HOCHSCHULE
KONSTANZ
TECHNIK, WIRTSCHAFT
UND GESTALTUNG

AUSGABE 2010/2011 ISSN 1619-9812

FORUM

Das Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz

TECHNIK WIRTSCHAFT GESTALTUNG

ZF dankt allen Kunden für die nette Verpackung! Mal sehen, was für Sie drin ist?!

Dann zeigen wir Ihnen einmal, was ein Fahrzeug Spannendes in sich birgt: die Antriebs- und Fahrwerktechnik nämlich. Und die stammt bei vielen bekannten Marken von ZF, einem der weltweit größten Zulieferer der Branche. Was das für Sie als Ingenieur/-in bedeutet? Bei uns entwickeln Sie schon heute die Technik für die Fahrzeuge von morgen: in einem Team von 60.000 Kolleginnen und Kollegen, das als Innovationspartner und Problemlöser anspruchsvoller Kunden den Ruf eines Technologieführers genießt. Erleben Sie ein erfolgreiches Stiftungsunternehmen, das Ihre Leistung anerkennt und in dem interessante Aufgaben und Eigenverantwortung zum Tagesgeschäft gehören.

Arbeiten Sie sich zu uns vor auf:

www.zf.com

Antriebs- und Fahrwerktechnik

INHALT

Forum 2010/2011

HOCHSCHULE KONSTANZ

VORWORT 4
Gunter Voigt, Vizepräsident Forschung

OPTIMIERTE KORROSIONSPRÜFMETHODE FÜR DEN EINSATZ NICHTROSTENDER STÄHLE IN PKW-ABGASANLAGEN 6
Cristina Hoffmann, Paul Gümpel

STUDIENANGEBOT 12
Bachelor- und Master-Studiengänge

EXPERTEN 13
Expertenprofile der Professorinnen und Professoren

TECHNIK

SERVICE-ORIENTIERTE SOFTWAREENTWICKLUNG NACH DEM BAUSTEINPRINZIP – DIE SERVICE COMPONENT ARCHITECTURE 26
Lars Bayer, Jürgen Wäsch

SATELLITE-BASED TESTS OF EINSTEIN'S THEORIES OF SPECIAL AND GENERAL RELATIVITY: THE STAR MISSION PROGRAM 30
Thilo Schuldt, Ruven Spannagel, Mohammed Allab, Claus Braxmaier

MODELLGETRIEBENE SOFTWAREENTWICKLUNG AUF DER GRUNDLAGE REALER GESCHÄFTSPROZESSOPTIMIERUNG 36
Michael Grütz

GRAPHISCHE DSLS FÜR MODELLGETRIEBENE SOFTWARE-ENTWICKLUNG 44
Ahmed Lemine, Marko Boger

OPTIMALE REGELSTRATEGIEN FÜR SCHNELLSCHALTENDE MAGNETAKTUATOREN 48
Sebastian Märkl, Matthias Jäkle, Johannes Reuter

NEUE VERFAHREN ZUR KOLLISIONSVERMEIDUNG AUF BINNENSEEN 54
Michael Schuster, Andreas Michaels, Johannes Reuter

FORMGEDÄCHTNIS-AKTOREN IN DER FAHRZEUGSICHERHEITSTECHNIK UND DEREN ALTERUNGSVERHALTEN 58
Joachim Strittmatter, Paul Gümpel, Viorel Gheorghita

WIRTSCHAFT

STEIGERUNG DER VERTRIEBSEFFIZIENZ DURCH DEN EINSATZ VON PRODUKTKONFIGURATOREN 68
Guido H. Baltes, Jérôme Gard, Philipp Sticksel

ZUM STAND DES KOSTENMANAGEMENTS IN GROSSPROJEKTEN – DEFIZITE IN DER PRAXIS UND VERBESSERUNGSANSÄTZE 76
Olaf Hoffmann

ANTI-FRAUD MANAGEMENT IM MITTELSTAND 80
Andreas E.H. Heck, Christine Schweikert

GESTALTUNG

DIE GESTALTUNG VON STÄDTISCHEN KOMMUNIKATIONSRÄUMEN MIT HILFE VON „SHARED SPACE" 86
Inna Viktorovna Sotnikova, Leonhard Schenk

HOCHSCHULE KONSTANZ

PROJEKTE 90

IMPRESSUM

Herausgeber:
Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung
Vizepräsident Forschung, Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt (v.i.S.d.LPrG.)
www.htwg-konstanz.de ©Hochschule Konstanz

Redaktion:
Dipl.-Ing. FH Andreas Burger MBA, Referent für Forschung & Entwicklung

Fotos:
Archiv, privat, A. Grützner + J. Flöter, Titelfoto: iStockphoto

Anschrift:
HTWG FORUM, Hochschule Konstanz, Brauneggerstraße 55,
D-78462 Konstanz, Tel. +49 (0)7531 206-325, Fax +49 (0)7531 206-436,
burger@htwg-konstanz.de

Satz und Anzeigenverwaltung:
Hohentwiel Verlag & Internet GmbH,
Dr.-Andler-Str. 28, D-78224 Singen , Tel. 0 77 31/9 12 31-0, Fax 0 77 31/9 12 31-30
www.hohentwielverlag.de, info@hohentwielverlag.de

Druck und Weiterverarbeitung:
Kessler Druck + Medien, D-86399 Bobingen
gedruckte Auflage: 5.000 Exemplare, ISSN 1619-9812, Ausgabe 2010/2011;
Internetausgabe: ISSN 1611-3748

VORWORT

Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt, Vizepräsident Forschung

Hochschulen für angewandte Wissenschaften – die neue Bezeichnung für die Fachhochschulen in Baden-Württemberg. Alter Wein in neuen Schläuchen? Nein! Insbesondere die Entwicklung der Forschung an den ehemaligen Fachhochschulen hat den Charakter dieses Typs von Hochschulen deutlich verändert. Die Etablierung von Masterstudiengängen hat die Notwendigkeit der Stärkung von Forschung unterstützt. Masterstudiengänge sollen zusätzliche Kompetenzen vermitteln, die über das Niveau eines Bachelorabschlusses, der nahezu einem klassischen Fachhochschuldiplom entspricht, deutlich hinausgehen. Neben zusätzlichen theoretischen Inhalten erfolgt eine Integration von Forschungskompetenzen in das Studium. Diese zu vermitteln bedarf der Mitarbeit in Forschungsprojekten.

Die HTWG Konstanz nimmt die Chancen von Forschungstätigkeit seit Jahren erfolgreich wahr und profitiert nun von den etablierten Strukturen, die weiter kontinuierlich gefördert und ausgebaut werden. Systembedingte Begrenzungen können innerhalb des Systems jedoch nicht überwunden werden. Hier ist ein längerer Weg unter Einbindung vieler Parteien zu gehen.

Die Qualität von Forschungsprojekten kann durch unterschiedliche Faktoren belegt werden: Publikation von Ergebnissen in der Scientific Community, Präsentation und Diskussion auf Fachkonferenzen sowie Veröffentlichung in Fachorganen, die Peer-Reviews verlangen. Oder durch die kontinuierlich wettbewerblich eingeworbene Finanzierung von Projekten durch die Wissenschaftler unserer Hochschule. Wettbewerblich sind hier sowohl öffentlich ausgeschriebene Förderprogramme als auch Industrieforschungsprojekte, die aufgrund der Reputation und der Qualität der Hochschulforschung gewonnen werden.

Hochschulen für angewandte Wissenschaften haben kein eigenes Promotionsrecht. Der akademische Abschluss einer Dissertation kann und wird durch kooperative Promotionsverfahren erzielt. Die Forschungsarbeiten an der HTWG werden durch abgeschlossene Promotionsvorhaben besonders ausgezeichnet. Wir freuen uns, auch in diesem Jahr wieder mehrere abgeschlossene Promotionen berichten zu können. Die Weiterentwicklung im Rahmen der Einrichtung eines Promotionskollegs in ausgewählten erfolgreichen Disziplinen ist ein Ziel für die nahe Zukunft.

Im vergangenen Jahr an der HTWG neu eingerichtete Institute sind:

- Institut für Dienstleistungsmanagement
- Institut für Systemdynamik

Die Gründung von Forschungsinstituten soll den Mitgliedern der Institute die Möglichkeit geben, Synergien innerhalb der Arbeitsgruppen besser nutzen zu können und eine deutliche Erkennbarkeit nach außen zu erzielen.
Die vorliegende Ausgabe des HTWG Forums zeigt in ausgewählten Projekten Beispiele der Forschungstätigkeiten an unserer Hochschule. Ich danke den Inserenten für die Unterstützung unserer Bemühungen, unsere Forschungsergebnisse auch in dieser komprimierten Form publizieren zu können. Ich hoffe, Sie profitieren von der Darstellung unserer Kompetenzen und der ausgewählten Forschungsergebnisse.

WIR SUCHEN HOCHSCHULABSOLVENTEN/ -ABSOLVENTINNEN

Astrium, eine 100-prozentige Tochtergesellschaft der EADS, ist spezialisiert auf zivile und militärische Raumfahrtsysteme. Im Jahr 2009 erreichte Astrium einen Umsatz von 4,8 Milliarden € und beschäftigte rund 15.000 Mitarbeiter in Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Spanien und den Niederlanden. Das Kerngeschäft gliedert sich in drei Bereiche: Astrium Space Transportation für Trägerraketen und Weltraum-Infrastrukturen, Astrium Satellites für Satelliten und Bodensegmente sowie Astrium Services für die Entwicklung und Lieferung von Sicherheits- und kommerzieller Satellitenkommunikation und Netzwerken, Equipment für Hochsicherheits-Satellitenkommunikation, Produkte und Dienstleistungen für Geo-Informationen sowie Dienstleistungen für Navigation.

EADS ist ein global führender Anbieter in der Luft- und Raumfahrt, im Verteidigungsgeschäft und den dazugehörigen Dienstleistungen. Im Jahr 2009 lag der Umsatz bei rund 42,8 Milliarden €, die Zahl der Mitarbeiter bei mehr als 119.000.

Wir suchen kreative Mitarbeiter, die bereit sind, anspruchsvolle Aufgaben zu übernehmen und die im Team über ihre Fachaufgaben hinausblicken. Sie sollen das im Studium erlangte Wissen bei der Entwicklung von Raumfahrzeugen anwenden und erweitern.

Relevante Studiengänge:
- Elektrotechnik & Informationstechnik
- Informatik
- Maschinenbau
- Wirtschaftswissenschaft
- Physik

Mögliche Studienschwerpunkte:
- Nachrichten- & Kommunikationstechnik
- Elektrische Energietechnik
- Automatisierungs- & Informationstechnik
- Wirtschaftsingenieurwesen
- Systems Engineering
- Mechatronik

Freude an der Arbeit in einem international orientierten Umfeld, Lernbereitschaft und gute englische und evtl. französische Sprachkenntnisse sind für uns ebenso selbstverständlich wie Eigenmotivation, Kundenorientierung und Ehrgeiz.

Suchen Sie eine Aufgabe mit Freiräumen und Gestaltungsmöglichkeiten? Dann liegt es an Ihnen, sich mit uns in Verbindung zu setzen. Informationen zu Einstiegsmöglichkeiten finden Sie unter:
http://www.astrium.eads.net/en/in-deutschland

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!
Bitte bewerben Sie sich über unser E-Recruiting-Tool.

Zertifikat seit 2010
audit berufundfamilie

Astrium GmbH
Personalabteilung
88039 Friedrichshafen

www.astrium.eads.net

All the space you need

ASTRIUM

AN EADS COMPANY

TECHNOLOGIETRANSFER: OPTIMIERTE KORROSIONSPRÜFMETHODE FÜR DEN EINSATZ NICHTROSTENDER STÄHLE IN PKW-ABGASANLAGEN

Cristina Hoffmann, Paul Gümpel

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel

Vertritt die Fachgebiete Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung und Oberflächentechnik an der HTWG Konstanz in Forschung und Lehre.

Field of activity: materials science, materials testing and surface engineering in research and testing at the University of Applied Sciences in Konstanz, Germany

Dipl. Ing. Cristina Hoffmann

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Werkstoffprüflabor. Tätigkeitsschwerpunkt: Korrosion der Nichtrostenden Stähle

Scientific assistant in the materials testing laboratory at the University of Applied Sciences in Konstanz, Germany. Main tasks: the corrosion of the stainless steels.

1 EINLEITUNG

In Pkw-Abgasanlagen führt der Innenangriff nach dem Mechanismus der chloridinduzierten Lochkorrosion in saurer Umgebung im hinteren, kondensatbelasteten Bereich zu einer erheblichen Nasskorrosionsbelastung der Werkstoffe. Das Korrosionsverhalten der verschiedenen Nichtrostenden Stähle unter dem Einfluss von Abgaskondensaten wurde in der Vergangenheit mit zahlreichen, zum Teil recht unterschiedlichen Prüfmethoden untersucht. Diese Vielfalt an unterschiedlichen Prüfmethoden hat in der Vergangenheit immer wieder zu Problemen geführt und es fehlte an einer allgemein anerkannten, standardisierten Testmethode. Eine solche Testmethode wurde in einem Arbeitskreis des VDA erarbeitet und an der Hochschule Konstanz wurde eine entsprechende Prüfmaschine entwickelt. Während alle bisherigen Prüfmethoden sowohl das Auftreten des Feucht-Trocken-Wechsels als auch die Einwirkung eines chloridionenhaltigen, sauren Mediums und die Temperaturbelastung berücksichtigen, wird allgemein der Einfluss von Rußpartikeln auf das Korrosionsgeschehen vernachlässigt. In der vorliegenden Arbeit wird neben der neu, in Zusammenarbeit mit dem VDA, entwickelten, optimierten Prüftechnik auch das Vorliegen von elektrochemisch aktivem Kohlenstoff behandelt. Durch die Zugabe von Aktivkohle wird die Wirkung von Rußpartikeln in dem Korrosionsprozess simuliert. Damit wird in einer optimierten Prüfmethode für die Untersuchung des Korrosionsverhaltens von Nichtrostenden Stählen in Pkw-Abgasanlagen der Einfluss der Rußpartikel auf das Korrosionsgeschehen berücksichtigt und es wird nachgewiesen, dass durch die Aktivkohle das Korrosionsverhalten erheblich beeinflusst wird.

2 VDA-PROJEKT KORRAGO

Ziel des Projektes war es, die Basis für ein gemeinsames Prüfverfahren sowie gemeinsame Bewertungsstandards und Prüfgrundlagen zur Vorhersage des Korrosionsverhalten metallischer Werkstoffe im Abgasstrang zu entwickeln und ein VDA-Prüfblatt [1] mit einem definierten Prüfverfahren und wenigen, genau definierten Belastungszuständen (Temperatur, Kondensatzusammensetzung, Belastungskollektiv) zu erarbeiten. Die Teilnehmer an diesem Arbeitskreis waren Automobil- und Abgasanlagenhersteller, Werkstofflieferanten sowie die Hochschule Konstanz.

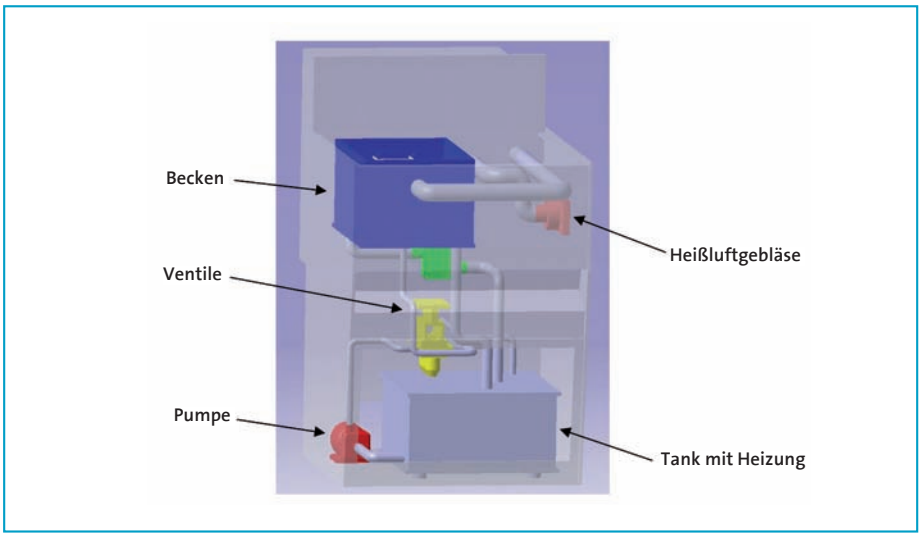


ABB. 1: 3D-Modell der Prüfmaschine

In verschiedenen Arbeitsgruppen wurden die Prüfbedingungen, die Prüfkondensate und die Versuchsdurchführung definiert. Die Untersuchung der Beständigkeit von Werkstoffen erfolgt dabei durch Auslagerung in synthetischen Kondensaten alternierend mit Wärmebelastung durch Probenauslagerung im Ofen bei definierten Temperaturen. Die Prüfung besteht aus einem Zyklus-Wechseltest mit den zyklisch wiederkehrenden Phasen: einer wöchentlich einmal stattfindenden Temperaturbelastung sowie einem täglich wechselnden Belastungskollektiv mit Halbtauchen im Kondensat sowie Trocknen- und Dampfphasenbelastungen. Die Temperaturbelastung erfolgt immer am ersten Tag des Prüfzyklus, bevorzugt am ersten Tag der Arbeitswoche. Von Dienstag bis Sonntag erfolgt die eigentliche Korrosionsbeanspruchung in einer geeigneten Testapparatur. Die neuartige Prüfanlage wurde an der HTWG Konstanz, im Werkstoffprüflabor zusammen mit der Fa. TSE – Systeme GmbH, Steißlingen entwickelt und gebaut.

3 DIE PRÜFMASCHINE

Die Prüfanlage besteht aus folgenden Komponenten (Abb. 1):

- Becken mit zwei Überläufen
- Steuerung
- Peripheriegeräte (Pumpe, Lüftung, Heizung)
- Tank

Die beiden unterschiedlichen Überläufe ermöglichen das Auffüllen des Beckens mit Elektrolyt auf zwei verschiedene Niveaus für die unterschiedlichen Phasen des Zyklus-Wechseltests (Abb. 2). Die Steuerung ist so programmiert, dass die Start- und Stopp-Zeiten eines Wechseltests für eine Woche eingegeben werden können, so dass die Prüfmaschine automatisch eine ganze Woche läuft. Auch die Dauer der unterschiedlichen Phasen des Wechseltests kann jederzeit neu definiert werden. Die Prüfmaschine wurde als Prototyp aus speziellen Kunststoffen, die eine sehr gute thermische und chemische Beständigkeit aufweisen, aufgebaut. Becken, Tank, Rohrleitung, Ventile sind aus Polyvinylidenfluorid PVDF gefertigt, einem thermoplastischen Fluorkunststoff mit einer sehr guten thermischen und chemischen Beständigkeit und Einsatztemperaturen bis 150 °C.

Die Heizung im Tank wurde mit PTFE (Polytetrafluorethylen) ummantelt, ein Kunststoff, der chemisch sehr resistent ist und Einsatztemperaturen bis 260 °C ermöglicht. Bei der Pumpe ist der Pumpenkopf aus PVDF und das Flügelrad aus PFA (Perfluoralkoxylalkan), ein Polymer mit ähnlichen Eigenschaften wie PTFE. Das Gehäuse wurde aus Polypropylen PP gefertigt, da dieser Werkstoff eine entsprechend gute chemische Beständigkeit aufweist. Die Anlage wird mit dem Siemens OP73 Bedientableau bedient, die Steuerung der Anlage übernimmt eine Siemens SPS 313C CPU.

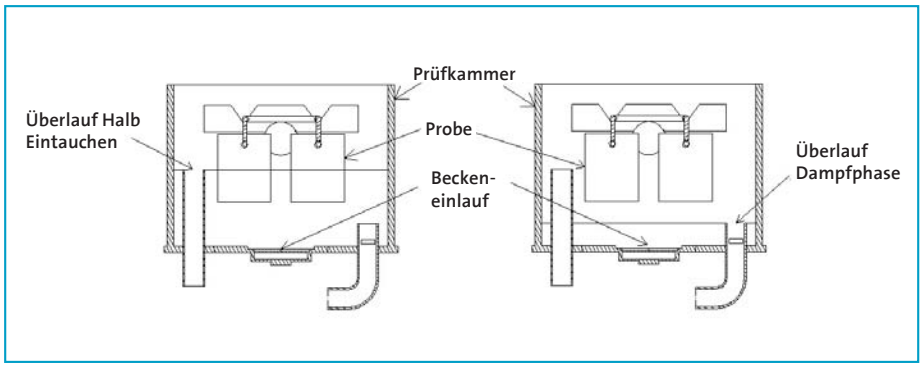


ABB. 2: Halb-Eintauchen-Phase Dampfphase

4 OPTIMIERTE KORROSIONSPRÜFMETHODE MIT AKTIVKOHLE

Da der Einfluss von eventuell vorhandenen Rußpartikeln auf das Korrosionsgeschehen in dem VDA-Prüfverfahren [1] unberücksichtigt bleibt, wurde im Werkstoffprüflabor der HTWG Konstanz eine weitere Korrosionsprüfmethode entwickelt und durchgeführt, in der Aktivkohle, die den Einfluss von Ruß simulieren soll, in einer neuen Form auf der Oberfläche der Proben angebracht wurde.

Die Proben sind Bleche in der Abmessung 30x70 mm, mit unterschiedlichen Dicken, die je nach Werkstoff variiert. Diese Bleche wurden in drei Varianten untersucht:

- Blech im Lieferzustand, ohne Temperaturbelastung
- Blech im Lieferzustand, mit Temperaturbelastung
- Blech mit Aktivkohlestäbchen und Temperaturbelastung (Abb. 3)

Für die Untersuchungen wurden insgesamt sechs Stahlwerkstoffe ausgewählt, die jeweils typische Vertreter aus den in der Abgastechnik eingesetzten Werkstoffgruppen [2, 3] darstellen:

- drei ferritische Stähle. Diese drei Legierungen unterscheiden sich einerseits in ihrem Chromgehalt

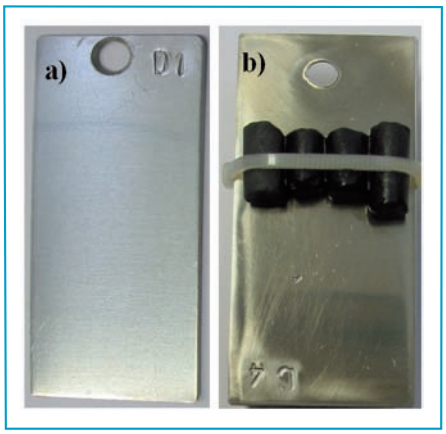


ABB. 3: Ansichtsaufnahme der Proben:
a) im Lieferzustand
b) mit Aktivkohlestäbchen und Temperaturbelastung

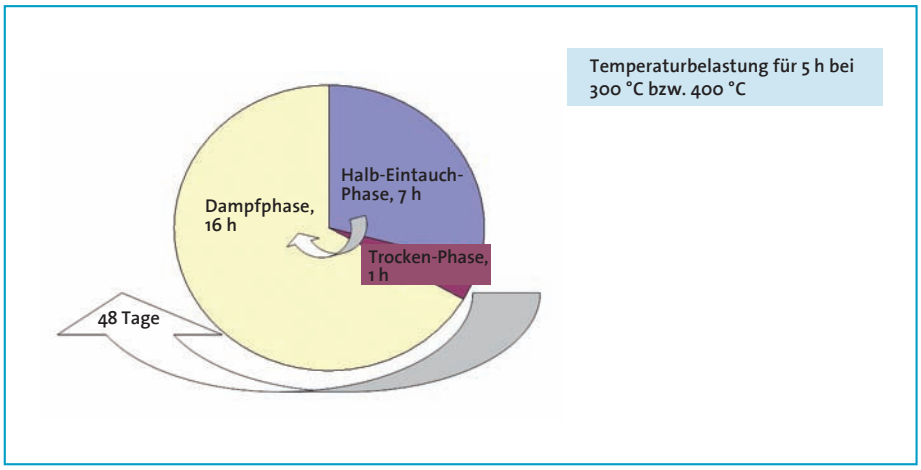


ABB. 4: Grafische Darstellung der neuen Prüftechnik mit Aktivkohle

(niedriger Chromgehalt: 1.4512 (X2CrTi12) und etwas höherer Chromgehalt: 1.4509 (X2CrTiNb18) und 1.4526 (X6CrMoNb17-1)) und andererseits in ihrem Molybdängehalt (mit Molybdän: 1.4526 (X6CrMoNb17-1) und ohne Molybdän: 1.4509 (X2CrTiNb18) und 1.4512 (X2CrTi12))

- zwei austenitische Stähle, eine Legierung mit Molybdän: 1.4404 (X2CrNiMo17-12-2) und eine Legierung ohne Molybdän: 1.4301 (X5CrNi18-10)
- ein manganaustenitischer Stahl, mit niedrigem Nickel- und höherem Mangangehalt: 1.4376 (X8CrMnNi19-6-3)

Als Elektrolytlösung wurde das moderat saure System Acetat-Puffer mit pH-Wert 4 und 2000 ppm Chloridgehalt eingesetzt [4].

Vor der Auslagerung der Proben wurde ein Teil der Proben einer einmaligen Temperaturbelastung für 5 h bei 300 °C bzw. 400 °C unterzogen.

Die Untersuchung des Korrosionsverhaltens der Werkstoffe erfolgte durch Auslagerung im ausgewählten Elektrolyt in der Prüfmaschine. Die Prüfung besteht aus einem Zyklus-Wechseltest (Abb.4) mit den zyklisch wiederkehrenden Phasen (Abb. 5):

- Halbeintauchen im Kondensat: 7 h täglich
- Trocknen: 1 h bei ca. 90 °C täglich
- Dampfphase: 16 h täglich.

Während des Versuchs wurde die Temperatur des Elektrolyten konstant auf 50 °C eingeregelt. Wöchentlich wurde der pH-Wert des Elektrolyten überwacht.

4.1 Auswertung des Korrosionsangriffs

Die gereinigten Proben wurden mit einer digitalen Kamera fotografiert. Die Bilder lieferten erste Informationen über das Maß des Korrosionsangriffs und die unterschiedlichen Angriffsbereiche auf der Oberfläche der Proben. Für alle Proben wurde der Gewichtsverlust am Ende des Versuchs erfasst. Mit Hilfe des nachfolgend beschriebenen optischen 3D-Messsystems MikroCAD wurde die korrodierte Oberfläche der Proben berührungslos vermessen und Messparameter wie das tiefste Loch und die Anzahl der Löcher erfasst. Anhand jeder Messgröße können Werkstoffrankings aufgezeigt werden. Es ist dann festzulegen, welche Messgröße eine deutlichere Differenzierung der Werkstoffe ermöglicht.

4.2 Das optische 3D-Messsystem MikroCAD

Das Messsystem der Fa. GFM ist ein rechnergestütztes, optisches Oberflächenmesssystem, mit dem sowohl 2D- als auch 3D-Messungen an Klein- und Mikroteilen metallischer oder auch nichtmetallischer Bauteiloberflächen vorgenommen werden können. Auf die zu untersuchende Oberfläche werden mit dem DMD (Digital Mirror Device)-Projektor der Firma Texas Instruments/USA äquidistante Streifen mit einer sinusartigen Helligkeitsintensität unter einem definierten Triangulationswinkel projiziert und deren Abbildung mit einer CCD (Charge-Couple Device)-Kamera aufgenommen (Abb. 6). Das Höhenbild des Messobjektes wird dann aus der Lage der Streifen und dem Grauwert der einzelnen Bildpunkte errechnet.

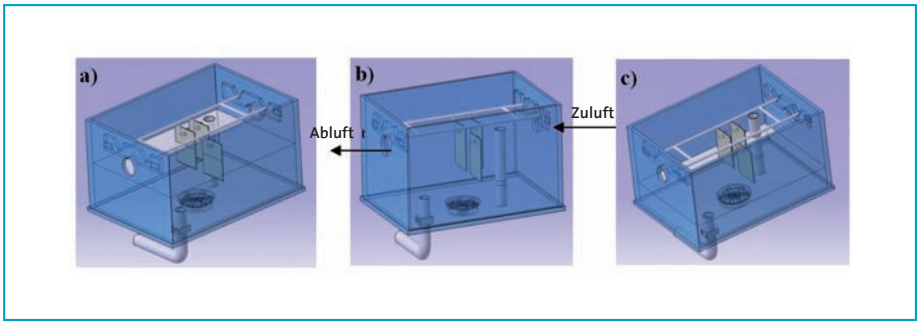


ABB. 5: 3D-Modell
a) Halb-Eintauchen-Phase
b) Trocken-Phase
c) Dampfphase

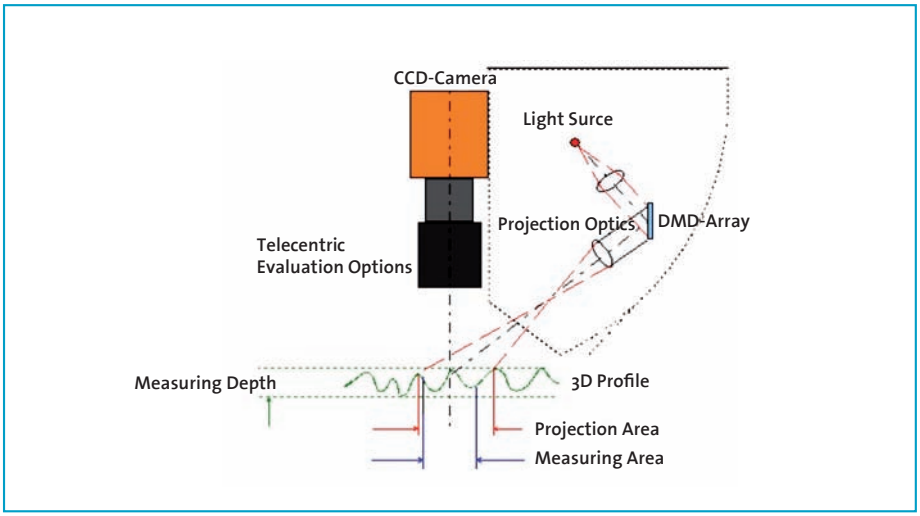


ABB. 6: Schematische Darstellung des optischen 3D-Messsystems MikroCAD [3]

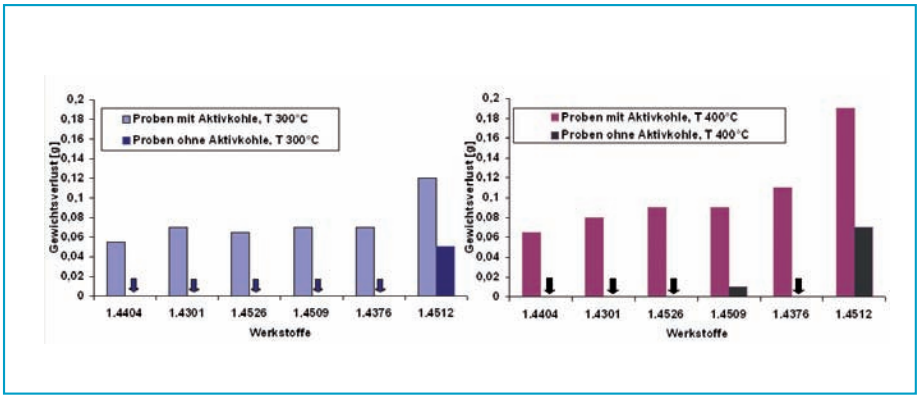


ABB. 7: Gewichtsverlust der Proben mit und ohne Aktivkohle, Temperaturbelastung 300 °C bzw. 400 °C

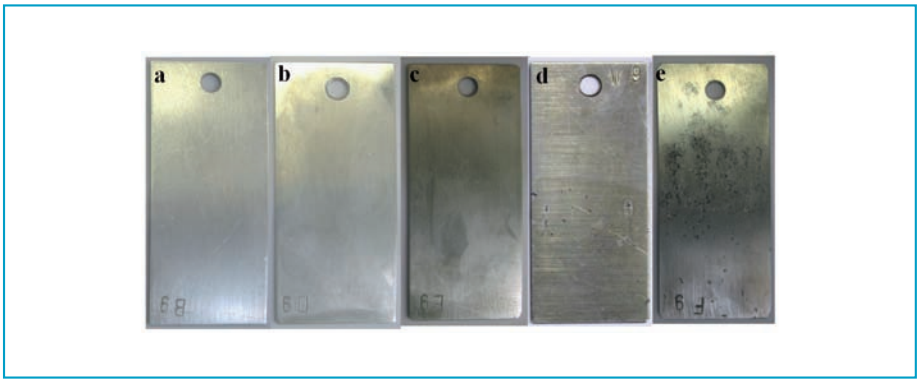


ABB. 8: Proben des Werkstoffs 1.4509 (X2CrTiNb18)
a) im Lieferzustand
b) mit Temperaturbelastung 300 °C
c) mit Temperaturbelastung 400 °C
d) mit Aktivkohle und Temperaturbelastung 300 °C
e) mit Aktivkohle und Temperaturbelastung 400 °C

5 ERGEBNISSE

Während der gesamten Prüfdauer blieb der pH-Wert des korrosiven Mediums konstant, d.h. die Stabilität des Elektrolyten ist gegeben. Abb.7 zeigt die Gewichtsverluste bei den Proben mit und ohne Aktivkohle bei Temperaturbelastungen von 300°C bzw. 400 °C. Unter den gegebenen Temperatur- und Kondensatbelastungen erfahren mit Ausnahme der Proben aus dem niedriger legierten Nichtrostenden Stahl 1.4512 (X2CrTi12) nur die Proben mit Aktivkohle auf der Oberfläche einen messbaren Korrosionsangriff. Auch das Erscheinungsbild der Proben des Werkstoffs 1.4509 (X2CrTiNb18) zeigt am Ende des Versuchs deutlich, dass nur die Proben, die Aktivkohle auf der Oberfläche gehabt haben, einen Korrosionsangriff aufweisen (Abb. 8).

Das Werkstoffranking anhand des jeweils tiefsten Loches von den Proben aller Werkstoffe mit Aktivkohle und Temperaturbelastung bei 300 °C bzw. 400 °C ist in Abb. 9 grafisch dargestellt. Die Grafik zeigt, dass die Proben, die die höhere Temperaturbelastung erfahren haben, auch relativ tiefere Löcher aufweisen. Da die Proben des Werkstoffs 1.4512 (X2CrTi12) nicht nur Lochkorrosion, sondern auch abtragende Korrosion erfuhren, wurde der Werkstoff 1.4512 (X2CrTi12) in dieses Werkstoffranking nicht einbezogen.

