeroberfläche dargestellt und ausgegeben.



Abb. 7: Mit 3D Rapide Prototyping gedrucktes Gehäuse

Ergebnisse und Ausblick

Das vorgestellte Messgerät könnte ein wichtiges Hilfsmittel in der grabungsfreien Kanalsanierung sein. Durch den sekundenschnellen Messvorgang wird es gegenüber den bisherigen Messmethoden erhebliche Zeit und Kosten einsparen. Ebenso kann es durch seine zuverlässige Messung die bisherigen Messmethoden ablösen und die Kanalsanierungsbranche um eine weitere technische Neuheit bereichern.

Des Weiteren soll untersucht werden, inwieweit aus den Reflexionen im Rohr Informationen zu Positionen von Abzweigen gewonnen werden können und inwieweit sich Formteile (Bögen, Abzweige, Dimensionsänderungen) auf deren akustische Eigenschaften voneinander unterscheiden lassen. Erste Messungen sehen dazu recht vielversprechend aus.

AUTOREN

Michael Lange, B.Eng.
Projektmitarbeiter IUAS
michael.lange@
hs-offenburg.de



**Prof. Dr. rer. nat.
Werner Schröder**
Leiter Institute for Unmanned
Aerial Systems (IUAS)
w.schroeder@hs-offenburg.de





Das Gründerbüro der Hochschule Offenburg

Das Gründerbüro unterstützt Existenzgründungen an der Hochschule Offenburg und hat zum Ziel, das große Potenzial an technischem und wirtschaftlichem Wissen der Studierenden und Beschäftigten der Hochschule für die Gründung von neuen Unternehmen nutzen. Das Angebot des Gründerbüros richtet sich deshalb an Studierende, Beschäftigte, Dozenten/-innen und Professoren/-innen der Hochschule.

In Zusammenarbeit mit dem IAF sollen dabei besonders die technologieintensiven Gründungen gefördert werden.

Für die Förderung von Existenzgründungen verantwortlich sind Prorektor Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer als Beauftragter innerhalb des Rektorats und Wolf-H. Blochowicz als Leiter des Gründerbüros. Beide stehen für alle Fragen rund um die Selbstständigkeit und die Gründung eines Unternehmens zur Verfügung.

Aus den unterschiedlichen Beratungen sind auch 2013 wieder Unternehmensgründungen hervorgegangen:

So wurde beispielsweise das Ingenieurbüro KogITEK von den drei ehemaligen EI+ (Elektro/Informationstechnik plus) Studenten Raphael Koger (M.Sc.), Julien Schultz (M.Sc) sowie Stefan Walter (B.Eng) nach Beendigung des Studiums an der Hochschule Offenburg gegründet. Die Leistungsschwerpunkte von KogITEK liegen in den Bereichen Hardware-, Softwareentwicklung und Automatisierung. Die Kenntnisse aus dem Studium gepaart mit den vorausgegangenen Ausbildungen und Berufserfahrungen haben es den Jung-Ingenieuren ermöglicht, bereits nach kurzer Zeit auf ein breites Feld an erfolgreich umgesetzten Projekten zurückzublicken.

Auch Jürgen Henke, vor einigen Jahren Absolvent des Maschinenbaus und jüngst MBA-Absolvent im berufsbegleitenden Master-Studiengang „General Management“ der Hochschule Offenburg, entschied sich als erfahrene Führungskraft (Technischer Leiter Badische Stahl Engineering GmbH) zum Schritt in die Selbstständigkeit. Henke Innovationsmanagement in Appenweier-Nesselried bietet ein breites Portfolio an Beratungs- und Unterstützungsleistungen im Maschinenbau an, das von Prozess- und Produktoptimierung bis zur Konstruktion reicht.

Veranstaltungen, Seminare und Workshops runden das Beratungsangebot ab. Interne und externe Experten beleuchten dabei vielfältige Fragen, Problemstellungen und Chancen einer Existenzgründung. 2013 gab es Veranstaltungen zum Thema Finanzierung, zu Steuern und Finanzen und einen Workshop „Technologieintensive Existenzgründungen“ mit dem Verein „Baden-Württemberg: Connected e.V. (bwcon)“; der führenden Wirtschaftsinitiative zur Förderung des Innovations- und Hightech-Standorts Baden-Württemberg. Das Seminar „Entdecken Sie Ihre Unternehmertalente“ und der 2-Tages-Workshop „prime-cup“ haben das Angebot des Gründerbüros vervollständigt.

Die Hochschule Offenburg arbeitet auch eng mit dem Gründerverbund Campus Technologies Oberrhein (CTO) zusammen. CTO ist eine regionale Förderinstitution der Universität Freiburg, die innovative Gründungsvorhaben der Universität Freiburg und den Hochschulen Furtwangen und Offenburg unterstützt.

Natürlich ist der TechnologiePark Offenburg (TPO) ein guter Partner, zumal Prof. Dr. Winfried Lieber Mitglied des Stiftungsrats des TPO ist. Der TPO begleitet junge Unternehmen bereits seit 1987 bei ihrem Start in die Zukunft. Jung-Unternehmer tauschen sich hier mit anderen Existenzgründern aus und greifen auf ein bewährtes System der Beratung zu.

Bild oben:

Prorektor Prof. Dr. Thomas Breyer-Mayländer und Wolf-H. Blochowicz

Forschungs- und Entwicklungsprojekte 2013

Wettbewerblich neu eingeworbene Projekte und Teilprojekte in 2013

Projektleiter (in), Projekttitel, Mittelgeber

Bessler, Wolfgang, Prof. Dr.: TempOLadung, BMBF - FH ProfUnt

Bessler, Wolfgang, Prof. Dr.: Beratungstätigkeiten für das DLR, *Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*

Bollin, Elmar, Prof.: Beratung beim Transfer einer neuartigen PräTAB'S auf die GEOZENT Automationsumgebung, *UPONOR GmbH*

Bollin, Elmar, Prof., Hochberg, Ulrich, Prof. Dr.: E-Mobility meets urban services, *E-Werk Mittelbaden (Ökologie- und Innovationsfonds)*

Curticapean, Dan, Prof. Dr.: 3D-Vermessung von Kanalsystemen - Erstellung Software, *ZIM (BMW)*

Gücker, Robert, Prof. Dr.: Expert Debriefing bei Papierfabrik Koehler SE, *Papierfabrik August Koehler SE*

Hochberg, Ulrich, Prof. Dr.: Joulemeter Teil 3, *Shell Research Limited*

Hochberg, Ulrich, Prof. Dr.: Joulemeter Teil 4, *Shell Research Limited*

Hoppe, Harald, Prof. Dr.: Handheld Robotics, *Stryker Leibinger GmbH & Co.KG*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: Reprogrammierung FPGA für Kamerasteuerung, *NELA Brüder Neumeister GmbH*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: SEAGSense Unterstützung in Produktion und Fertigung Teil 1, *Schweizer Electronic AG (SEAG)*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: SEAGSense Unterstützung in Produktion und Fertigung Teil 2, *Schweizer Electronic AG (SEAG)*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: Entwicklung einer Implantatelektronik für die Erfassung des Druckes in einer passiven Infusionspumpe, *Tricumed Medizintechnik GmbH*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: Nachbau 125kHz Reader, *Tricumed Medizintechnik GmbH*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: Erstellung von Testsoftware für die Prüfung von Ventilen, *Tricumed Medizintechnik GmbH*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: Ausarbeitung der Ventil-Schaltung zur Erzeugung einer 75 V Hochspannung, *Tricumed Medizintechnik GmbH*

Jansen, Dirk, Prof. Dr.: Ausarbeitung der Berechnung der Luft hinter dem Ventil für die Korrektur des Medikamenten-Flusses, *Tricumed Medizintechnik GmbH*

Junk, Stefan, Prof. Dr.: Digital Manufacturing für die Kreativwirtschaft, *MFG Land Baden-Württemberg*

Mayer, Andreas, Prof. Dr.: Nichtlinearitäten in OFW-Filtern Teil 2, *EPCOS AG*

Mayer, Erwin, Prof. Dr.: DDS-ATC (Data Distribution System - Air Traffic Control), *ZIM (BMW)*

Nuß, Uwe, Prof. Dr.: HDR3 Hard- und Software Teil 3, *GNDC Co., Ltd.*

Nuß, Uwe, Prof. Dr.: HDR3 Hard- und Software Teil 4, *GNDC Co., Ltd.*

Rohbock, Ute, Prof. Dr.: Usability-Test für eine Webseite mittels Eyetracking, *Schöck Bauteile GmbH*

Rohbock, Ute, Prof. Dr.: Usability-Test für mobile Endgeräte (Smartphones) mittels Eyetracking, *Schöck Bauteile GmbH*

Rohbock, Ute, Prof. Dr.: Usability-Test der Webseite *www.valentins.de* mittels Eyetracking und eine Nachbefragung, *Burda Direkt Services GmbH*