Die grafische Darstellung der Gesamtanzahl der Löcher bei den Proben aller Werkstoffe mit Aktivkohle und Temperaturbelastung bei 300 °C bzw. 400 °C zeigt, dass bei den Proben mit Aktivkohle die Anzahl der Löcher mit der Temperaturbelastung deutlich ansteigt (Abb. 10). Da die Anzahl der Löcher keine Hinweise bezüglich der Form und Tiefe der Löcher gibt, konnten diese nicht als Bewertungs- und Vergleichskriterium zwischen den Werkstoffen angewendet werden. Dennoch stimmt die deutliche Steigerung der Gesamtanzahl der Löcher bei Proben, die höhere Temperaturbelastungen erfahren

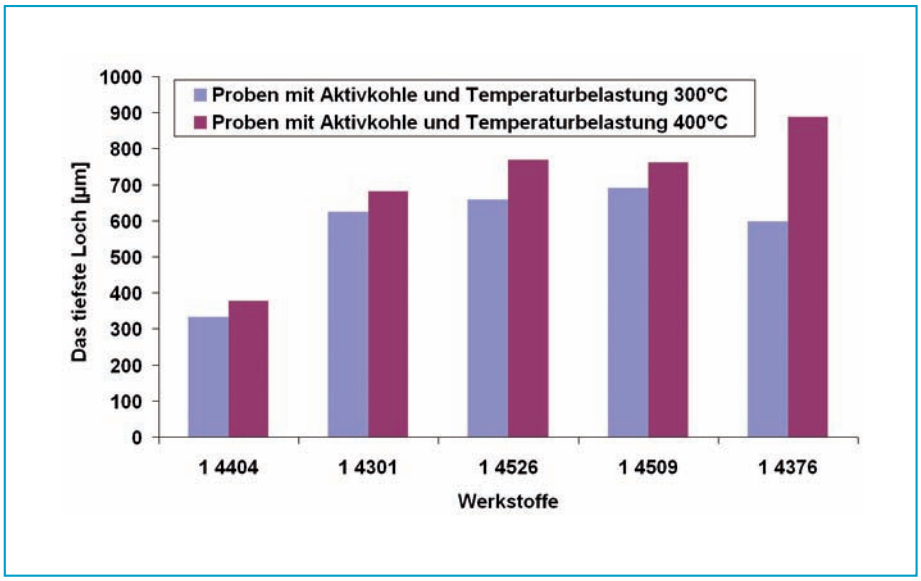


ABB. 9: Das tiefste Loch bei den Proben mit Aktivkohle und Temperaturbelastung bei 300 °C bzw. 400 °C

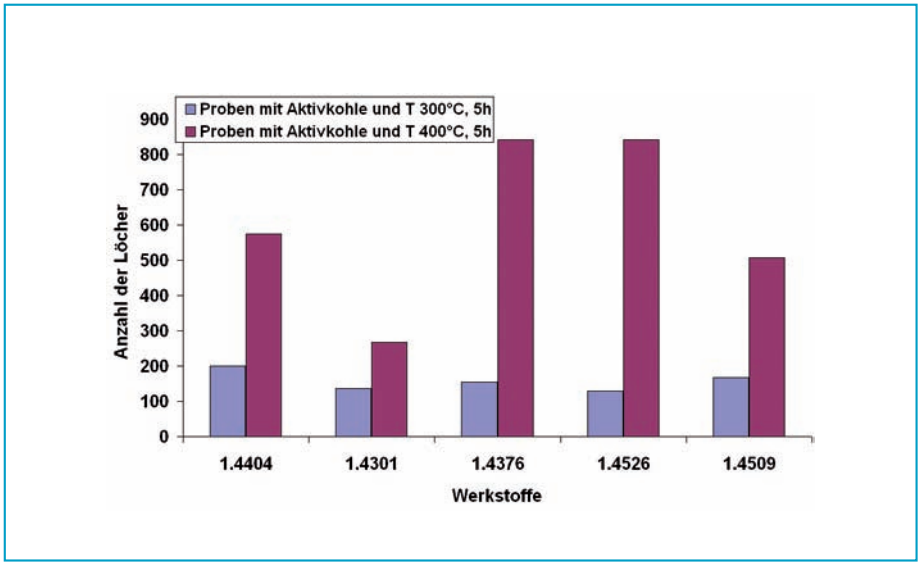


ABB. 10: Anzahl der Löcher bei den Proben mit Aktivkohle und Temperaturbelastung bei 300 °C bzw. 400 °C

haben, mit den Ergebnissen einer Felduntersuchung überein, in der festgestellt wurde, dass mit der Anzahl an gefahrenen Kilometern die Anzahl von Löchern auf der Oberfläche deutlicher ansteigt als die Tiefe der Löcher [4].

6 ZUSAMMENFASSUNG

Für das optimierte Prüfverfahren wurde eine Prüfmaschine entwickelt, die während der Versuchsdauer voll automatisch funktioniert und unterschiedliche Programmierungsmöglichkeiten für den Ablauf der drei Phasen gestattet. Das Prüfkondensat besteht aus einer Pufferlösung mit einem moderat sauren pH-Wert und enthält Chloridionen, die Lochkorrosion hervorrufen sollen. Die Stabilität des Prüfkondensates ist gegeben, d.h. der pH-Wert des Kondensates bleibt während des gesamten Prüfverfahrens konstant.

Für die Auswertung des Korrosionsangriffes wurden sowohl einfache Methoden wie die visuelle Bewertung des Korrosionserscheinungsbildes und die Messung der Gewichtsverluste als auch aufwendige Methoden wie die Oberflächenmessungen mit Hilfe des optischen 3D-Messsystems MikroCAD eingesetzt. Die unterschiedlichen Auswertungsmethoden des Korrosionsangriffes ergeben das gleiche Werkstoffranking, wobei die bessere Differenzierung der Werkstoffe anhand des tiefsten Loches erfolgt.

Die Wirkung der Aktivkohle auf das Korrosionsgeschehen in der optimierten Prüftechnik kann in erster Näherung mit der Wirkung des Rußes in der Pkw-Abgasanlage gleichgestellt werden – beide sind überwiegend aus Kohlenstoff (meist > 90 %) aufgebaute Feststoffe mit hochporöser Struktur. Die Ergebnisse der Prüfverfahren zeigen eindeutig, dass nur die Proben, die mit Aktivkohle auf der Oberfläche belastet wurden, unter den gewählten Prüfbedingungen Korrosionsangriff erfahren. Der über die Zugabe von Aktivkohle simulierte Einfluss von Rußpartikeln sollte daher bei den zukünftigen Prüfungen, in denen das Korrosionsverhalten der Nichtrostenden Stähle in Pkw-Abgasanlagen untersucht wird, berücksichtigt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

[1] N.N. Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA), Prüfblatt 230–214

[2] P. Papaiacovou, H. Willerscheid, Werkstoffauswahl für Abgassysteme im Automobil: Rostfreie Edelstähle – maßgeschneidert, Fischer-Group Wissensdatenbank

[3] S. Hartmann, Eberspächer Gastechnik, Materials for the Cold- and the Hot-End of Exhaust Systems, Präsentation bei CTI – Forum „Materialien in der Abgastechnik“, Freising, 10.– 11.12.2008
[4] P. Gümpel, D. Schiller, N. Arlt, D. Bouchholz, Simulation des Korrosionsverhaltens von Nichtrostenden Stählen in Pkw-Abgasanlagen, ATZ, 4/2004
[5] N.N. Handbuch optisches 3D-Messgerät MikroCAD, GFMesstechnik
[6] B. Kämmerer et al., Quantifying Pitting Corrosion in Automotive Exhaust Application, Paper 1308, EUROCORR 2008, Edinburgh, Scotland

STUDIENANGEBOT

BACHELOR-STUDIENGÄNGE

- Angewandte Informatik
- Architektur
- Automobilinformationstechnik
- Bauingenieurwesen
- Betriebswirtschaftslehre
- Elektrotechnik und Informationstechnik
- Kommunikationsdesign
- Maschinenbau Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau Entwicklung und Produktion
- Technische Informatik
- Software-Engineering
- Verfahrenstechnik und Umwelttechnik
- Wirtschaftsinformatik
- Wirtschaftsingenieurwesen Bau
- Wirtschaftsingenieurwesen Elektro- und Informationstechnik
- Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau
- Wirtschaftsrecht
- Wirtschaftssprachen Asien und Management Chinesisch | Malaiisch
- Wirtschaftssprache Deutsch und Tourismusmanagement

MASTER-STUDIENGÄNGE

- Architektur
- Internationales Management Asien
- Automotive Systems Engineering
- Bauingenieurwesen
- Business Information Technology
- Compliance and Corporate Governance
- Elektrische Systeme
- General Management
- Human Capital Management
- Informatik
- Kommunikationsdesign
- Mechanical Engineering and International Sales Management
- Mechatronik
- Packaging Technology
- Umwelt- und Verfahrenstechnik
- Unternehmensführung
- Wirtschaftsingenieurwesen

EXPERTEN

Expertenprofile der Professorinnen und Professoren

FAKULTÄT ARCHITEKTUR UND GESTALTUNG

PROF. ANDREAS BECHTOLD

Lehrgebiete: Timebased-Design, (Bewegtbild im Kommunikationsdesign): Filmtechnik, Drehbuch und Dramaturgie des Erzählens, Regie, Schnitt, Sounddesign und Filmgeschichte. **Forschungsgebiete:** Anthropologie des Erzählens. Entwicklung eines nachhaltigen Lehrkonzeptes zur Vermittlung aktiver Medienkompetenzen (journalistisches Arbeiten, Konzeption und Umsetzung von TV-Formaten etc.). **Spezielles Fachwissen:** Drehbuchautor und Kinderbuchautor

Tel.: +49 (0)7531 3659275
E-Mail: bechthold@htwg-konstanz.de

PROF. DR. IMMO BOYKEN

Lehrgebiete: Architekturgeschichte, Architekturtheorie, Bauaufnahme und Entwerfen. **Forschungsgebiete:** Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur. **Spezielles Fachwissen:** Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts

Tel.: +49 (0)7531 206199
E-Mail: boyken@htwg-konstanz.de

PROF. CENGIZ DICLELI

Lehrgebiete: Tragkonstruktionen. **Forschungsgebiete:** Geschichte des Ingenieurbaus. **Spezielles Fachwissen:** Tragwerksentwurf

Tel.: +49 (0)7531 206180
E-Mail: dicleli@htwg-konstanz.de

PROF. DR VOLKER FRIEDRICH

Lehrgebiete: Kreatives Schreiben im Kommunikationsdesign, professionelles Schreiben, wissenschaftliches Schreiben, Rhetorik. **Forschungsgebiete:** Schreibrhetorik, Bild-Text-Wechselwirkungen, schriftliche Organisationskommunikation, Medientheorie. **Spezielles Fachwissen:** Medienkonzeption, -produktentwicklung und -realisation

Tel.: +49 (0)7531 206659
E-Mail: fried@htwg-konstanz.de

PROF. MYRIAM GAUTSCHI

Lehrgebiete: Entwerfen, Innenraumgestaltung, Ausbautechnologie. **Forschungsgebiete:** Raum-Wahrnehmung, Material und Raum, Licht und Raum, Charlotte Perriand

Tel.: +49 (0)7531 206586
E-Mail: gautschi@htwg-konstanz.de

PROF. JUDITH GRIESHABER

Lehrgebiete: Kommunikationsdesign und Mediadesign, analytisches Gestalten, experimentelles und konzeptionelles Gestalten, Ausstellungskonzeption und -design, Kommunikationsprogramme, Kultur und Kommunikation im öffentlichen Raum. **Forschungsgebiete:** Anmutungs- und Wirkungsprofile interkulturell, Unternehmenskultur und -kommunikation im internationalen Kontext. **Spezielles Fachwissen:** Durchführung von Seminaren zu Unternehmenskommunikation und -kultur, Corporate Identity, Massenkommunikation und Marketing

Tel.: +49 (0)7531 206851
E-Mail: grieshab@htwg-konstanz.de

PROF. KARIN KAISER

Lehrgebiete: Kommunikationsdesign. **Forschungsgebiete:** Knowledge Media Design, interdisziplinäre Arbeits- und Explorationsformen, visuelle Identitäten. **Spezielles Fachwissen:** Editorial Design, Corporate Design, interdisziplinäre Projekte (Knowledge Media Design, Environmental Design)

Tel.: +49 (0)7531 206854
E-Mail: karin.kaiser@htwg-konstanz.de

PROF. JOSEF LENZ

Lehrgebiete: Entwerfen (besonders Wohnungsbau, Museen), Baukonstruktion (besonders Niedrigenergiebauweisse, Passivhaus-Standards). **Spezielles Fachwissen:** Passivhaus-Entwicklung, Solartechnik, Ausstellungsdesign, Museumskonzepte

Tel.: +49 (0)7531 206188
E-Mail: lenz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ROLF NEDDERMANN

Lehrgebiete: Baumanagement mit den Bereichen: Bauwirtschaft, Baubetrieb und -durchführung, Baukonstruktion. **Forschungsgebiete:** Baukostenplanung, kostengünstiger Wohnungsbau, Kostenplanung im Altbaubereich, Kosten -und Leistungsrechnung für Architekten und Ingenieure, Fachveröffentlichungen, Fortbildungen

Tel.: +49 (0)7531 206688
E-Mail: rolf.neddermann@htwg-konstanz.de

PROF. STEPHAN ROMERO

Lehrgebiete: Architektur: Entwurf, Darstellung, Gestaltung. **Spezielles Fachwissen:** Gebäudeplanung, Stadtplanung, Objektplanung nach HOAI; alle Leistungsphasen

Tel.: +49 (0)7531 206196
E-Mail: romero@htwg-konstanz.de

PROF. LEONHARD SCHENK

Lehrgebiete: Städtebau und Entwerfen. **Forschungsgebiete:** Nachhaltigkeit im Städtebau, besonders: Innenentwicklung, Brachflächenrecycling (Reduzierung der Flächeninanspruchnahme); Alternative Wohnformen, z.B. Baugemeinschaftsmodelle, Zukunft der Bürgerstadt. **Spezielles Fachwissen:** Stadtplanung, (Auszeichnung: Deutscher Städtebaupreis 2001), Wohnungsbau, Landschaftsplanung

Tel.: +49 (0)7531 206183
E-Mail: leonhard.schenk@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. THOMAS STARK

Lehrgebiete: Energieeffizientes Bauen. **Forschungsgebiete:** Nachhaltige Energiekonzepte; Solares Bauen; Nachhaltige Architekturwettbewerbe. **Spezielles Fachwissen:** Gebäudeenergiekonzepte; Photovoltaik; Gebäudeintegration; Nachhaltigkeit im Bauwesen

Tel.: +49 (0)7531 206191
E-Mail: mail@t-stark.de

PROF. HORST TEPPERT

Lehrgebiete: Entwerfen und Baukonstruktion. **Forschungsgebiete:** Entwurfskonzepte für alle Gebäudetypologien, Konstruktion und Detail, Realisierung von Bauten. **Spezielles Fachwissen:** Kommunale Bauten: Schulen, Rathäuser, Bürgerhäuser, Frei- und Hallenbäder, Kirchliche Bauten. Bauten für die Industrie: Verwaltungsbauten und gewerbliche Bauten

Tel.: +49 (0)7531 206195
E-Mail: teppert@htwg-konstanz.de

PROF. JO WICKERT

Lehrgebiete: Interfacedesign, Informationsdesign und Screendesign im Kommunikationsdesign. **Forschungsgebiete:** Alternative Interfaces; Applikationsdesign; Aspekte der Qualifikation von Designern für On- und Offlinemedien. **Spezielles Fachwissen:** Markenauftritt für globale Unternehmen, Markenworkshops sowie CI/CD (hauptsächlich digital); New Devices; Unternehmenswebseiten

Tel.: +49 (0)7531 206857
E-Mail: wickert@htwg-konstanz.de

PROF. VALENTIN WORMBS

Lehrgebiete: Professur für Image-Design, konventionelle und digitale Fotografie und Bildgestaltung, Grundlagen der Fotografie und Fototechnik, Grundlagen Kommunikationsdesign. **Forschungsgebiete:** Interdisziplinäre Untersuchungen von Bildräumen, Bild-Text-Wechselwirkungen, Medientheorie Bildwissenschaft, Bildrhetorik. **Spezielles Fachwissen:** Künstlerische Druckverfahren

Tel.: +49 (0)7531 3659271
E-Mail: wormbs@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN

PROF. DR. HEIKO DENK

Lehrgebiete: Massivbau und IT im Bauwesen. **Forschungsgebiete:** Intelligent Computing in Engineering, praxisgerechte Softwareentwicklung. **Spezielles Fachwissen:** Spannbetonbau, Stahlbetonbau, Brückenbau

Tel.: +49 (0)7531 206205
E-Mail: denk@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. WOLFGANG FRANCKE

Lehrgebiete: Stahlbau, Verbundbau und Ingenieurholzbau. **Forschungsgebiete:** Brandschutztechnische Bemessung, Verbundbau, Stahlbau, Ingenieurholzbau, Stabilitätsprobleme (Biegedrillknicken, Plattenbeulen), Gesamtstabilität, Traglastuntersuchungen, statische und dynamische lineare und nicht lineare Bemessung, Schockbelastungen, virtuelle Experimente und Simulation in der Lehre. **Spezielles Fachwissen:** Brandschutztechnische Bemessung im Verbundbau; Industriehallen und Geschossbauten aus Holz, Stahl und Stahl-Beton-Verbund; Parkhäuser aus Stahl-Beton-Verbund; Nichtlineare Berechnungen (Gesamtstabilität, Biegedrillknicken, Plattenbeulen), transiente Einwirkungen

Tel.: +49 (0)7531 206217
E-Mail: francke@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. ANDREAS GROSSMANN

Lehrgebiete: Verkehrswesen. **Forschungsgebiete:** Betrieb und Erhaltung von Verkehrswegen. **Spezielles Fachwissen:** Straßenbetriebsdienst, Systematische Straßenerhaltung, Substanzbewertung von Verkehrsflächen

Tel.: +49 (0)7531 206215
E-Mail: agrossma@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. PETER HIRSCHMANN

Lehrgebiete: Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hydromechanik/Hydraulik, Ökologie und Raumplanung, Geo-Informations-Systeme (GIS). **Forschungsgebiete:** Ökologischer Gewässerausbau, Retention, Strömung in Gewässern und Rohrleitungen. **Spezielles Fachwissen:** Wasserwirtschaftliche Planung, ökologischer Gewässerausbau, Wasser- und Baurecht einschl. Genehmigungsverfahren, Raumplanung, Hydraulik

Tel.: +49 (0)7531 206219
E-Mail: hirschma@htwg-konstanz.de

PROF. DR. BERND JÖDICKE

Lehrgebiete: Physik, Lichttechnik. **Forschungsgebiete:** Lichttechnik/Beleuchtung (Tageslicht, Licht und Mensch, Messung von Licht). **Spezielles Fachwissen:** Lichttechnik/Beleuchtungstechnik, Wärmeübertragungsmessung.

Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: joedicke@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KLAUS-PETER MESSMER

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Baustatik. **Forschungsgebiete:** Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragwerken. **Spezielles Fachwissen:** Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalentragwerken

Tel.: +49 (0)7531 206207
E-Mail: messmerk@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WOLFGANG REITMEIER

Lehrgebiete: Geotechnik (Grundbau, Bodenmechanik). **Forschungsgebiete:** Untergrundverbesserung mit Stabilisierungssäulen. **Spezielles Fachwissen:** Aufstehende- und schwimmende Gründungen in weichen Böden; Vermessung, Ausführung, Qualitätssicherung

Tel.: +49 (0)7531 206224
E-Mail: reitmeier@htwg-konstanz.de

PROF. DR. UWE RICKERS

Lehrgebiete: Baubetrieb. **Forschungsgebiete:** Projektmanagement, Building Information Modelling (BIM), Entscheidungsunterstützung im Disaster Management. **Spezielles Fachwissen:** Projektmanagement, Building Information Modelling (BIM), Entscheidungsunterstützung im Disaster Management

Tel.: +49 (0)7531 206716
E-Mail: uwe.rickers@htwg-konstanz.de

PROF. DR. SYLVIA STÜRMER

Lehrgebiete: Baustofftechnologie/Bauchemie, Bauphysik, Bauwerkserhaltung/Bauschadensanalyse/Denkmalpflege, Darstellende Geometrie. **Spezielles Fachwissen:** Untersuchung und Bewertung mineralischer Baustoffe (auch historische Baustoffe), Baustoffe und Verfahren in der Bausanierung bzw. im Bautenschutz

Tel.: +49 (0)7531 206225
E-Mail: stuermer@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HORST WERKLE

Lehrgebiete: Baustatik und Baudynamik. **Forschungsgebiete:** Finite-Element-Methode in der Tragwerksplanung, Bauwerks- und Bodendynamik, Engineering Desktop Systeme in der Tragwerksplanung. **Spezielles Fachwissen:** Finite-Element-Berechnungen, baudynamische Berechnungen, erdbebensicheres Bauen

Tel.: +49 (0)7531 206164
E-Mail: werkle@htwg-konstanz.de

PROF. FRANZ ZAHN

Lehrgebiete: Stahlbetonbau, Spannbetonbau, Betontechnologie. **Forschungsgebiete:** Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken. **Spezielles Fachwissen:** Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken

Tel.: +49 (0)7531 206216
E-Mail: zahn@htwg-konstanz.de

PROF. EBERHART ZOLLER

Lehrgebiete: Baubetrieb, Bauvertragswesen, Kalkulation, Projektsteuerung. **Forschungsgebiete:** Schalungssysteme im Baubetrieb, Betonverschalung, Rationalisierung in der Bauwirtschaft, Auslandsbau. **Spezielles Fachwissen:** Bauprojektplanung, Bauprojektsteuerung, Bauprojektkontrollen, Bauschadensanalysen, Baugutachten, Bauvorlageberechtigung, Ausbildungsberechtigung, Ausführungsberechtigung von statischen und konstruktiven Unterlagen

Tel.: +49 (0)7531 206221
E-Mail: zoller@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

PROF. DR.-ING. THOMAS BIRKHÖLZER

Lehrgebiete: Mathematik, Informatik, Software Engineering. **Forschungsgebiete:** Entwurfsmuster für objektorientierte Software, Architektur von vernetzten IT-Systemen (speziell im Gesundheitswesen), wahrscheinlichkeitsbasierte Modellierung von Wissen. **Spezielles Fachwissen:** IT Architektur (Entwurf z.B. UML und Umsetzung), Prozessmodellierung, Software-Management, Innovations-Management, Medizintechnik und IT-Systeme für das Gesundheitswesen, Entwurf von wahrscheinlichkeitsbasierten Diagnosesystemen

Tel.: +49 (0)7531 206239
E-Mail: thomas.birkhoelzer@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. GREGOR BURMBERGER

Lehrgebiete: Programmieren, Grundlagen der Elektrotechnik, Automobile Bussysteme, Fahrzeugtechnik (Elektronik), Embedded Systems, Mikrocontroller, VHDL-Design. **Forschungsgebiete:** Embedded Systems, Mikrocontroller-Systeme, Automobile Bussysteme (speziell FlexRay), CPLD-, FPGA- und ASIC-Design, Schaltungsentwurf, Prozessor- und Systemarchitekturen. **Spezielles Fachwissen:** Bussysteme, FlexRay, Automobilelektronik, Platinenlayout, Systementwicklung, FPGA-Boards

Tel.: +49 (0)7532 255
E-Mail: gregor.burmberger@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WILHELM FROMM

Lehrgebiete: Prozessautomatisierung, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS), Schutz- und Stationsleittechnik, Programmieren. **Forschungsgebiete:** Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen). **Spezielles Fachwissen:** Schutz- und Stationsleittechnik (Automatisierung in Schaltanlagen)

Tel.: +49 (0)7531 206368
E-Mail: fromm@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. HARALD GEBHARD

Lehrgebiete: Kommunikations- und Medientechnik, Kommunikationsnetze, Elektronische Navigation und Positionierung. **Forschungsgebiete:** Lokale GNSS Dienste (GPS, GLONASS, Galileo). **Spezielles Fachwissen:** IP Protokolle und Netze, Echtzeit Multime-

dia in IP-basierten Netzen, Echtzeitübertragung von GNSS-Daten in IP-basierten Netzen
Tel.: +49 (0)7531 206270
E-Mail: harald.gebhard@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MANFRED GEKELER

Lehrgebiete: Leistungselektronik, elektrische Antriebstechnik, Energiewandlung. **Forschungsgebiete:** Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control. **Spezielles Fachwissen:** Leistungselektronik, Power Factor Correction (PFC), Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control, Stromrichter, Frequenzumrichter, Stromversorgungen, Schaltnetzteile (SMPS), Permanentmagnet-Motoren
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: gekeler@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WERNER KLEINHEMPEL

Lehrgebiete: Signalverarbeitung, Simulation, rechnergestützter Schaltungsentwurf. **Forschungsgebiete:** Entwurf, Konzeption und Simulation von nachrichtentechnischen Systemen, Entwicklung von Verfahren der digitalen Signalverarbeitung (Filteralgorithmen, Verfahren zur Spektralanalyse, Multiraten-Signalverarbeitung), Entwurf und Realisierung digitaler Filter. **Spezielles Fachwissen:** Entwurf, Konzeption und Realisierung der digitalen Signalverarbeitungskomponenten von Funksystemen und von Radarsystemen
Tel.: +49 (0)7531 206260
E-Mail: kleinhempel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ROBERT KREMER

Lehrgebiete: Analoge Signalverarbeitung, Hochfrequenztechnik, Mikrowellentechnik. **Forschungsgebiete:** HF-Sensorik, Antennen. **Spezielles Fachwissen:** Kurzbereichsfunk, RADAR-Technik, Mikrowellen-Schattungstechnik, Mikrowellen-Messtechnik
Tel.: +49 (0)7531 206269
E-Mail: kremer@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RICHARD LEINER

Lehrgebiete: Mikrocontroller, Graphische Programmiersprachen (in Englisch), CAE. **Forschungsgebiete:** Anwendung von Photovoltaik und Brennstoffzellen in Booten und zugehöriges Energiemanagement. **Spezielles Fachwissen:** Energiemanagement in Booten, Messdatenerfassung über Internet, LabVIEW, CAE (analog), Filterentwicklung (analog)
Tel.: +49 (0)7531 206244
E-Mail: leiner@htwg-konstanz.de

PROF. DR. GABRIELE PREISSLER

Lehrgebiete: Mathematik und Informatik. **Spezielles Fachwissen:** Geometrie, insbesondere Differentialgeometrie (Möbius-Differentialgeometrie, klassische und Riemannsche Differentialgeometrie, Willmore-Flächen)
Tel.: +49 (0)7531 206265
E-Mail: preissler@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JOHANNES REUTER

Lehrgebiete: Regelungstechnik; Simulation. **Forschungsgebiete:** Regelung schnell schaltender Aktuatoren, insbesondere Magnetventile; Autonome Mobile Systeme, Schwerpunkt: Target Tracking und Data Association; Senorik und Sensormodellierung; Optimierung von Betriebsstrategien unter Unsicherheit. **Spezielles Fachwissen:** Nichtlineare Regelungsverfahren mechatronischer Systeme; Probabilistische Filterung und Datenzuordnung (KF, PDAF, PDAB, MHT); Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme für Regelung und Simulation
Tel.: +49 (0)7531 206266
E-Mail: jreuter@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WOLFGANG SKUPIN

Lehrgebiete: Kommunikationstechnik, Mobilfunk, Mobilkommunikation, CDMA-Technik, GPS. **Forschungsgebiete:** Wireless LANs, mobiler Datenfunk, Verkehrsbelastungsszenarien (Kommunikationsverkehr). **Spezielles Fachwissen:** Navigation/ Funknavigation/ SATNAV, CDMA-Systeme, Wireless LANs
Tel.: +49 (0)7531 206257
E-Mail: skupin@htwg-konstanz.de

PROF. DR. PETER SLOWIG

Lehrgebiete: Kommunikationssysteme, Grundlagen Elektrotechnik, Technische Akustik, Informationstechnik für Fremdsprachenerwerb Chinesisch. **Forschungsgebiete:** Computerlinguistik, maschinelle Übersetzung, Spracherkennung. **Spezielles Fachwissen:** Messtechnik, Technische Akustik, maschinelle und humansprachliche Übersetzung: Japanisch, Chinesisch, Russisch
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: slowig@htwg-konstanz.de

PROF. DR. GUNTER VOIGT

Lehrgebiete: Hochspannungstechnik, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Energieübertragung und -verteilung, Messtechnik. **Forschungsgebiete:** Optimierung von Isolationssystemen, Methoden der Hochspannungsprüf- und messtechnik. **Spezielles Fachwissen:** Untersuchung von Isolationssystemen, Hochspannungsprüf- und messtechnik
Tel.: +49 (0)7531 206510
E-Mail: gvoigt@htwg-konstanz.de

PROF. EDMUND ZÄHRINGER

Lehrgebiete: Elektronik, elektronische Bauelemente, Schaltungstechnik. **Forschungsgebiete:** analoge Schaltungstechnik, Sensor-

signalvorverarbeitung, Digitalisierung von Sensor- und Audio-Signalen. **Spezielles Fachwissen:** elektronische Bauelemente und Sensoren, Design Reviews incl. Layout, Schaltungstechnik, Sensorik, Sensorsignal-Vorverarbeitung und -Digitalisierung
Tel.: +49 (0)7531 206267
E-Mail: zaehring@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT INFORMATIK

PROF. DR. OLIVER BITTEL

Lehrgebiete: Programmiertechnik, Algorithmen u. Datenstrukturen, KI-Programmierung, neuronale Netze u. Fuzzy Logic, Robotik. **Forschungsgebiete:** Neuronale Netze und Fuzzy Logic, mobile autonome Roboter. **Spezielles Fachwissen:** Neuronale Netze und Fuzzy Logic, mobile autonome Roboter, insbesondere Einsatz von neuronalen Netzen u. Fuzzy Logic in Navigationssystemen (GPS, Loran-C)
Tel.: + 49 (0)7531 206626
E-Mail: bittel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HEIKO VON DRACHENFELS

Lehrgebiete: Software-Entwicklung, Programmiertechnik (mit C++), Objektorientierte Systementwicklung (mit C++, Java, UML). **Forschungsgebiete:** Produktivitätssteigerung in der Software-Entwicklung durch Standard-Architekturen und Entwurfsmuster, Software-Generierung, Fachsprachen, objektorientierte Renovierung von Altlasten. **Spezielles Fachwissen:** Verteilte Systeme, Software-Architektur, Software-Engineering, 10 Jahre Praxiserfahrung damit in der Postautomatisierung
Tel.: +49 (0)7531 206643
E-Mail: drachenfels@htwg-konstanz.de

PROF. DR. OLIVER ECK

Lehrgebiete: Datenbanksysteme, Systemmodellierung, Algorithmen und Datenstrukturen. **Forschungsgebiete:** Konzepte und Techniken moderner Datenbanksysteme, Wissensmodellierung. **Spezielles Fachwissen:** Datenbanksysteme, Softwaretechnik, Systemanalyse, wissensbasierte Systeme, Ingenieursysteme
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: eck@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WILHELM ERBEN

Lehrgebiete: Statistik, Logik(-programmierung), Metaheuristiken für Optimierungsprobleme, Data Mining. **Forschungsgebiete:** Timetabling mit Hilfe Evolutionärer Algorithmen oder anderer Metaheuristiken. **Spezielles Fachwissen:** Timetabling/Scheduling, Metaheuristiken, Statistik mit Excel
Tel.: +49 (0)7531 206507
E-Mail: erben@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MATTHIAS FRANZ

Lehrgebiete: Mustererkennung, Bildverarbeitung, Algorithmen und Datenstrukturen. **Forschungsgebiete:** Bildverarbeitung, maschinelles Lernen, kognitive Systeme, Steganalyse. **Spezielles Fachwissen:** Bild- und Texturmodellierung, automatisches Design von Bildverarbeitungssystemen, Steganalyse in Bildern, maschinelles Lernen auf Bildern, Statisktik natürlicher Szenen, optische Flussanalyse
Tel.: +49 (0)7531 206633
E-Mail: mfranz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JÜRGEN FREUDENBERGER

Lehrgebiete: Kommunikationstechnik, Schaltungstechnik, Regelungstechnik, Multimedia. **Forschungsgebiete:** Sprachsignalverarbeitung, Übertragungstechnik, Informations- und Codierungstheorie. **Spezielles Fachwissen:** Mobilfunkstandards Bluetooth, GSM und UMTS, Simulationssoftware Matlab, Softwareentwicklung für DSP-Systeme, Freisprech- und Sprachbediensysteme, Kfz-Multimedia
Tel.: +49 (0)7531 206647
E-Mail: jfreuden@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HABIL. JÜRGEN GARLOFF

Lehrgebiete: Analysis, numerische Mathematik. **Forschungsgebiete:** Globale Optimierung, wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation, Matrix-Analysis, robuste Regelung, numerische lineare Algebra. **Spezielles Fachwissen:** Rundungsfehlerkontrolle, Matrix-Analysis, robuste Regelung, Polynominale Gleichungs- und Ungleichungssysteme, restringierte globale Optimierung.
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: garloff@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MICHAEL GRÜTZ

Lehrgebiete: Betriebliche Systemanalyse/Systemplanung, betriebliche Systemforschung/Operations Research/Logistikinformationssysteme öffentlicher Betriebe (Krankenhaus-Informationssysteme) basierend auf einem Planspiel, Informationsmanagement, Projektmanagement. **Forschungsgebiete:** Entwicklung EDV-gestützter Optimierungsmethoden und -modelle (Operations Research, Expertensysteme, Simulation) im Besonderen im Bereich Personaleinsatzplanung, Decision Support Systeme im Bereich Gesundheitsökonomie/Krankenhauswesen. **Spezielles Fachwissen:** Entwicklung einer rechnergestützten Lösung zur intelligenten Einsatzplanung für Auszubildende, Trainees und Praktikanten (Versetzungsplanung), Entwicklung eines Programmpakets zur rechnergestützen Auswahl und Verwaltung von Bewerbern für Arbeitsplätze, Systemanalyse in einem mittelständischen Betrieb zur Automatisierung von Beschichtungsanlagen
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: gruetz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. OLIVER HAASE

Lehrgebiete: Verteilte Systeme und Software Engineering. **Forschungsgebiete:** Peer-To-Peer-Netze, automatische Software-Distribution. **Spezielles Fachwissen:** Kommunikationsmiddleware, Java RMI, CORBA, Jini, Mobility, Peer-To-Peer-Infrastrukturen, Chord, Java Webstart

Tel.: +49 (0)7531 206720
E-Mail: haase@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ULRICH HEDTSTÜCK

Lehrgebiete: Simulation, Algorithmen und Datenstrukturen, theoretische Informatik, künstliche Intelligenz. **Forschungsgebiete:** Simulation (Simulationssoftware für ereignisorientierte Simulationen, Virtual-Reality-Simulationen), Natural Language Processing. **Spezielles Fachwissen:** Ereignisorientierte Simulation, Virual-Reality-Systeme, Natural Language Processing, Expertensysteme

Tel.: +49 (0)7531 206508
E-Mail: hdstueck@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ELKE-DAGMAR HEINRICH

Lehrgebiete: Mathematik, Statistik, theoretische Informatik, graphische Algorithmen, Informations- und Codierungstheorie. **Forschungsgebiete:** Entwicklung von Algorithmen, Gender Studies (Förderung des Technikinteresses). **Spezielles Fachwissen:** Anwendung algebraischer Methoden, Einsatz von Computeralgebra

Tel.: +49 (0)7531 206343
E-Mail: heinrich@htwg-konstanz.de

PROF. DR. CHRISTIAN JOHNER

Lehrgebiete: Software-Engineering, Software-Qualitätssicherung, Software-Architekturen. **Forschungsgebiete:** Qualitätssicherung medizinischer Software, Datamining in der Medizin, Integration medizinischer Informationssysteme. **Spezielles Fachwissen:** Medizinische Informatik, Software im Gesundheitswesen, Qualitätssicherung medizinischer Software

Tel.: +49 (0)7531 206597
E-Mail: cjohner@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RALF LEIBSCHER

Lehrgebiete: Rechner- und Systemarchitektur, Betriebssysteme, Rechnernetze, verteilte Systeme. **Forschungsgebiete:** Verteilte Systeme, Internet-Anwendungen. **Spezielles Fachwissen:** CORBA, Enterprise Java Beans, SAP-SW-Technologie (BAPIs, SAP-Internet-Anwendungen, ALE)

Tel.: +49 (0)7531 206657
E-Mail: leibsch@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MICHAEL MÄCHTEL

Lehrgebiete: Betriebssysteme, Realzeitsysteme und Embedded Systems. **Forschungsgebiete:** Latenzzeiten in Realzeitbetriebssystemen, Low Power Scheduling. **Spezielles Fachwissen:** Realzeitsysteme, Realzeitbetriebssysteme, Embedded Systems

Tel.: +49 (0)7531 206632
E-Mail: maechte@htwg-konstanz.de

PROF. DR. REINER MARTIN

Lehrgebiete: IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS). **Forschungsgebiete:** Einführung und Nutzung unternehmensweiter Informationssysteme (ERP-Systeme). **Spezielles Fachwissen:** IT-Projektmanagement und Teamarbeit, Produktionslogistik (PPS)

Tel.: +49 (0)7531 206509
E-Mail: martin@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JÜRGEN NEUSCHWANDER

Lehrgebiete: Integriertes Netz- und System-Management, Rechnersysteme, Sicherheit in der Informationstechnik, Digitaltechnik. **Spezielles Fachwissen:** Netzwerk-Management von Kommunikationsnetzen, Entwurf digitaler Steuerungen (einschl. Mikroprozessoren), informationstechnische Sicherheit (Sicherheit beim E-Commerce), Projekt-Management (Methoden und Durchführung)

Tel.: +49 (0)7531 206648
E-Mail: juergen.neuschwander@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. IRENÄUS SCHOPPA

Lehrgebiete: Digitaltechnik, Digitale Systeme, Hardwarespezifikation mit VHDL, Hardware-Software Co-Design, Soft-Core-Prozessoren. **Forschungsgebiete:** Entwurfsautomatisierung in der Schaltwerkssynthese, applikationsspezifische Prozessoren und Controller in Embedded-Systemen, Hardwarebeschreibungssprachen. **Spezielles Fachwissen:** Entwurf und Synthese anwendungsspezifischer Schaltungen mit programmierbaren Logikbausteinen (FPGAs), Schaltungsdesign mit VHDL

Tel.: +49 (0)7531 206
E-Mail: ischoppa@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RALF SEEPOLD

Lehrgebiete: Ubiquitous Computing, Betriebssysteme, Verteilte Systeme, Software Engineering, Programmierung. **Forschungsgebiete:** Telematik- und Multimedia-Gateways, Service-Architekturen, Integration mobiler Dienste, eHealth-/eCare-Anwendungen. **Spezielles Fachwissen:** Middleware-Gateways, Programmierung mobiler Endgeräte, Dienstintegration, verteile Sensornetzwerke, Virtualisierung von Management-Umgebungen, Discovery-Protokolle.

Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: ralf.seepold@htwg-konstanz.de

PROF. DR. GEORG UMLAUF

Lehrgebiete: Computergrafik, Programmieren, Algorithmen und Datenstrukturen, CAD. **Forschungsgebiete:** Computergrafik, geo-

metrisches Modellieren, CAD, CAM, CAGD, Reverse Engineering. **Spezielles Fachwissen:** Unterteilungsalgorihmen, Splines, 3D-Rekonstruktion, Flächen Optimierung, Meshing, 3d-Simulationen
Tel.: +49 (0)7531 206451
E-Mail: umlauf@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. JÜRGEN WÄSCH

Lehrgebiete: E-Business Technologien und Anwendungen, Internet-Technologien/XML, Datenbanksysteme, verteilte Systeme/Rechner- und Systemarchitekturen. **Forschungsgebiete:** Effizientes E-Business für kleine und mittelständische Unternehmen, serviceorientierte Architekturen und WebService Technologien für unternehmensübergreifendes Geschäftsprozessmanagement und -optimierung. **Spezielles Fachwissen:** E-Business-Standards und -Systeme, Business-to-Business Integration, ERP-Integration/EAI; Web-Technologien, XML & Co., Internet-Standards, Produktdatenmanagement, Produktklassifikation, elektronische Produktkataloge, Cross-Media Publishing, verschiedenste Datenbank-Systeme, -Technologien, und -Anwendungen
Tel.: +49 (0)7531 206502
E-Mail: waesch@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT MASCHINENBAU

PROF. DR. GUIDO BALTES

Lehrgebiete: Strategic Management, High-Tech Marketing, Business Planning. **Forschungsgebiete:** Dynamische Führungssysteme (organisatorische Routinen und elektronisch-gestützte Plattformen zur strategischen Steuerung dynamischer inter- und intra-organisationeller Netzwerke). **Spezielles Fachwissen:** Strategisches Management, Unternehmensführung und -finanzierung, Software-Projektmanagement, Software-Patentierung
Tel.: +49 (0)7531 206310
E-Mail: baltes@htwg-konstanz.de

PROF. DR. UWE BEHRENDT

Lehrgebiete: Anlagentechnik, Prozessmaschinen, Projektmanagement, Mathematik, Innovationsmanagement. **Forschungsgebiete:** Hochdruckprozesspumpen, Dosiertechnik. **Spezielles Fachwissen:** Prozesspumpen, Projektmanagement, Innovationsmanagement
Tel.: +49 (0)7531 206326
E-Mail: behrendt@htwg-konstanz.de

PROF. DR. PETER BLOHM

Lehrgebiete: Konstruktionslehre. **Forschungsgebiete:** Anlagenbau, Walzwerkstechnik, Maschinenelemente. **Spezielles Fachwissen:** Blechbearbeitung, Blechschneiden, Anlagenbau
Tel.: +49 (0)7531 206560
E-Mail: blohm@htwg-konstanz.de

PROF. DR. CLAUS BRAXMAIER

Lehrgebiete: Fertigungsmesstechnik, Physik (optische & akustische Messtechnik), Regelungstechnik, Systems Engineering. **Forschungsgebiete:** Optische Messtechnik und Sensorik, Optische Qualitätstechnik, 3D-Mess- und Digitalisierungssysteme, Messtechnische Systeme für die Raumfahrt. **Spezielles Fachwissen:** höchstauflösende Messtechnik; moderne Optik: Lasertechnik, Interferometrie; Inertiale Sensorik, Schwingungs- und Modalanalyse, fundamentale Tests der Physik, Raumfahrtsysteme
Tel.: +49 (0)7531 206348
E-Mail: braxm@htwg-konstanz.de

PROF. DR. REINER BÜHRER

Lehrgebiete: Fördertechnik und technische Logistik, Materialflusstechnik, Technischer Vertrieb. **Forschungsgebiete:** Materialfluss, Logistik und Fabrikplanung. **Spezielles Fachwissen:** Materialflussuntersuchungen und Optimierung von Fabriken durch logistikgerechte Planung und Organisation
Tel.: +49 (0)7531 206161
E-Mail: buehrer@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MICHAEL BUTSCH

Lehrgebiete: Fahrzeugtechnik, Fahrzeuggetriebe. **Forschungsgebiete:** Fahrzeuggetriebe, Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik. **Spezielles Fachwissen:** Planetengetriebe, Fahrzeuggetriebe, Industriegetriebe
Tel.: +49 (0)7531 206390
E-Mail: butsch@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ARNO DETTER

Lehrgebiete: Umwelttechnik und Chemie. **Forschungsgebiete:** Industrielle Wasser- und Abwassertechnik. **Spezielles Fachwissen:** Membrantrennverfahren, Adsorptionverfahren, Reaktionstechnik
Tel.: +49 (0)7531 206537
E-Mail: detter@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. MARTIN DOMM

Lehrgebiete: Mathematik, Rechnungswesen/Kostenrechnung für Ingenieure, Produktivitätsmanagement, Automatisierungstechnik. **Forschungsgebiete:** Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse; Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung. **Spezielles Fachwissen:** Produktionsrestrukturierung, Gruppenarbeit, KVP-Prozesse, Robotertechnik, Handhabungstechnik, Bildverarbeitung, Produktionsmanagement
Tel.: +49 (0)7531 206277
E-Mail: domm@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KLAUS-DIETER DURST

Lehrgebiete: Messtechnik, Sensorik, Fertigungsmesstechnik, Physik. **Spezielles Fachwissen:** Sensortechnik, Akustik, exp. mechan. Spannungsanalyse (DMS-Technik), Messsignalerfassung, Signal-

analyse, Programmierung von Messtechnik-Applikationen, Kalibriertechnik, Messtatistik, 3D-Koordinatenmesstechnik, interferometrische Messtechnik (Oberflächenmesstechnik)
Tel.: +49 (0)7531 206344
E-Mail: durst@htwg-konstanz.de

PROF. DR. LUDWIG EICHER

Lehrgebiete: Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungslehre. **Spezielles Fachwissen:** Klimatechnik, insbesondere Luftentfeuchtung und Wassermanagement, Thermalanalyse, Systemengineering im Raumfahrtbereich
Tel.: +49 (0)7531 206282
E-Mail: eicher@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RALF EISSLER

Lehrgebiete: Qualitätsmanagement, Produktionslogistik, Automatisierungstechnik, Statistik und Operations Research. **Forschungsgebiete:** Qualitätsmanagement, Total Quality Management, Lean Production, Supply Chain Management. **Spezielles Fachwissen:** Total Quality Management, Lean Production, Supply Chain Management
Tel.: +49 (0)7531 206323
E-Mail: eissler@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. DR. H.C. PAUL GÜMPEL

Lehrgebiete: Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung, Korrosion und Oberflächentechnik. **Forschungsgebiete:** Mikrobiell induzierte Korrosion, Formgedächtnislegierungen, Korrosionsverhalten von NIRO-Stahl, Leistungsverhalten von Werkzeugen. **Spezielles Fachwissen:** Korrosionsverhalten von Stählen, nichtrostende Stähle, Werkzeugwerkstoffe, Verschleißverhalten von Werkstoffen
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WERNER HOFACKER

Lehrgebiete: Thermische Verfahrenstechnik. **Forschungsgebiete:** Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, Erneuerbare Energien). **Spezielles Fachwissen:** Verfahrenstechnik, Umwelttechnik, Energietechnik (rationelle Energieverwendung, erneuerbare Energien), numerische Thermo- und Fluiddynamik, Simulationstechnik, thermische Stofftrennung
Tel.: +49 (0)7531 206593
E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

PROF. DR. DR. H.C. FLORIN IONESCU

Lehrgebiete: Höhere und angewandte Mathematik, Festigkeitslehre, Simulationstechnologien (Matlab/Simulink und MKS mit SolidDynamics), Hydraulik und Pneumatik, Maschinendynamik. **Forschungsgebiete:** Automatische Generierung von mathematischen Modellen, Modellierung und Simulation von Hydraulik- und Pneumatik Anlagen, nichtlineare Systeme; Mikro- und Nanorobotik; Fehlerdiagnose von Wälzlagern; MKS-Modellierung, Simulation und Regelung von Robotern und Großanlagen; Vision Robot Control; Empfindlichkeit der Kennwerte einer Großanlage/Large Scale Systems auf die Variation von örtlichen Parametern. **Spezielles Fachwissen:** Hydraulik, Pneumatik und hybride Großanlagen: Mehrschleifige Modellierung, Simulation und Optimierung mit MKS (Mehr-Körper-Systeme), Matlab/Simulink, FEM-Berechnungen; Maschinendynamik: Modalanalyse, Optimierung, Fehlerbehebung; Robotik, Werkzeugmaschinen, zerspanende Werkzeuge
Tel.: +49 (0)7531 206320
E-Mail: ionescu@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. UWE KOSIEDOWSKI

Lehrgebiete: Aktoren, Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme, Elektronik in Fahrzeugen, Mechatronische Systeme in Fahrzeugen, Schaltungstechnik in mechatronischen Systemen, Programmierung von Mikrocontrollern, Elektrotechnik, Einführung in Matlab/Simulin. **Forschungsgebiete:** Modellbildung und Simulation von mechatronischen Systemen, Prüfeinrichtungen für Systeme der Fahrzeugelektronik, Steuerung und Regelung elektromechanischer Antriebssysteme, Mikrocontrollersysteme. **Spezielles Fachwissen:** Modellierung, Simulation und Regelung mechatronischer Systeme, Hard- und Softwareentwicklung für die Steuerung und Regelung mechatronischer Systeme
Tel.: +49 (0)7531 206721
E-Mail: ukosiedo@htwg-konstanz.de

PROF. DR. BURKHARD LEGE

Lehrgebiete: Konstruktionslehre, Maschinenelemente, CAD. **Forschungsgebiete:** Schienenfahrzeugtechnik (im Aufbau). **Spezielles Fachwissen:** Schienenfahrzeugtechnik, Automatisierung von Schienenfahrzeugen, Lokomotivbau, Fahrwerkberechnung, internationale Zulassungsanforderungen für Schienenfahrzeuge
Tel.: +49 (0)7531 206309
E-Mail: lege@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ANDREAS LOHMBERG

Lehrgebiete: Strömungslehre, Strömungsmaschinen (Turbomaschinen), Strömungssimulationen (CFD). **Forschungsgebiete:** Strömungslehre, Strömungsmaschinen (Turbomaschinen), Strömungssimulationen (CFD). **Spezielles Fachwissen:** Pumpen-, Verdichter- und Turbinenentwicklung, Computational Fluid Dynamics (CFD), numerische Strömungssimulation
Tel.: +49 (0)7531 206229
E-Mail: lohmberg@htwg-konstanz.de

PROF. DR. CARSTEN MANZ

Lehrgebiete: Unternehmensführung, Projektmanagement, Industriegütermarketing, Werkstofftechnik (Kunststoffe). **Forschungsgebiete:** Strategisches Management, Innovationsma-

nagement, Technologiemanagement, Faserverbundwerkstoffe. **Spezielles Fachwissen:** Projektmanagement, Unternehmensführung, Lasermaterialbearbeitung (reinigen, abtragen), Faserverbundtechnologie
Tel.: +49 (0)7531 206292
E-Mail: manz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ROLAND NÄGELE
Lehrgebiete: Steuerungstechnik, Regelungstechnik. **Forschungsgebiete:** Strukturierte SPS-Programmierung, PC-based control (Soft-SPS), Prüfstandsautomatisierung, Frequenzmessungen und Modellierung. **Spezielles Fachwissen:** Zustandsbeobachter, Model-based fault detection, Optimierung der Zuverlässigkeit (dependability), elektronische Schaltungen, komplexe Messdaten-Analyse, z.B. Sprungdetektion
Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: roland.naegele@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ANTONIUS SAX
Lehrgebiete: Konstruktion, Konstruktionslehre, Werkzeugmaschinen. **Spezielles Fachwissen:** Verzahnungen, Getriebe
Tel.: +49 (0)7531 206279
E-Mail: sax@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KERSTIN SCHAPER-LANG
Lehrgebiete: Volkswirtschaftslehre, Betriebswirtschaftslehre, CRM – Customer Relationship Management, Managerial Economics, Betriebliche Informationssysteme. **Forschungsgebiete:** Innovationsmanagement, Corporate Identity – Organsationskultur, Kundenorientierung. **Spezielles Fachwissen:** Business-Coaching, NLP, Wirtschaftsethik
Tel.: +49 (0)7531 206687
E-Mail: kschaper@htwg-konstanz.de

PROF. DR. UDO SCHELLING
Lehrgebiete: Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Energietechnik. **Forschungsgebiete:** Brennstoffzellen, Wasserstofftechnik
Tel.: +49 (0)7531 206304
E-Mail: schell@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. KLAUS SCHREINER
Lehrgebiete: Verbrennungsmotoren, Kraft- und Arbeitsmaschinen, Mathematik. **Forschungsgebiete:** Biodiesel auf dem Bodensee, Gasmotoren auf dem Bodensee, Motordiagnose, Motorsimulation. **Spezielles Fachwissen:** Motorsimulation, Motordiagnose, Verbrennungsentwicklung, Common Rail
Tel.: +49 (0)7531 206307
E-Mail: schreine@htwg-konstanz.de

PROF. DR. DIETER SCHWECHTEN
Lehrgebiete: Mechanische Verfahrenstechnik, Abluftreinigung, Strömungslehre, Mehrphasenströmungen, Konstruktion von Apparaten der Pharma- und Lebensmitteltechnik, Methoden der Verfahrenstechnik. **Spezielles Fachwissen:** Feststoffverfahrenstechnik, insbesondere Mahlen und Sichten, Herstellung, Veredelung und Analyse feiner und feinster Partikel (trocken, nass), Online-Partikelmesstechnik und Probenahme Sortiertechnik, Aufbereitung und Recycling Konstruktion verfahrenstechnischer Apparate, CAD
Tel.: +49 (0)7531 206535
E-Mail: schwechten@htwg-konstanz.de

PROF. DR. PHILIPP STEIBLER
Lehrgebiete: Wirtschafts- und Gesellschaftsrecht, EU-Recht, Rechtsvergleichung, Konfliktmanagement/Alternative Dispute Resolution (ADR), Gewerblicher Rechtsschutz/Intellectual Property inklusive Medien- und Urheberrecht. **Forschungsgebiete:** ADR: Einsatz der Mediation und ähnlicher Verfahren im Wirtschaftsrecht, Internationale Zuliefererverträge und Kooperationsverträge (F&E). **Spezielles Fachwissen:** Gestaltung internationaler Zuliefererverträge, Alternative Streitbeilegung, Rechtsfragen des e-commerce, fließend Englisch
Tel.: +49 (0)7531 206727
E-Mail: steibler@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. ANDREAS WILLIGE
Lehrgebiete: Fertigungstechnik, Werkstofftechnik, Oberflächentechnik. **Forschungsgebiete:** Schweißtechnik, Umformtechnik, Gießereitechnik, Oberflächentechnik. **Spezielles Fachwissen:** Schweißtechnik (Schweißfachingenieur und Europäischer Schweißfachingenieur), Umformtechnik, Gießereitechnik, Oberflächentechnik Schadensanalyse (Sachverständiger)
Tel.: +49 (0)7531 206283
E-Mail: willige@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. REINHARD WINKLER
Lehrgebiete: Werkstofftechnik; Mathematik; Trenn- und Fügetechnik; Technische Mechanik. **Forschungsgebiete:** Werkstofftechnik; Trenn- und Fügetechnik. **Spezielles Fachwissen:** Werkstofftechnik: Leichtmetallwerkstoff Aluminium (Legierungsentwicklung, Space-Frame-Technologie), Trenn- und Fügetechnik: Laserstrahlschweißen
Tel.: +49 (0)7531 206754
E-Mail: rwinkler@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN

PROF. DR. JUR. RAINER BAKKER

Lehrgebiete: Wirtschafts- und Gesellschaftsrecht, EU-Recht, Rechtsvergleichung, Konfliktmanagement/Alternative Dispute Resolution (ADR), Gewerblicher Rechtsschutz/Intellectual Property inklusive Medien- und Urheberrecht. **Forschungsgebiete:** ADR (Einsatz der Mediation und ähnlicher Verfahren im Wirtschaftsrecht), Internationale Zuliefererverträge und Kooperationsverträge (F&E). **Spezielles Fachwissen:** Gestaltung internationaler Zuliefererverträge, Alternative Streitbeilegung, Rechtsfragen des E-Commerce

Tel.: +49 (0)7531 206426
E-Mail: bakker@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JOCHEN BENZ

Lehrgebiete: Logistik (insbesondere Materialwirtschaft, Produktion, Simulation in der Logistik, IT-Systeme), Wirtschaftsinformatik, Allgemeine BWL. **Forschungsgebiete:** Management Informationssysteme und Business Intelligence. **Spezielles Fachwissen:** Management Informationssysteme und Business Intelligence, Simulation in der Logistik

Tel.: +49 (0)7531 206125
E-Mail: benz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ANDREAS BERTSCH

Lehrgebiete: Grundlagen der BWL, Finanzierung, Bilanzierung, Bilanzpolitik und Bilanzanalyse nach Handelsgesetzbuch (HGB) und International Financial Reporting Standards (IFRS), Case Studies, Steuersysteme und Investitionsförderung. **Forschungsgebiete:** Rechnungslegung nach HGB und IFRS, Risikomanagement, Unternehmensbesteuerung, Unternehmensbewertung, Unternehmensfinanzierung. **Spezielles Fachwissen:** Umstellung der Rechnungslegung von HGB auf IRFS, Bilanzierung von Finanzinstrumenten, insbesondere Derivate und strukturierte Produkte, nach nationalen und internationalen Grundsätzen, Unternehmensbewertung, Risikomanagement bei Banken

Tel.: +49 (0)7531 206531
E-Mail: bertscha@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RER. POL. JÖRG BEUTEL

Lehrgebiete: Volkswirtschaftslehre (Mikroökonomie, Makroökonomie), Umweltwissenschaften (Environmental economics), Empirische Wirtschaftsforschung (DV-Anwendungen). **Forschungsgebiete:** Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (National Accounts), Input-Output-Analyse (Input-Output-Analysis), europäische Regionalpolitik (Structural Policies), Entwicklungsplanung (Development Planning). **Spezielles Fachwissen:** National Accounts (Supply and use matrices, input-output-tables, capital stock data – Eurostat), European Structural Policies (Evaluierung der Europäischen Regionalpolitik – European Commission), Development Planning (Planungsministerium Saudi-Arabien)

Tel.: +49 (0)7531 206251
E-Mail: beutel@htwg-konstanz.de

PROF. PETER L. FRANKLIN

Lehrgebiete: Courses on Intercultural Business and Management Communication, current Research on Intercultural Business and Management Communication, Business Negotiation, Business Presentations, Business Writing, Business Terminology. **Forschungsgebiete:** Curriculum and media development in intercultural business and management communication, Cross-cultural management and marketing communication, Language teaching

Tel.: + 49 (0)7531 206396
E-Mail: franklin@htwg-konstanz.de

PROF. DR. STEPHAN GRÜNINGER

Lehrgebiete: Allgemeine BWL, Managerial Economics, Compliance und Corporate Governance, Wirtschafts- und Unternehmensethik. **Forschungsgebiete:** Corporate Governance und Compliance Management, Fraud Risk Management & Fraud Investigation, Compliance Auditing & Monitoring, Wirtschaftsethik/Corporate Responsibility. **Spezielles Fachwissen:** Unternehmensführung und -überwachung, Aufdeckung und Prävention von Wirtschaftskriminalität, insbesondere Korruptionsbekämpfung, Compliance Management und Business Ethics.

Tel.: +49 (0)7531 2060
E-Mail: stephan.grueninger@htwg-konstanz.de

PROF. DR. OLIVER HAAG

Lehrgebiete: Gesellschaftsrecht, Handelsrecht, Arbeitsrecht, Bürgerliches Recht, Compliance, Corporate. **Forschungsgebiete:** Betriebsverfassung im Mittelstand, Rechtsverhältnisse von Gesellschaftern und Gesellschaften, Unternehmensnachfolge in Familienunternehmen, Compliance in kleinen und mittelständischen Unternehmen. **Spezielles Fachwissen:** Unternehmensgründung und -nachfolge, Managerhaftung, Gesellschaftsrecht, Handelsrecht, Arbeitsrecht, Beteiligungsverwaltung, Compliance

Tel.: +49 (0)7531 206452
E-Mail: oliver.haag@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MICHAEL HADAMITZKY

Lehrgebiete: Logistik, Supply Chain Management, Produktion. **Forschungsgebiete:** Supply Chain Management in der Automobilindustrie, Einkaufsstrategien im Mittelstand, FuE-Benchmarking im Maschinen- und Anlagebau. **Spezielles Fachwissen:** Logistik, Fertigungsoptimierung, Einkauf, Fabrikplanung, Restrukturierung, Innovationsmanagement

Tel.: +49 (0)7531 206341
E-Mail: michael.hadamitzky@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KONSTANTIN HASSEMER

Lehrgebiete: Internationales Management, Supply Chain Management, Strategie + Kultur. **Forschungsgebiete:** Strategie und Kultur, Supply Chain Management in developing economies. **Spezielles Fachwissen:** Internationales Marketing, Beschaffungsmanagement

Tel.: +49 (0)7531 206331
E-Mail: hassemer@htwg-konstanz.de

PROF. DR. OLAF HOFFMANN

Lehrgebiete: Controlling, insbesondere Projektcontrolling, Rechnungswesen, Finanzierung & Investition. **Forschungsgebiete:** Controlling von Finanzdienstleistern sowie Projektcontrolling. **Spezielles Fachwissen:** Vernetzung zwischen Controllingkonzeption und IT-spezifischer Umsetzung, Bankencontrolling, Projektcontrolling

Tel.: +49 (0)7531 206655
E-Mail: ohoff@htwg-konstanz.de

PROF. DR. KLAUS KOHLÖFFEL

Lehrgebiete: Strategische Planung. **Spezielles Fachwissen:** Strategisches Management, internationale Strategieentwicklung, Coaching von Führungskräften

Tel.: +49 (0)7531 206407
E-Mail: kohl@htwg-konstanz.de

PROF. CHRISTIAN KREKELER

Lehrgebiete: Deutsch als Fremdsprache, Fachsprache der Wirtschaft für Studierende des Studienkollegs. **Forschungsgebiete:** Fremdsprachenunterricht: Computereinsatz im Fremdsprachenunterricht, Sprachtests. **Spezielles Fachwissen:** Lehrerfortbildungen in der Moderationsmethode

Tel.: +49 (0)7531 206395
E-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

PROF. DR. ARTHUR KRÖNER

Lehrgebiete: Buchführung und Jahresabschluss, Kosten- und Leistungsrechnung, allgemeine bzw. Grundlagen der BWL; Existenzgründung, Controlling, Unternehmenskrisen. **Forschungsgebiete:** Unternehmensgründung, Kostenrechnung, (Prozesskostenrechnung), Zielsysteme. **Spezielles Fachwissen:** Total Quality Management, Gastronomie

Tel.: +49 (0)7531 206550
E-Mail: akroener@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HEINZ MÜRDTER

Lehrgebiete: Wirtschafts- und Finanzmathematik, internationale Wirtschaftsbeziehungen. **Forschungsgebiete:** Theorie und Geschichte der Globalisierung, Ökonomik der Ölförderländer, New Systems Competition. **Spezielles Fachwissen:** Modellierung und Simulation in Ökonomie und Demographie

Tel.: +49 (0)7531 206442
E-Mail: muerdter@htwg-konstanz.de

PROF. DR. MANFRED POLLANZ

Lehrgebiete: Betriebliches Rechnungswesen, Investition und Finanzierung, Geschäftsplanung und Unternehmensüberwachung, Internationale Rechnungslegung und Wirtschaftsprüfung, Management Consulting. **Forschungsgebiete:** Risikoorientierter Prüfungsansatz, Risikomanagement, Risk Adjusted Balanced Scorecard, Internationale Rechnungslegung. **Spezielles Fachwissen:** Wirtschaftsprüfung, Unternehmensberatung, Internationale Rechnungslegung, KMU-Beratung

Tel.: +49 (0)7531 206682
E-Mail: pollanz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. BERND RICHTER

Lehrgebiete: Allgemeine BWL, Organisation und Führung, Kommunikation. **Spezielles Fachwissen:** Führung, Personal, Kommunikation

Tel.: +49 (0) 7531 206333
E-Mail: bwl@htwg-konstanz.de

PROF. DR. JAN-DIRK ROSCHE

Lehrgebiete: Veranstaltungen im Themenbereich: Personal, Organisation, Führung, Projekt-, Team-, Selbst-Management; Inhouse- und Outdoor-Veranstaltungen. **Forschungsgebiete:** Unternehmerisch orientierte Humancapital-, Leadership- und Organisationsentwicklung und -beratung; Orientierungs-/Assessment-Center, Life- & Work-Planung, Coaching. **Spezielles Fachwissen:** Tätigkeiten und Führungsaufgaben in international tätigen Konzernen der Chemie- und Automobilindustrie im klassischen Human Resources Management, Personalmarketing sowie innovativer und strategischer Personal- und Organisationsentwicklung, Beratungs- und Trainingserfahrung in Profit- und Non-Profit-Organisationen, Zusatzausbildungen in systemischer und gestaltpsychologischer Beratung und im Career Development

Tel.: +49 (0)7531 206403
E-Mail: rosche@htwg-konstanz.de

PROF. DR. EDMUND SCHIFFELS

Lehrgebiete: Internationales Management, Controlling/Logistikcontrolling. **Spezielles Fachwissen:** Unternehmensführung im internationalen Konzern; Finanzwesen/Controlling (Logistik); Sanierungsprojekte in kleinen Unternehmen

Tel.: +49 (0)7531 206338
E-Mail: schiffel@htwg-konstanz.de

PROF. DR. LEO SCHUBERT

Lehrgebiete: Marketing, Statistik, Unternehmensforschung, Kreativität und Ideenmanagement, International Finance Markets. **Forschungsgebiete:** Kapitalmarktforschung, Kundenzufriedenheitsforschung. **Spezielles Fachwissen:** Portfoliooptimierung, multivariate Datenanalyse

Tel.: +49 (0)7531 206429
E-Mail: schubert@htwg-konstanz.de

PROF. DR. STEFAN SCHWEIGER

Lehrgebiete: Allgemeine BWL mit Schwerpunkt industrielle Projektplanung und Prozessmanagement. **Forschungsgebiete:** Supply Chain Management, Servicemanagement im Maschinen- und Anlagenbau. **Spezielles Fachwissen:** Change Management, Projektmanagement, Logistik/SCM, Servicemanagement (Maschinen-/Anlagenbau.)

Tel.: +49 (0)7531 206443
E-Mail: schweiger@htwg-konstanz.de

PROF. DR. WERNER VOLZ

Lehrgebiete: Allgemeine BWL, insbesondere Finanzierung und Betriebswirtschaftliche Steuerlehre; Betreuer des Arbeitskreises „Unternehmensrechnung und Steuern“. **Forschungsgebiete:** Finanzierung und Steuern, Internationale Rechnungslegung nach International Financial Reporting Standards (IFRS), Unternehmensnachfolge und Besteuerung sowie Fragen der grenzüberschreitenden Besteuerung. **Spezielles Fachwissen:** Umstellung der Rechnungslegung von Handelsrecht auf International Financial Reporting Standards in mittelständischen Unternehmen, Erarbeitung von Unternehmensnachfolgekonzepten, Erstellung von Unternehmenswertgutachten, Entwicklung von Wegzugsbesteuerungskonzepten in Niedrigsteuergebiete (CH)

Tel.: +49 (0)7531 206405
E-Mail: volz@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HABIL. JOSEF WIELAND

Lehrgebiete: Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Wirtschafts- und Unternehmensethik. **Forschungsgebiete:** Theorie: (Internationale) Wirtschafts- und Unternehmensethik, Organisation und WerteManagement, Neue Organisationsökonomik/Institutionalistische Theorie der Firma, Angewandte Ethik/Sozialethik, Unternehmenskultur und -kommunikation, Unternehmen und Gesellschaft, Ökonomische Theoriegeschichte. Empirie: International vergleichende Forschung (Deutschland/USA/Russland) zur Entwicklung von Systemen des WerteManagements in Unternehmenskulturen (aktuelle Projekte: Werte in deutsch-russischen und deutsch-chinesischen Unternehmensbeziehungen); Organisatorische Möglichkeiten der praktischen Implementierung und Entwicklung von WerteManagement in der Unternehmenskommunikation und im Integritäts-Management (aktuelles Projekt: USA/Deutschland – Vergleich zum Werte-Management im Gesundheitsbereich). **Spezielles Fachwissen:** Fort- und Weiterbildung: Durchführung von Seminaren zu Unternehmenskultur und WerteManagement für deutsche Unternehmen.

Dozent für Unternehmensethik und -kultur der A1-Seminare der Dt. Ges. f. Personalführung (DGfP) sowie des Kontaktstudiums „Management“ und „Master of Business Communication“ der Technischen Akademie Konstanz, Leiter des Ethikforums Euregio Bodensee, der Herbstakademie Wirtschafts- und Unternehmensethik des DNWE, der Sommerakademie Wirtschaftsethik der Evang. Akademie Loccum, des Berliner Kolloquium Ökonomie und Theologie u.a. Consulting: Entwicklung und Implementierung von EthikManagement- und EthikAudit-Systemen in Unternehmen; außerdem Beratung der Yabloko Fraktion der DUMA, Moskau (Projekt Wirtschaftsethik in Russland); EU-Kommission, Brüssel (Arbeitsgruppe Education for Democratic Citizenship); Bund deutscher Arbeitgeber (BDA), Berlin (Arbeitsgruppe Code of Conduct); Kirchliche Akademie der Lehrerfortbildung, Obermarchtal (Curriculum Wirtschaftsethik für Katholische Freie Schulen in der Diözese Rottenburg-Stuttgart); u.a.

Tel.: +49 (0)7531 206404
E-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

PROF. DR. SHARON ZAHARKA

Lehrgebiete: Wirtschaftsenglisch, Technisches Englisch, Interkulturelle Kommunikation, Landeskunde USA. **Forschungsgebiete:** Fremdsprachendidaktik: Fachsprache Wirtschaft an Hochschulen, Interkulturelle Kommunikation. **Spezielles Fachwissen:** Fachsprache Wirtschaft, Interkulturelle Kommunikation bezogen auf USA

Tel.: +49 (0)7531 206487
E-Mail: zaharka@htwg-konstanz.de

www.designconnection.eu 1010185 09.2010

Grundlage | Forschung

Nycomed ist mit rund 3.000 Mitarbeitern eines der großen Pharmaunternehmen in Deutschland. Rund um den Globus leisten 12.000 Kolleginnen und Kollegen in 50 Ländern einen wichtigen Beitrag, um die medizinische Versorgung und Lebensqualität der Menschen zu verbessern.

Unsere Produkte reichen von hochinnovativen Arzneimitteln, über günstige Generika bis hin zu freiverkäuflichen Produkten für die Selbstmedikation. Unsere Innovationen stammen aus der eigenen Forschung oder aus Kooperationen mit externen Partnern.

Unsere Forschung von heute bildet die Grundlage für eine bessere medizinische Versorgung und für mehr Lebensqualität. Dafür arbeiten wir gemeinsam mit unseren Kooperationspartnern an einem Ziel: Wirksame Arzneimittel – Medikamente, auf die es wirklich ankommt.

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.nycomed.de

Nycomed GmbH
Byk-Gulden-Str. 2
78467 Konstanz

NYCOMED

SERVICE-ORIENTIERTE SOFTWAREENTWICKLUNG NACH DEM BAUSTEINPRINZIP – DIE SERVICE COMPONENT ARCHITECTURE

Lars Bayer, Jürgen Wäsch

Lars Bayer:
Studium der Wirtschaftsinformatik mit Schwerpunkt „Betriebliche Anwendungen" an der HTWG Konstanz.
Seit 2009 im Master-Studiengang Informatik mit Schwerpunkt „Geschäftsprozessoptimierung" – ebenfalls an der HTWG Konstanz.

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wäsch:
studierte Informatik und Wirtschaftswissenschaften an der Universität Kaiserslautern. Von 1993 bis 1999 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter bei der GMD - Forschungszentrum Informationstechnik GmbH in Darmstadt. Daneben war er als externer Berater für die Software AG tätig. 1999 promovierte er zum Dr.-Ing. an der Technischen Universität Darmstadt. Anschließend war er Bereichsleiter bei der e-pro solutions GmbH in Stuttgart, bevor er 2004 als Professor für E-Business Technologien an die HTWG Konstanz berufen wurde. Seit 2009 hat er das Amt des Studiendekans der Fakultät Informatik inne und leitet den Studiengang Wirtschaftsinformatik.
Im Frühjahr 2008 absolvierte Prof. Wäsch ein Forschungssemester bei der SAP AG in Walldorf. Seine Forschungsinteressen liegen u.a. im Bereich Service-Orientierte und Eventgetriebene Architekturen, innovative Datenbanktechnologie und -anwendungen, Peer-to-Peer-Anwendungen und Verteilte Systeme. Er ist Autor zahlreicher Konferenz-, Zeitschriften- und Buchbeiträge.

1 DAS BAUSTEINPRINZIP

Der Inbegriff des Bausteins dürfte zweifellos der allseits bekannte Legostein sein. Vorgegebene, bereits bestehende Bausteine werden zur Herstellung nahezu beliebig komplexer Modelle herangezogen. Durch die flexible Verwendung einzelner, voneinander unabhängig nutzbarer Einzelteile entstehen Modelle, die jederzeit anpassbar, erweiterbar und änderbar sind. Dabei kann ein und derselbe Legostein in einer Vielzahl unterschiedlicher Modelle Verwendung finden. Weiterhin können Legosteine auch modellspezifisch konstruiert worden sein, womit diese nur eingeschränkt bzw. gar nicht in anderen Modellen genutzt werden können.

Überträgt man dieses Prinzip auf die Softwareentwicklung, erhält man einen Lösungsansatz für typische Fragestellungen, die bei der Entwicklung großer Softwaresysteme eine bedeutende Rolle spielen:

- Welche Funktionen werden benötigt?
- Werden bestimmte Funktionen mehrfach benötigt?
- Sind (Teil-)Funktionalitäten bereits vorhanden oder müssen diese neu entwickelt werden?
- Wie lässt sich Software bei Bedarf anpassen oder erweitern?

Ein wichtiges Ziel hierbei ist es, den Entwicklungsaufwand auf ein Minimum zu reduzieren und somit Kosten zu sparen.

Ist die Grundidee des Bausteinprinzips einmal auf die Softwareentwicklung übertragen, gilt es die Fragen zu beantworten, wie die einzelnen Softwarebausteine implementiert, beschrieben und zusammengesetzt werden können, um eine korrekte Interaktion der unterschiedlichen Softwarebausteine zu gewährleisten. Zu diesem Zweck entstand eine Standardisierungsinitiative namens Service Component Architecture.

2 DIE SERVICE COMPONENT ARCHITECTURE

Die Service Component Architecture (SCA) besteht aus einer Reihe verschiedener Spezifikationen, die vom Open SOA Konsortium (OSOA) entwickelt und zur Standardisierung an OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) übergeben wurden [O10a, O10b]. Beim Open SOA Konsortium handelt es sich um einen Zusammenschluss namhafter Softwarehersteller, an dem unter anderem SAP AG, Software AG, Siemens und IBM beteiligt sind.

Die SCA Spezifikationen dienen zur Erstellung hersteller-, technologie- und sprachneutraler Geschäftsanwendungen, die auf den Prinzipien Service-Orientierter Architekturen (SOA) sowie dem Baustein-Gedanken beruhen. Eine sehr detaillierte Beschreibung der Konzepte von SCA findet sich in [C07].

2.1 SCA Artefakte

Eine mittels SCA realisierte Geschäftsanwendung (sogenannte Composite Applications) setzt sich aus einzelnen Service-Bausteinen (Components bzw. Composites) zusammen. Wie diese einzelnen Komponenten zusammengeführt werden können und aus welchen Bestandteilen (SCA Artefakte) eine SCA Anwendung besteht, wird durch die SCA Assembly Model Spezifikation festgelegt. Die wichtigsten Artefakte werden im Folgenden beschrieben. In Abbildung 1 werden die nachfolgend beschriebenen SCA Artefakte graphisch dargestellt [A10]:

- **Implementations** beschreiben die konkreten Implementierungen einzelner Components. Diese können in den klassischen Programmiersprachen, wie beispielsweise Java, C oder JavaScript, implementiert sein; aber auch Frameworks, wie beispielsweise Spring oder BPEL sind als Implementierungen denkbar. Eine Implementierung kann dabei durch die Bereitstellung von Properties individuell konfiguriert werden.