Schröder, Werner, Prof. Dr.: 3D-Vermessung von Kanalsystemen - Mess- und Sensortechnik, *ZIM (BMW)*

Seifert, Thomas, Prof. Dr.: Mikrostrukturbasierte Modellierung von Gußeisen II, *DFG*

Seifert, Thomas, Prof. Dr.: Beratung im Projekt „Experimentelle und rechnerische Bewertung des Ermüdungsrissofortschritts in thermomechanisch beanspruchten Zylinderköpfen“, *Volkswagen AG*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Simulation des ART-Netzwerkprotokolls, *AUMA Riester GmbH & Co.KG*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Simulation des HART-Netzwerkprotokolls, *Pepperl+Fuchs GmbH*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Sicherheitskonzept Deutsche Energiefunk, *Deutsche Energiefunk GmbH*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Untersuchungen zum Einsatz der BroadR-Reach-Technologie in der Prozessautomatisierung, *Endress+Hauser Process Solutions AG*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Testsoftware zur Prüfung der OMS-TR01, *OMS-Group*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Nutzung einer Embedded Cloud für Sauter PLC, *Sauter AG*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Firmware-Entwicklung für ein RF-Modul, *Sphinx Electronics GmbH & Co.KG*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Energy autarkic and autonomous wireless sensor system, *DAAD*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Firmware Netzwerk-Entwicklung von industriefähigen Kommunikationsknoten für das drahtlose Internet, *ZIM (BMW)*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Universelle, flexible und adaptive Embedded-Plattform für Multicore-Processorsysteme, *ZIM (BMW)*

Sikora, Axel, Prof. Dr.: Entwurf und Test von energieeffizienten M2M-Plattformen (Software und OS-Routinen), *ZIM (BMW)*

Trahasch, Stephan, Prof. Dr.: Entwicklung einer verteilten, GPU-beschleunigten In-Memory-Architektur, *ZIM (BMW)*

Velten, Dirk, Prof. Dr.: Vermeidung von Oberflächenfehlern in der Galvanik, *Hansgrohe Deutschland Vertriebs GmbH*

Velten, Dirk, Prof. Dr.: Thermische Oxidation von Titan zur gezielten Farbeinstellung der Oberfläche Teil 1, *SigmaRC GmbH*

Velten, Dirk, Prof. Dr.: Thermische Oxidation von Titan zur gezielten Farbeinstellung der Oberfläche Teil 2, *SigmaRC GmbH*

Waltersberger, Bernd, Prof. Dr.: Wissenschaftliche Grundsatzstudien zum Schwingungsverhalten eines massebehafteten Torsionsstrangs, *Herrenknecht AG*

Waltersberger, Bernd, Prof. Dr.: Entwicklung eines neuartigen Satellitenroboters für die Reinigung von Hausanschlussleitungen der Größe DN 100-150, *ZIM (BMW)*

Weidlich, Anke, Prof. Dr.: Entwicklung von Algorithmen zur Steuerung einer Power-to-Gas-Anlage und Anlagenbetrieb zum Test der Algorithmen für ein Microgrid, *Land BaWü / BWPlus*

Publikationen 2013

Kategorie: wissenschaftlich (peer reviewed)

Autor(en), Titel, Verlag

Jest T., Haber T., Härtig, J., Melichercik J., Ismer B.: Simulation of Cardiac Radiofrequency Catheter Ablation – The Importance of Working Angle, *Biomed Tech 58: (Suppl.1)Walter de Gruyter•Berlin•Boston. DOI 10.1515/bmt-2013-4335*

Otte A., Kiefer M., Brudsche M.: Nicht-ionisierende Diagnostik bei Fremdkörperingestion. [Non-ionizing diagnostic evaluation of ingested foreign bodies.], *Dtsch Arztebl Int 2013; 110(17): 297; DOI: 10.3238/arztebl.2013.0297b*

Otte A., Thieme T., Beck A.: Computed tomography alone reveals the secrets of ancient mummies in medical archaeology, *Hell J Nucl Med 2013; 16(2): 148-149*

Anantalapochai N., A., Sikora, D. Eberlein, D. Kunz: Integration of BACNET OPC UA-Devices Using a JAVA OPC UA SDK Server with BACNET Open Source Library Implementation, *International Journal of Computing, 2013, Vol. 12, Issue 1, pp.7-15*

Curticapean Dan: After Image 01/2013, *Optics and Photonics News, Optical Society of America, ISSN1047-6938 Washington DC, pp. 56, 01, 2013*

Curticapean Dan: Member Lens, *Optics and Photonics News, Optical Society of America, ISSN1047-6938 Washington DC, pp. 27, 05, 2013*

Curticapean Dan, Adrian Neculae: Radiative heat transfer in optical fibers with applications to temperature measurement and controlled splicing processes considering the SP1 approximation, *Frontiers in Optics/Laser Science XXVIII (FIO/LS), FW3A.37, 2012, (Optical Society of America, Washington, DC, 2012)*

Fronczek D., W. G. Bessler: Insight into lithium-sulfur batteries: Elementary kinetic modeling and impedance simulation, *J. Power Sources 244, 183-188 (2013)*

Gopisetty S., J. Pfafferoth: Optimization of operational strategies for a low exergy office building, *Energy and Buildings 60 (2013)*

Gopisetty Satya, Peter Treffinger: Combined cooling, heat and power (Trigeneration) at Offenburg University of Applied Sciences, *Environmental Biotechnology 9 (2013), pp. 25–37*

Graumann Matthias, Semrau Thorsten, Skrabek, Carena: Motivieren SMART-formulierte Zielvereinbarungen wirklich?, *Zeitschrift Führung + Organisation, 82. Jg. (2013), S. 117-124*

Haber T., Holzer F., Härtig J., Heinke M., Melichercik J., Ismer B.: Interactive Teaching System Combining Two Arrhythmia Simulators, *Journal of Atrial Fibrillation, Special Issue Venice Arrhythmias 2013, 40*

Haber T., Holzer F., Ismer B.: Pacemaker and Defibrillator Teaching System with Carelink and Home Monitoring Remote Patient Monitoring, *Biomed Tech 58 (Suppl. 1) Walter de Gruyter • Berlin • Boston. DOI 10.1515/bmt-2013-4408*

Härtig J., Hörth J., Melichercik J., Ismer B.: Exclusion of Adverse Hemodynamic Programming in Cardiac Resynchronization Therapy, *Biomed Tech 58: (Suppl. 1) Walter de Gruyter • Berlin • Boston. DOI 10.1515/bmt-2013-4216*

Hassan A., A. Sikora, D.-S. Kunz, D. Eberlein: Headless Android Systems for Industrial Automation and Control 49, *Workshop der MPC-Gruppe, Mannheim, 08.02.2013*

Heinke M., B. Ismer, G. Dannberg, T. Heinke, H. Kühnert: Ventrikuläre Desynchronisation mit und ohne ischämische Herzerkrankung bei Resynchronisationsrespondern, *Biomed. Tech. 58, (Suppl. 2) 2013, 4155; DOI 10.1515/bmt-2013-4155*

Heinke M., B. Ismer, H. Kühnert, B. Gorissen, D. Mueller, G. Dannberg, H.R. Figulla: Left ventricular conduction delay and biventricular pacing delay in cardiac resynchronization therapy responder and non-responder, *Europace 15, Suppl. 2, (2013), P1240*

Heinke M., B. Ismer, H., Kühnert, T. Heinke, G. Dannberg, H.R. Figulla: Transösophageales interventrikuläres Delay bei Vorhofflimmern und kardialer Resynchronisation, *Biomed. Tech. 58, (Suppl. 1) 2013, 4154; DOI 10.1515/bmt-2013-4154*

Henke M., C. Willich, C. Westner, F. Leucht, J. Kallo, W. G. Bessler, and K. A. Friedrich: A validated multi-scale model of a SOFC stack at elevated pressure, *Fuel Cells 13, 773-780 (2013)*

Horstmann B., B. Gallant, R. Mitchell, W. G. Bessler, Y. Shao-Horn and M. Z. Bazant: Rate-dependent morphology of Li2O2 growth in Li-O2 batteries, *J. Phys. Chem.*

Lett. 4, 4217-4222 (2013)

Horstmann B., T. Danner, and W. G. Bessler: Precipitation in aqueous lithium-oxygen batteries: A model-based analysis, *Energy Environ. Sci.* 6, 1299-1314 (2013)

Junk S., Côté, S.: Influencing variables on sustainability in additive manufacturing, *Green Design, Materials and Manufacturing Processes*, Bártolo et al. (Eds), Taylor Francis Group, London, ISBN 978-1-138-00004-9, pp. 167-172

Kalz D., F. Hölzenbein, J. Pfafferoth, G. Vogt: Nutzerzufriedenheit mit dem thermischen Komfort in Bürogebäuden mit Umweltenergiekonzepten, *Bauphysik* 35 (2013)