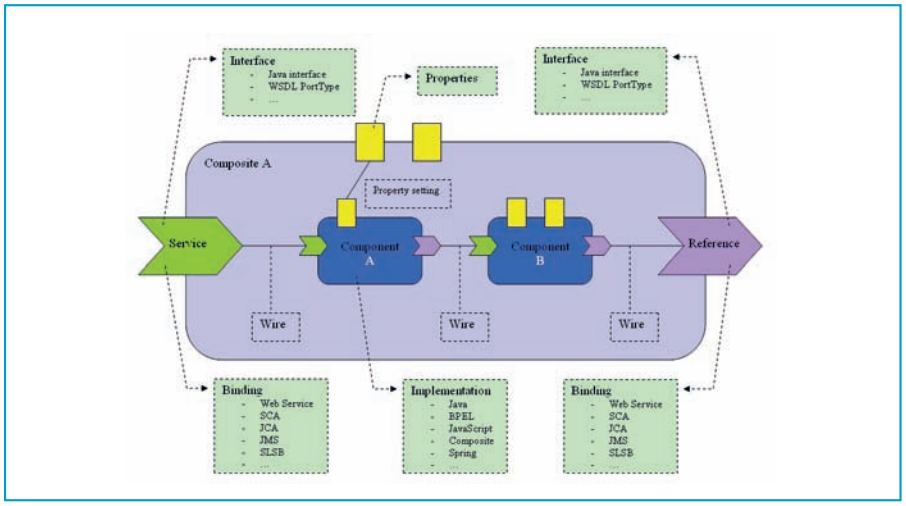


ABB. 1: Graphische Darstellung der wichtigsten SCA Artefakte

• **Components** sind die fundamentalen Einheiten einer SCA Anwendung. Sie sind konfigurierte Instanzen von Implementations, die die Business-Logik bereitstellen. Die individuelle Konfiguration einer Component ist durch die Angabe von Werten für die bereits genannten Properties möglich, welche das Verhalten der Komponente beeinflussen. Die Funktionen einer Component können wiederum anderen Components als Services zur Verfügung gestellt werden, wobei die Bereitstellung der Funktionalität als Service und die Nutzung als Reference bezeichnet wird. Die Komponente, die bestimmte Funktionen anbietet, wird auch als Service-Provider bezeichnet, während die Komponente, die von diesen Funktionen Gebrauch macht, als Service-Consumer bezeichnet wird.

• **Interfaces** dienen zur Beschreibung der Funktionalitäten, die von den unterschiedlichen Komponenten zur Verfügung gestellt (Services) und wiederum von anderen Komponenten genutzt (References) werden können. Die in Anspruch nehmende Komponente erhält durch das Interface also Informationen darüber, welche Funktionen zur Verfügung stehen und wie diese genutzt werden können.

• **Composites** bestehen aus einzelnen Components, deren References und Services innerhalb eines Composites miteinander „verdrahtet" werden (Wiring). Services können auch anderen (SCA und Nicht-SCA) Komponenten außerhalb des Composite zur Verfügung gestellt (promoted) werden. Composites auf einer höheren Ebene können wiederum Composites einer unteren Ebene beinhalten, die „von außen" betrachtet als Components mit References, Services und Properties zur Verfügung stehen. Composites und die beinhalteten Components werden durch die Service Component Description Language (SCDL) beschrieben.

• **Domains** bestehen aus einem oder mehreren Composites und bilden die Grenze aller nach außen sichtbaren SCA Mechanismen. Direktes Verdrahten von SCA Components kann nur innerhalb einer SCA Domain stattfinden. Um die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Domains sicherzustellen, werden externe Bindings benötigt, beispielsweise Web Services oder andere interoperable Mechanismen, die ein Component innerhalb der Domain bereitstellt, um auf dessen Funktionalität zuzugreifen.

• **Bindings** spezifizieren, über welche Transporttechnologie die Kommunikation zwischen References und Services stattfindet. Dabei können für einzelne Components mehrere Bindings angegeben werden, was bedeutet, dass das Component über alle angegebenen Bindings kommunizieren kann, also erreichbar ist.

2.2 Graphische und deklarative Beschreibung

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, wurde durch die SCA Spezifikationen eine graphische Notation für sämtliche SCA Artefakte definiert. Hierdurch ist es möglich, in einem Top-Down-Ansatz die Architektur zunächst graphisch festzulegen, ohne zur Designzeit bereits über technische Hintergründe Bescheid zu wissen. Außerdem ist die graphische Notation einer komplexen Anwendung für Menschen sehr leicht zu verstehen und man erhält somit einen Überblick über die einzelnen Bestandteile der Anwendung. Abbildung 2 stellt beispielhaft die graphische Beschreibung eines vereinfachten Taschenrechners dar, der aus einer Additions- und einer Subtraktionskomponente besteht.

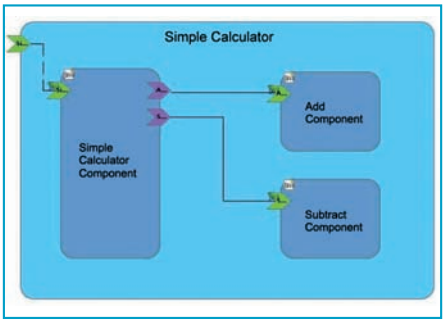


ABB. 2: Graphische Beschreibung eines SCA Composite

Im Gegensatz zur graphischen Notation, die auf die menschliche Auffassungsgabe ausgerichtet ist, benötigt ein Rechner eine andere Beschreibung der SCA Anwendung, um diese korrekt verarbeiten zu können. Hierzu wurde eine deklarative Beschreibungssprache eingeführt, die auf XML basiert. Diese Beschreibungssprache wird als Service Component Description Language (kurz SCDL) bezeichnet und enthält sämtliche Informationen, die auch aus der graphischen Notation hervorgehen. Die Informationen in den SCDL-Files werden von sogenannten SCA Runtimes interpretiert und entsprechend verarbei-