Kandzia P.-T., Linckels S., Ottmann T., & Trahasch S.: Lecture Recording – a Success Story, it – *Information Technology*, De Gruyter, 55(3), 115-122; <http://www.de-gruyter.com/view/j/itit>

Kettner F., C. Worch, J. Möllmer, R. Gläser, R. Staudt, H. Krautscheid: Synthesis, Crystal Structure and Catalytic Behavior of Homo- and Heteronuclear Coordination Polymers [M(tdc)(bpy)], *Inorg. Chem.*, 52 (15) (2013) 8738-8742

Krawatzek R., Zimmer M., & Trahasch S.: Agile Business Intelligence – Definition, Maßnahmen und Herausforderungen, *HMD – Praxis Wirtschaftsinformatik*, 290. <http://hmd.dpunkt.de/ueber.php>

Marepalli S. M., Sultana, R., Christ, A.: The Challenges of Collaborative Learning in Cloud and a Three Layered Architecture Towards the Solution, *SDIWC (The Society of Digital Information and Wireless Communication) Digital Library: DICTAP2013*, p 134-139

Metzger M., B. Nieweg, C. Schweizer, T. Seifert: Lifetime prediction of cast iron materials under combined Thermomechanical fatigue and high cycle fatigue loading using a mechanism-based model, *International Journal of Fatigue* 53, 2013, 58-66

Metzger M., T. Seifert: On the exploitation of Armstrong-Frederik type nonlinear kinematic hardening in the numerical integration and finiteelement implementation of pressure dependent plasticity, *Computational Mechanics* 52, 2013, 515-524

Milz Barbara, Bernd Spangenberg: A Validated Quantification of Benzocaine in Lozenges Using TLC and a Flatbed Scanner, *Chromatographia* 76, 19 (2013), 1307-1313, DOI 10.1007/s10337-013-2436-4, ISSN: 0009-5893

Milz Barbara, Bernd Spangenberg: 2D-Thin-Layer Chromatography (2D-TLC) Flash Test of 17 α -Ethinylestradiol and related Steroids detected by Fluorescence Densitometry, *J. liq. chrom. & rel. technol.* 36 (2013), 1 - 9, ISBN ISSN 1082-6076, E ISSN 1520-572X

Möller A., J. Guderian, J. Möllmer, M. Lange, J. Hofmann, R. Gläser: Kinetische Untersuchungen zur adsorptiven Luftzerlegung an Kohlenstoffmolekularsieben, *Chem. Ing. Tech.*, 11 (2013) 1680-1685

Neculae A., Otte A., Curticapean D.: Numerical analysis of the diffusive mass transport in brain tissues with applications to optical sensors. Optical Fibers and Sensors for Medical Diagnostics and Treatment, *Proc. SPIE Vol. 8576, 857605:1-9* (March 20, 2013); doi:10.1117/12.2004436

Neidhardt J.P., R. J. Kee, and W. G. Bessler: Electrode reoxidation in solid-oxide cells: Detailed modeling of nickel oxide film growth, *ECS Transactions*. 57, 2573-2582

Otte A, Neculae A, Curticapean D.: Near-infrared spectroscopy for real-time brain perfusion diagnostics in patients with late whiplash syndrome, <http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URI=LS-2013>, *Frontiers in Optics 2013*, P. Delyett, Jr. and D. Gauthier, eds., OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2013), paper JW3A.25

Otte A.: Deep-brain stimulation for Parkinson's disease, *N Engl J Med* 2013; 368 (5): 483. DOI: 10.1056/NEJM1214078

Ou T., F. Delloro, W. G. Bessler, A. Thorel, C. Nicoletta: Proof of concept for the Dual Membrane Cell. Part II: Mathematical modeling of charge transport and reaction in the dual membrane, *J. Electrochem. Soc.* 160, F367-F374 (2013)

Pfafferoth J., D. Kalz: Energieeffiziente Kühlung und thermischer Raumkomfort: Simulationsbasierte Evaluierung von Kühlkonzepten in verschiedenen europäischen Klimazonen (Teil 2), *Bauphysik* 35 (2013)

Pfafferoth J., S. Herkel, F. Kagerer, D. Kalz, M. Sonntag: Kurzzeitmessungen zum thermischen Komfort im Sommer, *Bauphysik* 35 (2013)

Roost J., G. Wendt, A. Weidlich: Preissensitivität und Kundenbindung im Strommarkt: Auf den Vertriebskanal kommt es an, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen, Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 63. Jg., Heft 10, S. 8-12

Salvalai G., J. Pfafferoth, M. Sesana: Assessing energy and thermal comfort of different lowenergy cooling concepts for non-residential buildings, *Energy Conversion and Management* 76(2013)

Schieferstein S., S. Schlüter, T. Hennig, M. Lange, A. Möller, K. Meller: Untersuchung von Kraftstoffdampf-Rückhaltesystemen bei Einsatz von Ethanolhaltigen Biokraftstoffen, *Chem. Ing. Tech.*, 85 (2013) 934 – 943

Seigel Andrea, Barbara Milz, and Bernd Spangenberg: Quantification of Parabens by Diode-Array Thin-Layer Chromatography Coupled with a Vibrio fischeri Bioluminescence Assay, *Journal of Planar Chromatography* 26 (2013), 119 – 124, ISSN 0933-4173

Siegfried, Patrick: Strategic Business Planning in Young Small and Medium Enterprises, (*double-blind-review*) Publishing House of Wrocław University of Economics, ISSN 1899-3192, S. 75-84

Siegfried, Patrick: The service engineering concept for business, (*double-blind-review*) *Entrepreneurship-Konferenz University of Lisboa/Portugal*, ISBN: 978-989-732-207-5

Sikora A.: Portable and Flexible Communication Protocol Stacks for Smart Metering Projects, *Journal of Electronic Science and Technology*, Vol. 11, No. 1

Sikora A.: Smart Meter Gateway als Vorbild für die Automation, *atp edition* 9/2013, S. 58-65

Sikora A., M. Schappacher: A Highly Scalable IEEE802.11p Subsystem Using Communication and Localization for Increased Vehicular Safety, 2013 Int'l Conf. On Control, Robotics and, *Journal of Electrical Energy*, Vol.1, No.2, June 2013, ISSN: 2301-3656

Treffinger Peter: Gesichtspunkte bei der Integration von Windturbinen und Windparks in das Energiesystem - Anforderungen an Windturbinen, *Windenergie - expo und congress*, 20.- 21.11. 2013, Offenburg, Germany

Wang X., X. Ma, C. Song, D.R. Locke, S. Siefert, R.E. Winans, J. Möllmer, M. Lange, A. Möller, R. Gläser: Molecular basket sorbents polyethylenimine-SBA-15 for CO2 capture from flue gas: Characterization and sorption properties, *Micropor. Mesopor. Materials*, 169 (2013) 103-111

Weidlich, A., S. Renelt, P. Schmidt, M. Sobótka, S. Storage: Gesellschaftliche Akzeptanz von Smart Metering: Nicht ohne meine Kunden!, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 63. Jg., Heft 6, S. 93-96

Yurkiv V., A. Latz and W. G. Bessler: Modeling and Simulation the Influence of Solid Carbon Formation on SOFC Performance and Degradation, *ECS Transactions*. 57, 2637-2647 (2013)

Kategorie: wissenschaftlich

Autor(en), Titel, Verlag

Haber T., Holzer B., Ismer B.: Pacemaker and Defibrillator Teaching system providing Quality Assurance System and Remote patient Monitoring, *W. Deng: Advances in Education Sciences 2013, International Conference on Creative Education, Singapore*, 207-210

Huber Klaus, Bollin Elmar: Langzeitmonitoring von solarthermischen Großanlagen, *Horizonte Nr. 42; S. 12- 16*
Ismer B.: Impact of the esophageal left heart electrogram for cardiac resynchronization, *Proc. 5th Implantable Cardiac Device Winter Conference, Tokyo*

Bär, Roland, Behr, Andreas, Fischer, Daniel: Bug Hunting mit statischer Codeanalyse Embedded *Software Engineering Kongress 2014, Sindelfingen, Proceedings*, S. 313-322

Baumgärtler Thomas: Das frische Geld ist Kortison für die Märkte“ (Interview, gemeinsam mit T. Popović), *GENOGRAPH*, Heft 1/2013, S. 18-23

Baumgärtler, Thomas: Auch vor dem Hintergrund des demografischen Wandels gilt es für Genossenschaftsbanken, die Besonderheiten der Mitgliedschaft hervorzuheben ..., *DG Verlag (Hrsg.) (2013): Die deutschen Genossenschaften 2013, Entwicklungen- Meinungen - Zahlen. Sonderthema*, S. 36-39

Baumgärtler, Th., Popović, T.: Eine nachhaltige Hypothek für die junge Generation, *Börsen-Zeitung*, Nr. 243, S. 7.

Benoit P., Fey S., Rohbogner G., Kohrs, R., Wittwer C.; George D., Wüllner J., Gombert A.: Design Criteria For Robust And Secure Next Generation CPV Control Systems, *International VDE Congress: Security in Critical Infrastructures today, Berlin, Germany*

Benoit P., G. Rohbogner, S. Fey, D. George, J. Wüllner, F. Rubio, A. Gombert: New Applications And Control Strategies For Large-Scale CPV Plants, *AIP Conference Proceedings 1556, 266 (2013); doi: 10.1063/1.4822246*

View online: <http://dx.doi.org/10.1063/1.4822246>

Benoit P., Rohbogner G., Fey S., George D., Wüllner J., Rubio F., Gombert A.: New Applications and Control

Strategies for large-scale CPV Plants, *International Conference on Concentrator Photovoltaic Systems, Miyazaki, Japan*

Benoit P.; Fey S.; Rohbogner G.; Kreifels N.; Kohrs, R.: An OMNeT++ Model of the Control System of large-scale Concentrator Photovoltaic Power Plants, *6th International Workshop on OMNeT++ held within Simutools 2013, Cannes, France*

Bessler W. G.: Multi-Scale, Multi-Phase, Multi-Physics: Handling the Complexity of Fuel Cell Models, *5th International Conference Fundamentals and Development of Fuel Cells (FDfC), Karlsruhe, Germany*

Bollin, Elmar: Prognosegestützte TABS Steuerung Proceedings, *35. Int. Uponor Kongress Energiewende im Gewerbebau, St. Christoph/Tirol, Uponor Hassfurt*

Brenner C., Haber T., Ismer B.: Heart Model Made of a Rubber Composition to Exercise, Procedures by Magnetic Field and Ultrasound Based Electroanatomical Mapping Systems, *W. Deng: Advances in Education Sciences 2013, International Conference on Creative Education, Singapore*, 203-206

Breyer-Mayländer Th., Löffel M.: Relaunch digitaler Produkte: Charakteristika und Maßnahmen, *Pepels, W. (Hrsg.): Relaunch - Die Produktrevitalisierung. Symposium Publishing, S.303-326, (Nachmeldung 2012)*

Breyer-Mayländer, Thomas: Schulmarketing als Teil des Pädagogischen Auftrags, *PraxisWissen Schulleitung, Teil 9, Loseblatt-Werk, Neuwied S. 1-5*

Breyer-Mayländer, Thomas: Hat das noch was mit Schule zu tun?: Warum Schulmarketing Teil des pädagogischen Auftrags ist, *Regenthal/Schütte: Öffentlichkeitsarbeit macht Schule, Wolters Kluwer, Deutschland, Aktualisierungslieferung 10/2012, (Nachtrag von 2012)*

Breyer-Mayländer, Thomas: Bildungsmonitoring – Grundlagen zur Steuerung des kommunalen Bildungsmanagements, *Böhmer/Kegelman/Kientz, Rechnungswesen und Controlling – Das Steuerungshandbuch für Kommunen, Gruppe 4, Loseblatt-Zeitschrift, Freiburg, S. 887-908*

Breyer-Mayländer, Thomas: People Business: Personalpolitik als Erfolgsfaktor schulischer PR-Arbeit, *Regenthal/Schütte: Öffentlichkeitsarbeit macht Schule, Wolters Kluwer, Deutschland, Aktualisierungslieferung Nr 12-2013, Loseblatt-Werk, Neuwied*

Breyer-Mayländer, Thomas: Medien, Medienwirtschaft, *Kuhlen/Semar/Strauch: Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation. 6. Ausgabe-Verlag de Gruyter, D14, 2013, S. 634-647, (Nachmeldung 2012)*

Breyer-Mayländer, Thomas, Illenberger Rolf Ph.: Erfolgsfaktoren printmarkenbasierter Online-Angebote (Rezension), *Medien & Kommunikationswissenschaft 4-2013, S. 602-603 18 2013*

Breyer-Mayländer, Thomas, Ritter Beate (Hrsg.): Schulen im Wettbewerb: Bildung zwischen Entwicklung und Marketing, *Schneider-Verlag Hohengehren 2012, (Nachtrag von 2012)*

Chaberek A.; Sandhaas A.; Wilke A.: Optimization the ratio of given biogas substrates to increase the biogas yield, *Fourth Environmental Best Practices Conference; page 34; Olsztyn; Poland*

- Curticapean, Dan:** Astronomical phenomena: Events with high impact factor in teaching Optics and Photonics, *Proceedings 12th International Conference on Education and Training in Optics & Photonics (ETOP 2013)*, Porto, Portugal
- Curticapean, Dan; Andreas Otte, Adrian Neculae:** Numerical analysis of the diffusive mass transport in brain tissues with applications to optical sensors, *Proceedings SPIE Paper BO 8576-4, Photonics West, San Francisco 2013*
- Daryusi, Ali:** 3D-FEM-Kontaktspannungsanalyse an Passverzahnungen mit Querschnittsübergängen, *11. Kolloquium Konstruktionstechnik, KT2013, Aachen, Shaker Verlag Aachen 2013, Band 15, S. 179-192, ISBN 978-3-8440-2182-0*
- Daryusi Ali, Schröder Niklas, Serrer Sebastian:** Micro-Präsentationen in der CAE-Ausbildung, Didaktische Konzeption einer Lernumgebung und erste Erfahrungen, *11. Kolloquium Konstruktions-technik, KT2013, Aachen, Shaker Verlag Aachen 2013, Band 15, S. 271-282, ISBN 978-3-8440-2182-0*
- Daryusi Ali, Schröder Niklas:** Neue Wege zur Stärkung der Präsentationskompetenz und Teamfähigkeit in der Technikausbildung, *lernen & lehren, 28. Jg. (2013), Heft 111 (3/2013), S. 127-132*
- Daryusi Ali, Schröder Niklas: Entlastungsnutzen an Profilwellen – Numerische Berechnungen und didaktische Konzeption von Lernumgebung für die CAE-Ausbildung, *Tagungsband „Dresdner Maschinenelemente Kolloquium – DMK 2013“*
- Daryusi, Ali:** Bedeutung der Kerbwirkung für den Konstrukteur -numerische Berechnungen mit Creo Simulate und didaktische Vermittlung in der CAE-Lehre, *Tagungsband, 5. Anwendertreffen Simulation „SAXSIM 2013“, Technische Universität Chemnitz*
- Ernst, S.:** Keine Abmahnung ohne vorherigen Kontakt?, *ITRB 2013, 188-190*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *LG Düsseldorf, „Pop-Art-Gemälde von Berufsgolfer“, jurisPR-WettbR 3/2013, Anm. 3*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *LG Regensburg „Maschinenabmahnung“, jurisPR-WettbR 2/2013, Anm. 4*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *LG Nürnberg „Unser Angebot zu Olympia“, jurisPR-WettbR 2/2013, Anm. 2*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *OLG Rostock „Kuriergruppe-Rahmenvertrag“, jurisPR-WettbR 1/2013, Anm. 1*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *BGH „gewinn.de“, RUR-Prax 2013, 592*
- Ernst, S.:** Einwilligung in Telefonwerbung II, *NJW 2013, 2637-2639*
- Ernst, S.:** Abofallen und Insertionsofferten – Neuerungen im deutschen Recht?, *ZIR 2013, 19-21*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *OLG Bremen „voraus-sichtliche Versanddauer“, jurisPR-WettbR 5/2013, Anm. 4*
- Ernst, S.:** Die Double-Opt-In–Bestätigungsmail als Werbung?, *WRP 2013, 160-163*
- Ernst, S.:** Journalismus im Internet – Zeugnisverweigerung beim Bewertungsportal, *CR 2013, 318-324*
- Ernst, S.:** Bestimmung des Kaufpreises durch Spiel – Glücksspielelemente im Werberecht, *WRP 2013, 1437-1440 (zusammen mit VRLG Dirk Seichter)*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *LG Bonn „Headhunting“, jurisPR-WettbR 6/2013, Anm. 2*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *OLG Hamburg „Diabetiker-Datenbank“, jurisPR-WettbR 8/2013, Anm. 4*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *KG „Mail-Formular“, jurisPR-WettbR 8/2013, Anm. 5*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *LG Berlin „Bestellbutton“, jurisPR-WettbR 10/2013, Anm. 3*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *BGH „Empfehlungs-E-Mail“, jurisPR-WettbR 11/2013, Anm. 2*
- Ernst, S.:** Urteilsanmerkungen, *OLG Karlsruhe „Unterlassungsverpflichtung“, jurisPR-WettbR 6/2013, Anm. 4*
- Fliegenger S., M. Luke, D. Elmer, T. Seifert:** Multi-scale modelling of the viscoelastic properties of nonwoven, thermoplastic composites, *Tagungsband 19th International Conference on Composite Materials 2013, Montréal Canada*
- Glaser S., Dorer K. Trunk:** Controlled Motion Framework Proceedings of the 8th Workshop on Humanoid Soccer Robots, *IEEE-RAS, International Conference on Humanoid Robots, Atlanta*
- Gopisetty Satya, Peter Treffinger:** Energy analysis of trigeneration based on scarce data, *10th International Conference on the European Energy Market (EEM), Stockholm, Sweden. 2013. doi: 10.1109/EEM.2013.6607394*
- Gücker, Robert:** Intuition, implizites Wissen und Professionalisierung: Könnerschaft im Beruf, *Harald Miegl (Hrsg.) Forschendes Lernen. Forum für gute Lehre., S. 72-73, Potsdam*
- Habann, Frank:** Open Innovation: Werden die kreativen Industrien durch uns kreativer? – Entwicklungslinien in der Medienwirtschaft (*eingereicht in 2012, erschien erst 2013*) *Breyer –Mayländer (Hrsg.): Clustermanagement und Entwicklungsperspektiven der kreativen Industrie, Nomos-Verlag, S.117-130*
- Heinke M., B. Ismer, H., Kühnert, G. Dannberg, H.R. Figulla:** Prä- und postoperative Bestimmung des elektrischen linksventrikulären Delays bei kardialen Resynchronisationstherapie Respondern und *Clin Res Cardiol 102, Suppl. 1 (2013), April 2013, P1635 <http://www.abstracts-erver.de/dgk2013/ft/abstracts/P1635.htm>*
- Hochberg U., Dietsche A., Dorer K.:** Evaporative Cooling of Actuators for Humanoid Robots, *Proceedings of the 8th Workshop on Humanoid Soccer Robots, IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, Atlanta*
- Huber Klaus, Bollin Elmar:** Solare Kühlung, Langzeitmonitoring zeigt Optimierungspotentiale auf, *Heizungs-Journal, Ausgabe 4 - 5, Seiten 72 bis 78*
- Ismer B., Härtig J., Heinke M., Hörth J., Melicherck J.:** Detection of Adverse Timing in Cardiac Resynchronization, *Journal of Atrial Fibrillation, Special Issue Venice Arrhythmias 2013, 136*
- Jahnke T., W. G. Bessler :** Modeling ruthenium dissolution in direct-methanol fuel cells, *Proceedings of the 5th International Conference Fundamentals and Development of Fuel Cells (FDfC), Karlsruhe, Germany, p. SPS206 (2013)*