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-15"?>
<composite xmlns="http://www.osoa.org/xmlns/sca/1.0" xmlns:c="http://calculator" name="SimpleCalculator"
targetNamespace="http://calculator">
  <component name="SimpleCalculatorComponent">
    <implementation.java class="implementations.SimpleCalculatorServiceImpl"/>
    <service name="SimpleCalculatorService">
      <interface.java interface="services.SimpleCalculatorService"/>
    </service>
    <reference name="AddService"/>
    <reference name="SubtractService"/>
  </component>
  <component name="AddComponent">
    <implementation.java class="implementations.AddServiceImpl"/>
    <service name="AddService">
      <interface.java interface="services.AddService"/>
    </service>
  </component>
  <component name="SubtractComponent">
    <implementation.java class="implementations.SubtractServiceImpl"/>
    <service name="SubtractService">
      <interface.java interface="services.SubtractService"/>
    </service>
  </component>
  <wire source="SimpleCalculatorComponent/AddService" target="AddComponent/AddService"/>
  <wire source="SimpleCalculatorComponent/SubtractService" target="SubtractComponent/SubtractService"/>
  <service name="SimpleCalculatorService" promote="SimpleCalculatorComponent/SimpleCalculatorService"/>
</composite>
```

LISTING 1: SCDL-File

tet. Listing 1 stellt die zuvor graphisch dargestellte Taschenrechner-Anwendung als SCDL-File dar.

Was genau sich hinter einer SCA Runtime verbirgt und welche Aufgaben sie übernimmt, wird im Folgenden näher beschrieben.

2.3 SCA Runtime

Eine SCA Runtime ist dafür zuständig, die einzelnen SCA-Artefakte zu lokalisieren, zusammenzufügen und als vollständige Anwendung bereitzustellen. Damit übernimmt die Runtime zentrale Aufgaben, die für die Umsetzung einer bausteinorientierten Softwarearchitektur nötig sind und trägt somit zur Reduzierung des Arbeitsaufwandes bei.

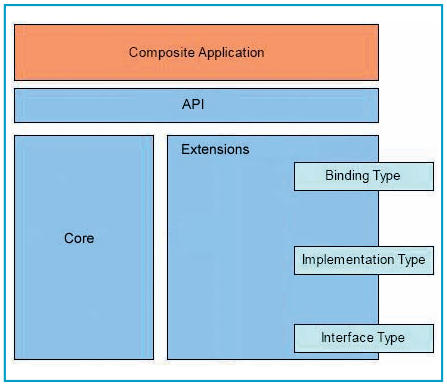


ABB. 3: Typischer Aufbau einer SCA Runtime

Abbildung 3 zeigt den typischen Aufbau einer SCA Runtime. Diese besteht im Wesentlichen aus einem Kern, den Erweiterungen und einer Programmierschnittstelle (API), über die die SCA Anwendung auf die Runtime zugreifen kann. Der Kern der SCA Runtime ist dafür zuständig, die unterschiedlichen Komponenten zusammenzuführen und die SCDL-Files zu interpretieren. Da SCA um unterschiedliche Technologien erweiterbar ist, werden technologiespezifische Serviceaufrufe in den SCDL-Files an die jeweilige Erweiterung weitergereicht und dort weiterverarbeitet.

Als SCA Runtimes existieren sowohl Open Source Implementierungen (z.B. Apache Tuscany [A10, F+10] oder Fabric3 [F310, MR10]), als auch kommerzielle Produkte (z.B. von IBM, Oracle). Dabei ist besonders darauf zu achten, dass die Möglichkeiten, die SCA bietet, im Wesentlichen davon abhängen, inwieweit sich die jeweilige SCA Runtime an die SCA Spezifikationen hält. Eine detaillierte Untersuchung und Vergleich von Apache Tuscany und Fabric3 findet sich in [B09a].

2.4 Erweiterungskonzept

Wie in Abschnitt 2.2 bereits erläutert wurde, sind für die Implementierungen einzelner Komponenten unterschiedliche Programmiersprachen denkbar (Implementation Types). Zusätzlich können auch Interface Types und Binding Types unterschiedliche Sprachen und Technologien nutzen. Hierzu sieht das SCA Assembly Model ein Erweiterungskonzept vor, das es erlaubt, jederzeit neue Implementation Types, Binding Types und Interface Types zu definieren. Zu diesem Zweck gibt das SCA Assembly Model jeweils ein Grundgerüst in Form eines XML-Schemas vor, auf dessen Basis sich neue Typen ableiten lassen.

3 TOOL-UNTERSTÜTZUNG

Wie bereits in Abschnitt 2.3 beschrieben wurde, existiert mit SCDL neben der graphischen Notation auch eine deklarative Beschreibungssprache, die von einem Rechner bzw. einer SCA Runtime verarbeitet werden kann. Diese SCDL-Files manuell zu erstellen, kann bei größeren Anwendungen sehr mühselig und unübersichtlich sein. Zu diesem Zweck existiert mit dem SCA Composite Designer ein Tool, mit dem sich Anwendungen graphisch erstellen lassen. Aus der graphischen Notation wird dann automatisch das zugehörige SCDL-File generiert. Ebenfalls ist es möglich, sich aus einem gegebenen SCDL-File die passende Graphik generieren zu lassen. Abbildung 4 zeigt die Oberfläche des SCA Composite Designer in der Graphik-Ansicht.

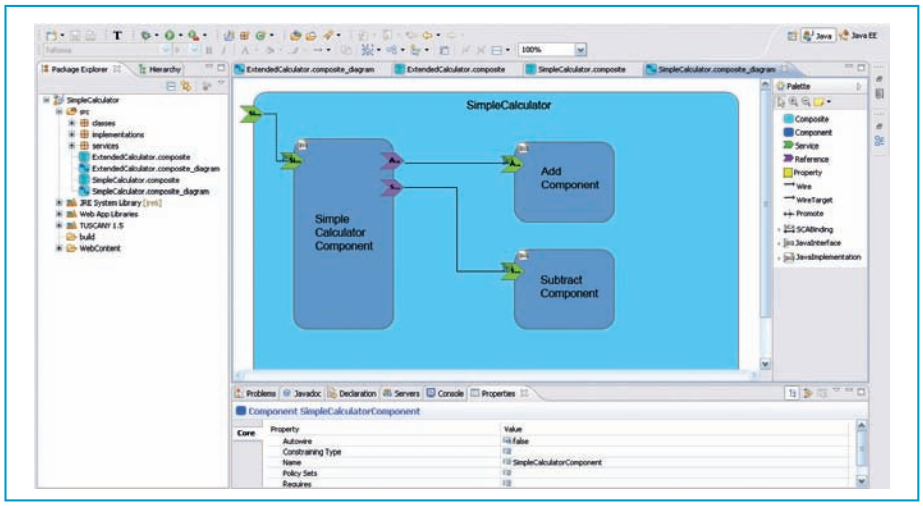


ABB. 4: SCA Composite Designer

Beim SCA Composite Designer handelt es sich um ein Eclipse Plug-In aus dem Eclipse SOA Tools Platform Project (Eclipse STP).

4 FAZIT

SCA ist ein noch relativ junger und durchaus vielversprechender Standard, der die Komplexität zur Umsetzung von serviceorientierten Architekturen durch das Bausteinprinzip minimiert. Die SCA Spezifikation wird ergänzt durch die Service Data Object (SDO) Spezifikation [O10a, JCP09]. Mit dem SOA Tools Platform Project (STP) von Eclipse stehen bereits erste Tools zur Verfügung, die die Entwicklung von SCA Anwendungen noch weiter vereinfachen. Darüber hinaus existieren bereits einige vielversprechende Open Source Implementierungen, die sich an die OSOA Spezifikationen halten und diese zum Teil sogar erweitern.

Weiterführende Informationen und Literaturhinweise zu den SCA Standards und zu SCA Implementierungen sind in [B09a] zu finden. Das Taschenrechner-Beispiel, das in Abschnitt 2.2 graphisch und deklarativ dargestellt wurde, ist außerdem unter [B09b] in ausführlicher Form als Video-Demonstration verfügbar.

LITERATUR

[A10] Apache Tuscany: Project Website, 2010. http://tuscany.apache.org/

[B09a] L. Bayer: Untersuchung von Open Source SCA Implementierungen – Apache Tuscany vs. Fabric3, Bachelor Thesis, HTWG Konstanz, 2009.

[B09b] L. Bayer: SCA Simple Calculator Example, 2009. http://vimeo.com/9805707

[C07] D. Chappell: Introducing SCA, Whitepaper, David Chappell and Associates, 2007. http://www.davidchappell.com/articles/Introducing_SCA.pdf

[F310] Fabric 3: Project Website, 2010. http://fabric3.org/

[F+10] A. Elder, R. Feng, S. Laws, H. Mahbod, S. Nash: Tuscany in Action, Early Access Release, Manning Publications Co., 2010.

[JCP09] Java Community Process: Java Specification Request 235 – Service Data Objects, Specification 2009. http://www.jcp.org/en/jsr/detail?id=235

[MR10] J. Marino, M. Rowley: Understanding SCA, Addison-Wesley, 2010.

[O10a] Open Service Oriented Architecture Collaboration (OSOA): Consortium Website, 2010. http://www.osoa.org/

[O10b] OASIS: OpenCSA Member Section – Service Component Architecture, 2010. http://www.oasis-opencsa.org/sca/

SATELLITE-BASED TESTS OF EINSTEIN'S THEORIES OF SPECIAL AND GENERAL RELATIVITY: THE STAR MISSION PROGRAM

Thilo Schuldt, Ruven Spannagel, Mohammed Allab, Claus Braxmaier

Dr. Thilo Schuldt

Study of physics at the Universities Konstanz and Hamburg. Doctoral degree in July 2010 at the Humboldt-University Berlin in a collaboration with Prof. Braxmaier at HTWG Konstanz in the field of high-sensitivity laser interferometry for space applications.

Ruven Spannagel, B. Eng.

Study of electrical engineering at HTWG Konstanz; Bachelor thesis in the field of high-precision optical profilometry. Currently Master student and officer of the 'Institut für Optische Systeme' at HTWG Konstanz.

Dipl.-Ing. Mohammed Allab

Study of Medical Engineering at Hochschule Ulm; diploma thesis in the field of optical sensors' development. Since 2009 research assistant in the group of Prof. Braxmaier at HTWG Konstanz.

Prof. Dr. Claus Braxmaier

Diploma in precision engineering at University of Applied Sciences Furtwangen. Diploma in physics and doctoral degree at the University of Konstanz in the field of fundamental tests of physics. At EADS Astrium GmbH head of group 'Mission Metrology' (in the years 2001 to 2005). Since 2005 professor for physics and control theory at HTWG Konstanz. Since 2008 director of the 'Institut für Optische Systeme' Konstanz.

ABSTRACT

Space-Time Asymmetry Research (STAR) is a proposed satellite mission that aims for significantly improved tests of fundamental space-time symmetry and the foundations of special and general relativity. It is an international cooperative effort of teams with very strong background in experimental tests of relativity, their theoretical description and advanced space technology. The mission lead is carried out by Stanford University (USA), the cooperation further includes NASA Ames Research Center (USA), Joint Institute for Laboratory Astrophysics (JILA, USA), King Abdulaziz City for Science and Technology (KACST, Saudi-Arabia) and a German Team consisting of the DLR Institute for Space Systems (Bremen), the Center of Applied Space Technology and Microgravity ZARM (Bremen), the Humboldt-University Berlin – and the University of Applied Sciences Konstanz (HTWG). In the current concept, STAR comprises a series of three subsequent missions with increasingly advanced instruments performing optical clock to clock comparison experiments. As instruments, atomic (or molecular) frequency references and length references (highly stable cavities made e.g. from ultra low expansion (ULE) glass ceramics) will be used, where the HTWG Konstanz, together with the Humboldt-University Berlin, will develop molecular references based on Doppler-free spectroscopy of Iodine and noise-immune cavity-enhanced optical heterodyne molecular spectroscopy of CO or C_2HD.

While the first STAR missions will perform Kennedy-Thorndike (KT) and Michelson-Morley (MM) experiments, later missions will focus on fundamental gravitational physics by precision measurement of gravitational redshift, time dilation and Local Position Invariance (LPI). Compared to previous experimental accuracy, STAR aims for an improvement of at least two orders of magnitude. The KT experiment will be performed by comparison of an atomic or molecular frequency reference with a length reference during flight around Earth with an orbital velocity of 7 km/s. The space environment will enhance the measurement precision such that an overall improvement by a factor of 400 over current Earth bound experiments is expected. The STAR1 philosophy is to realize a fast, small – and therefore cheap – mission with a high scientific output, also providing the instrument technology and the spacecraft for the subsequent STAR missions, which plan to use different optical frequency standards. The 180 kg small satellite will be attitude, vibration and temperature controlled. The power consumption of the whole spacecraft will be less than 185 W. The launch of STAR1 is foreseen for 2015, the follow-on missions will be flown with an overlap with the previous mission by two to three years. Each mission has a maximum duration of 5 years (from mission set up to data acquisition) which permits students to experience the full mission lifecycle. Education and training of undergraduate and graduate students is a specific mission goal.

1 INTRODUCTION

The theories of special relativity (SR) and general relativity (GR) are the basis of our physical understanding of space and time. Modern theories of quantum gravity predict very small deviations from special and general relativity, motivating high-accuracy tests of SR and GR and their foundations. Earth-based tests, including Michelson-Morley and Kennedy-Thorndike experiments as well as tests of general relativity (such as universality of gravitational redshift, time dilation) are carried out in numerous laboratories. Significant improvement in accuracy can only be realized by satellite-based experiments. An optical test of SR and GR was already proposed in 2001 as the OPTIS mission [1, 2], a first feasibility study was carried out on behalf of the DLR. Here, we present a new mission concept which is partly based on the OP-

TIS expertise. The Space-Time Asymmetry Research (STAR) program will carry out tests of special and general relativity using advanced optical metrology technologies. Beside tests of fundamental physics, STAR also aims at developing small satellite and advanced instrumentation technology as well as educating future scientists and engineers.

2 OVERVIEW OVER STAR

The STAR mission program consists of a series of three subsequent missions with progressively advanced payload instrumentation using the same spacecraft and bus system. The mission lifetime is supposed to be >1 year. Clock-clock-comparison experiments (compare Fig. 1) will be carried out for tests of special and general relativity with up to a factor of 1000 improved accuracy compared to ground-based experiments. The satellite payload will include lasers frequency stabilized to high-finesse cavities and atomic (or molecular) optical references. The first mission will utilize atomic references based on Doppler-free spectroscopy of I_2 (e.g. using modulation-transfer spectroscopy (MTS), frequency-modulation spectroscopy (FMS), fluorescent spectroscopy, polarization spectroscopy) and/or noise-immune cavity-enhanced optical heterodyne molecular spectroscopy (NICE-OHMS) of CO or C_2HD. Thermal atomic beam, single-ion and lattice clocks – in combination with an optical frequency comb – are proposed for the later missions for enhanced accuracy in the science measurements. Comparison between two cavity stabilized lasers will result in a Michelson-Morley experiment, while comparison between a cavity stabilized laser and an atomic (or molecular) standard will yield a Kennedy-Thorndike experiment. STAR1 will be flown in a circular low-Earth orbit (LEO), follow-on missions in an elliptical orbit where the change in gravitational field over the orbit will be used for gravitational redshift experiments.

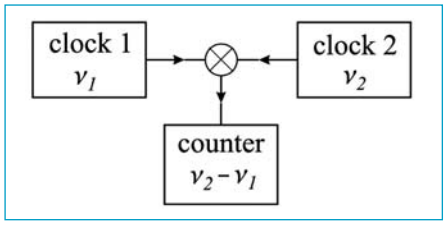


FIG. 1: Tests of relativity based on clock-to-clock comparison experiments. The beat signal is analyzed when changing parameters as the velocity v, the orientation θ or the gravitational field g of the setup (see Theoretical Description). The clocks can either be a length reference (cavity) or an atomic (or molecular) reference.

3 THEORETICAL DESCRIPTION

To test space and time, length and time references are necessary. Modern experiments testing special and general relativity use cavities whose resonance frequency is given by $\nu_{res} = nc/2L$ where L is the cavity length and n an integer number. Following the test theory of H.P. Robertson later extended by R. Mansouri and R.U. Sexl, a velocity and orientation dependency of the speed of light $c = c(v, \theta)$ and thus of the cavity resonance frequency, can be modeled as:

$$\frac{c(v,\theta)}{c} = 1 + \underbrace{(\beta - \alpha - 1)}_{A}\frac{v^2}{c^2} + \underbrace{(\frac{1}{2} - \beta + \delta)}_{B}\frac{v^2}{c^2}\sin^2\theta$$

[Equation 1]

The Robertson-Mansouri-Sexl (RMS) framework assumes the existence of a preferred frame, usually taken to be the Cosmic Microwave Background (CMB) and the velocity v is taken with respect to this frame. θ corresponds to the angle between the velocity vector and the direction of light propagation i.e. the cavity axis. The first (velocity dependent) term, with coefficient A, can be tested in a Kennedy-Thorndike (KT) experiment, the second (orientation dependent) term, with coefficient B, in a Michelson-Morley (MM) experiment. In special relativity $\beta = 1/2$, $\alpha = -1/2$ and $\delta = 0$, and therefore A and B vanish.

The currently most accurate result for the KT-parameter A has been obtained from the comparison of a (microwave) cryogenic sapphire oscillator with a H-maser over a period of over 6 years [3]. The data was analyzed with respect to sidereal, diurnal and annual modulation, resulting in the following upper limit:

$$|\beta - \alpha - 1| \leq 4 \cdot 10^{-8}$$ [Equation 2]

The most accurate Kennedy-Thorndike experiment in the optical frequency domain has been carried out by comparing a cryogenic optical resonator to a laser, frequency stabilized to a hyperfine transition in molecular iodine [4]. Data was taken over a period of 190 days and analyzed with respect to the annual modulation.

Modern ground-based experiments of the isotropy of space typically use two crossed optical cavities mounted on a turntable. The beat signal between two lasers stabilized to the two cavities is analyzed at twice the rotation frequency. The currently most accurate results are published in [5] and [6], giving the following upper limit:

$$\left|\frac{1}{2} - \beta + \delta\right| \leq 8 \cdot 10^{-12}$$ [Equation 3]

Advantages of Space: Performing satellite experiments offers several advantages: (i) large changes in velocity can be achieved: 7.4 km/s in low-Earth orbit compared to 330 m/s on Earth, i.e. a factor of about 20 – directly improving the KT accuracy; (ii) the orbit time of 90 min is significantly shorter than the 24 h period on Earth, relaxing the frequency stability requirements of the clocks; (iii) high changes in gravitational potential can be realized in space using elliptical orbit, improving the accuracy of the test of the gravitational redshift; (iv) space environment reduces vibrations and minimizes distortions of the cavities; and (v) long integration times are possible (1–2 years, given by the mission lifetime).

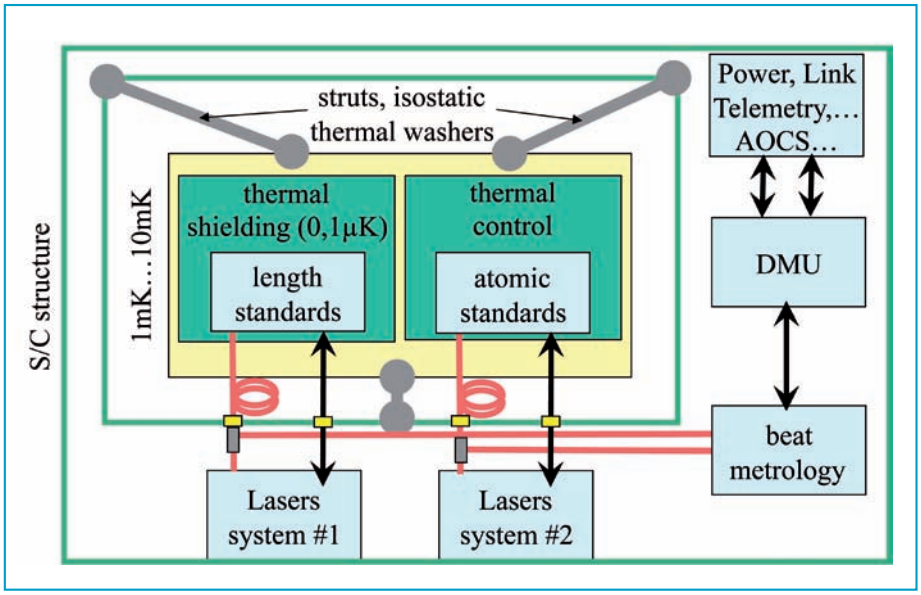


FIG. 2: Functional diagram of the STAR1 payload (DMU: data management unit). The required mK temperature stability of the optics payload can benefit from LISA/LISA Pathfinder heritage. Redundancy is not shown in the diagram.

4 THE STAR MISSION CONCEPT

The STAR mission program addresses three major goals:

1. perform tests of fundamental physics
2. develop small satellite and advanced instrumentation technology
3. educate future scientists and engineers

STAR consists of three subsequent missions which will utilize advanced optical clock technology and perform clock-clock-comparison between a length and an atomic (or molecular) reference. The length reference is based on a laser stabilized to a cavity made of a material with very low coefficient of thermal expansion (CTE) such as Zerodur, ULE or Si. The atomic (or molecular) reference is based on an atomic, ionic or molecular transition with narrow linewidth and small systematic effects to reduce complexity.

A summary of the three missions is given in Table 1. A 180 kg small satellite is used as foundation for all three STAR missions. STAR1 is planned to be launched 2015, the follow on missions in a 3 years interval. STAR2 and STAR3 have an overlap of 2 years with its respective precursor mission, guaranteeing personal and technological constancy. The time frame of one mission (approx. 5 years) corresponds to a typical Ph.D. time scale, enabling students to participate in the mission from mission design to integration, launch and data analysis. In order to realize the 2015 launch date for STAR1, the satellite will be based on reduced complexity, one clear science goal and the use of (laboratory demonstrated) state-of-the-art technology. STAR2 and STAR3 will use more advanced technologies whose development will be carried out parallel to STAR1.

The STAR1 mission will focus on a Kennedy-Thorndike experiment by comparing a cavity stabilized laser to an atomic reference. For redundancy purposes, both clocks will be realized twice. Therefore, in principle, a Michelson-Morley experiment can be carried out by comparing the two cavity stabilized lasers. The main scientific output of STAR1 is an improved Kennedy-Thorndike experiment, the add-on Michelson-Morley experiment is meant not to drive the mission requirements. A more detailed overview over the STAR1 payload is given in the following subsection.

STAR2 and STAR3 will perform (further) improved Kennedy-Thorndike and Michelson Morley experiments as well as tests of the general theory of relativity. The gravitational field the spacecraft is exposed to is varied in an elliptical orbit. By comparing clocks of different type (e.g. cavity vs. atomic clock or two atomic clocks of different type), a test of the gravitational redshift and its universality can be carried out. An improved clock stability (compared to STAR1) is achieved using cavities with higher finesse and advanced materials (e.g. single crystalline silicon at low tem-

	STAR 1	STAR 2	STAR 3
Launch year	2015	2018	2021
Science	KT, (MM)	KT, MM, GR	KT, MM, GR + others
KT	10^{-17}	10^{-18}	10^{-19}
MM	10^{-17}	10^{-18}	10^{-19}
GR	--	LPI	LPI, red shift
Instruments	Clock + Cavity	Clock + Cavity + Comb	Clock + Cavity + Comb + Link
Clock Instrument	MTS, NICE-OHMS	Laser Cooled Clocks	Cavity Enhanced Laser Cooled Clocks
Cavity Finesse	100.000	200.000	5.000.000
Cavity Materials	ULE, SiO_2	ULE, Si	ULE, Si, Sapphire
Orbit	Circular LEO	Elliptical	Elliptical

TABLE 1: Overview over the three STAR missions.

peratures) and single-ion clocks or lattice clocks. An optical frequency comb will be used for clock comparison.

5 STAR1 PAYLOAD CONCEPT

The functional diagram of the STAR1 payload is shown in Fig. 2. The length standard is realized by a laser stabilized to a high-finesse cavity probably made of ULE, a glass ceramic with a CTE of $3 \cdot 10^{-8}$ K^{-1}. Several possible realizations of the atomic (molecular) reference are currently investigated in more detail, based on two different spectroscopy methods: (i) modulation-transfer spectroscopy (MTS; or frequency modulation spectroscopy, FMS) of molecular iodine at a wavelength of 532 nm or 508 nm, and (ii) noise-immune cavity-enhanced optical heterodyne molecular spectroscopy (NICE-OHMS) of CO at a wavelength of 1565 nm or of C_2HD at a wavelength of 1064 nm. A comparison of the characteristics of the main spectroscopy methods is given in Table 2.

In a first step, a compact iodine stabilization setup using an NPRO-design Nd:YAG laser at 1064 nm will be realized on elegant breadboard level (EBB). Such a laser type is already available space-qualified by Tesat GmbH (Backnang, Germany) providing up to 1 W output power in the infrared. The optical spectroscopy setup is proposed to use a Zerodur baseplate where the optical components are fixed to using bonding technology. This setup ensures high mechanical and thermal stability that are needed to withstand launch and shock and vibration tests. It also guarantees high pointing stability of the two counter-propagating laser beams in the gas cell which otherwise might limit the achieved long-term frequency stability. A long interaction pathlength in the gas cell is needed for high signal-to-noise ratio. In a laboratory setup at the Humboldt-University Berlin, a gas cell with a length of 0.8 m is used, which is passed thrice by pump and probe beams, cf. Fig. 3. A frequency stability below $1 \cdot 10^{-14}$ at integration times of 300 s is demonstrated. For the compact Zerodur setup, the implementation of a multi-pass cell with maximum dimension of 10 x 10 x 10 cm^3 is proposed. A first design of the compact iodine standard is shown in Fig. 4. It utilizes a Zerodur baseplate where the optical components are made of fused silica. The appropriate assembly-integration technology (adhesive bonding) is currently developed at HTWG in cooperation with EADS Astrium (Friedrichshafen), cf. [7, 8].

In parallel, the setup of a NICE-OHMS standard will be developed. The use of CO is promising since a better frequency stability of 2 to $4 \cdot 10^{-16}$ is expected, in comparison to an iodine stabilized setup. On the other hand, CO at 1565 nm requires a space qualified laser diode which is currently not available commercial-of-the-shelf. Also, the very weak transitions necessitate the use of NICE-OHMS spectroscopy to saturate the transition which implies higher complexity compared to MTS. This includes the need of a cavity with related Pound-Drever-Hall locking technique. A fall-back option is the use of NICE-OHMS of C_2HD at a wave-length of 1064 nm where space-qualified Nd:YAG lasers can be used and a frequency stability of $1 \cdot 10^{-14}$ at an integration time of 600 s was already demonstrated in laboratory experiments [9].

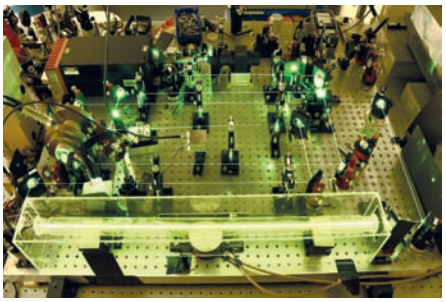


FIG. 3: Photograph of the iodine standard at the Humboldt-University Berlin utilizing an 80 cm long iodine cell (shown in the front).

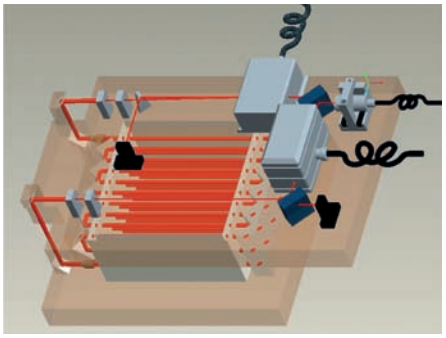


FIG. 4: First design of a compact iodine standard using modulation transfer spectroscopy. The Zerodur optical bench includes fiber output, beamsplitter, acousto-optic modulator, electro-optical modulator, telescopes and detector. The multi-pass cell is shown in the lower part.

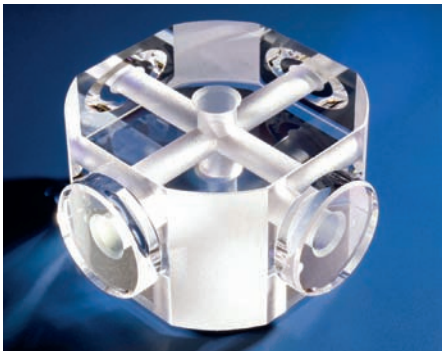


FIG. 5: Photograph of the high-finesse cavities used at the Humboldt-University Berlin for a Michelson-Morley experiment.

	I_2		CO	C_2HD
Absorption wavelength	532 nm	508 nm	1565 nm	1064 nm
Laser source	Nd:YAG (or laser diode)		laser diode	Nd:YAG (or laser diode)
Spectroscopy	MTS, FMS, or fluorescent spectroscopy		NICE-OHMS	
Gas temperature	(approx. -10 °C)		room temperature	
Clock stability	4×10^{-15} at 3000 s (lab demonstrated)	1×10^{-14} (estimated)	$2..4 \times 10^{-16}$ (estimated)	1×10^{-14} at 600 s (lab demonstrated)

TABLE 2: Comparison of spectroscopy methods for STAR1.

The cavity setup will include two cavities for redundancy that are proposed to be realized as two crossed cavities in one monolithic ULE block. The main criticality is the thermal requirement where a first estimate yields to a required 0.1 µK to 1 µK temperature stability for obtaining a frequency stability of $1 \cdot 10^{-15}$. As the absolute temperature is not critical, a passive shielding using multilayer insulation foil is assumed to be adequate. A photograph of the crossed cavities used in the Berlin experiment is shown in Fig. 5.

6 STAR2 AND STAR3: OPTICAL CLOCK AND FREQUENCY COMB DEVELOPMENT

The follow on missions STAR2 an STAR3 will use atomic references with improved frequency stability below 10^{-15} in combination with an optical frequency comb. STAR3 also includes a downlink for comparison with Earth-based clocks. Candidate clocks are thermal atomic beam clocks, single-ion and lattice clocks. They are all state-of-the-art laboratory technologies which demonstrated the required frequency stability.

Clocks based on thermal atomic beams represent a possible atomic standard for STAR2 which can be realized very compact. They state a well-established technology e.g. based on laser-cooled neutral Ca atoms [10]. STAR3 will use single-ion or lattice clocks. Single-ion clocks using Hg^+, Al^+, Yb^+ and Sr^+ ions are demonstrated in laboratory setups. Lattice clocks using neutral Sr and Yb atoms are also possible clocks for STAR3.

Optical frequency combs can guarantee optical frequency comparisons to a few parts in 10^{-19}. A frequency comb for drop-tower application with peak decelerations up to 50 g has been developed by Menlo Systems GmbH (Martinsried, Germany) and is tested by the Center for Applied Space Technology and Microgravitation (ZARM, Bremen) in a DLR project. Femtosecond laser technology for space applications is currently developed in a cooperation of the University of Applied Sciences Konstanz (HTWG), the University Konstanz and Astrium GmbH – Satellites (Friedrichshafen).

7 CONCLUSION AND SUMMARY

We presented the STAR mission program which consists of three subsequent missions performing space-based tests of special and general relativity with an up to a factor of 1000 improved accuracy over ground-based experiments. In space, they benefit from quiet environment, long integration times, large velocities and large changes in gravitational potential. The STAR missions will use small satellite and advanced instrumentation technology, one specific mission goal is the education of future scientists and engineers. The payload will use optical clocks – i.e. cavity stabilized lasers, references based on Doppler-free absorption spectroscopy, thermal beams, cooled atoms, trapped ions or lattice clocks – in combination with an optical frequency comb.

8 ACKNOWLEDGMENTS

The STAR mission is a collaboration of institutions in the USA, Saudi-Arabia and Germany. The friendly, motivating and effective atmosphere is highly appreciated. The authors thank Robert Byer, Sasha Buchman, John Lipa and Ke-Xun Sun from Stanford University, John Hall from NIST, Peter Worden, Belgacem Jaroux and Brian Lewis from NASA Ames, Turki Al-Saud and Haithem Altwaijry from KACST, Hansjörg Dittus and Tim van Zoest from DLR Bremen, Claus Lämmerzahl and Sven Herrmann from ZARM Bremen and Achim Peters and Klaus Döringshoff from Humboldt-University Berlin for their support.

REFERENCES

[1] C. Lämmerzahl, H. Dittus, A. Peters, S. Schiller: 'OPTIS: a satellite-based test of special and general relativity', Class. Quantum Grav., 18:2499-2508 (2001)

[2] C. Lämmerzahl, I. Ciufolini, H. Dittus, L. Iorio, H. Müller, A. Peters, E. Samain, S. Scheithauer, S. Schiller: 'OPTIS – An Einstein mission for improved tests of Special and General Relativity', Gen. Rel. Grav., 36:2373 (2004)

[3] M. E. Tobar, P. Wolf, S. Bize, G. Santarelli, V. Flambaum: 'Testing local Lorentz and position invariance and variation of fundamental constants by searching the derivative of the comparison frequency between a cryogenic sapphire oscillator and hydrogen maser', Phys. Rev. D, 81(2):022003 (2010)

[4] C. Braxmaier, H. Müller, O. Pradl, J. Mlynek, A. Peters: 'Test of Relativitiy Using a Cryogenic Optical Resonator', Phys. Rev. Lett., 88:010401 (2002)

[5] S. Herrmann, A. Senger, K. Möhle, M. Nagel, E. V. Kovalchuk, A. Peters: 'Rotating optical cavity experiment testing Lorentz invariance at the 10^{-17} level', Phys. Rev. D, 80:105011 (2009)

[6] C. Eisele, A. Y. Nevsky, S. Schiller: 'Laboratory Test of the Isotropy of Light Propagation at the 10^{-17} level', Phys. Rev. Lett., 103:090401 (2009)

[7] S. Ressel: 'Integration Technologies for Optical Components and Design of a High Precision Interferometer', Bachelor Thesis, HTWG Konstanz (2009)

[8] S. Ressel, M. Gohlke, D. Rauen, T. Schuldt, W. Kronast, U. Mescheder, U. Johann, D. Weise, C. Braxmaier: 'Ultrastable assembly and integration technology for ground- and space-based optical systems', Appl. Opt. 49, 4296-4303 (2010)

[9] J. Ye, L.-S. Ma, J. L. Hall: 'Ultrastable Optical Frequency Reference at 1.064 nm Using a C_2HD Molecular Overtone Transition', IEEE Trans. Instrum. Meas., 56(2):673-676 (2007)

[10] C. Degenhardt et al: 'Calcium optical frequency standard with ultracold atoms: Approaching 10^{-15} relative uncertainty', Phys. Rev. A, 72(6):062111 (2005)

Als einer der weltweit führenden Hersteller von mechanischen Sprüh- und Dosiersystemen für die pharmazeutische und kosmetische Industrie sind wir mit unseren Produkten auf allen Kontinenten vertreten. Das verdanken wir der Innovationskraft und Erfahrung unserer über 600 Mitarbeiter. Steigen Sie bei uns ein und auf – an unseren Standorten Radolfzell und Eigeltingen.

Was Sie mitbringen:
Sie haben Ihr technisches oder naturwissenschaftliches Studium erfolgreich abgeschlossen und sind nun auf der Suche nach einer neuen Herausforderung. Sie überzeugen durch Teamfähigkeit, Flexibilität, Überzeugungskraft und einer selbstständigen Arbeitsweise. Sehr gute Englischkenntnisse runden Ihr Profil ab.

Was wir bieten:
Wir sind ein modernes und innovatives Unternehmen mit einer offenen Unternehmenskultur. Durch kontinuierliche Weiterentwicklung verbunden mit attraktiven Karrieremöglichkeiten binden wir unsere Mitarbeiter langfristig an das Unternehmen. Teamorientierte Arbeit ist bei uns selbstverständlich. Dennoch fördern flexible Arbeitszeiten und ein internationales Umfeld die selbstständige Arbeitsweise und bieten Freiräume für eigenverantwortliches Handeln.

Wie Sie sich bewerben:
Wenn Sie in einem wachsenden und zukunftsorientierten Unternehmen eine neue Herausforderung suchen, dann informieren Sie sich auf unserer Homepage über aktuelle Stellenangebote oder senden Sie uns Ihre Initiativbewerbung per Post oder per E-Mail an karriere@aptar.com.

Für Ihre Fragen steht Ihnen Kathrin Hofacker unter Telefon 07732/801-428 gerne zur Verfügung.

ING. ERICH PFEIFFER GMBH Öschlestr. 54–56 | 78315 Radolfzell | Germany | www.aptar.com

AKTUALISIERTE + ERWEITERTE AUFLAGE

Christiani AKADEMIE
Weiterbildung Technik

SPS-Technik SIMATIC®S7

In nur 6 Monaten zum anerkannten SPS-Spezialisten

Mit dem Christiani-Fernlehrgang SPS-Technik

- können Sie sich qualifizieren und weiterbilden ohne Arbeits-/Verdienstausfall
- erreichen Sie in kürzester Zeit Ihr Qualifizierungsziel
- eignen Sie sich die Fähigkeit an, Lernprozesse selbstständig zu planen und durchzuführen
- können Sie in regelmäßigen Abständen Ihre fachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten überprüfen

Mehr Informationen und unser komplettes Lehrgangsprogramm finden Sie unter: www.christiani-akademie.de

MODELLGETRIEBENE SOFTWAREENTWICKLUNG AUF DER GRUNDLAGE REALER GESCHÄFTS-PROZESSOPTIMIERUNG

Michael Grütz

Prof. Dr. rer. pol. Michael Grütz

Studium der Informatik mit Nebenfach BWL und Promotion an der Uni Erlangen, Projektleiter bei der Forschungsgruppe Medizinökonomie Nürnberg, zweimaliger Preisträger des Gesundheitsökonomiepreises des Bundesministers für Arbeit und Soziales. Seit 1985 Hochschullehrer für Systemanalyse, Operations Research und Krankenhausmanagement an der Fakultät Informatik, Studiengang Wirtschaftsinformatik. Ehemaliger Leiter des Steinbeistransferzentrums „Betriebliche Systemforschung".

Bei dem Großteil der Unternehmen weltweit ist es gängige Praxis, die gesamte Geschäftsabwicklung in Modellen abzubilden: Man spricht von der **G**eschäfts**p**rozess**m**odellierung **(GPM)**. Viele Anwender bilden ihre Geschäftsprozesse mit dem Tool „ARIS" aus dem Hause IDS Scheer ab (z.B. zwei Drittel der sog. „DAX 30-Unternehmen"). So werden regelrecht Unternehmensmodelle erstellt, ohne konkrete Absichten in Richtung Softwareentwicklung zu verfolgen: die sog. Business Domain Modellierung. Natürlich dient diese vorrangig dem Einsatz von ERP-Systemen (**E**nterprise **R**esource **P**lannning) auf der Grundlage von Geschäftsprozessanalysen und -optimierungen.

Leider laufen häufig anzutreffende sog. Geschäftsprozess-Optimierungen Gefahr, in Wirklichkeit Suboptima zu erzeugen: Das Geschäftsprozess-Reengineering wird oft als reine Prozessverkürzung missverstanden. Anhand einer prozesskostenorientierten Betrachtung (Kaplan 1999), die auf einem Vergleich etwa mit den Opportunitätskosten basiert, soll das Vorgehen einer **„realen" Optimierung** (Kallrath 2007) am Beispiel einer Anwendung im Krankenhausbereich aufgezeigt werden!

Entsteht die Notwendigkeit des weiteren Einsatzes von Informationstechnik, sind moderne Softwareentwicklungsmethoden ab den sog. „frühen Phasen" vorgesehen. Bereits mit Beginn der Analysephase wird ein professionelles Vorgehen unabdingbar, der Einsatz von Tool-Unterstützung unumgänglich. Hier bietet sich beispielsweise das Produkt „Rational Software Architect" (RSA) von der Marke „IBM Rational" an.

Wenn von der „business domain" auf die Softwareentwicklungsumgebung verlagert werden soll, entsteht somit ein Bruch: Wie gelangen die Informationen des **GPM** in den Softwareentwicklungsprozess? Denn viele Informationen können direkt übernommen werden. Tatsächlich ist ein sog. „Mapping" von ARIS nach RSA möglich: Mithilfe einer Schnittstellensoftware aus dem Hause „Reischmann Informatik Gmbh" lassen sich Artefakte aus dem ARIS-Umfeld in den „IBM Rational Software Architect" für den weiteren Softwareentwicklungsprozess überführen!

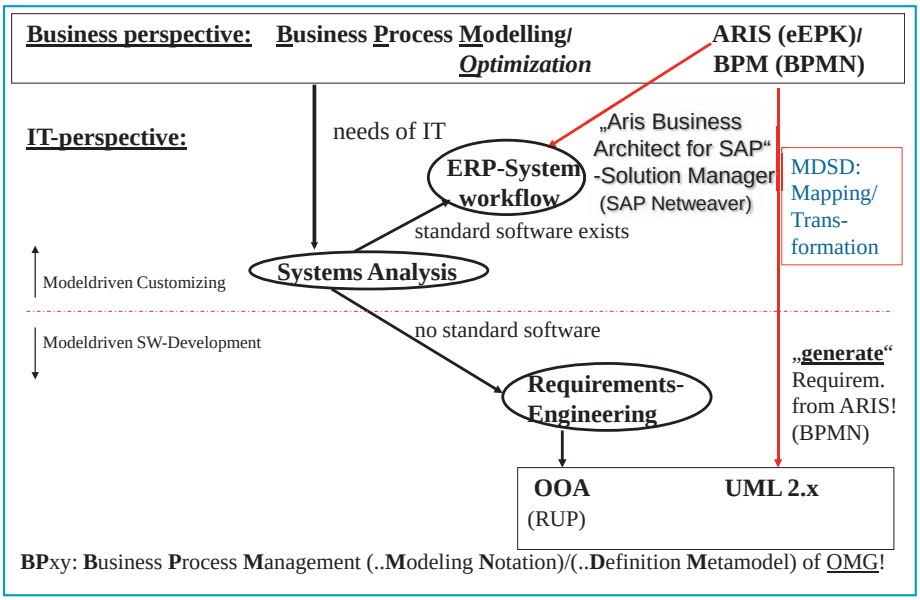
Liegen also die Ergebnisse einer realen Geschäftsprozessoptimierung vor, werden diese in Konstrukten der professionellen Softwareentwicklung weiter bearbeitet. Dieses Vorgehen, von der Optimierung der Geschäftsprozesse bis zum Start des eigentlichen Softwareentwicklungsprozesses, soll hier beschrieben werden.

0 DIE VISION: WIRTSCHAFTS-INFORMATIK UND „MODEL DRIVEN SOFTWARE DEVELOPMENT" (MDSD)

Auf der Grundlage des „Model Driven Software Development" ergeben sich für die moderne Wirtschaftsinformatik neue Perspektiven. Diese lassen sich in zwei Sichten unterscheiden: die Geschäftsperspektive und die Perspektive der Informationstechnik (IT), beide sind in der Abbildung auf Seite 37 dargestellt!

Die Geschäftsperspektive blickt auf ein Unternehmensmodell, das mit Hilfe der Methoden der „Geschäftsprozessmodellierung/-optimierung" erstellt wurde: Vielfach bewährt hat sich in der Praxis die „**A**rchitektur integrierter **I**nformations-**S**ysteme" **(ARIS)**.

Im Bereich der Geschäftsprozesse praktiziert man diese Modellierung, ohne einen anschließenden Softwareentwicklungsprozess vor Augen zu haben: Hier soll der jeweilige Ablauf festgehalten werden, um eine Überprüfung auf Wirtschaftlichkeit (Optimierung, Prozesskostenanalyse) durchführen zu können und anschließend den Einsatz von ERP-Systemen zu erleichtern (Misof, o.J.). Diese Modelle eignen sich auch hervorragend, um Mitarbeiter zu schulen und auf ihre Aufgaben vorzubereiten, desweiteren sind gegenwärtig sogar Überprüfungen zum betrieblichen Datenschutz angedacht. Erst an zweiter Stelle steht die Idee, Informationen für einen



möglichen Softwareentwicklungsprozess bereit zu stellen oder eine „modellgetriebene Modifikationsentwicklung“ zu betreiben (ABAP/4, Java add-ons).

Ganz aktuell wurden und werden von Seiten der „Object Management Group“ (OMG), einer Standardisierungsinitiative mehrerer Herstellerunternehmen, eigene Modellierungsstandards als Ergänzung zum bereits seit geraumer Zeit definierten Standard der „Unified Modelling Language“ (UML) entwickelt: Business Process Management (BPM) mit der Business Process Modeling Notation (BPMN) und der Definition eines Metamodells. Leider gibt es über die Arbeit mit diesen neuen Standards noch wenige Erfahrungen in der Unternehmenspraxis. Dass die OMG sich der Thematik „Geschäftsprozessmodellierung“ annimmt, zeigt, dass der UML-Standard nicht hinreichend für die Komplexität von Geschäftsprozessen ist: Aktivitätsdiagramme stellen eine grobe Vereinfachung dar, genauso wie eEPKs von ARIS alleine auch nicht hinreichend sind!

Entsteht der Bedarf für Informationstechnik, öffnet sich die Sicht der **IT-Perspektive:** Zu Beginn eines jeden derartigen Projektes steht die **Systemanalyse.** Sie führt zu zwei möglichen Konsequenzen:

- Es stellt sich heraus, dass die ermittelten Anforderungen mit **Standardsoftware** abgedeckt werden können.
- Die Anforderungen lassen sich **nicht** mit **Standardsoftware** abbilden.

Im **ersten** Fall lässt sich aus den Geschäftsprozessmodellen mit speziellen Tools der Einsatz von ERP-Systemen rationell bewerkstelligen (z. B. ARIS Business Architect for SAP in Kooperation etwa mit dem Solution Manager von SAP). Sog. Workflow-Softwareprodukte können direkt aus den ARIS-Artefakten Anwendungslösungen konstruieren. Insofern ist der im Folgenden darzustellende Ansatz des „Model Driven Software Development“ im Bereich der sog. Workflow-Anwendungen schon realisiert (Allweyer 2007, Kahl 2005)!

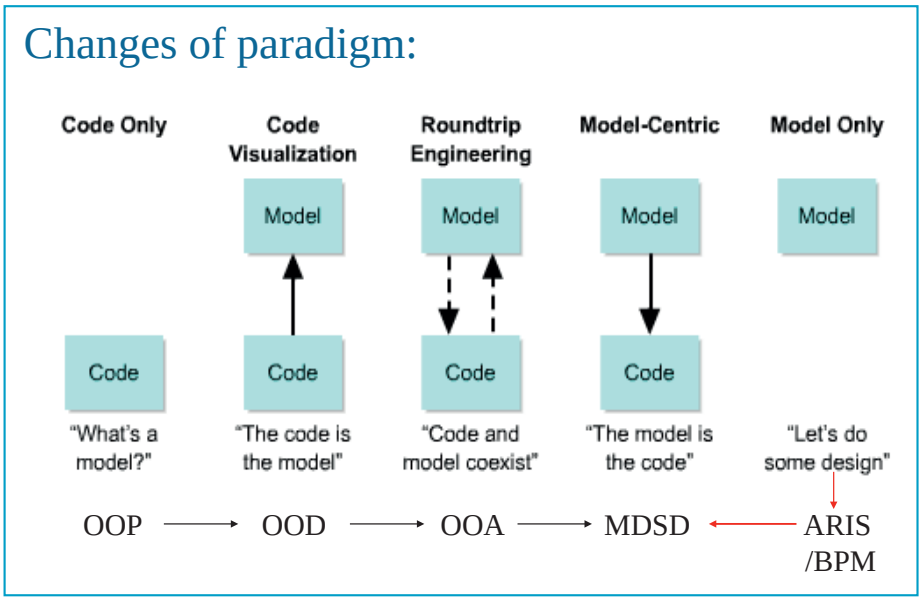
Im **zweiten** Fall muss der typische Softwareentwicklungsprozess angestoßen werden: Jetzt öffnet sich die Welt der „Softwareengineeringtools“ wie die der Marke IBM Rational. Zunächst wird das „Anforderungsmanagement“ im Rahmen des „Requirements Engineering“ angestoßen: Ziel ist es dabei, erste Modellierungen – heute meist in UML-Notation (Unified Modelling Language) – zu erstellen. Auf der Grundlage eines sog. Vorgehensmodells (von IBM Rational z.B. der Rational Unified Process, genannt „RUP“) werden die Phasen von der OOA (objektorientierten Analyse) über OOD (OO Design) bis zur OOP (OO Programmierung) durchlaufen.

Um die Jahrtausendwende hat die OMG einen Softwareentwicklungsprozess definiert, der weitestgehende Automatisierung verspricht: „Model Driven Software Development“ (MDSD) oder die sog. „MDA“ (Model Driven Architecture). Hierbei werden durch Transformationen Modelle auf andere Modelle abgebildet, bis schlussendlich zumindest als Vision am Ende ein automatisch generierter Code herauskommt.

Dieser neue Softwareentwicklungsansatz kann von der Wirtschaftsinformatik unterstützt werden: Nach abgeschlossener realer Optimierung eines Geschäftsprozesses wird dessen Modell – etwa in ARIS erstellt – durch mapping in ein „UML“-Modell (Unified Modelling Language) für weitere Transformationen gewandelt. Die „requirements“ werden aus der ARIS-Welt in die UML-Welt übertragen. Selbiges geht natürlich auch mit der BPMN-Notation der OMG, die in den aktuellen ARIS-Versionen ebenfalls vorgehalten wird!

0.1 Die Entwicklung zum Modell

Am Anfang der Programmierung war der Code, in der Objektorientierung wurde von der „objektorientierten Programmierung“ (OOP) gesprochen! Mit zunehmender Professionalisierung kam die Idee der Modellbildung im OOD (objektorientiertes Design) und dann in der OOA (objektorientierte Analyse) auf: Darstellungen, die in ihrer Abstraktion den zu beschreibenden Sachverhalt möglichst präzise und prägnant wiedergeben. In Zeiten der sog. „Case“-tools waren Modell und Code im wechselseitigen Einsatz



vorzufinden: Die im Modell vollständig erfasste Information konnte in Einzelfällen zu automatischen Codegenerierungen geführt werden und wurde als Zukunft der Softwareentwicklung gefeiert. Was damals an der Komplexität der zu erstellenden Modelle und am Nichtvorhandensein von Standards scheiterte, könnte heute dank UML-Notation im Rahmen des „MDSD" zum Durchbruch gelangen!

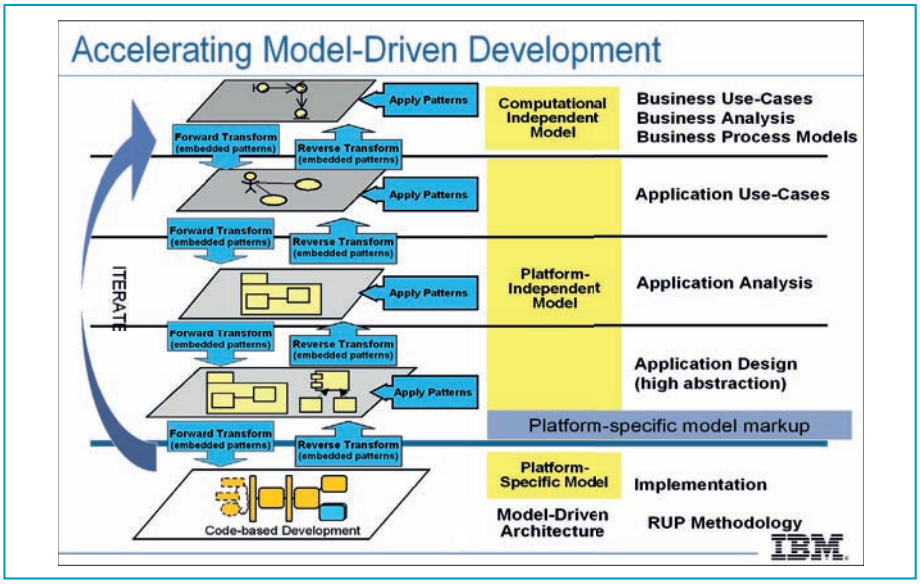
Der Paradigmenwechsel manifestiert sich: Die historische Entwicklung von der OOP bis zur OOA mündet künftig womöglich in den MDA/MDSD-Ansatz, der für Anwendungen aus der Wirtschaftsinformatik via BPMN/ARIS unterstützt werden kann.

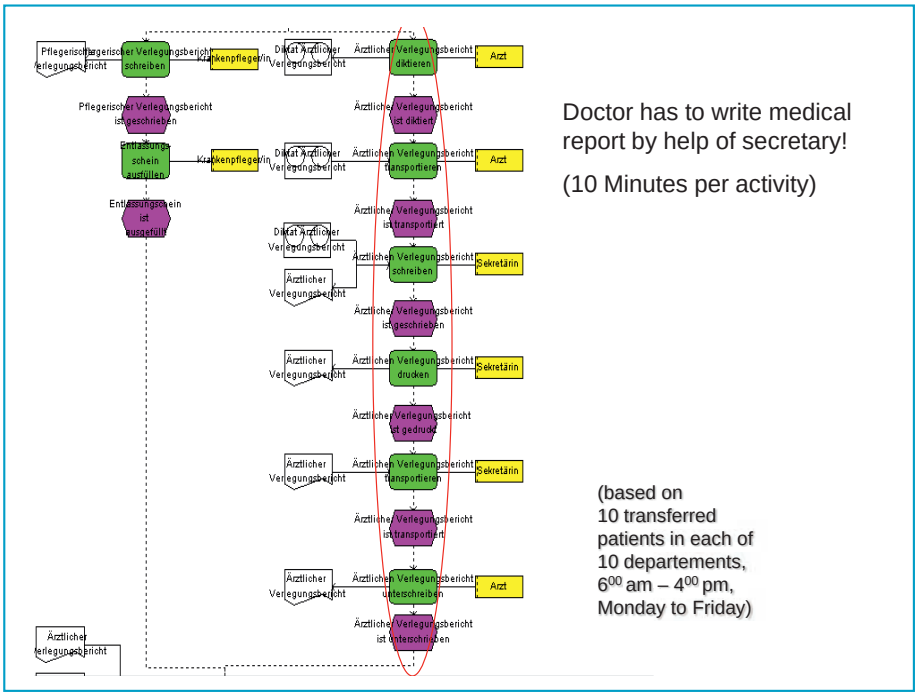
0.2 Der Ansatz des „Model Driven Software Developments" (MDA)

Auf der anwendungsnahen Ebene (Business domain) wird das „Computational Independent Model (CIM) erstellt. Hieraus wird das „Platform Independent Model" (PIM) abgeleitet, das schließlich zum „Platform Specific Model" (PSM) implementationsnah gewandelt wird: Aus diesem lässt sich dann der angestrebte Code automatisch generieren. Zwischen den einzelnen Schritten finden Transformationen (in beiden Richtungen) statt, es werden die passenden „Muster" (patterns) ausgewählt:

1 FALLSTUDIE KRANKENHAUS: VERLEGUNG EINES PATIENTEN VON DER ABTEILUNG „HALS NASEN OHREN" (HNO) IN DIE ABTEILUNG „INNERE MEDIZIN"

Für die weiteren Darstellungen sei das folgende Fallbeispiel verwandt, das u.a. von Studierenden in einem Projekt der FH Harz unter Leitung von Prof. Dr. Scheruhn erstellt wurde: In einem Universitätsklinikum (durchschnittlich ca. 2000 belegte Pflegebetten) wurde festgestellt, dass bei den täglich anfallenden ca. 100 Patientenverlegungen zwischen den **zehn** Abteilungen die Verweildauer einiger Patienten unnötig verlängert wird. Am Beispiel der „Hals-Nasen-Ohren"-Abteilung soll dies stellvertretend analysiert werden: Im Mittel müssen **zehn** Patienten täglich von der „HNO" in die Abteilung „Innere Medizin" verlegt werden. Von Seiten der Ärzteschaft ist diese Verlegung zu dokumentieren. Der diensthabende Arzt greift zu seinem Diktiergerät und spricht seinen Bericht auf Tonband. Nach dem Diktat wird das Tonband zur Stationssekretärin gebracht. Diese hat die Aufgabe, diesen Text zu schreiben und auszudrucken. Das gedruckte Dokument wird anschließend im Büro des Arztes abgelegt, damit dieser es unterschreiben kann. Nach diesem Arbeitsschritt „wandert" das unterzeichnete Dokument in einen Ablagekorb, auf welchen die Pflegekräfte der Abteilung „Innere Medizin" jederzeit Zugriff haben. Bei der Durchführung der Verlegung des Patienten wird der Verlegungsbericht in die jeweilige Station der Inneren Medizin mit-





genommen. Die Patientenverlegung muss zwischen 6.00 Uhr um 16.00 Uhr eines Arbeitstages (Montag bis Freitag) erfolgen, andernfalls verlängert sich der Aufenthalt um mindestens einen Tag!

Im Detail stellt sich der betrachtete Teilprozess (Dauer ca. 60 Minuten) wie folgt dar, wobei vereinfacht für jede Aktivität ca. **10** Minuten anzusetzen sind (somit können pro Pflegetag genau **zehn** Patienten verlegt werden!):

2 GESCHÄFTSPROZESS-REENGINEERING VERSUS-OPTIMIERUNG

Bei der praktischen Anwendung der Geschäftsprozessanalyse treten viele Mythen auf, zumindest die beiden folgenden sollen hier „relativiert" werden:

- **Optimierung,** meint eben nicht bloße „Verbesserung", sondern setzt die Existenz von Alternativen oder Optionen voraus, von denen – nach wirtschaftlichen Kriterien betrachtet – die beste gewählt wird! (Kallrath 2007)
- Ein Geschäftprozess ist nicht irgendein Ablauf im Unternehmen, sondern zeichnet sich durch **wertschöpfende** Eigenschaften aus und sollte u.a. im Hinblick auf die mit diesem einhergehenden Opportunitätskosten betrachtet werden!

Vereinfacht dargestellt fragt das Geschäftsprozess-Reengineering (GPR) „nur" nach Verkürzungsmögichkeiten im Ablauf mit dem Ziel, Durchsatz und Produktivität per sé zu erhöhen. Damit steht beim GPR natürlich die Zahl notwendiger Aktivitäten/Funktionen im Vordergrund der Analyse: In der Ausgangsituation sind **sechs** Aktivitäten vorgesehen! Es wäre jedoch eine Verkürzung auf **vier** Aktivitäten denkbar: Mit Hilfe von „voicemail", dem Erstellen einer Audiodatei, die via Intranet zur Sekretärin übertragen wird und von dieser als elektronische Datei geschrieben werden kann, wird ein Ausdrucken des Verlegungsberichts auf einem zu installierenden Drucker beim Arzt möglich. Die noch fehlende Unterschrift kann in seinem Büro geleistet werden.

Eine weitere Verkürzung des Prozesses auf nur noch **drei** Aktivitäten ist unter Verwendung einer „Schreibsoftware" wie „dragon naturally speaking" oder „IBM viavoice" und einem Drucker im Büro des Arztes möglich. Somit ergibt sich als Ergebnis des GPR ein kürzestmöglicher Prozess, der nur noch drei Aktivitäten als Minimum benötigt, mit **Optimierung** hat dies jedoch nichts gemein!

Eine reale Geschäftsprozessoptimierung sollte **nicht** nach der **minimalen** Anzahl von Aktivitäten fragen, sondern nach der **wirtschaftlichsten** Organisation des Prozesses:

- Bei der Organisation des Prozesses mit **vier** Aktivitäten müssen die Zusatzkosten für „voice-mail" und Drucker in Ansatz gestellt werden. Diese Organisation ist nur dann als wirtschaftlich anzusehen, wenn diese Mehrkosten geringer als die hier anzusetzenden **„Opportunitätskosten"** sind.
- Bei Organisation des Prozesses mit **drei** Aktivitäten kommen die Zusatzkosten für den „voice-master" und den Drucker hinzu. Auch diese Variante ist nur dann akzeptabel, wenn diese geringer als die hier anzusetzenden **„Opportunitätskosten"** sind.

Die **Opportunitätskosten,** die bei Verkürzung des Prozesses und damit womöglich auch der Patientenverweildauer anfallen, betragen im Krankenhaus:

- = 0, wenn die Verkürzung keinen Nutzen stiftet! Dies ist dann der Fall, wenn parallele Aktivitäten mehr Zeit benötigen (z. B. das Warten auf die Ergebnisse der Kernspintomographie).
- >= Hotelkosten, wenn keine Nachfrage nach dem frei werdenden Patientenbett besteht, die entstehende Kapazität also nicht für einen anderen Patienten genutzt werden kann.

- >= Deckungsbeitrag, wenn Nachfrage nach dem freiwerdenden Patientenbett besteht, die entstehende Kapazität für einen anderen Patienten genutzt werden kann. Der Deckungsbeitrag ergibt sich vereinfacht aus dem Erlös pro Fall abzüglich der fallspezifischen, variablen Kosten (zur Deckung der Fixkosten und des zu erwirtschaftenden Gewinns!).

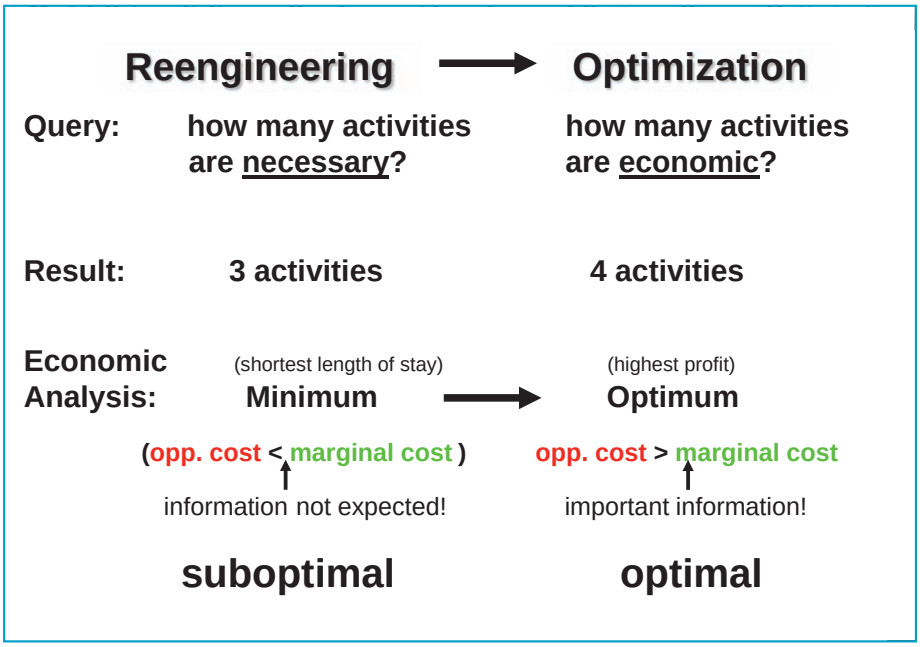
Schlechtestenfalls – bei nicht vorhandener Kostentransparenz – können die Opportunitätskosten als **„willingness to pay"** angesetzt werden: Das Management gibt an, was ihm das Verkürzen eines Prozesses „wert" ist! Beispielsweise könnte das Marketing eines Automobilherstellers die Verkürzung der gesamten Produktionszeit für ein Fahrzeug als Chance sehen, dem Wettbewerb Aufträge abzunehmen … Die potenzielle Umsatzerhöhung hilft die „willingness to pay" zu quantifizieren!

2.1 Die Sicht der Betriebswirtschaft: die Grenzkosten

Eine betriebswirtschaftliche Bewertung der Organisationsalternativen konzentriert sich auf den Nutzen der Prozessverkürzung im Hinblick auf die damit einhergehenden **Grenzkosten.** Sind diese geringer als die anzusetzenden **„Opportunitätskosten"?**

Zahlenbeispiel:
Basis sei ein Pflegetag mit im Mittel **zehn** zu verlegenden Patienten in **zehn** Abteilungen!

- Dauer jeder Aktivität: 1 Zeiteinheit
- Opportunitätskosten: 1000 € pro Zeiteinheit (realisierbar, wenn mindestens **zehn** Patientenverlegungen nicht auf den Folgetag warten müssen oder sogar früher stattfinden können!)
- Zusätzliche Prozesskosten für **zehn** Abteilungen bei



6 Aktivitäten (Schreibpersonal und Tagesmieten für neue Geräte): 1500 €
4 Aktivitäten (Schreibpersonal und Tagesmieten für SW voice**mail** + Drucker): 3000 €
3 Aktivitäten (Tagesmieten für SW voice**master** + Drucker): 4500 €

Berechnung der Grenzkosten für das Beispiel:
Bei Verkürzung von **6** auf **4** Aktivitäten betragen die **Grenzkosten:**
3000–1500 = 1500/2 Zeiteinheiten
= **750 €**/Zeiteinheit!
Bei Verkürzung von **4** auf **3** Aktivitäten betragen die **Grenzkosten:**
4500–3000 = **1500 €**/Zeiteinheit.

2.2 Vergleich Opportunitätskosten/ Grenzkosten

Die Opportunitätskosten betragen 1000 €/ZE.

1000 €/ZE > **750** €/ZE → 4 Aktivitäten sind wirtschaftlich, die Opportunitätskosten sind **höher** als die Grenzkosten!
Es können 2 x 250 € = 500 € an Kosten eingespart werden!

1000 €/ZE < **1500** €/ZE → 3 Aktivitäten sind unwirtschaftlich, die Opportunitätskosten sind **kleiner** als die Grenzkosten!
Der **Verlust** dieser kostspieligen Variante beträgt **500 €**!

Konsequenz für die Entscheidungsfindung:
Um 15.30 Uhr wäre für einen Patienten beim Geschäftsprozess mit **4** Aktivitäten eine Verlegung am gleichen Tag nicht mehr möglich: es entgingen Opportunitätskosten in Höhe von **1000,– €**!

Hätte man für **3** Aktivitäten entschieden, könnte der Patient noch verlegt werden! Aber: Den **Mehrkosten** von **1500,– €** (in 10 Abteilungen) stünden Opportunitätskosten in Höhe von **1000,– €** entgegen, das Uniklinikum würde täglich **500,– €** „drauf" zahlen.

Würde man also – wie beim reinen Reengineering angedacht – die kürzestmögliche Variante wählen, hätte dies zwar zu einer **kürzeren** Verweildauer geführt, der tägliche Verlust von 500,– € wäre jedoch gar nicht als unwirtschaftlich erkannt worden! Das Vorgehen nach dem reinen Reengineering kann also **suboptimal** geraten:

Als Begründung für das Vorgehen des reinen Verkürzens beim Reengineering

werden in der Praxis die hohe Komplexität der Prozesse und die Schwierigkeiten der Kostenerfassung angeführt. Natürlich ist die Voraussetzung jeglicher Optimierung das Vorhandensein von Daten über die Prozesskosten. Die Potenziale der Prozesskostenanalyse mit Tools wie dem „ARIS Business Optimizer“ stellen eine Option dar!

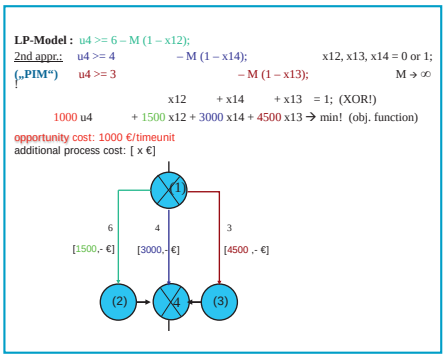
3 REALE OPTIMIERUNG MIT MODELLEN DES OPERATIONS RESEARCH – DIE SICHT DER WIRTSCHAFTSINFORMATIK: DIE PROZESSKOSTEN

Die Wirtschaftsinformatik hält alternative Betrachtungsweisen für diesen Fall **diskreter** Verkürzungsstrategien vor: Zum einen kann eine Prozessoptimierung mit Tools wie dem „ARIS Business Simulator“ angegangen werden. Zum anderen bietet sich eine Modellierung mit der Linearen Programmierung **(LP),** einer Teildisziplin des Operations Research, an. Die Organisationsalternativen lassen sich mit ihren Zeitdauern als Netzplan visualisieren (im Sinne eines „Meta-MDSD“ das „CIM“-Modell). Der Modellierungsansatz der Wirtschaftsinformatik führt natürlich zu den gleichen Ergebnissen wie die rein betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise! Hier das obige Beispiel mit denselben Annahmen als **LP**-Modell:

- Dauer jeder Aktivität: 1 Zeiteinheit
- Opportunitätskosten: 1000 € pro Zeiteinheit
- Zusätzliche Prozesskosten bei 6 Aktivitäten (neue Geräte): 1500 €
  4 Aktivitäten (SW für voicemail + Drucker): 3000 €
  3 Aktivitäten (SW für voicemaster + Drucker): 4500 €

Im folgenden Netzplan betragen die gesamten Prozesskosten für die jeweilige Geschäftsprozessalternative:
1–2 : 7500 € (6 x 1000 + 1500)
1–4 : 7000 € (4 x 1000 + 3000)
1–3 : 7500 € (3 x 1000 + 4500)

Die Optimallösung ist eindeutig Pfad 1–4 mit 7000 € Kosten:



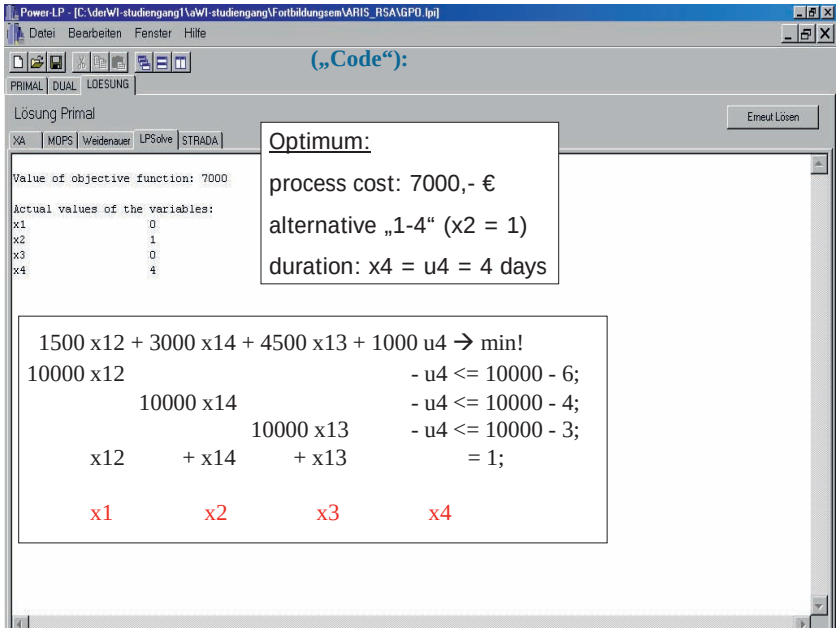
Auf der Metaebene liegt jetzt das „PSM“-Modell vor, das durch Aufrufen der Lösung in Code transformiert wird. Leistungsfähige „Solver“ (Softwareprodukte zur Lösung von LP-Ansätzen) bringen die erwartete Lösung des Problems:

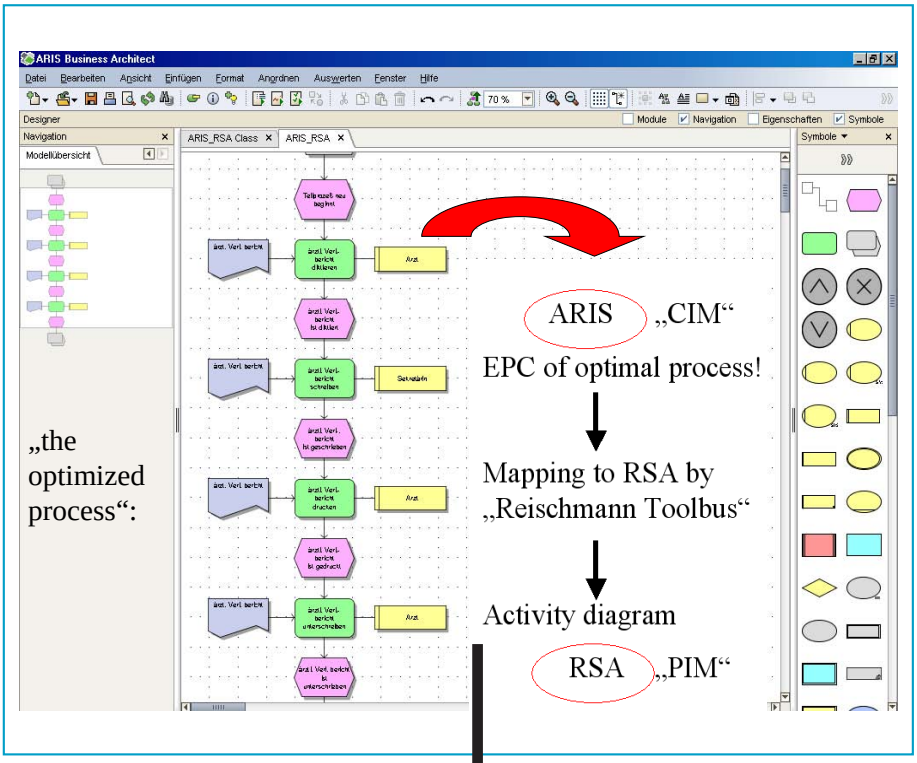
Der aufgezeigte Lösungsweg inkl. Solveraufruf lässt sich in ein Tool zur Geschäftsprozessanalyse benutzerfreundlich einbetten. Von einem Münchner Softwarehersteller wurde das Konzept zur realen Optimierung in ein **ERP**-Produkt integriert (Göltner 2004).

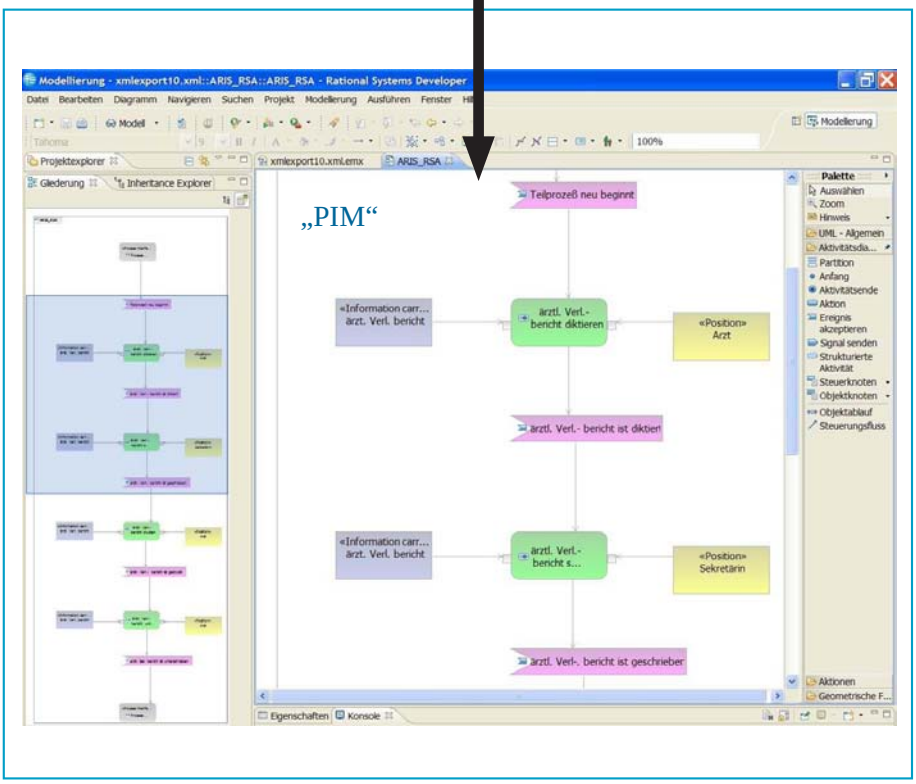
4 ARIS-RSA MAPPING: EPK VERSUS AKTIVITÄTSDIAGRAMM

Nachdem nun das Ergebnis einer „realen“ Geschäftsprozessoptimierung vorliegt, kann auf dieser Grundlage der Softwareentwicklungsprozess anschließen: Das Modell in ARIS – als ereignisorientierte Prozesskette modelliert – wird nun auf eine UML-basierte Softwareentwicklungsumgebung für die weitere Vorgehensweise durch „mapping“ übertragen:

Über eine XML-Schnittstelle kann die EPK aus dem ARIS Business Architect in das IBM-Produkt „Rational Software Architect“ (RSA) importiert werden: es wird ein Aktivitätsdiagramm erstellt. Weitere Informationen aus ARIS lassen sich als „Stereotypen“ in das UML-Modell einbringen. Diese „Mapping“ Funktion wird durch ein spezielles Tool aus dem Hause „Reischmann Informatik Gmbh“ ermöglicht: Die Schnittstellensoftware setzt wie RSA auf der Basis des Eclipse-Frameworks auf, was die Integration innerhalb des RSA ermöglicht.







„0“ DIE VISION: WIRTSCHAFTSINFORMATIK UND „MODEL DRIVEN ARCHITECTURE“ (MDA)

Bei der Softwareentwicklung spricht man vom **iterativen** Vorgehensprozess. Aus diesem Denken wird zum Schluss wieder auf Abschnitt „o. Die Vision“ rekurriert: Es sollte aufgezeigt werden, welches Innovationspotenzial die aktuellen Entwicklungen in Sachen „**M**odel **D**riven **S**oftware **D**evelopment“ **(MDSD)** für die Wirtschaftsinformatik beinhalten. Bei diesem Verständnis kann man die Unternehmensmodellierung als „**C**omputational **I**ndependent **M**odel“ **(CIM)** betrachten. Im Falle des womöglich anschließenden Softwareentwicklungsprozesses stellt das aufgezeigte „mapping“ den Beginn der Aktivitäten auf dem Level des „**P**latform **I**ndependent **M**odel“ **(PIM)** dar. Die daran anknüpfenden Transformationen führen zum „**P**latform **S**pecific **M**odel **(PSM)**, Grundlage für das angestrebte, automatische Codegenerieren:

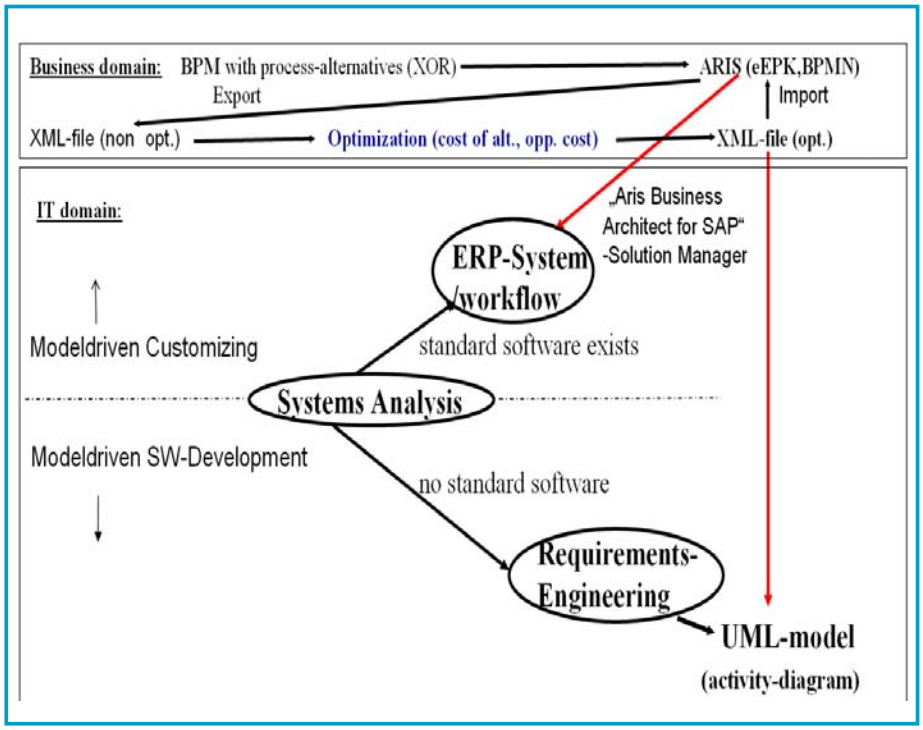
Wenn es gelingt, die Ansätze zur realen Optimierung in Prozessanalysetools zu integrieren, steht einer Umsetzung optimaler Geschäftsprozesse in Softwareapplikationen mit hohem Qualitätsanspruch nichts mehr im Wege!

LITERATUR

Allweyer, T.: Erzeugung detaillierter und ausführbarer Geschäftsprozessmodelle durch Modell-zu-Modell-Transfomationen, Tagungsband des 6. Workshops des GI-Arbeitskreises „Geschäftsprozessmanagement mit EPK (WI-EPK)“, am 29.11.2007 in St. Augustin

Herrmann, F.: Evaluierung von Standardsoftware zur Abbildung von Geschäftsprozessen, Tagungsband der AKWI-Fachtagung am 14.9.2007 an der HS Fulda

Göltner, F.: Geschäftsprozessoptimierung mittels Netzplantechnik – Interactive Calculation And Reorganization Utility Software BPR – ICARUS, Diplomarbeit, Fakultät Informatik der HTWG Konstanz, 2004



Haase, A.: Modelltransformationen in der Theorie, Java-Spektrum 2, April/Mai 2007

Kahl, T., Kupsch, F.: Transformation und Mapping von Prozessmodellen in verteilten Umgebungen mit der EPK, Tagungsband des 4. Workshops des GI-Arbeitskreises „Geschäftsprozessmodelle mit EPK"

Kallrath, R., Maindl, K.: Real Optimization with SAP APO, 2007

Kamyar, S., Dominitzki, P., Loos, P.: Einsatz von Ereignisgesteuerten Prozessketten zur Modellierung von Prozessen in der Krankenhausdomäne, 4. Workshop des GI-Arbeitskreises Geschäftsprozessmanagement mit EPK am 8.12.2005 in Hamburg

Kaplan, R., Cooper, R,: Prozesskostenrechnung als Managementinstrument, 1999

Kern, H., Kühne S.: Verarbeitung von ARIS-EPK-Modellen im Eclipse-Modelling Framework, Tagungsband des 6. Workshops des GI-Arbeitskreises „Geschäftsprozessmanagement mit EPK"

Meyer, M., Hansen, K.: Planungsverfahren des Operations Research, 1984

Misof, D.: Prozesskostenrechnung mit ARIS Business Optimizer, ARIS Expert paper

o.V.: Daimler Worldwide, Softwareentwicklung, Transport 2/2008 S. 50

Thonemann, U.: Operations Management, 2005

Völter, M., Groher, I.: Modelltransformationen in der Praxis, Java-Spektrum 2/2007

GRAPHISCHE DSLS FÜR MODELLGETRIEBENE SOFTWAREENTWICKLUNG

Ahmed Lemine, Marko Boger

Ahmed Lemine

Ahmed Ould Mohamed Lemine hat erfolgreich das Diplom Wirtschaftsinformatik Studium mit Schwerpunkt Softwareengineering an der HTWG Konstanz abgeschlossen. Danach begann er das Master-Studium im Studiengang MSI und promoviert bei Herrn Prof. Dr. Marko Boger im Bereich Modelgetriebene Softwareentwicklung.

Prof. Dr. Marko Boger

Marko Boger hat in Karlsruhe und Toulouse studiert und in Aachen und Hamburg promoviert. Nach der Promotion hat er die Firma Gentleware gegründet, die im Bereich graphischer Modellierung führend tätig ist. Er war an der Standardisierung der UML 2 als Leiter einer Arbeitsgruppe aktiv beteiligt. Seit 2009 ist er Professor für Softwareengineering und Softwarearchitektur an der HTWG Konstanz.

1 EINLEITUNG

Kernziel des Software-Engineerings ist die Steigerung von Produktivität und Qualität in der Entwicklung von Software. Hierfür hat die Informatik fortlaufend Werkzeuge und Verfahren entwickelt, zum Beispiel Compiler, Programmiersprachen, Programmierumgebungen, Modellierungssprachen, Vorgehensmodelle, Frameworks, Architekturkonzepte, Testverfahren etc. Eine der vielversprechendsten Möglichkeiten, um die Produktivität und Qualität weiter zu steigern, ist die automatische Erzeugung von Programmcode aus Modellen durch Generatoren. Dieser Ansatz wird häufig bezeichnet als modellgetriebene Softwareentwicklung oder MDSD.

Die modellgetriebene Softwareentwicklung verläuft im Wesentlichen in drei Phasen: Zunächst werden Modellstrukturen entwickelt, die erlauben die Sachverhalte einer Anwendungsdomäne auf einem für die Domänenexperten angemessenen Abstraktionsniveau auszudrücken, wie zum Beispiel die Prozesse, Strukturen, Datenströme oder Konfigurationen eines Systems. Passend zu den Modellstrukturen wird dann ein konkretes System in einem Modell formuliert. Dann wird für einen repräsentativen Auszug der Problemstellung eine Referenzarchitektur entwickelt, die gewisse Aspekte dieses Auszugs möglichst so löst, dass der Lösungsansatz verallgemeinerbar ist. Als dritter Schritt wird dann eine Abbildung von den Modellstrukturen auf die Referenzarchitektur entwickelt, die sich in einem Generator manifestiert. Damit steht dann eine automatisierte Abbildung von einem Modell in eine Implementierung der betrachteten Aspekte zur Verfügung. Durch die Änderung des Modells können ähnliche Systeme ebenfalls automatisiert entwickelt werden. Durch die Änderung des Generators kann die Lösung verbessert oder auf andere Technologien übertragen werden.

Dieser Ansatz hat ein vergleichbares Potenzial für die Steigerung der Produktivität und Qualität in der Softwareentwicklung etwa wie die Einführung von Robotern in der Automobilindustrie. Ebenso wie die Einführung von Robotern stellt die Einführung von MDSD eine erhebliche Investition dar, die sich erst nach einer vielfachen Anwendung des Prinzips auszahlt. Derzeit sind die Investitionskosten so hoch, dass viele Unternehmen noch davor zurückschrecken. Außerdem sind die Risiken wegen der Komplexität der Technologie derzeit noch hoch und die Werkzeuge nicht ausgereift, so dass Kompromisse in Kauf genommen werden müssen. Ziel unserer Froschungsarbeit ist die Investitionskosten für MDSD zu senken, die Risiken zu begrenzen und die Werkzeuge soweit auszureifen, dass die Einführung von MDSD in der Industrie eine deutlich geringere Hürde darstellt.

Das größte Potenzial zur Reduzierung der Kosten und zur Verbesserung der Werkzeuge liegt aus unserer Sicht in dem Bereich der Entwicklung der notwendigen Modellierungswerkzeuge. Die Modellierung kann prinzipiell durch zwei unterschiedliche Herangehensweisen erfolgen: Modelle können textuell oder graphisch entwickelt werden. Für die Entwicklung von textuellen Modellierungswerkzeugen stehen sehr gute Werkzeuge zur Verfügung. Diese lassen sich gut in bestehende Programmierumgebungen integrieren, sie lassen sich gut in bestehende Versionsverwaltungssysteme einbinden, damit ist die Verwendung in Teams kein größeres Problem und die Anwendung in großen Systemen gewährleistet. Sie stellen damit eine gute Lösung für eine Klasse von Modellierungsproblemen dar. Sie stoßen aber an Grenzen, wenn die Modelle komplexe Strukturen wie etwa Daten- oder Prozessflüsse, Referenzen, Schachtelungen, Vererbungs- oder Abstraktionsbeziehungen darstellen sollen. Hier sind graphische Modellierungswerkzeuge überlegen. Graphische Modellierungswerkzeuge sind bisher aber erheblich schwieriger zu entwickeln.

In Kooperation mit der Firma Gentleware AG wurde ein Framework entwickelt, das eine hoch effiziente Entwicklung von

graphischen Modellierungswerkzeugen ermöglicht. Dabei wurden wiederum Techniken der MDSD angewandt, so dass große Teile des notwendigen Codes generiert werden und die Kosten dramatisch sinken. Die Entwicklung eines einfachen graphischen Editors auf Grundlage dieses Verfahrens wird im Folgenden kurz vorgestellt.

2 ENTWICKLUNG EINER DSL MIT POSEIDON FOR DSLS

Poseidon for DSL ist ein Framework, welches in der Lage ist, schnell und mit geringem Aufwand ein graphisches Modellierungstool aus einem Model zu erstellen. Dieses Framework wird angewandt, um domänenspezifische Modellierungssprachen und die dazu notwendigen Editoren zu entwickeln. Es kann aber auch für die Entwicklung von Standardmodellierungssprachen verwendet werden. So stellt das vorgestellte Framework die Grundlage für das kommerzielle Werkzeug Poseidon for UML in der jüngsten Version dar.

Das Framework basiert auf einigen Prinzipien, die in ihrem Core Metamodel ausgedrückt sind.

Diese Prinzipien beziehen sich auf die graphische Modellierungssprache, welche wiederum aus Knoten und Kanten besteht.

Eine DSL wird durch ein Metamodell und fünf zusätzliche Modelle definiert, die als textuelle DSLs angegeben werden. Die folgende Aufzählung beschreibt die einzelnen Modelle:

- 1. Das Diagramm-Model definiert die graphische Repräsentation der Modellelemente der DSL. Jedes Element des Diagramm-Modells muss eine Referenz auf ein Element des Metamodells der DSL haben. Alle anderen Modelle sind von diesem Modell abhängig. Dort werden die Beziehungen und Bedingungen zwischen den Elementen definiert.
- 2. Ein Modell für Tools: in diesem Modell wird definiert, welche Tools zur Erstellung eines Elementes verwendet werden können. Die Tools können auf der Palette, als Rapid Button oder im Kontextmenü angezeigt werden. Die Tools können in Gruppen oder Kategorien zusammengefasst werden.
- 3. Ein Modell für die Rapid Buttons: Rapid Buttons erlauben den schnellen Zugriff auf Kanten, um sie in einem bestimmten Zusammenhang zu erzeugen und das Auflösen einer Aktion auf bestimmte Elemente zu ermöglichen. Dieses Modell beschreibt u.a., wo die Rapid Buttons positioniert werden.
- 4. Ein Modell für Beziehungsrollen: Dieses Modell definiert die Abhängigkeiten, z.B zwischen einzelnen Packages oder zwischen Packages und Classes.
- 5. Ein Modell für Eigenschaften: Im Default werden alle Eigenschaften eines Elementes in UI gezeigt, wie es zuvor im Metamodell festgelegt worden ist. Dieses Modell dient dazu, die Eigenschaften einzuschränken oder aus dem UI zu entfernen.

3 BEISPIEL: PETRI-NETZ EDITOR

In folgendem Beispiel wird Poseidon for DSLs verwendet, um ein konkretes Modellierungstool für eine graphische Modellierungssprache zu entwickeln. Als Sprache werden Petri-Netze verwendet, da sie sehr einfach und weithin bekannt sind. Man kann selbstverständlich mit diesem Framework auch sehr komplexe Diagramtypen wie Aktivitätsdiagramme, Zustandsdiagramme oder Komponentendiagramme des UML-Standards oder Prozessdiagramme wie in der BPMN erstellen.

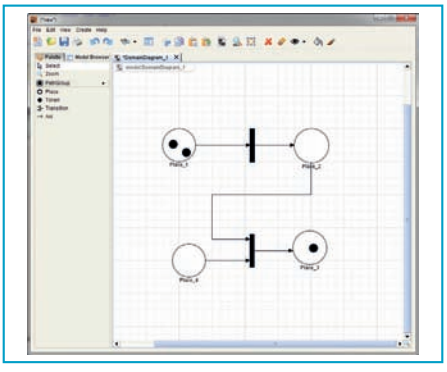


FIG. 1: Petri-Netz Editor

Folgende Abbildung zeigt das Metamodell, welches die Elemente Node, Place, Transition, Arc und Token beinhaltet.

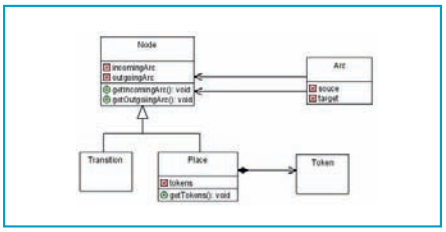


FIG. 2: Petri-Netz Metamodell

Zunächst werden die Diagrammelemente beschrieben. Dabei wird auf das Metamodellelement verwiesen, die Größe, Farbe und andere Eigenschaften festgelegt. Die Definition der Größe bezieht sich auf das in Poseidon verwendete Hintergrundraster: Die Maßeinheit ist der Abstand der Gitterpunkte. Das Element Place hat die Größe 4 Gitterpunkte (GP) und kann vergrößert werden, aber nicht kleiner als 3 GP werden. Das Token kann nicht kleiner als 1*1 GP sein und hat die Farbe schwarz. Eine Transistion hat die initiale Größe 0.5 * 4 GP, kann nicht kleiner als 0.3*0.3 GP sein und ist ebenfalls schwarz.