Jansen Dirk, Nidal Fawaz: Are Electronic Drug Delivering Devices like ePill© the next generation of gastrointestinal medical treatment?, *Proceedings Annual Symposium of Drug Delivery Syst. (SDDS 2013), Hainan International Convention&Exhibition Center(HICEC), Haikou, China*

Junk S., Côté, S.: New Methods for the Rapid Prototyping of Architectural Models, *Computation and Performance – Proceedings of the 31st eCAADe Conference (Vol. 2), ISBN 978-94-91207-05-1, pp.397-404, Delft, the Netherlands*

Junk S., Côté, S.: Additive manufacturing of architectural models using Fused Layer Modeling and 3DPrinting, *High Value Manufacturing: Adv. Research in Virtual and Rapid Prototyping, 6th International Conference on Adv. Res.pp. 623-628, ISBN 978-1-13-800137-4*

Lankau, Ralf: Bildung von der Stange, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/bildung-von-der-stange.html>

Lankau, Ralf: MOOC: Lernsklaven und Klick-Bildung, <http://bildung-wissen.eu/kommentare/lernsklaven-und-klick-bildung.html>

Lankau, Ralf: Neuro-Alarm und Neuro-Nonsens, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/neuro-alarmand-neuro-nonsens.html>

Lankau, Ralf: Digitales Lernen: Geschäftsmodell statt Unterricht?, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/digitales-lernengeschaeftsmodell-statt-unterricht.html>

Lankau, Ralf: Digitales Lernen: Geschäftsmodell statt Unterricht?, <http://www.digital-lernen.de/nachrichten/diverses/artikel/gastbeitrag-digitaleslernen-geschaeftsmodell-statt-unterricht.html>, *Gastbeitrag*

Lankau, Ralf: MOOC & Co. oder: Das Lernen verlernen, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/mooc-co-oder-das-lernen-verlernen.html>

Lankau, Ralf: Medien gestalten im Kontext digitaler Technik. Gegenwärtige Praxis und Alternativen, *bwp@Spezial 6 – Hochschultage Berufliche Bildung 2013, Fachtagung 13, hrsg. v. BUETHER, A./ HEINEN, U.*

Lankau, Ralf: Hochschulautonomie auf bayerisch, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/hochschulautonomie-auf-bayerisch.html>

Lankau, Ralf: Schulen im Netz der Datensammler, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/schulen-im-netz-der-datensammler.html>

Lankau, Ralf: Gütersloher Bildungsklick, <http://bildung-wissen.eu/fachbeitraege/guetersloher-bildungsklick.html>

Lankau, Ralf: Hattie-Studie: Auf der Suche nach dem Gral, <http://bildung-wissen.eu/kommentare/hattie-studie-auf-der-suche-nach-demgral.html>

Lankau, Ralf: Mathematik aus Gütersloh, <http://bildung-wissen.eu/kommentare/mathematik-aus-guetersloh.html>

Lankau, Ralf: Statt MOOC „Wirtschaft & Wissenschaft“ des Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft

Lankau, Ralf: Lernsklaven und Klickbildung, *bildung-SPEZIAL, Heft 4/2013: „Lernen heute – lernen morgen“, S. 36-38, (online:www.bildung-plus.de)*

Lankau, Ralf: ... und wieder ruft das CHE,

<http://bildung-wissen.eu/kommentare/wenn-messen-das-denken-ersetzt.html>

Lankau, Ralf: Systemfehler, oder: Es gibt kein richtiges Leben im digitalen, *Felsmann (Hrsg.): Systemrelevant. Neue Wege, alte Werte, 16. Buckower Mediengespräche, München: kopaed, 2013, ISBN: 978-3-86736-016-6, S. 35-46*

Lill D., A. Sikora: Wireless M-Bus and its Real-World Flavors, *Embedded World Conference, Nuremberg*

Mehner-Heindl, Katharina; Monga, Mattia; Taentzer, Gabriele; (Hrsg.: Moreira, Chitchyan, Araújo, Rashid, Awais): Analysis of Aspect-Oriented Models Using Graph Transformation Systems, *Aspect-Oriented Requirements Engineering, pp. 243-270, ISBN 978-3-642-38639-8, Springer (Berlin Heidelberg/Germany)*

Meßmer, Jonas: Erforschung und Entwicklung nachhaltiger Energiesysteme am Institut für Energiesystemtechnik der Hochschule Offenburg, *Forschungsreport Maschinenbau WS13/14, Seiten 57 – 60; ISSN 2196-8659*

Mikov A., A., Moschevikin, A. Fedorov, A. Sikora: A Localization System Using Inertial Measurement Units from Wireless Commercial Handheld Devices, *4th Int'l Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN 2013), sponsored by IEEE GRSS, 28-31 Montbéliard, France*

Milz Barbara, Spangenberg, Bernd: Schnelle Analyse vor Ort. Moderne Auswertung in der Dünnschichtchromatographie, *GIT 8/2013, S. 484–485*

Moschevikin A., A. Galov, S. Reginya, A. Volkov, A. Sikora: The Impact of NLOS Components in Time-of-Flight Networks for Indoor Positioning Systems, *7th IEEE Int'l Conf. on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems, (IDAACS'2013), Berlin*

Munding E., E. Sikorski, D. Wölfle: Betonkerntemperatur – Untersuchung und Vergleich der wasser- und luftführenden Systeme für einen Verwaltungsbau, *TGA-Fachplaner, 3/2013, S. 44 – 48*

Muschter J., Otte A., Steinhoff B.J., Kurth C.: Is there an influence of subclinical epileptic EEG patterns on reaction time of epilepsy patients? A pilot study, *8. Dreiländertagung D, CH, A, Interlaken, 08.-11.05.2013. Epileptologie 2013; 30 (Sonderheft Dreiländertagung 2013): 24*

Neidhardt J.P., V. Yurkiv and W. G. Bessler: Spatiotemporal simulation of nickel oxide and carbon phases formation in solid oxide fuel cells (SOFC), *Proceedings of the 5th International Conference Fundamentals and Development of Fuel Cells (FDfC), Karlsruhe, Germany, p. P104 (2013)*

Nuß U.: Feedback Control Systems for Power Electronics, *Tagungsband OTTISeminar Power Electronics for Photovoltaics, München, S. 327 - 362*

Nuß U.: Regelung von Drehstromantrieben, *Seminar im Haus der Technik, München, Tagungsband, 216 Seiten*