```
node Place {
  metamodel_element: Place
  default_size: 4 * 4
  minimum_size: 3 * 3
  can_contain: Token
}

node Token {
  metamodel_element: Token
  default_size: 1 * 1
  minimum_size: 1 * 1
  property FillColor: BLACK
}
```

```
node Transition {
  metamodel_element: Transition
  default_size: 0.5 * 4
  minimum_size: 0.3 * 0.3
  property FillColor: BLACK
}

edge Arc {
  metamodel_element: Arc
  source: Place Transition
  target: Place Transition
  property FillColor: BLACK
}
```

Darüber hinaus definiert das Modell, ob die Token in Knoten Place und Arc platziert oder zwischen Places und Transitions erstellt werden. Folgende Modelle definieren die Tools, die auf der Palette gezeigt werden und für Petri-Netze relevant sind. Dazu werden auch die Icons definiert.

```
category Petri {
  category_icon: "final-state"
  mode: maximized

  node_tool Place {
    diagram_node: Place
    icon: "circle"
  }

  node_tool Token {
    diagram_node: Token
    icon: "start-state"
  }

  node_tool Transition {
    diagram_node: Transition
    icon: "join-node-horizontal"
  }

  edge_tool Arc {
    diagram_edge: Arc
    icon: "association-right"
  }
}
```

An dieser Stelle kann der Petri-Netz Editor bereits generiert und ausgeführt werden. Der Editor kann schon Modelle für Petri-Netz definieren und sie konform zum EMF-Metamodell speichern.

Der nächste Schritt betrifft die Definition der Rapid Buttons. Petri-Netze haben nur eine Art von Beziehungen, nämlich Arcs. Wir definieren zwei Rapid Buttons, einen für vertikale und einen für horizontale Arcs, und positionieren diese. Die Rapid Buttons werden direkt im Diagram angezeigt, sobald die Maus über einem Diagrammelement ist. Der Rapid Button für horizontale Arcs soll jeweils links und rechts vom Element angezeigt werden, und zwar im oberen, bzw. unteren Drittel.

```
model RapidButtons {

  basePackage: 'com/gentleware/
    poseidon/idraw/rbutton/'
  button Arc_Horizontal {
    anchors: Place Transition
    edge: Arc
    position: RIGHT_TOP LEFT_
      BOTTOM
    icon: "association-right"
  }

  button Arc_To {
    anchors: Place Transition
    edge: Arc
    position: BOTTOM_RIGHT
      TOP_LEFT
    icon: "transition-vertical"
  }
}
```

Folgender Schritt definiert das Beziehungsrollen Model. Diese definiert die Quelle und das Ziel Knoten. Wenn die Quelle Place ist, dann ist das Ziel Transition und wenn die Quelle Transition ist, ist das Ziel Place.

```
rules_for Arc {
  if_source_is: Place -
    then_target_is: Transition
  if_source_is:Transition -
    then_target_is: Place
}
```

Schließlich können noch Eigenschaften des Metamodells für den Anwender versteckt werden. Das folgende Model sorgt dafür, dass die Eigenschaft „Name“ für alle Token vor dem Anwender verborgen bleiben. Dieser Name stellt nur eine interne ID dar.