Nuß U.: Stabilitätsnachweis und Spannungsregelung bei Stromreglern in der Begrenzung, *Tagungsband SPS/IPC/Drives, Nürnberg, S. 439 - 448*

Ortega Clavero Valentin, Andreas Weber, Werner Schröder, Dan Curticapean, Patrick Meyrueis, Nicolas Javahiry: Spectral monitoring of toluene and ethanol in gasoline blends using Fourier-Transform Raman

- spectroscopy, *Proc. SPIE Optical Measurement Systems for Industrial Inspection VIII*, vol. 8788, no. 8, p. 112, Munich
- Ortega Clavero, A., Weber, W. Schröder, N. Javahiraly P. Meyrueis:** Spectral observation of fuel additives in gasoline-ethanol blends using a Fourier-transform Raman spectrometer prototype, *Proc. SPIE 8720 Photonic Applications for Aerospace, Commercial, and Harsh Environments IV*, no.4, vol. 8720, p. 26, Baltimore
- Oswald J., Großkinsky M., Otte A.:** Die Krankheiten des Niccolò Paganini – ein Genie durch Krankheit?, *Baden-Württembergisches Ärzteblatt* 2013; 68 (12): 538-539
- Otte, A.:** Stammzelltherapie oder tiefe Hirnstimulation bei der therapieresistenten mesialen Temporallappenepilepsie?, *Online-Kommentar im Deutschen Ärzteblatt* (www.aerzteblatt.de): 05.09.2013.; <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/54301/Stammzellen-koennen-Epilepsie-lindern#comment19684>
- Otte, A.:** Weltraummedizin: Alterssimulationsanzüge einsetzen, *Dtsch Ärztebl* 2013; 110 (44): A2084
- Otte A., Beck A.:** Die "Selbstbetrachtungen" des Marc Aurel – medizinischethische Betrachtungen des Menschseins, *Baden-Württembergisches Ärzteblatt* 2013; 68 (5): 187
- Paul Dreßler Paul, Heinz-Hermann Wielage, Ulrich Haiss, Oliver Vauderwange, Dan Curticapean:** Interdisciplinary Education in Optics and Photonics based on Microcontrollers, *Proceedings 12th International Conference on Education and Training in Optics&Photonics (ETOP 2013)*, Porto, Portugal
- Rohbogner G., Hahnel U., J. J., Benoit P., Fey S.:** Multi-Agent Systems' Asset for Smart Grid Applications Computer Science and Information Systems, Novi Sad Serbia
- Schappacher M., Sikora A.:** Results of Cooperative Localization and Communication System for C2X-Applications, *Wireless Congress 2013*, München
- Schmelas M., Feldmann T.:** Prädiktives Energiemanagement im Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität, *Proceedings Facilitymanagement – Kongress und Messe, Frankfurt, Germany*, S. 137-146, ISBN 978-3-8007-3486-3
- Seeger C., Breyer-Mayländer Th.:** Vom Studenten zur erfolgreichen Führungskraft, *UVK Lucius, Konstanz* 2013, ISBN 978-3-8252-3943-5
- Siegfried Patrick:** Development of a service engineering concept for SMEs, (*double-blind-review*) *eingereicht zur Controlling-Konferenz University of Economics Wroclaw/Poland*
- Siegfried Patrick:** Studies analyse on strategic corporate planning in SMEs, (*double-blind-review*) *Entrepreneurship-Konferenz University of Lisboa/Portugal*, ISBN: 978-989-732-207-5
- Siegfried Patrick:** The importance of the service sector for the industry, *eingereicht zur Erasmus-Week am Instituto Politecnico de Braganca/Spain*
- Sikora, A.:** Auf dem Vormarsch: Der Wireless M-Bus", *Transfer, Das Steinbeis-Magazin*, 01|2013, S.12-13
- Sikora, A.:** Design, Simulation, and Verification of Highly Portable and Flexible Communication Stacks for Automatic Meter Reading (AMR), *Sensors 2013*, Nuremberg
- Sikora, A.:** The BSI Protection Profile – An Open Standardization Process with Contributions from M2M Alliance, *M2M Journal* 17
- Sikora, A.:** M2M Best Practice Award 2012 - Innovation, *M2M Jahrbuch 12|13*, *Machine-to-Machine-Kommunikation - Globale Entwicklung der M2M-Technologie*, S.30-31
- Sikora, A.:** Implementation of Standardized Secure Smart Meter Communication, *35th International Telecommunications Energy Conference (INTELEC2013)*, Hamburg
- Sikora, A.:** Integrated Network for Completely Assisted Senior citizen's Autonomy, *M2M Journal* 15, p.11
- Sikora A., A. Yunitasari, M. Dold:** GPRS and UMTS Services for Ultra Low Energy M2MCommunication, *7th IEEE Int'l Conf. Technology and Applications (IDAA-CS'2013)*, Berlin
- A. Sikora, D. Lill, M. Schappacher, S. Gutjahr, E. Gerber:** Development of Car2X Communication and Localization PHY and MAC Protocol Following Iterative Spiral Model Using Simulation and Emulation, *5th Intl Workshop on Communication Technologies for Vehicles (Nets4Cars/Nets4Trains 2013)*, Lille (France)
- A. Sikora, D. Rahusen:** New Trends in Wireless M Bus Development, *Wireless Congress 2013*, München
- A. Sikora, M. Dold:** Architecture and Development of Secure Communication Solutions for Smart Grid Applications; *Journal of Communications*, Vol. 8, No. 8, 2013
- A. Sikora, M. Schappacher:** A highly scalable IEEE802.11p communication and localization subsystem for autonomous urban driving, *2nd Int'l Conference on Connected Vehicles & Expo (ICCVE 2013)*, Las Vegas
- A. Sikora, R. Werner, J.O. Grafmüller:** Design and Implementation of an Energy Aware Routing Extension for Energy Autarkic Wireless M-Bus Networks, *International Workshop on Energy Efficient Wireless Communications and Networking (EEWCN 2013)*, Mysore (India)
- A. Sikora, R. Werner, P. Villalonga, A. Cisneros, P. Becker, D. Hoffmann, A. Willmann:** Development of an Energy-Autarkic Water Meter Using Wireless M-Bus based on TinyOS platform, *VDE Mikrosystemtechnik-Kongress, Aachen*
- B. Spangenberg, I. Bin Idros, B. Milz:** Neonicotinoid-Insektizide. Bestimmung mittels Dünnschicht-Chromatographie, *GIT 6/2013*, 384 - 385
- Stahl K.; Sandhaas A.; Wilke A.:** Development and Improvement of an enzyme producing bioreactor to enhance the methane yield in a biogas process, *Fourth Environmental Best Practices Conference; Bookpage 38; Olsztyn; Poland*
- Sultana R., Christ A., Meyrueis P.:** System Architecture for Device and Content Independent Communication Including 3D Imaging; *12th World Conference on Mobile and Contextual Learning (mLearn QScience Proceedings: Vol. 2013, DOI: 10.5339/qproc.2013.mlearn.33, Doha, Qatar*
- Sultana R., Christ A., Meyrueis, P.:** Diversity of devices along with diversity of data formats as a new challenge in global teaching and learning system, *12th International Conference on Education and Training in Optics & Photonics (ETOP 2013)*, Porto, Portugal

Sultana, R., Christ, A., Feisst, M., Curticepean, D.: Learning in the cloud: A new challenge for a global teaching system in optics and photonics, *12th International Conference on Education and Training in Optics & Photonics (ETOP 2013), Porto, Portugal*

Oliver Vauderwange, Heinz-Hermann Wielage, Ulrich Haiss, Paul Dreßler, Dan Curticepean: New Frontiers in Color Management by using modern Spectrometers Proceedings, *12th International Conference on Education and Training in Optics & Photonics (ETOP 2013), Porto, Portugal*

Weidlich, Anke: Impulse für eine smarte Energiewende - Handlungsempfehlungen für ein IKT-gestütztes Stromnetz der Zukunft, *BDI, Positionspapier, Internet der Energie*

Weiß, H.-J.: Public Private Partnerships im Verkehr, *Gesellschaft für Verkehrswissenschaft und Regionalpolitik an der Uni FR (Hrsg.), 45. Freiburger Verkehrsseminar 2012, Freiburg i. Br., S. 71-80*

Wilke A., Sandhaas A.: Enzymatic pretreatment of biogas feedstock – a possibility to increase the biogas yield?, *Fourth Environmental Best Practices Conference; 8th-12th September; Bookpage 48; Olsztyn; Poland*

Wink K., Otte A.: Zweites Gesetz zur Änderung arzneimittelrechtlicher und anderer Vorschriften: Die AMG-Novelle und die Ärzte, *Baden-Württembergisches Ärzteblatt 2013; 68 (3): 108-109*

Wozniak, Peter; Mehner-Heindl, Katharina; Rüdibusch, Tom; Müller, Felix; Latoschik, Staadt, Steinicke [Hrsg.]: Dynamisches Augmented Reality mittels nachladbaren 3D und Markerdaten, *Virtuelle und Erweiterte Realität - 10. Workshop der GI-Fachgruppe VR/AR, pp. 189-192, ISBN 978-3-8440-2211-7, Shaker Verlag (Aachen/D)*

Zahoransky R.: Elektrische High-Speed Antriebe für Mobile Arbeitsmaschinen, *Symposium TEAM „Entwicklung von energie- und emissionssparenden Antrieben für Mobile Arbeitsmaschinen“ BMBF und VDMA, Tagungsband, Frankfurt*

Kategorie: Lehrbuch

Autor(en), Titel, Verlag

Ismer, B.: Utilization of the Esophageal Left Heart Electrogram in Cardiac Resynchronization and AV Block Patients, *1st Japanese Edition. Copyright 2013 Hochschule Offenburg, ISBN: 978-3-943301-09-0*

Ismer, B.: Utilization of the Esophageal Left Heart Electrogram in Cardiac Resynchronization and AV Block Patients, *Second Edition. Copyright 2013 Hochschule Offenburg, ISBN: 978-3-943301-08-3*

Bessler, W. G.: Multi-scale modelling of solid oxide fuel cells; in *Solid Oxide Fuel Cells: From Materials to System Modeling*, M. Ni and T. S. Zhao, *Editors, RSC Energy and Environment Series No. 7 (Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK), 219-246*

Bollin E., Huber K., Mangold D.: Solare Wärme für große Gebäude und Wohnsiedlungen, *Fraunhofer IRB Verlag Stuttgart; Bine Fachbuch*

Breyer-Mayländer, Thomas (Hrsg.): Clustermanagement und Entwicklungsperspektiven der kreativen Industrie, *Nomos Verlag. Baden-Baden*

Christ A., Meyrueis P., Sultana, R.: Architecture of a device independent collaborative language learning game. In Z.L. Berge & L.Y. Muilenburg (Eds.), *Handbook of Mobile Learning, Routledge Chapman & Hall, New York, USA, 2013, ISBN: 978-0-415-50369-3, <http://www.routledge.com/books/details/9780415503693/>*

Curticepean, Dan: Shell Eco-marathon 2013 – Weltrekord für die Hochschule Offenburg, *ISBN: 978-3-943301-10-6*

Ernst, S.: Kommentierung der §§ 1, 2, 11, 16-20, Anh. § 3 Abs. 3 Nr. 14; insgesamt 59 Druckseiten (plus Online-Aktualisierungen), *Ullmann (Hg.), juris-Praxiskommentar zum UWG, 3. Aufl.*

Hirtes, S.: Clustermanagement und Entwicklungsperspektiven der kreativen Industrie, Analyse und Standortbestimmung mit exempl. Beschreibung der trinationalen Metropolregion, *TBM, Hrsg. 2013, 206 S., ISBN 978-3-8329-7657-6, 1.6 Design am Oberrhein: Netzwerkbildung der Hochschulen*

Kleimenhagen F., Hrsg. Ismer B.: AV-Delay-Optimierung bei CRT-Patienten in der klinischen Routine, *Kleimenhagen F, Hrsg. Copyright 2013 Hochschule Offenburg, ISBN 978-3-943301-14-4*

Riedel B., Ismer B.: Untersuchungen zur Nutzbarkeit des QuickOpt Verfahrens zur Individualisierung des AV-Delays, *Copyright 2013 Hochschule Offenburg, ISBN: 978-3-943301-13-7, Riedel B., Hrsg.*

Roesch L., Ismer B.: Nutzbarkeit des Elektrogramms zwischen linksventrikulärer Spitzen- und Vena Cava Superior Schock-Elektrode zur Optimierung des AV-Delays bei, *Copyright 2013 Hochschule Offenburg, ISBN: 978-3-943301-12-0, Hrsg. Ismer, B.*

Schmelas M., Bollin E.: Prädiktives Steuern und Regeln von TABS Uponor Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung TGA Band 2, *Beuth Verlag, Berlin, ISBN 978-3-410-23965-9*

Seyfried, Thilo: IFRS @ EXAMPLES, *Createspace, Charleston, 2. Auflage, ISBN: 978-1482699425*

Seyfried, Thilo: Sachgebiet Jahresabschlussanalyse, *Eggert Winter (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, Springer Gabler, Wiesbaden, 18. Auflage, ISBN: 978-3834934642*

Siegfried, Patrick: 21 Fallstudien aus dem Handel, *AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München*

Siegfried, Patrick: Fallstudiensammlung 27 Handelsmanagement Fallstudien, *AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München*

Siegfried, Patrick: Fallstudien zum Internationalen Management / International Trade: 14 Fallstudien, *AVM - Akademische Verlagsgemeinschaft München*

Siegfried, Patrick: Fallstudien zum Onlinehandel - Band 2 - Handel, *AVM Akademische Verlagsgemeinschaft*

Siegfried, Patrick: Franchise Konzepte - dargestellt am Beispiel von 22 erfolgreichen Unternehmen, *AVM Akademische Verlagsgemeinschaft*

Siegfried, Patrick: Fallstudien zum Internationalen Management/International Trade, *AVM Akademische Verlagsgemeinschaft, ISBN: 978-3-86924-484-6*

Siegfried, Patrick: 21 Fallstudien aus dem Handel 2. Band, *AVM Akademische Verlagsgemeinschaft*, ISBN: 978-3-86924-474-7

Siegfried, Patrick: Fallstudiensammlung - 27 Fallstudien aus dem Handel, *AVM Akademische Verlagsgemeinschaft*, ISBN: 978-3-86924-446-4

Siegfried, Patrick: Fallstudien zum Onlinehandel - Band 1 - Elektrohandel, *AVM Akademische Verlagsgemeinschaft*

Sikora, A.: Privacy and Trust Management in Safety-Related Car2X Communication, *S.M. Thampi, B. Bhargava, P.K. Atrey*, „Managing Trust in Cyberspace“, *Chapman and Hall/CRC*.

Sikora, A.: Security in Ubiquitous Communication, *J. Sieck*, „Wireless Communication and Information - Ubiquitous Communication“, *Verlag Werner Wülsbusch, Glückstadt*

Spangenberg, B.: Chapter 7: Quantitative detection of

drugs by densitometry and video-scanning, „Thin-Layer Chromatography in Drug Analysis; Editors: Joseph Sherma, Lukasz Komsta, Monika Waksmundzka-Hajnos, Taylor & Francis New York

Zahoransky, Allelein, Bollin, Oehler, Schelling, Schwarz: Energietechnik – Systeme zur Energieumwandlung - Kompaktwissen für Studium und Beruf, R. A. Zahoransky (Hrsg.) Sechste Auflage, *Vieweg + Teubner Verlag*, 542 Seiten, ISBN 978-3-8348-1869-0

Zhitkova S., B. Riemer, D. Franck, K. Hameyer, R. A. Zahoransky: Hochdrehzahlmotoren für mobile Arbeitsmaschinen, 4. Fachtagung Hybridantriebe für mobile Arbeitsmaschinen, *M. Geimer (Hrsg.)*, *Karlsruher Schriftenreihe Fahrzeugsystemtechnik, KIT Scientific Publishing*

Laufende Promotionen 2013

Name, Titel, kooperierende Universität / Betreuer, HSO Betreuer

Bhattacharaya, Mayukh: Wireless ultra low power sensor systems for passive and semi-passive applications, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - Prof. Dr. Leonhard Reindl*, HSO Prof. Dr. Dirk Jansen

da Costa Fernandes, Jesus Salazar: Prädiktive Systeme zur Betriebsoptimierung kleinskaliger Energienetze mit hohem erneuerbaren Energieanteil, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - Prof. Dr. Leonhard Reindl*, HSO Prof. Elmar Bollin

Danner, Timo: Modellierung der Transportvorgänge in der porösen Sauerstoffelektrode der Li-Luft Batterie, *Universität Stuttgart - Prof. Andreas Friedrich*, HSO Prof. Dr. Wolfgang Bessler

Fey, Simon: Entwicklung IT-basierter Kommunikationsstrukturen und Systemarchitekturen für neuartige Energieversorgungsnetze, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - Prof. Dr. Leonhard Reindl*, HSO Prof. Dr. Andreas Christ

Gast, Oliver: User Experience im E-Commerce: Verfahren zur validen apparativen Messung von Emotionen bei der Nutzung interaktiver Anwendungen, *PH Freiburg - Prof. Dr. Plötzner, Prof. Dr. Nerb*, HSO Prof. Dr. Andrea Müller

Gopisetty, Bala Venkata Satyana-rayana: Model reduction optimization for energy planning process of distributed energy resources, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - Prof. Dr. Leonhard Reindl*, HSO Prof. Dr. Peter Treffinger

Griebeler-Kollmann, Jacqueline: Strukturinnovationen im Journalismus, *Katholische Universität Eichstätt - Prof. Dr. Klaus-Dieter Altmeyen*, HSO Prof. Dr. Frank Habann

Grübl, Daniel: Modellierung von Elektrochemie, Phasenumwandlung und Transport in Metall-Luft-Batterien, *Universität Gießen - Prof. Dr. Jürgen Janek*, HSO Prof. Dr. Wolfgang Bessler

Grünwald, Waldemar: Untersuchung für Eignung niederfrequenter magnetbasierter Übertragungsverfahren zur Telemetrie bei medizinischen Implantaten mit metallischer Kapselung, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg - Prof. Dr. Leonhard Reindl*, HSO Prof. Dr. Dirk Jansen

Jagoda, Martha: Interne Markenführung in KMU, Eine empirische Untersuchung Erfolg versprechender Gestaltungsoptionen für die interne Markenführung in kleineren und mittleren Mediendienstleistungsunternehmen, *Humboldt Universität Berlin - Prof. Dr. Wolfgang Mühl-benninghaus*, HSO Prof. Dr. Rohbock

Lange, Marcus: Adsorption von C4-Kohlenwasserstoffen an strukturell flexiblen Koordinationspolymeren, *Universität Leipzig, Sachsen - Prof. Dr. Roger Gläser*, HSO Prof. Dr. Reiner Staudt

Löffel, Marc: Websites als Werbemittel: Empirische Untersuchung zum Einfluss von Usability und Design auf den Werbeerfolg, *noch offen - Prof. Dr. Friedrichsen*, HSO Prof. Dr. Breyer-Mayländer, Prof. Dr. Habann

Mandel, Avikarsha: Security of Electric Payment Systems, *Universität Mannheim - Prof. Dr. Frederik Armknecht*, HSO Prof. Dr. Erik Zenner

Metzger, Mario: Mikrostrukturbasierte Werkstoffmodelle zur Lebensdauerbewertung von Hochtemperaturbauteilen aus Eisenguss, *Karlsruher Institut für Technologie - Prof. Dr. rer. nat. Hermann Riedel*, HSO Prof. Dr. Thomas Seifert

Mittag, Seffen: Probabilistische Werkstoffmodelle zur Lebensdauer vorhersage von Turbinenkomponenten, *Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg* - Prof. Dr.-Ing. habil. Holm Altenbach, HSO Prof. Dr. Thomas Seifert

Ortega, Valentin: Monitoring of different production processes involving contaminating waste using Fourier-Transform Raman spectroscopy, *Université de Strasbourg* - Prof. Dr. Patrick Meyrueis (unistra), H S O Prof. Dr. Werner Schröder

Pupyrév, Pavel: Linear and nonlinear properties of wedge acoustic waves, *General Physics Institute Moscow* - Dr. Alexey M. Lomonosov, HSO Prof. Dr. Andreas Mayer

Schlesinger, Michael: Experimentelle Untersuchung des zeitabhängigen Rissfortschritts unter thermomechanischer Ermüdung in Nickellierungen und mechanismenbasierte Modelle zur Lebensdauerbewertung, *Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg* - Prof. Dr.-Ing. habil. Holm Altenbach, HSO Prof. Dr. Thomas Seifert

Schmelas, Martin: Prädiktive Algorithmen für thermoaktive Bauteilsysteme zum Entlasten des Strom-

netzes, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg* - Prof. Dr. Leonhard Reindl, HSO Prof. Elmar Bollin

Sultana, Razia: Research on system architecture for device independent applications for 3D imaging and virtual reality, *Université de Strasbourg* - Prof. Dr. Patrick Meyrueis, HSO Prof. Dr. Andreas Christ

Volk, Tobias: Untersuchung und Entwicklung eines semi-passiven Sensorsystems mit RFID ähnlicher Datenübertragung für die physiologische Überwachung von Kleintieren, *Albert-Ludwigs-Universität Freiburg* - Prof. Dr. Leonhard Reindl, HSO Prof. Dr. Dirk Jansen

Weber, Christian: Automatische Frequenzüberwachung - Signaldetektion und Kanalsegmentierung, Technische Universität Kaiserslautern - Prof. Dr. Ralph Urbansky, HSO Prof. Dr.-Ing. Lothar Schüssele, Prof. Dr.-Ing. Tobias Felhauer, Prof. Dr.-Ing. Andreas Christ

Wißmann, Kai: Kommerzialisierung von Web- und TV-Unterhaltungsformaten, Universität Basel - Prof. Dr. Klaus Neumann-Braun, HSO Prof. Dr. phil. Heinrich Behring

Patente 2013

Jansen, Dirk: Im Jahr 2013 ist für die E-Pille die Nationalisierung der einzelnen Länder erfolgt

Vinke, Johannes; Rustam, Lina; Schneider, Harald (Unternehmer): Verfahren zum Pulverlackieren eines Kunststoffgegenstandes

Deutsche Anmeldung: DE 10 2013 005 990.9

Kray, Daniel: Verfahren zur Herstellung von rückseitenkontaktierten Solarzellen und Modulen

Deutsche Patentanmeldung: 10 2013 104 134.5

Kray, Daniel und sechs Miterfinder (Studenten):

Verfahren und Vorrichtung zum Transport flacher Substrate, Deutsche Patentanmeldung: 10 2013 100 805.4

Vinke, Johannes: Verfahren zum Pulverlackieren eines Glasgegenstandes

Deutsche Patentanmeldung DE 2013 017 267.5

Impressum

Herausgeber:

Institut für Angewandte Forschung (IAF)
Hochschule Offenburg
Badstraße 24 77694 Offenburg
www.iaf.hs-offenburg.de

Redaktion, Projektkoordination, Layout:

Prof. Elmar Bollin, Sandra Lutz-Vogt

Verantwortlich für den Inhalt:

Die Autoren und Projektleiter der jeweiligen Projekte

Lektorat:

Günter F. R. Grosshans

Titelbild:

Prof. Dr. Dan Curticeapean

Bildnachweis:

Hochschule Offenburg

Druckerei:

VKM Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG, 67590 Monsheim

Auflage:

3.000 Exemplare

ISSN 1866-9352

Kontakt

Institut für Angewandte Forschung (IAF)

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Institutsleitung
E-Mail: bollin@hs-offenburg.de

Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora
Stellvertretende Institutsleitung
E-Mail: axel.sikora@hs-offenburg.de

Badstraße 24 77652 Offenburg
Telefon: +49 781 205-272
<http://www.hs-offenburg.de/iaf/>

Institute for Unmanned Aerial Systems (IUAS)

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder

Institutsleitung
E-Mail: w.schroeder@hs-offenburg.de

Prof. Dr. Dan Curticapean
Stellvertretende Institutsleitung
E-Mail: dan.curticapean@hs-offenburg.de

Badstraße 24 77652 Offenburg
Telefon +49 781 205-271
<http://www.hs-offenburg.de/iuas/>

Peter Osypka Institute for Pacing and Ablation (POI)

Prof. Dr. rer. nat. habil. Bruno Ismer

Institutsleitung
E-Mail: bruno.ismer@hs-offenburg.de

Prof. Dr.-Ing. Harald Hoppe
Stellvertretende Institutsleitung
E-Mail: harald.hoppe@hs-offenburg.de

Badstraße 24 77652 Offenburg
Telefon: +49 781 205-4640
E-Mail: poi@hs-offenburg.de
<http://www.hs-offenburg.de/poi/>

Ecological Photonics Advanced Research at Oberrhein (Eco-PhARO)

Prof. Dr. Dan Curticapean

Institutsleitung
E-Mail: dan.curticapean@hs-offenburg.de

Prof. Dr. rer. nat. Werner Schröder
Stellvertretende Institutsleitung
E-Mail: w.schroeder@hs-offenburg.de

Badstraße 24 77652 Offenburg
Telefon: +49 781 205-271

Institut für Energiesystemtechnik (INES)

Prof. Dipl.-Ing. Elmar Bollin

Institutsleitung
E-Mail: bollin@hs-offenburg.de

Prof. Dr.-Ing. Jens Pfafferott
Stellvertretende Institutsleitung
E-Mail: jens.pfafferott@hs-offenburg.de

Institutsanschrift Campus Nord
Am Güterbahnhof 1a 77652 Offenburg
Telefon: +49 781 205-126
E-Mail: ines@hs-offenburg.de
<http://www.hs-offenburg.de/ines/>

Institut für kulturelle Kommunikation (IKK) — An-Institut

Prof. Dr. phil. Heinrich Behring

Institutsleitung
E-Mail: behring@hs-offenburg.de

Jürgen Stark
Stellvertretende Institutsleitung

Badstraße 24 77652 Offenburg
Telefon: +49 781 205-4723
<http://www.ai-ikk.de/>



Badstraße 24 77652 Offenburg
Telefon: +49 781 205-0
www.hs-offenburg.de