```
attribute {
  name: "name"
  hidden_elements: Token
}
```

4 FAZIT

Mit dem oben beschriebenen Framework können graphische DSLs in wenigen Schritten erzeugt werden. Durch die Angabe eines Metamodells in Ecore und 5 textuelle Modele ist man in der Lage mit geringem Aufwand die DSL zu beschreiben und einen Editor für diese DSL zu erzeugen. Der erzeugte Code ist für eine große Klasse von DSLs sofort verwendbar, ohne dass der Code erweitert oder angepasst werden muss. Soll das Verhalten des Editors vom Standardverhalten abweichen, läßt sich der Code allerdings problemlos anpassen. In dem vorgestellten Beispiel wurde ein Editor für Petri-Netze erstellt. Das gleiche Verfahren wurde angwandt um ein kommerzielles UML-Werkzeug zu entwickeln. Weitere Editoren wurden in Projekten bereits realisiert.

REFERENZEN

1. Gentleware AG,
http://www.gentleware.com

… und nun auch am Standort Radolfzell

Als einer der führenden Anbieter von Embedded-Software-Lösungen für Infotainment, HMI, Navigation und Standard-Software decken wir den kompletten Entwicklungsprozess im Bereich automobile Elektroniksysteme ab. Mit seinen wegweisenden Software-Lösungen und Entwicklungsleistungen für InCar-Infotainment, Steueranwendungen und Standardsoftware verwandeln die weltweit agierenden 710 Mitarbeiter der EB Automotive GmbH hoch entwickelte Technologie in ein außergewöhnliches Fahrerlebnis. Wir definieren z.B. Plattformen, Middleware, Bedienoberflächen, Applikationen und bringen diese gemeinsam mit dem Kfz-Hersteller und Automobilzulieferer in Serie.

An unserem neuen Standort in Radolfzell erweitern wir unsere Kompetenz im Bereich AUTOSAR. Zum Aufbau des Teams suchen wir sowohl erfahrene Ingenieure als auch Absolventen und Praktikanten, die gemeinsam mit unseren Kunden die Entwicklung der AUTOSAR Software-Architektur vorantreiben sollen.
Für den Start-Up in Radolfzell suchen wir:

Software Ingenieur/in für AUTOSAR Projekte

Junior Software Ingenieur/in für AUTOSAR Projekte

Praktikanten/innen für den Bereich AUTOSAR

Nähere Information zu den einzelnen Positionen finden Sie auf unserer Jobhomepage:

http://jobs.automotive.elektrobit.com

Für einen Erstkontakt stehen Ihnen
Jan Schroer 09131 7701-7788 oder Susanne Schröder -8877
telefonisch zur Verfügung

OPTIMALE REGELSTRATEGIEN FÜR SCHNELLSCHALTENDE MAGNETAKTUATOREN

Sebastian Märkl, Matthias Jäkle, Johannes Reuter

Sebastian Märkl

hat das Masterstudium im Studiengang EIW an der HTWG Konstanz erfolgreich abgeschlossen. Er ist derzeitig wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTWG Konstanz. Sein Forschungsschwerpunkt liegt im Wesentlichen auf der Modellierung und Analyse von schnell schaltenden elektromagnetischen Aktuatoren.

Matthias Jäkle

ist Student im Masterstudium EIM an der HTWG Konstanz. Ist zeitgleich wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTWG Konstanz. Sein Forschungsschwerpunkt liegt im Wesentlichen in der Entwicklung von Regelungsstrategien für schnell schaltende elektromagnetische Aktuatoren.

Prof. Dr. Johannes Reuter

ist seit 2007 Professor für Regelungstechnik an der HTWG Konstanz, Fakultät EI. Derzeitige Forschungsinteressen sind die Regelung mechatronischer Systeme, Sensorik und Data Fusion sowie Optimierung von Betriebsstrategien unter Unsicherheit, insbesondere für hybride Systeme.

1 PROBLEMSTELLUNG

Schnellschaltende Magnetaktuatoren, wie sie hier im Fokus stehen, finden z.B. Anwendung in fluiddynamischen Systemen wie digitaler Hydraulik, Diesel-Motoren und Flugzeugturbinen.

Digitale Hydraulik zielt darauf ab, hydraulische Systeme digital, vergleichbar mit elektronischen Leistungsschaltern, zu betreiben, wodurch insbesondere eine Reduktion der Verluste in hydraulischen Systemen erzielt werden kann. Wie z.B. MOS-FETs im elektronischen Bereich, stellen Magnetventile die Schaltelemente in der digitalen Hydraulik dar. Die Realisierung von Anwendungen wie Pulsweitenmodulation im hydraulischen wird jedoch durch die noch hohen Schaltzeiten der verfügbaren Ventile erschwert. Unerwünschte Nebeneffekte schaltender Magnete sind Geräuschemissionen durch den aufprallenden Magnetanker sowie erhöhte Energieverluste bei zunehmender Schaltfrequenz. Energieverluste resultieren im Wesentlichen aus Wirbelstromverlusten im Aktuatormaterial und ohmschen Verlusten in den Spulenwicklungen. Neben Energieverlusten bewirken Wirbelströme einen verzögerten Magnetfeldaufbau, wodurch hohe Schaltfrequenzen begrenzt werden. Eine Möglichkeit, Wirbelströmen entgegen zu wirken, ist die Blechung des Magnetmaterials. Dies ist jedoch bei hydraulischen Systemen wegen der benötigten Stückzahlen und geometrischen Gegebenheiten unwirtschaftlich und zum anderen fertigungstechnisch und bzgl. Robustheit problematisch. Abb. 1 zeigt den durch Wirbelströme verzögerten Feldaufbau in einem Aktuator.

Vollvariable Ventilsteuerungen sowie Solenoid-Einspritzung in Diesel-Motoren bergen weitere potenzielle Anwendungsfelder für schnellschaltende Aktuatoren. Durch die Realisierung vollvariabler Ventilsteuerung wäre eine signifikante Verbesserung der Effizienz des Motorbetriebes erreichbar. Auch hier ist die zu erreichende Aktuatorschaltfrequenz erfolgskritisch.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit ergibt sich für die Einspritzung in Flugzeugturbinen.

In allen genannten Fällen ist die Aktuatorschaltfrequenz entscheidend. Minimale Schaltverluste sowie niedrige Geräuschemissionen sind dabei unabdingbar.

2 LÖSUNGSANSATZ

Im Rahmen des Projektes „Softlanding Regelung Schnellschaltender Aktuatoren“ werden die Auswirkungen verschiedener Betriebsstrategien für Solenoidaktuatoren untersucht. Die Betriebsstrategien werden so ausgelegt, dass bei Schaltzeiten im Millisekunden-Bereich und gleichzeitiger Minimierung von Energieverlusten „Softlanding“ erreicht wird. „Softlanding“ bedeutet, dass der Aufprall des Stößels an seiner Endposition mit einer Geschwindigkeit von praktisch Null erreicht wird. Dadurch werden sowohl Geräuschemissionen als auch Verschleißerscheinungen merklich reduziert.

Zur Abbildung der elektrischen und magnetischen Eigenschaften des schnellschaltenden Doppelspulenventils wird ein Reluktanzmodell mit konzentrierten Parametern mit Einbindung von Wirbelstromeffekten verwendet.

Unter Einbeziehung der genannten Effekte wird eine Regelstrategie entwickelt, welche Energieverluste minimiert. Unter Verwendung der Eigenschaft der differenziellen Flachheit werden optimale Spannungsprofile generiert.

Zur Bewertung des Ansatzes werden Ergebnisse des optimierten Betriebs mit denen bei einfacher Boost-and-Hold Anregung verglichen.

2.1 Verwendeter Testaufbau

Als Testaufbau wird ein exemplarischer Doppelspulen-Aktuator entsprechend Abb. 2 verwendet. Der Stößel bewegt sich innerhalb der ihn umgebenden Führung.

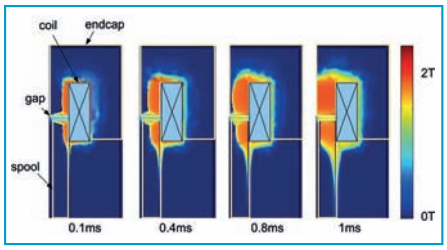


ABB. 1: Simulation der Felddiffusion mittels Finite Elemente Methode

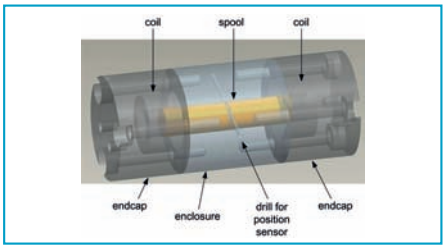


ABB. 2: Doppelspulenaktuator

Durch Bestromung der jeweiligen Spule ergibt sich eine entsprechende Bewegung des Stößels.

2.2 Modellbildung

Zur Bestimmung einer optimalen Betriebsstrategie ist ein Modell erforderlich, welches die relevanten Eigenschaften des Aktuators hinreichend genau wiedergibt. Gleichzeitig bedingen mehrere hundert Simulationsdurchläufe, wie sie für die Optimierung notwendig sind, ein innerhalb weniger hundert Millisekunden lösbares Modell.

Ein geeigneter Ansatz für die Modellbildung ist die Verwendung eines Reluktanzmodells mit konzentrierten Parametern, auch Lumped Parameter (LP) Model genannt, wie in Abb. 3 dargestellt.

Bei Anlegen einer elektrischen Spannung v_{drv} resultiert ein elektrischer Spulenstrom i, wodurch ein magnetischer Fluss λ im Magnetkreis hervorgerufen wird. Der magnetische Kreis wird durch das Reluktanzmodell mit magnetischen Widerständen und magnetischen Induktivitäten dargestellt. Die magnetischen Widerstände ergeben sich aus der Geometrie (Querschnittsfläche A und Länge l) und der nichtlinearen magnetischen Permeabilität μ des entsprechenden konzentrierten Raumelements zu $R_m = l/\mu A$. So können die magnetischen Widerstände der Teilbereiche des Aktuators beschrieben werden. Der Magnetkreis setzt sich zusammen aus Widerständen des Aktuatormaterials, welche zusammengefasst werden können zu R_{mFe} und Luftspaltwiderständen. Durch R_{mgap} fließt der für den Kraftaufbau wirksame Fluss. R_σ sind Streuflusswiderstände, R_{enc} ist der Luftspaltwiderstand zwischen Stößel und Führung. Verzögerungen des Feldaufbaus durch Wirbelströme werden durch sog. magnetische Induktivitäten beschrieben. Jeder magnetische Widerstand im Aktuatormaterial wird durch eine magnetische Induktivität in Reihe ergänzt, welche sich aus dem Leitwert $1/R_{el}$ des Wirbelstrompfades ergibt, $L_{mFe}=1/R_{el}$.

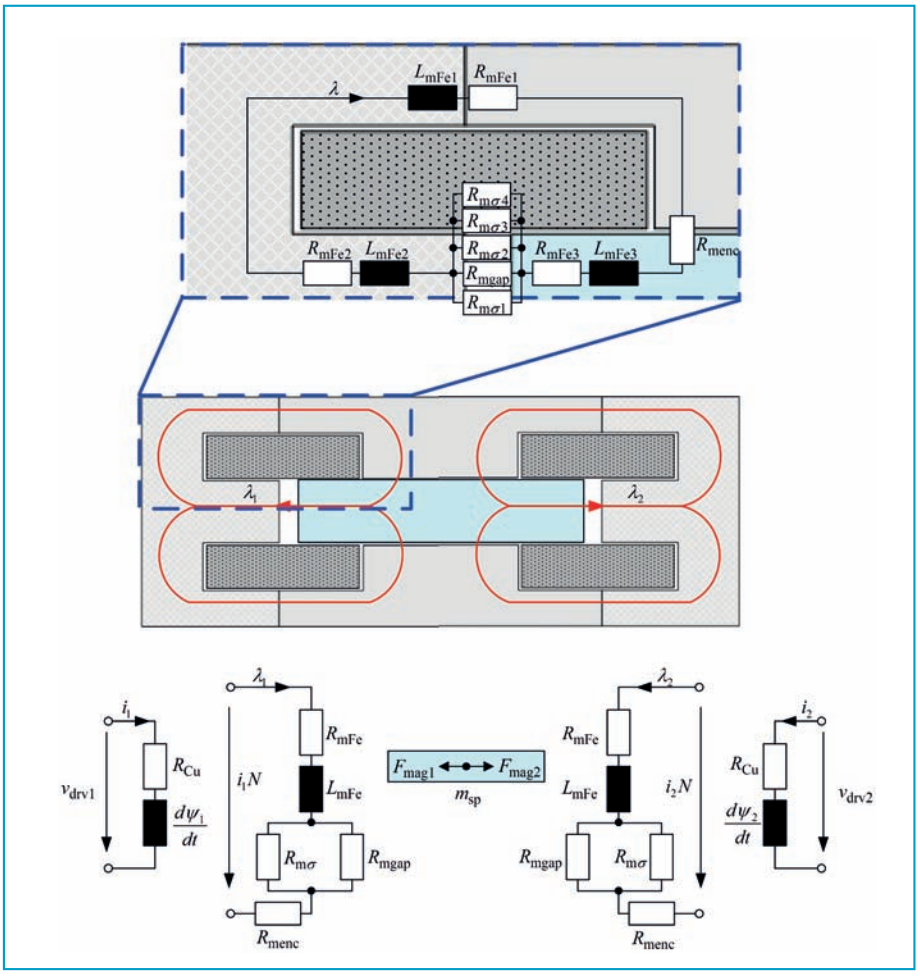


ABB. 3: Reluktanzmodell des Aktuators mit Berücksichtigung von Wirbelstromeffekten

Der aus dem Magnetkreis resultierende magnetische Fluss bewirkt im Arbeitsluftspalt den Aufbau einer Kraft, welche schlussendlich eine Bewegung des Stößels hervorruft.

Aus Symmetriegründen kann das beschriebene Modell auf beide Seiten des Aktuators angewendet werden.

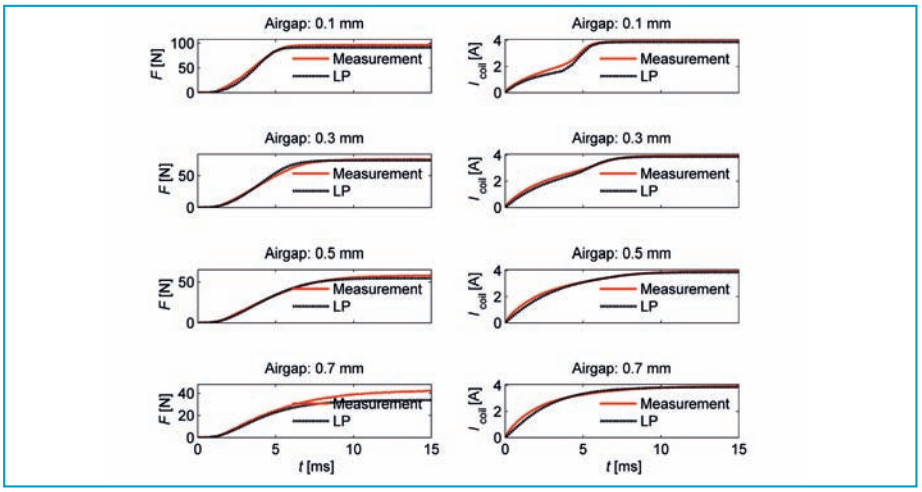


ABB. 4: Modellvalidierung anhand von Magnetkraft (links) und Spulenstrom (rechts)

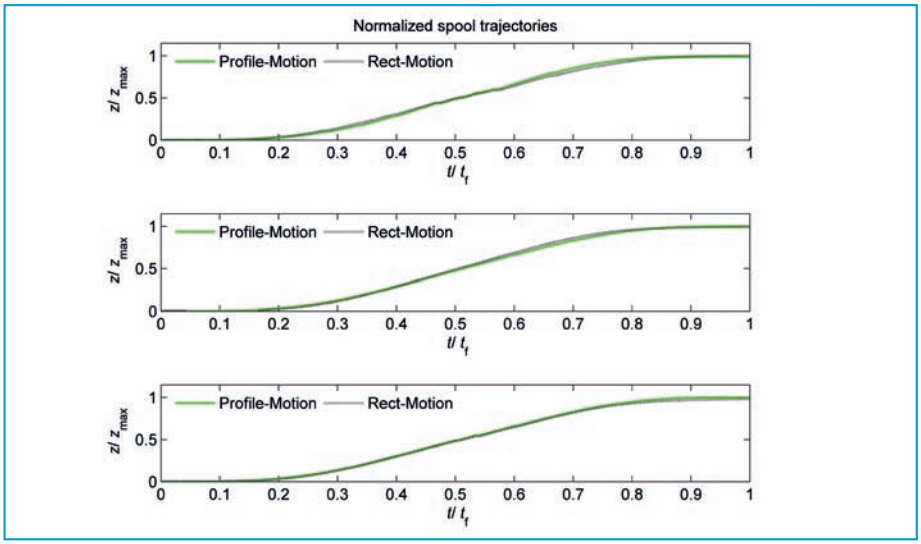


ABB. 5: Optimale Bewegungstrajektorien des Stößels

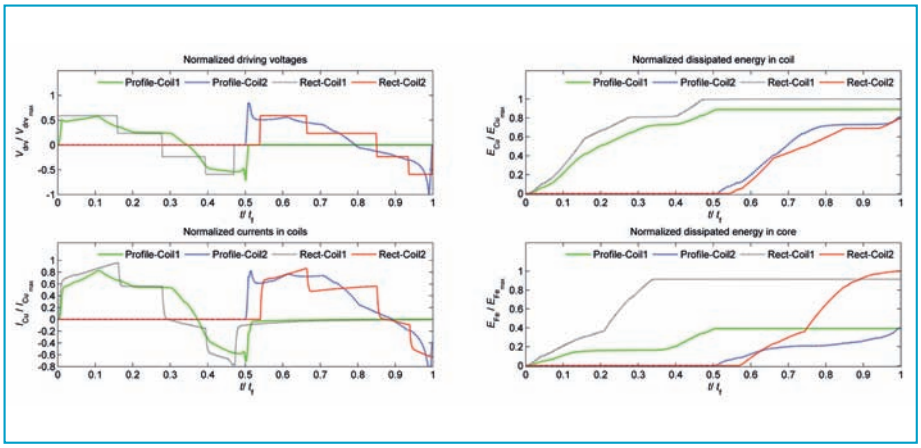


ABB. 6: Normierte Spannungs- und Stromprofile (links) und Verlustleistung (rechts), Schaltzeit: 5ms

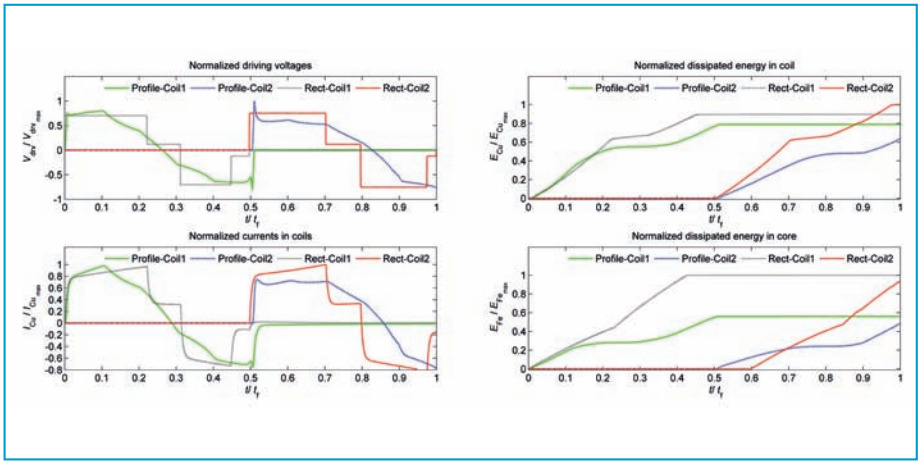


ABB. 7: Normierte Spannungs- und Stromprofile (links) und Verlustleistung (rechts), Schaltzeit: 2ms

2.3 Modellvalidierung

In Abb. 4 sind für verschiedene Längen des Arbeitsluftspalts Verläufe von Spulenstrom und Magnetkraft über die Zeit aufgetragen. Die Verläufe zeigen gute Übereinstimmung von Messung (Measurement) und Modell (LP).

2.4 Optimierung

Es existieren diverse Methoden zur Bestimmung optimaler Spannungsprofile zur Erzeugung der gewünschten Bahntrajektorien des Stößels. Eine Möglichkeit ist die Parametrierung des Spannungssignals durch Spline-Koeffizienten und eine entsprechende iterative Variation des Signals, bis das gewünschte Ergebnis erreicht ist. In diesem Fall wird das System in Richtung Eingang – Ausgang betrachtet, die Randbedingungen (Endposition und Endgeschwindigkeit des Stößels) werden mittels Straffunktionen erzwungen.

Eine weitere Möglichkeit bietet sich durch das Nutzen moderner regelungstechnischer Ansätze zur Trajektoriengenerierung.

Der Ansatz der differenziellen Flachheit bietet eine direktere und elegantere Möglichkeit der Trajektorienvorgabe. Dabei wird das zu optimierende System invertiert und in Richtung Ausgang – Eingang betrachtet. Eine hinreichend stetige Bewegungstrajektorie mit den gewünschten Randbedingungen des Stößels wird vorgegeben. Das invertierte System liefert dann das zur Erzeugung der gewünschten Bewegungstrajektorie notwendige Spannungsprofil auf der Eingangsseite. Das Bewegungsprofil wird hinsichtlich minimaler Energieverluste optimiert, indem dieses iterativ variiert wird. Als Kostenfunktion wird das Integral über die quadrierten Spulenspannungen $v_{drv1}(\tau)$ und $v_{drv2}(\tau)$ verwendet:

$$J = \int_0^{t_f} v_{drv1}^2(\tau) + v_{drv2}^2(\tau)\, d\tau$$

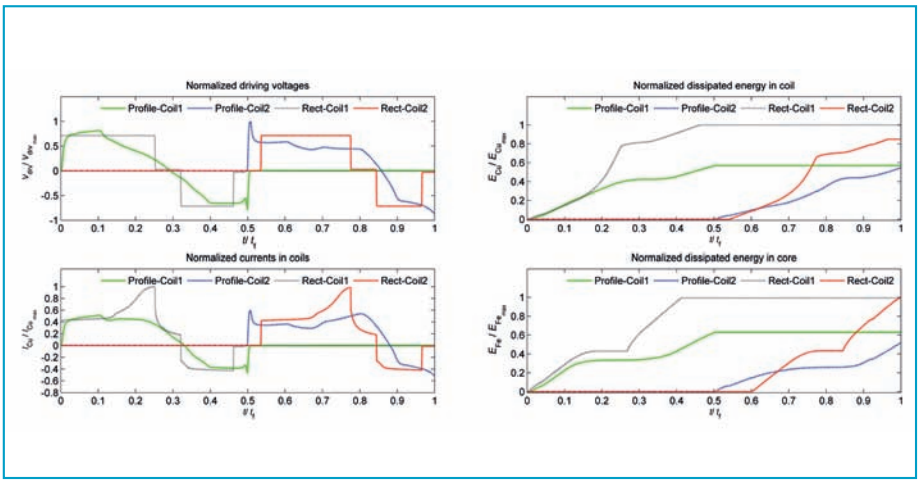


ABB. 8: Normierte Spannungs- und Stromprofile (links) und Verlustleistung (rechts), Schaltzeit: 1ms

2.5 Simulationsergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Simulation des Aktuatorbetriebs mit optimierten Spannungsprofilen denen bei Ansteuerung durch einfache Spannungspulse (Boost-and-Hold) gegenüber gestellt.

Für die hier vorgestellten Ergebnisse wurde der Fokus rein auf die verbrauchsminimierende Ansteuerung zum Erreichen einer gewünschten Bewegungsperformance (Geschwindigkeit, Softlanding) gerichtet, ohne fluiddynamische Effekte zu berücksichtigen. Es ist zu erwarten, dass sich unter Einbeziehung der genannten Effekte qualitativ keine signifikanten Änderungen im Ergebnis der Simulation ergeben.

Schaltverluste im Rahmen der Pulsweitenmodulation werden ebenfalls nicht miteinbezogen. In beiden Fällen, für optimierte Spannungsprofile und Boost and Hold Strategien, treten in etwa vergleichbare Schaltverluste auf.

Zur Demonstration der mittels Optimierung gewonnenen Vorteile werden Simulationen mit Aktuatorschaltzeiten von fünf, zwei und einer Millisekunde illustriert.

Für eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden die Zeiten für die Boost and Hold Phasen so gewählt, dass sich nahezu identische Stößelbewegungen ergeben. In Abb. 5 sind die optimierten Bewegungstrajektorien dargestellt. In Abb. 6 bis Abb. 8 sind links die berechneten Spannungen und resultierenden Ströme, rechts die kumulierten Energieverluste während eines Schaltzyklus dargestellt. Verglichen werden jeweils Simulationsergebnisse bei optimierten Spannungsprofilen und Spannungspulsen.

3 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Abb. 6 bis Abb. 8 verdeutlichen, dass für alle Simulationen die Verlustenergie niedriger ist, wenn optimierte kontinuierliche Spannungsprofile anstatt nur vier Spannungslevel zur Spulenansteuerung verwendet werden. Dieses Merkmal wird umso signifikanter, je kürzer die Schaltzeit wird. Während für den Fall fünf und zwei Millisekunden Schaltzeit Wirbelstromverluste die wesentlichen Verlustursachen darstellen, sind für den Fall der Schaltzeit von einer Millisekunde auch Wicklungsverluste deutlich reduziert gegenüber dem Boost and Hold Fall. Der Grund dafür liegt in der kontinuierlichen Spannungsreduktion in der Bewegungsphase, während im Boost and Hold Fall länger auf einem hohen Spannungslevel verweilt wird.

Der Zeitschritt innerhalb der ersten 0.1 Millisekunden verdeutlicht die Sättigungserscheinung anhand des rapide ansteigenden Stroms. Mit der Sättigung wird die Flussänderung vernachlässigbar, wodurch sich die induzierte Spannung zu Null reduziert und somit einen rapiden Anstieg des Stromes ermöglicht. Eine Erhöhung der Kraft wird dabei nicht erreicht, somit sind signifikante Energieverluste die Folge. Das optimale Spannungsprofil muss also so gewählt werden, dass die maximale Kraft nah an der Sättigungsgrenze erreicht wird, ohne diese wesentlich zu überschreiten. Eine kontinuierliche Reduzierung der Spannung erlaubt die Einhaltung der Kraft ent-

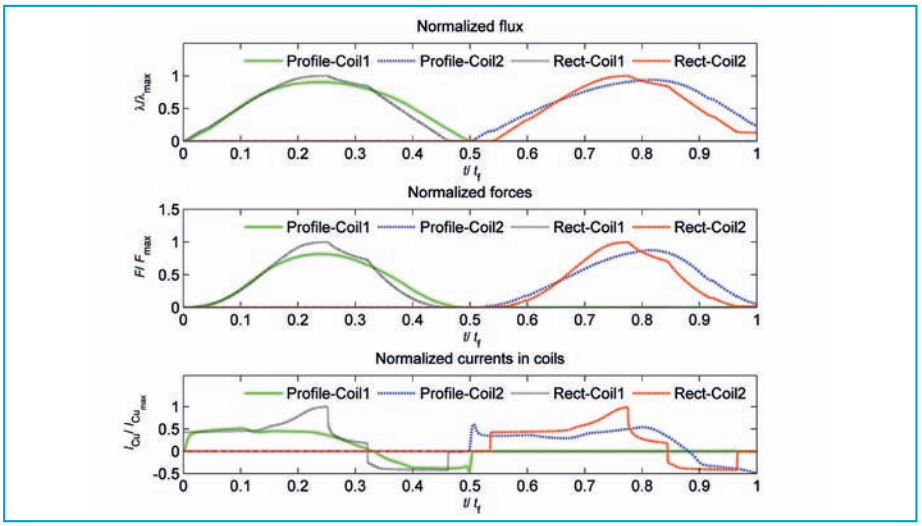


ABB. 9: Fluss, Kraft und Strom für eine Schaltzeit von 1ms

lang der vorgegebenen Trajektorie, ohne dabei den Strom unnötig zu erhöhen.

Es wird ersichtlich, dass der für Diesel-Motoren häufig verwendete Ansatz zur Übersteuerung der Magnetkreise mit Nachteilen behaftet ist. Optimierte Spannungsprofile können hier eine Verbesserung schaffen.

Aus den Verläufen der Spulenströme (Abb. 6 bis Abb. 8, links, untere Graphik) wird die Notwendigkeit eines negativen Spulenstroms zur Reduzierung der Kraft deutlich. Dieses Phänomen kann damit erklärt werden, dass ein abnehmender Fluss eine Vorzeichenänderung des Wirbelstromes bewirkt, was einen retardierten Magnetfeldabbau zur Folge hat.

4 SCHLUSSFOLGERUNG UND WEITERES VORGEHEN

Die Ergebnisse der präsentierten Studie lassen für die Zukunft eine zunehmende Notwendigkeit der Anpassung der momentan verwendeten Betriebsstrategien für schnellschaltende Magnetaktuatoren vermuten. In digitalen Hydrauliksystemen, in denen eine Vielzahl von Schaltventilen benötigt wird, ist die Reduzierung von Verlustleistung besonders erstrebenswert.

Die hier beschriebene Methode bietet dafür einen erfolgversprechenden Lösungsansatz.

Die praktische Realisierung der aus der Optimierung bestimmten Spannungsprofile kann mittels eines Multi-Level-Inverters erfolgen. Die Anzahl der Spannungsebenen kann entsprechend der erforderlichen Qualität der Profile angepasst werden. Eine derartige Leistungselektronik wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der HTWG entwickelt.

Die Möglichkeit der realen Erzeugung der aus der Simulation bestimmten Profile muss in einem nächsten Schritt überprüft werden. Die Ergänzung des Testaufbaus mit einem hydraulischen Kreis ist geplant.

Offene Fragen aus regelungstechnischer Sicht sind Überlegungen bezüglich einer beobachterbasierten, robusten Regelstrategie für Anwendungen außerhalb des Labors.

5 DANKSAGUNG

Dieses Projekt wird finanziert aus Mitteln des BMBF unter 17N2808

LITERATUR

Abrahamsen, J.G. and Ennemark, P. et al. 1994. A Novel Eelectromagnetic Model of a Linear Reluctance Actuator. Proceeding of the ICEM 94 Paris, pp. 414–419.

Aldefeld, A. 1982. Felddiffusion in Elektromagneten. Feinwerk & Messtechnik 90 (1982) 5, pp. 222–226.

Bottauscio, O. and Manzin, A. et al. 2004. Field and Circuit Approches for Diffusion Phenomena in Magnetic Cores. IEEE Transactions on Magnetics, vol. 40, pp. 1322–1325.

Gunselmann, C. 2005. Regelungsverfahren für sensorlose elektromagnetische Umschwing-Aktuatoren. PhD thesis. Ruhr-Universität Bochum.

Kallenbach, E. and Eick, R. et al. 2008. Elektromagnete. Edt. 3, Wiesbaden: Vieweg Teubner.

Kajima, T. and Kawamura, Y. 1995. Development of a High-Speed Solenoid – Valve-Investigation of Solenoids. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 42, n. 1, pp. 1–8.

Kajima, T. 1993. Development of a High-speed Solenoid – Valve-Investigation of the Energizing Circuits. IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 40, No. 4, pp. 328–435

Klesen, C. and Nordmann, R. 1999. Dynamic Forces of electromagnetic and electrodynamic actuators in mecatronics systems under consideration of eddy currents (in German), Kolloquium Aktoren in mechatronischen Systemen. Düsseldorf: VDI-Verl., 1999. pp. 143–152.

Lequesne, B. 1990. Dynamic Model of Solenoids Under Impact Excitation, Including Motion and Eddy Currents. IEEE Transactions on Magnetics, v.MAG-26, n. 2, pp. 1107–1116.

Lolenko, K. and Fehn, A. 2007. Model-based Open-loop Control Design for a Hydraulic Brake System with Switching Solenoid Valves (In German). at – Automatisierungstechnik 55 (2007). Wissenschaftsverlag Oldenburg.

Malagutti, F. and Pregnolato, E. 2002. Proportional Control of On/off Solenoid Operated Hydraulik Valve by Nonlinear Robust Controller. Industrial Electronics, ISIE 2002, Proceedings, 2002, pp. 415–419.

Piron, M. and Sangha, P. et al. 1999. Rapid Computer-aided Design Method for Fast-acting Solenoid Actuators. IEEE Transactions on industry applications, Vol. 35, No. 5.

Reinertz, O. and Murrenhoff, H. 2009. Dynamic Modelling of switching valves (In German) O + P: Zeitschrift für Fluidtechnik. – Mainz: Vereinigte Fachverlage. – Nebent.: Ölhydraulik und Pneumatik. – ISSN: 0341-2660.-53 (2009) 4, pp. 152–155.

Reuter, J. 2006. Flatness-based control of a dual coil electro-hydraulic actuator. In Proceedings of 4. IFAC Symposium on Mechatronics, Heidelberg, pages 48–54, 2006.

Reuter, J. and Märkl, S. 2009. Aspects on Controlling Dual Coil Solenoid Digital Valves. Second Workshop on Digital Fluid Power, Linz, Austria, 2009.

Rothfuss, R. et al. (2000). Controlling a solenoid Valve: A distributed parameter approach. In: Proc. Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS 2000). Perpignan, France.

Ströhla, T. 2002. A Contribution to Simulation and Design of electromagnetic system by magnetic networks (in German), PhD thesis, TU Ilmenau

Uusitalo, J.-P. 2008. Bistable Valve Actuator. First Workshop on Digital Fluid Power, Tampere, Finland, 2008

Turbolader und Doppelkupplung, Zündkerze und Kühlpumpe, Allradantrieb und Abgasrückführung - ohne BorgWarner läuft nichts beim Auto. Mit 16.000 Mitarbeitern und rund 4 Mrd. Euro Umsatz in 18 Länder sind wir der führende Anbieter zukunftsweisender Antriebslösungen und anerkannter Partner aller Automobilhersteller. Weltweit stecken unsere Produkte in jedem zweiten PKW und Nutzfahrzeug.

Unsere Division BorgWarner Thermal Systems ist spezialisiert auf die Entwicklung und Herstellung innovativer Kühlsysteme. An unserem Standort Markdorf entstehen die Lösungen und Komponenten für Fahrzeughersteller in der ganzen Welt.

Gemeinsam mit Ihnen, möchten wir unsere Zukunft gestalten und suchen Sie als:

Ingenieur/in der Fachrichtung:

- Fahrzeugsystemtechnik
- Mechatronik
- Elektrotechnik/Elektronik
- Maschinenbau

Wenn Sie eigenverantwortliches Handeln schätzen, herausfordernde Aufgaben suchen, gerne Grenzen überschreitend denken und Lust haben, Ihre eigene Karriere in einem weltweit agierenden Automobilzulieferkonzern und Technologieführer mit zu gestalten, dann bieten wir Ihnen ideale Weiterentwicklungsmöglichkeiten auf lokaler und globaler Ebene.

Auch als Praktikant/in und Diplomand/in finden Sie bei uns ideale Möglichkeiten für Ihre berufliche Entfaltung.

Fragen Sie uns nach aktuellen Themen!

Wir freuen uns auf Ihre schriftliche Bewerbung an:

BorgWarner Cooling Systems GmbH
Herr Karsten Weber
E-Mail: HRMarkdorf@borgwarner.com
Planckstraße 4 & 6 · 88677 Markdorf
http://www.borgwarner.com

BorgWarner Thermal Systems

NEUE VERFAHREN ZUR KOLLISIONS-VERMEIDUNG AUF BINNENSEEN

Michael Schuster, Andreas Michaels, Johannes Reuter

Michael Schuster

studierte an der HTWG Elektrotechnik und Informationstechnik. Seine Masterthesis schrieb er über die Simulation von Schiffsbewegungen. Derzeitiger Forschungsschwerpunkt ist die Objekterkennung und Verfolgung.

Andreas Michaels

studierte Elektro- und Informationstechnik an der HTWG 2005–2009. Seit Sommersemester 2009 Master-Studium Elektrische Systeme an der HTWG. Derzeitiger Forschungsschwerpunkt ist die Wegplanung.

Prof. Dr. Johannes Reuter

ist seit 2007 Professor für Regelungstechnik an der HTWG Konstanz, Fakultät EI. Derzeitige Forschungsinteressen sind die Regelung mechatronischer Systeme, Sensorik und Data Fusion sowie Optimierung von Betriebsstrategien unter Unsicherheit, insbesondere für hybride Systeme.

1 HINTERGRUND

In der gewerblichen Schifffahrt sind elektronische Fahrassistenzsysteme seit vielen Jahren erfolgreich im Einsatz. Neben der elektronischen Kartendarstellung (ECDIS) bieten diese Systeme unter anderem eine Selbststeueranlage, welche das Schiff entlang einer vorgegeben Trajektorie lenkt bzw. bei Abweichungen darauf zurück führt.

Weiter ist ein Kollisionswarnmodul enthalten, welches dem Schiffsführer eine potenzielle Kollisionsgefährdung anzeigt, wenn ein Hindernis den Steuerkurs kreuzt [1]. Der Einsatz solcher Systeme beschränkt sich im Inland ausschließlich auf sogenannte Wasserstraßen, für welche sehr restriktive Regeln zur Wahl der Fahrlinie bestehen. Auf Binnenseen wie dem Bodensee und im Sportbootbereich kommen solche Systeme aus einer Vielzahl von Gründen nicht zum Einsatz. An erster Stelle stehen hier natürlich die enorme Größe, der finanzielle Aufwand und der hohe Stromverbrauch solcher Anlagen. Dabei ist gerade bei den Hobby-Kapitänen der Bedarf für Assistenzsysteme relativ hoch. Viele Menschen sind nur wenige Tage im Jahr auf dem Wasser unterwegs und verfügen nur über geringe Ortskenntnis. Entsprechend leichtsinnig und unsicher werden viele Manöver ausgeführt [2].

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung werden an der Fakultät EI geeignete Assistenzsysteme entwickelt, welche sich besonders für den Einsatz auf Sportbooten und kleinen bis mittleren Motoryachten eignen. Unterstützt wird das Projekt durch das Unternehmen „Innovative Navigation GmbH“, welches seit zehn Jahren im Bereich der Verkehrsleitung und Überwachung tätig ist sowie durch die Universität Stuttgart und die Hochschule Ulm. Die Projektzielsetzung geht allerdings deutlich über die vorhandenen Fähigkeiten am Markt erhältlicher Systeme hinaus: Im Laufe des Forschungsvorhabens soll ein Boot schrittweise in die Lage versetzt werden, komplett autonom zu fahren und ggf. auch Anlegemanöver auszuführen. Dies bedeutet, dass die Steuerung des Bootes soweit automatisiert wird, dass es selbständig seinen Weg an einen Zielort planen kann und zuverlässig Hindernisse und Gefahrenstellen auf der Fahrt erkennt und ggf. ein Ausweichmanöver fährt.

Dieser Beitrag liefert eine Übersicht über den aktuellen Stand des Projekts, analysiert die zentralen Problemstellungen und skizziert die eingesetzten Lösungsverfahren.

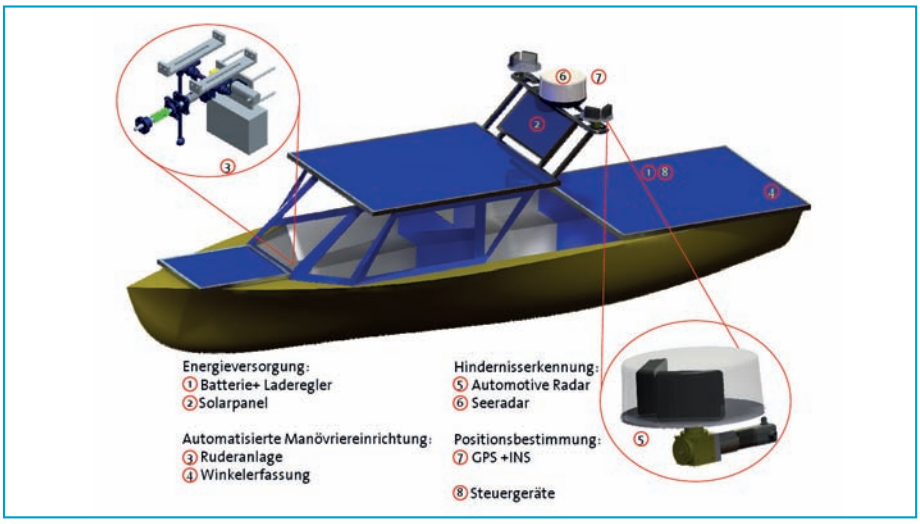


ABB. 1: Neu installierte Systemkomponenten auf der Korona

2 HERAUSFORDERUNGEN

Betrachtet man die Bewegungsmuster von Booten auf Binnenseen, ähneln diese im Vergleich zu den Gegebenheiten auf Wasserstraßen eher einem chaotischen Systemverhalten. Im Grunde ist es dem Schiffsführer frei überlassen, auf welchem Weg er sein Ziel erreicht. Dies führt zu einer Erschwerung der Vorhersage der Schiffsbewegung durch andere Verkehrsteilnehmer, da jederzeit mit abrupten Kursänderungen oder gar Wendemanövern zu rechnen ist. Erschwerend kann sich die starke Eigenbewegung eines Sportbootes bei der Überwachung der Umgebung auswirken, da Sensoren beispielsweise kurzzeitig auf statt über das Wasser schauen. Auf teure kardanische Aufhängungen für das Equipment soll aber verzichtet werden, ebenso wie teuere Spezialsensorik. Stattdessen kommen fast nur kostengünstige und energiesparende Sensoren aus dem Automobilbereich zum Einsatz. Diese gilt es, durch entsprechende Algorithmen, für den Einsatz auf dem Wasser anzupassen.

3 ARCHITEKTUR

Als Forschungsschiff dient das Solarboot der Hochschule, die Korona. Für das Projekt wurden an der Korona einige Umbaumaßnahmen getroffen. Der größte Eingriff in den bestehenden Versuchsträger stellt der Umbau der Manövriereinrichtung dar. Diese wurde soweit modifiziert, dass sich die Korona mit einem Joystick steuern lässt. Weiter wurde eine Plattform montiert, welche dazu dient, die nötigen Sensoren zu tragen. Für die Stromversorgung der Sensoren und Steuergeräte wurde eine zusätzliche Solarzelle mit Batterie installiert. Die Algorithmen werden auf ein echtzeitfähiges Steuergerät und zwei Industrie-PCs verteilt.

Das Steuergerät dient als Schnittstelle zwischen den Hauptalgorithmen Objektverfolgung und Wegplanung sowie den Aktoren und Sensoren. Auf dem Steuergerät werden die Messdaten aufbereitet und an

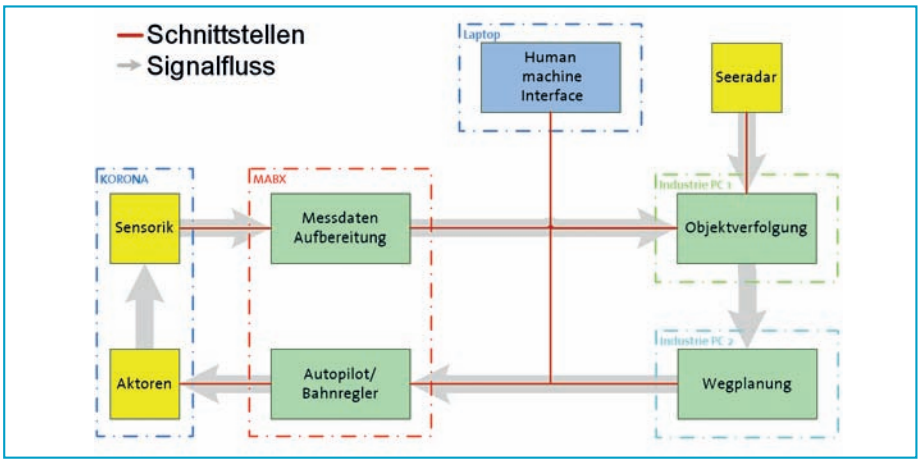


ABB. 2: Systemarchitektur des autonomen Bootes

die Objektverfolgung weitergegeben sowie Trajektorien von der Wegplanung empfangen, aus denen dann Steuerbefehle für die Aktoren berechnet werden. Die Messdatenaufbereitung umfasst die Berechnung der Eigenbewegung, an Hand derer dann eine Korrektur der erfassten Umgebungsdaten erfolgt. Die Umrechnung der Trajektorien in Steuerdaten erfolgt über den Bahnregler mit einem unterlagerten Autopilot. Die beiden Hauptalgorithmen laufen jeweils auf einem Industrie-PC. Die Schnittstelle zwischen Objektverfolgung und Wegplanung ist eine Karte, in der alle Hindernisse vermerkt sind. Als HMI dient ein Laptop, der mit allen Steuergeräten verbunden ist.

Im Folgenden werden die wichtigsten Verarbeitungsschritte kurz erläutert.

3.1 Positionsschätzungen

Exakte Kenntnisse über Position und Lage des Bootes sind das erste zentrale Element einer Navigationsaufgabe.

Hierfür werden zwei Navigationssysteme fusioniert, um eine möglichst schnelle und genaue Positionierung zu erzielen. Dabei handelt es sich zum einen um ein inertiales Navigationssystem (INS), welches mittels Drehraten- und Beschleunigungssensoren arbeitet und mit einer Abtastrate von bis zu 4ms Positions-, Orientierungs- und Geschwindigkeitsdaten liefert, und zum anderen ein handelsübliches GPS, welches mit Abtastzeiten von 200ms bis 1s Daten bereit stellt. Problematisch ist jedoch, dass die INS-Sensoren offset- und driftbehaftet sind und so die Genauigkeit des INS mit der Zeit stark abnimmt. Mittels eines linearen Fehlermodells des INS, der Sensoren und Stützdaten des GPS werden diese Fehler des INS und die Offsets der Sensoren geschätzt. Die Schätzung wird hier mittels eines Kalman Filters durchgeführt, der die bestmögliche Schätzung liefert. Die geschätzten Fehler werden zur Korrektur des INS und der Sensordaten benutzt, um dadurch nicht nur die Position des Schiffes zu bestimmen, sondern auch um die Orientierung, welche mittels Kursdaten stabilisiert wird, zu bestimmen [3]. Dadurch wird eine stabile Navigations-

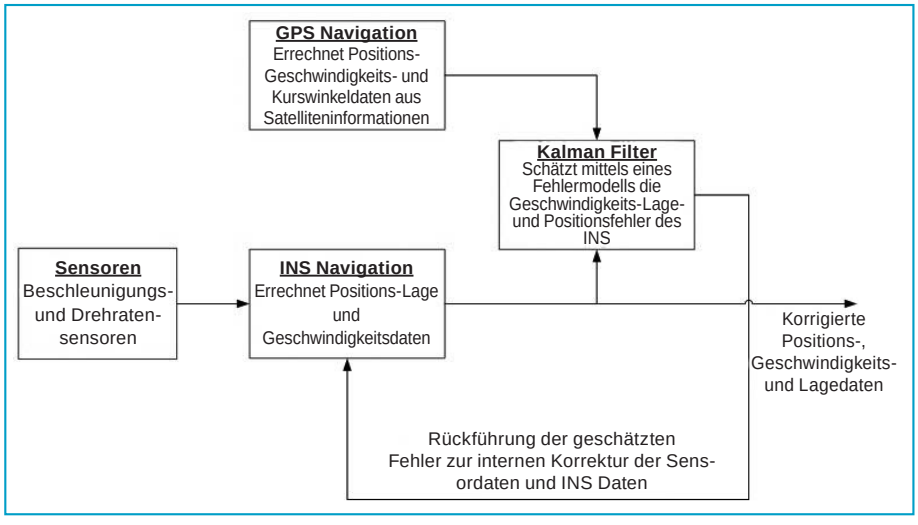


ABB. 3: Strukturbild der Positionsschätzung

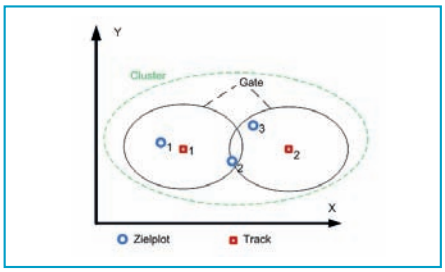


ABB. 5: Typisches Zuordnungsproblem:
Für zwei bereits etablierte Tracks (rot) liegen drei Detektionen (blau) vor. Detektion (2) liegt dabei im Erwartungsbereich von beiden Tracks. Beide Bereiche werden daher zu einem Cluster zusammen gefasst.

lösung geschaffen, welche mit einer genügend hohen Abtastrate arbeitet.

3.2 Hinderniserkennung

Zur Überwachung der Umgebung werden in der Schifffahrt hauptsächlich Radaranlagen eingesetzt. Diese haben den Vorteil, auch bei schlechtem Wetter (z.B. Nebel) und starker Schiffseigenbewegung noch ein stabiles Abbild der Umgebung zu liefern. Klassische Seeradare arbeiten mit dem Pulskompressionsverfahren. Eine sichere Erkennung eines Objekts ist stark abhängig von der im Radarsystem instrumentierten Reichweite. Insbesondere im Nahbereich (<30m) liefern diese Systeme unzureichende Daten. Für die sichere Navigation in dichter Umgebung (z.B. im Hafenbereich) ist dieser Umstand aber nicht hinnehmbar. Aus diesem Grund wurde für das Projekt eine Kombination aus einem Seeradar und zwei Radarsensoren aus dem Automobilbereich gewählt.

Die automotiven Sensoren arbeiten mit einem FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)-Verfahren. Hierbei wird die Entfernung eines Ziels durch den Frequenzunterschied der reflektierten und der momentanen Sendefrequenz berechnet. Dieses Verfahren ermöglicht eine sichere Erkennung von Zielen im unmittelbaren Nahbereich (<1m) bis zu einem maximalen Entfernung von 200 m.

Jeder Sensor verfügt allerdings nur über einen Öffnungswinkel von ca. 9°, so dass die Sensoren auf einer drehbar gelagerten Plattform montiert sind. Die Plattform befindet sich links und recht auf der Korona (siehe Abb. 1) und dreht sich jeweils nur um 180°, so dass sich wieder eine Rundumabdeckung um das Boot mit einer Update-Rate von ca. 2 Sekunden ergibt.

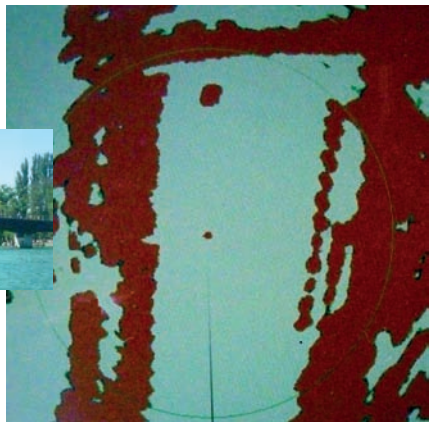


ABB. 4A/4B: Radarplot des Seerheins
Im oberen Bereich erkennt man die Radbrücke sowie das nach links abdrehende Boot. Auf der rechten Seite sind zudem die Dalben zur Absicherung des Schwimmbads gut zu erkennen

Auch bei der Wahl des Seeradars für den Fernbereich setzt das Forschungsteam auf ein innovatives Produkt, dass ebenfalls auf FMCW-Basis arbeitet. Mit diesem Radar werden Zielreichweiten von 115 m bis zu 8 Seemeilen erreicht.

3.3 Objektverfolgung

Nach der erfolgreichen Detektion eines Objekts wird für das Objekt ein Track aufgebaut. Die Aufgabe eines Tracks ist zum einen das Herausfiltern von Messungenauigkeiten und zum anderen eine sichere Vorhersage der Objektbewegung. Um dies optimal tun zu können, analysiert man die typischen Bewegungsmuster eines Schiffes. Die meiste Zeit bewegt sich ein Schiff mit konstanter Geschwindigkeit in eine Richtung. Richtungsänderungen können nicht ruckartig erfolgen, sondern erfolgen über Kurvenfahrten mit annähernd konstanter Drehrate. Zusätzlich lässt sich eine Übergangsphase definieren zwischen Drehkreisfahrt und Geradeaus-Fahrt. Entsprechend wurden für die Modellierung eines Tracks drei parallel geschaltete extended Kalmanfilter implementiert. Für jedes der drei Filter wurden individuelle Transitions- und Kovarianzmatrizen definiert um ein typisches Schiffsmanöver optimal erfassen zu können. Durch Auswertung der Residuen der jeweiligen Filter wird eine Wahrscheinlichkeit ermittelt, welche der drei Phasen gerade vorliegt.

Die Lösung des Zuordnungsproblems, d.h. welche Detektion welchem Objekt zugeordnet wird, erfolgt hauptsächlich über das JPDA-Verfahren (Joint Probability Data Association). Bei diesem Verfahren werden alle Detektionen, die sich innerhalb des erwarteten Aufenthaltsbereichs (Gate) eines Objektes befinden zum Update der Kalmanfilter herangezogen. Überschneiden sich die Einzugsbereiche von mehreren Objekten und befinden sich im Überschneidungsbereich Detektionen, werden die Gates zu einem Cluster zusammen gefasst (Abb. 4). Für jede Detektion innerhalb des Clusters wird eine Wahrscheinlichkeit bestimmt, dass eine Detektion zu einem Track gehört. Anschließend wird für jeden Track eine Summe aus den mit der Wahrscheinlichkeit gewichteten Differenzen zwischen erwarteter Position und den gemessenen Detektionen gebildet [4]. Diese Summe bildet nun das neue Residuum für das Update der Kalmanfilter. Dieses Vorgehen bedeutet zwar einen Genauigkeitsverlust, erhöht aber die Stabilität eines Tracks. Die sichere Kenntnis über die Existenz eines Objektes ist für die Wegplanung der exakten Position vorzuziehen.

3.4 Wegplanung

Auf der Objektverfolgung basierend, erfolgt die Wegplanung. Die Wegplanung hat das Ziel, einen Weg für das Boot von einem Startpunkt zu einem Zielpunkt zu finden. Dabei muss die Umgebung, in der sich das Boot befindet, berücksichtigt werden. In dieser Anwendung ist die Umgebung nicht komplett bekannt, zusätzlich beinhaltet sie statische und dynamische Hindernisse. Als Grundlage für die Berechnung des Weges dient eine Bodenseekarte, welche die meisten statischen Hindernisse umfasst. Auf Grund der begrenzten Sensorreichweite ist es jedoch nicht möglich, alle Hindernisse auf einmal zu erfassen. Die dynamischen Hindernisse sind nicht in der Karte verzeichnet, diese werden, wie oben schon erwähnt, von der Objektverfolgung übergeben. Bei den dynamischen Hindernissen muss zudem berücksichtigt

werden, dass diese von Personen gesteuert werden. So ist eine zuverlässige Aussage über die zukünftige Bewegung nicht möglich.

Um dennoch in dieser Umgebung navigieren zu können, sind einige Anforderungen an die Wegplanung gestellt. Was alle Schiffsführer auf Binnengewässern berücksichtigen müssen, sind die Schifffahrtsregeln. Diese werden daher auch bei der Wegplanung berücksichtigt. Eine der Hauptanforderungen ist es, dass der geplante Weg frei von Kollision mit anderen Verkehrsteilnehmern ist. Zudem muss der erstellte Weg auch von dem Boot abfahrbar sein. Um eine fahrbare Trajektorie planen zu können, müssen die dynamischen Beschränkungen des Schiffes bekannt sein. Die wichtigsten sind maximale Beschleunigung, maximale Verzögerung, maximale Drehrate und die Höchstgeschwindigkeit des Bootes. Ergänzende Nebenkriterien sind der kürzeste Weg sowie die kürzeste Zeit bis zum Erreichen des Zielpunktes.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, hat man sich in diesem Projekt für folgenden Ansatz entschieden. Die Wegplanung erfolgt in 2 Schritten, Globale und Lokale. Die globale Wegplanung basiert auf dem Kartenmaterial, somit werden auch keine dynamischen Hindernisse hier berücksichtigt. Es werden Punkte generiert, welche, mit Geraden verbunden, eine kollisionsfreie Trajektorie bezüglich des Kartenmaterials ergeben. Diese Punkte dienen als Stützpunkte für die lokale Wegplanung. In der lokalen Wegplanung müssen nun die restlichen Anforderungen erfüllt werden, z.B. kollisionsfrei bezüglich dynamischer Hindernisse. Für die Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit wurde ein probabilistischer Ansatz gewählt. So wird für alle dynamischen Hindernisse angenommen, dass sie mit konstanter Geschwindigkeit fahren und ihren Kurs beibehalten. Anhand dieser Hypothese werden mit einem Kalmanfilter die zukünftigen Positionen der Hindernisse prädiziert. Aus dieser Prädikation ergibt sich eine Aufenthaltswahrscheinlichkeit für jedes Hindernis zu jedem Zeitpunkt. in Kombination mit der eigenen Aufenthaltswahrscheinlichkeit ergibt sich die Kollisionswahrscheinlichkeit. Mit der Kollisionswahrscheinlichkeit, der Zeit und den x, y-Koordinaten lässt sich ein 4-dimensionales Optimierungsproblem aufstellen. Die dynamischen Beschränkungen fließen dabei als Nebenbedingung ein. Als Ergebnis erhält man eine Trajektorie, welche die geringste Kollisionswahrscheinlichkeit aufweist, wodurch das Kriterium der Kollisionsfreiheit erfüllt ist.

3.5 Bahnregler/Autopilot

Die Trajektorie aus der Wegplanung muss nun noch umgesetzt werden. Hierfür wird ein Bahnregler verwendet, dessen Aufgabe es ist, das Boot auf die vorgegebene Trajektorie zu führen und dort zu halten. Eine Trajektorie besteht aus einer Menge von Wegpunkten, die über der Zeit parametriert sind. Hieraus lassen sich dann die entsprechende Geschwindigkeit und der Kurs zu jeder Position berechnen. Aus der eigenen Position und Geschwindigkeit sowie deren Sollvorgaben werden dann die Geschwindigkeit und der Kurs berechnet, die das Schiff auf der gewünschten Trajektorie stabilisieren.

Für die Regelung der Geschwindigkeit genügt ein einfacher Proportionalregler.

Für den Kursregler ist zum Erlangen einer hohen Regelgüte ein einfacher Regler nicht ausreichend. Dies folgt aus der hochgradig nichtlinearen Beziehung der Drehrate und der Geschwindigkeit [6]. Um einen linearen Regler mit ausreichender Regelgüte einsetzen zu können, müssen dessen Parameter kontinuierlich angepasst werden. Hierfür wurde ein selbsteinstellender dynamischer Zustandsregler verwendet. Dieser sogenannte „adaptive self-tuning Regler“ beinhaltet im Wesentlichen zwei Module. Das erste übernimmt die Parameteridentifikation, d.h. die Schätzung der Bootsparameter. Das zweite berechnet hieraus automatisiert die Reglerparameter.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass unabhängig von den äußeren Einflussgrößen und der Anzahl der Personen an Bord annähernd dasselbe Gierverhalten erzielt werden kann.

4 AUSBLICK

Das hier vorgestellte Projekt hat eine Gesamtlaufzeit von 3 Jahren. Bis Sommer 2012 soll so ein Boot entstehen, dass sich selbstständig auf dem Bodensee bewegt. Die gezeigten Lösungsansätze, insbesondere in den Bereichen Datenfusion, Objektverfolgung und Wegplanung, bilden die Arbeitsgrundlage und sind momentan noch Gegenstand der Forschung. Darauf aufbauend, sind Folgeprojekte geplant, die es dem Boot ermöglichen sollen, autark an einem Liegeplatz anzulegen.

5 DANKSAGUNG

Dieses Projekt wird finanziert aus Mitteln des BMBF unter 17N4609

LITERATUR

[1] Bittner, R.; Driescher, A.; Gilles, E.D.
Entwurf einer Vorsteuerung zur hochgenauen Bahnführung von Binnenschiffen
3. Wismarer Automatisierungssymposium: mit internationaler Beteiligung, (2002)
[2] Wex, Georg
Leichtsinn führt häufig zu Unfällen
Südkurier 16.01.2010
[3] Wendel, Jan
Integrierte Navigationssysteme
Oldenbourg Verlag München Wien (2007)
[4] Blackman, S.; Popoli, R.
Design and Analysis of Modern Tracking Systems
Artech House Boston, (1999)
[5] Lau, B.
Kinodynamic Motion Planning for Mobile Robots Using Splines
IROS 2009, pp. 2427-2433
[6] Fossen, Thor I.
Guidance and Control of Ocean Vehicles
John Wiley and Sons Ltd, UK (1994)

FORMGEDÄCHTNIS-AKTOREN IN DER FAHRZEUGSICHERHEITSTECHNIK UND DEREN ALTERUNGSVERHALTEN

Joachim Strittmatter, Paul Gümpel, Viorel Gheorghita

Dr.-Ing. Joachim Strittmatter

arbeitet seit 1994 im Werkstoffprüflabor der HTWG Konstanz hauptsächlich in FuE-Projekten auf dem Gebiet der FGL. Seit 2002 ist er zu 50 % am Institut für Werkstoffsystemtechnik Thurgau an der Hochschule Konstanz angestellt, wo er hauptsächlich für die Intelligenten Materialien verantwortlich ist. 2009 schloss er seine Promotion mit dem Titel „Untersuchung des Alterungsverhaltens von NiTi-Formgedächtnislegierungen hinsichtlich der Effektstabilität" an der Universität Brasov in Rumänien ab. Er ist u.a. Mitglied im GMA-Fachausschuss 4.16 „Unkonventionelle Aktorik" der VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) und hat 25 Veröffentlichungen und mehrere Patente veröffentlicht.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel

Studium der Metallkunde an der Technischen Universität Clausthal, danach Industrietätigkeit im Forschungsbereich eines Edelstahlwerkes mit externer Promotion an der RWTH Aachen. Seit 1989 Professor für Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung an der Fakultät Maschinenbau der HTWG Konstanz. Seit 2002 wissenschaftlicher Leiter des Instituts für Werkstoffsystemtechnik Thurgau an der Hochschule Konstanz

Dipl. Ing. MSc. Viorel Gheorghita

Studium der Kraftfahrzeugtechnik an der Transilvania Universität Kronstadt, Rumänien, darauf aufbauend ein Masterstudiengang in Mechanical Computation. Berufstätigkeit in der Firma ROMAN, Kronstadt, als Projektleiter für Dreiachs-LKWs. Seit 2008 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Werkstoffprüflabor der HTWG Konstanz. 2010 Beginn einer Promotionsarbeit auf dem Gebiet der automobilen Sicherheitstechnik unter Einsatz von Formgedächtnislegierungen.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Im modernen Automobilbau spielen Fußgängerschutzsysteme eine immer stärker werdende Rolle, um Verletzungen und Todesfälle bei Verkehrsunfällen mit Fußgängerbeteiligung zu reduzieren. Eines dieser Sicherheitssysteme ist die aktive Motorhaube. Durch die Verwendung von Formgedächtnislegierungen (FGL) als Aktoren können die bestehenden Systeme vereinfacht werden, wobei die gleiche Funktion dann durch neue Mechanismen bei reduzierter Größe und Gewicht sowie verringerten Kosten ausgeführt werden kann. Der Einsatz von FGL in derartigen Sicherheitssystemen ist jedoch eingeschränkt, da bezüglich der Langzeitstabilität der Schaltfunktion derartiger Formgedächtnis-(FG)-Elemente zu wenig Erfahrung vorliegt. In diesem Beitrag werden nach einer Einleitung zu existierenden Systemen zur Motorhaubenanhebung FG-Aktoren und deren potenzielle Einsatzmöglichkeiten im Automobilbau vorgestellt. Im weitern werden einige Ergebnisse der Untersuchungen zur Langzeitstabilität von NiTi-Drähten vorgestellt.

Für diese neuartigen Untersuchungen wurde eine große Anzahl von NiTi-Drähten trainiert und bis zu vier Jahre bei erhöhten Temperaturen ausgelagert. Anschließend konnten diese künstlich gealterten Drahtproben in den Prüfständen hinsichtlich ihrer Phasenumwandlungstemperaturen, der Verkürzungszeiten (Schaltzeit) und der Verkürzungswege (Hub) untersucht werden. Es konnte herausgefunden werden, dass die Schalttemperaturen durch längere Auslagerungszeiten und höhere Auslagerungstemperaturen zu höheren Temperaturen verschoben werden. Eine Veränderung in den Schaltzeiten bei der Aktivierung konnte jedoch nicht beobachtet werden. Begleitende metallographische Untersuchungen führten zu einem Erklärungsmodell des Alterungsmechanismus von NiTi-FGL in diesem niederen Temperaturbereich. Dadurch können einige Antworten bezüglich des Alterungs- und Langzeitverhaltens von NiTi-Drähten gegeben werden, die bisher fehlten. Insgesamt kann durch diese Untersuchungen gefolgert werden, dass schnellschaltende Aktoren aus NiTi-Drähten nicht nur in fahrzeugtechnischen Sicherheitssystemen eingesetzt werden können, sondern auch für andere Anwendungen in der Kraftfahrzeugtechnik geeignet sind, um die Herstellungs- und Unterhaltungskosten zu reduzieren.

2 EINLEITUNG

Obwohl Jahr für Jahr die Gesamtzahl an Fahrzeugen steigt, konnte weltweit die Zahl von verletzten oder getöteten Fahrzeuginsassen verringert werden, was nicht zuletzt an der ständig steigenden Anzahl von Sicherheitssystemen in modernen Kraftfahrzeugen liegt [1]. Im Gegensatz zu dieser erhöhten Sicherheit bei den Fahrzeugpassagieren ist die Zahl der leicht, schwer oder tödlich verletzten Fußgängern bei Unfällen mit Kraftfahrzeugen nach wie

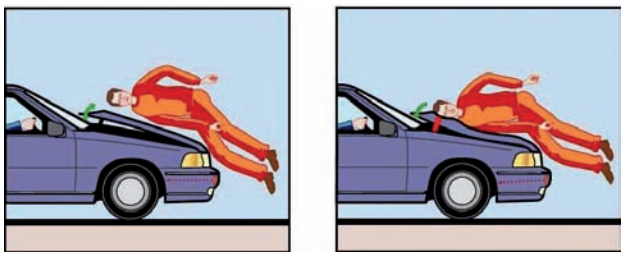


ABB. 1: Prinzip der Motorhaubenanhebung als Fußgängerschutzsystem [www.autoliv.com]

vor sehr hoch. Eine europäische Richtlinie zur Steigerung des Fußgängerschutzes sieht eine zweistufige Verbesserung vor (Richtlinie 2003/102/EG). In der ersten Stufe, die im Oktober 2005 in Kraft trat, sind für alle Neuwagen Tests mit so genannten Prüfkörpern vorgesehen, wobei diese nachgebildeten Körperteile wie Beine, Hüfte oder Kopf darstellen. Dadurch kann die Form der Frontpartie der Fahrzeuge entsprechend „fußgängerfreundlich" gestaltet werden. Die zweite Stufe sollte ab 2010 für alle Neuwagen verbindlich werden, in der in „erweiterten Tests" das Verletzungspotenzial von Neuwagen gegenüber Fußgängern weiter verringert wird. Interessant ist hierbei die Formulierung: „Motorhauben müssen so beschaffen sein, dass sie beim Aufprall des Körpers Energie aufnehmen." Es wurde jedoch festgestellt, dass die Anforderungen der zweiten Stufe (noch) nicht erfüllbar sind und überarbeitet werden müssen, weshalb diese Richtlinie in den Jahren 2010, 2013 und 2015 stufenweise verschärft werden soll.

Ein effektives Sicherheitssystem im automobilen Fußgängerschutz stellt die Motorhaubenaufstellung dar [2]. In den letzten Jahren wurden verschiedene derartige Systeme vorgestellt [3, 4], die durch Aufstellen der Motorhaube während eines Unfalls mit einem Fußgänger in der Lage sind, Teile der Aufprallenergie des Fußgängers aufzunehmen, und dadurch dessen Verletzungen verringern, siehe Abbildung 1. Neben diesen nicht auf dem Markt verfügbaren Systemen gibt es mittlerweile auch Systeme, die in Serienfahrzeugen zum Einsatz kommen, wie z.B. im Honda Legend [5], Jaguar XK [6], Citroën C6 [7] oder Mercedes E-Klasse [8].

Alle Systeme basieren darauf, dass zum Aufstellen der Motorhaube schnellschaltende Aktoren benötigt werden, da zwischen dem ersten Kontakt des Fußgängers mit der Fahrzeugstoßstange bis zum Aufprall auf der Motorhaube nur eine sehr kurze Zeit vergeht, üblicherweise weniger als 60 Millisekunden. Die Forschergruppe der HTWG Konstanz startete bereits im Jahre 2001 mit der Entwicklung von schnellschaltenden FG-Aktoren, also zu einer Zeit, als die damaligen Sensoren in der Stoßstange noch nicht in der Lage waren, mit hoher Betriebssicherheit zu unterscheiden, ob ein Fußgängerbein, ein Ball, ein Vogel oder etwas anderes angefahren wird. Dadurch hatten diese Systeme als entscheidenden Nachteil, dass sie nach einer Fehlauslösung kostspielig erneuert werden mussten. Daraus resultierte die Hauptmotivation unserer Tätigkeiten: die bisher verwendeten Aktoren der Einmalsysteme durch reversibel arbeitende FG-Aktoren zu ersetzen.

3 BESCHREIBUNG EXISTIERENDER MOTORHAUBENAUFSTELLUNGS-SYSTEME

Der grundsätzliche Mechanismus dieser Systeme besteht aus zwei Teilen: Der erste Teil ist das Sensor-System, das in der Stoßstange des Autos integriert wird und ein frühes Signal gibt, sobald ein Stoß auftritt. Der zweite Teil besteht aus zwei Aktoren für die Anhebung des hinteren Teils der Motorhaube. Diese Aktoren arbeiten auf elektrischer, pneumatischer oder hydraulischer Basis, können im einfachsten Fall aber auch aus einer komprimierten Feder bestehen. Unsere Forschergruppe arbeitete anfangs mit dem Konsortium IPPS (Intelligent Pedestrian Protection System) [9] zusammen. Das Konzept enthält eine nachgebende Stoßstange mit Faser-Lichtsensoren und eine aktive Motorhaube, die durch pneumatische Muskeln angehoben werden kann. Ein pneumatischer Muskel besteht aus einem Rohr mit unterschiedlichen Elastomerschichten, zwischen denen Netze eingezogenen sind. Wenn das schnellschaltende Magnetventil öffnet, strömt komprimierte Luft (von Druckluftpatronen oder einer Speicherart, die durch einen Kompressor befüllt wird) in den pneumatischen Muskel, der dabei dicker wird und sich aufgrund der Netzstruktur gleichzeitig verkürzt. In Kombination mit dem entsprechenden Scharniermechanismus wird dadurch die Motorhaube angehoben (siehe Abbildung 2).

Bei dem IPPS-Prototyp werden spätestens 15 Millisekunden nach dem ersten Kontakt an der Stoßstange die entsprechenden Daten an den Aktor übermittelt, der innerhalb weiterer 35 Millisekunden die Motorhaube einige Zentimeter anhebt. Das aktive Motorhaubensystem des IPPS Konsortiums wurde als ein konkretes Beispiel für eine Anwendung von schnell-

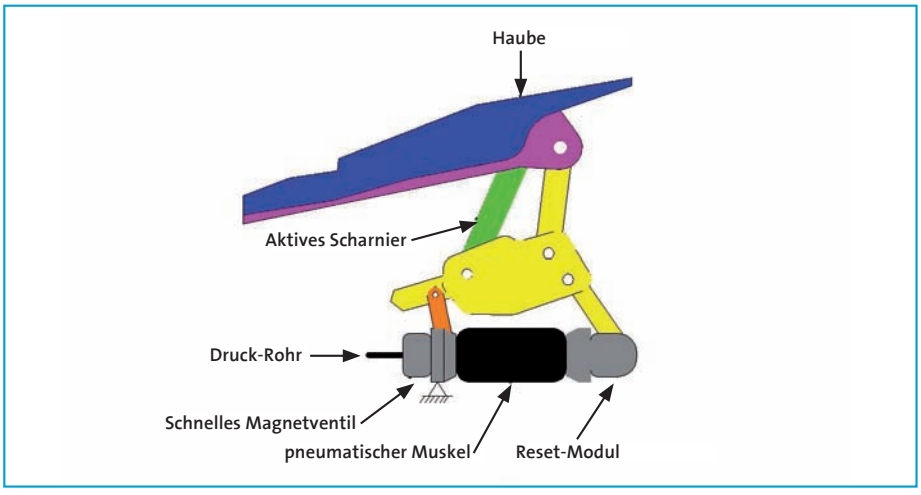


ABB. 2: Motorhauben-Anhebung mit pneumatischem Muskel [10]

schaltenden FG-Aktoren gewählt. Der Ersatz der pneumatischen Muskeln durch FG-Aktoren führt dabei zu einigen zusätzlichen Vorteilen, wie z.B. eine reversible Funktion, eine kompaktere Konstruktion und insgesamt eine weniger kostenintensive Lösung. Für den FG-Aktor gelten dabei folgende Voraussetzungen:

- Betriebstemperatur: –40 bis +125 °C
- Aktivierungszeit: < 35 ms
- Aktivierungskraft (mit Übersetzung): 200 bis 300 N
- Langzeitstabilität der verwendeten Materialien.

4 KURZE EINLEITUNG ZU FORMGEDÄCHTNISLEGIERUNGEN

FGL besitzen die außergewöhnliche Eigenschaft, durch bloße Erwärmung in ihre ursprüngliche Form zurückzukehren, wenn sie davor unter einer kritischen Temperatur plastisch verformt wurden [11]. Dieser außergewöhnliche Effekt ist die Folge einer Phasenumwandlung im festen Aggregatzustand und tritt bei bestimmten Metalllegierungen auf, den so genannten FGL. Abbildung 3 zeigt den Mechanismus der martensitischen Phasenumwandlung und das FG-Prinzip.

Die Hochtemperaturmodifikation des Gitters, der Austenit, wandelt sich bei Abkühlung über „Klappvorgänge" in eine verzwillingte Martensitstruktur um. Der Martensit ist durch „Entzwillingen" bis zu ca. 8 % (für NiTi) leicht verformbar (in Abbildung 3 erfolgt die Verformung durch das angehängte Gewicht). Diese Verformung ist bleibend, solange das Material unterhalb der Umwandlungstemperatur bleibt. Bei einer Erwärmung des verformten Martensits stellt sich bei Überschreiten der Umwandlungstemperatur die ursprüngliche Gestalt wieder ein. In diesem Verhalten ist die Grundlage des FG-Effektes zu sehen. Üblicherweise verursacht der FG-Effekt eine beträchtliche Rückstellkraft und ermöglicht daher einen Einsatz als Aktor. Derartige Aktorelemente können bei Erwärmung eine spontane Verkürzung im Bereich mehrerer Prozente ausführen und finden ihren Einsatz beispielsweise als Aktivierungs- und Verbindungselemente, als Auslöse- und Verschließmechanismen oder auch als aktive Implantate und hochdämpfende Federelemente. Im Bereich der Automobiltechnik sind sowohl Aktor- als auch Sensoranwendungen möglich. Eine ausführliche Beschreibung von FGL und deren Anwendungen findet sich beispielsweise in [12], teilweise in den anderen hier genannten Referenzen sowie in den auf der Forschungsseite der HTWG-Homepage als download verfügbaren Abschlussberichten der Projekte auf dem Gebiet der FGL.

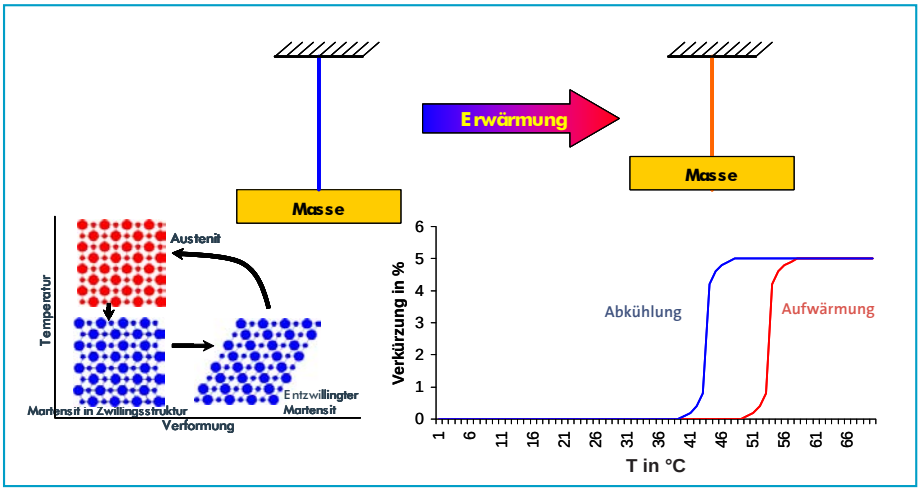


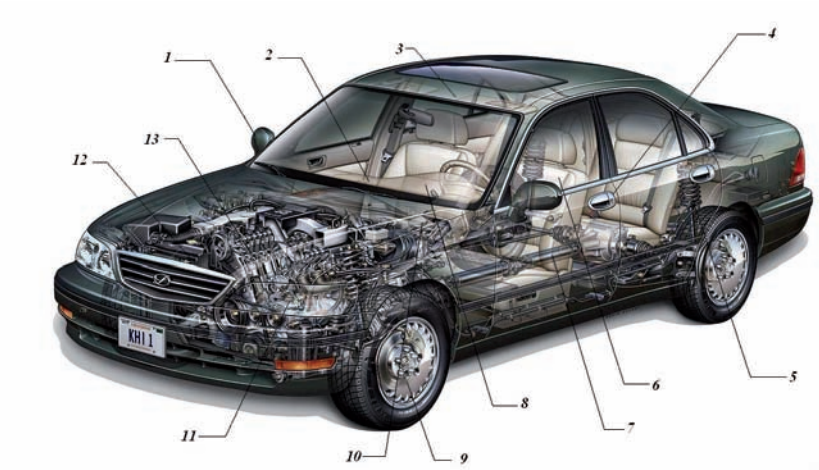
ABB. 3: Martensitische Umwandlung und FG-Prinzip

5 FGL IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

In einem modernen Kraftfahrzeug gibt es zahlreiche elektromagnetische Aktoren, die vor allem für unterschiedliche Funktionen im Komfortbereich, aber auch zur Fahrzeug- und Motorkontrolle eingesetzt werden. Neuere Ansätze basieren stattdessen auf so genannten „smart materials" wie beispielsweise FGL, um die bestehenden Aufgaben vorteilhafter und in einigen Fällen auch mit zusätzlichen Funktionen auszuführen [11]. Einige mögliche Anwendungen für FGL im Automobilbereich zeigt Abbildung 4.

Neben dem bereits genannten Nutzen bietet ein Einsatz von FGL in derartigen Systemen weitere Vorteile: Gleichmäßige und „weiche" Bewegung mit hohem Drehmoment bzw. großer Kraft, Verzicht auf weitere Mechanismen, geräuschlose Betätigung, Reversibilität und hohe Betriebszuverlässigkeit, da die Bewegung durch einen physikalischen Effekt ausgelöst wird. Daher liegen die interessantesten Anwendungen in Komponenten, die nur gelegentlich und meist ohne Drehbewegung aktiviert werden, wie z.B. klappbaren Rückspiegeln (Blendschutz), verstellbaren Lüftungsdüsen, Entriegelungsschlössern (Handschuhfach, Tankklappe) oder auch schwenkbaren Scheinwerfern (Kurvenlicht). Hierfür muss allerdings zunächst die Dauerhaftigkeit der Schaltfunktion, sprich die Langzeitstabilität des FG-Effektes, nachgewiesen werden, was einem kommerziellen Einsatz bisher entgegenstand.

Schnellschaltende Aktoren auf der Basis von NiTi-Drähten für die Motorhaubenanhebung in einem Fußgängerschutzsystem wurden in verschiedenen Schritten entwickelt [13, 14]. In zahlreichen Testreihen wurden NiTi-Drähte unterschiedlicher Durchmesser dahingehend getestet, bei



1. Rückspiegelverstellung
2. Klimaanlagenkontrolle
3. Justierung der Belüftungsdüsen
4. Türschlösser
5. Motorlagerung/Dämpfung
6. Polster und Kopfstützenregulierung
7. Automatikgetriebe
8. Schalter im Armaturenbrett
9. Bremsenbelüftung
10. Scheibenwischeranpressung
11. Scheinwerferkurvenführung
12. Schaltbare Kühlerabdeckung
13. Motorkontrollventile

... Schaltbare Nebellampenabdeckung
... Handschuhfachentriegelung
... Heckklappenentriegelung
... Gurtkraftbegrenzer

ABB. 4: Mögliche Einsatzgebiete für Komponenten aus FGL im Automobilbau

einer Erwärmung durch eine Kondensatorschnellentladung eine der Motorhaube entsprechende Masse von 20 kg in möglichst kurzer Zeit anzuheben. Eine Konfiguration mit 30 FG-Einzeldrähten lieferte das beste Ergebnis. Ein derartiger FG-Muskel, bestehend aus geflochtenen Einzeldrähten mit 0,254 mm Durchmesser, benötigte bei einem Gegengewicht von 20 kg für den mit 12,5 mm vorgegebenen Hub eine Stellzeit von 24,9 ms. Der Kondensator hatte dabei eine Kapazität von 83700 µF und war mit 100 V aufgeladen.

6 AUSLAGERN DER EINZELDRAHT-PROBEN UND PRÜFAPPARATUREN

Die Langzeitstabilität von FG-Aktoren ist ein wesentlicher Punkt, der gewährleistet sein muss. Im Allgemeinen können Sicherheitssysteme innerhalb der ersten Tage eines Autolebens aktiviert werden oder auch erst nach einigen Jahren. In jedem Fall müssen dabei die Funktionalität des gesamten Systems und vor allem die Betriebssicherheit der verwendeten Aktoren gegeben sein. In der Praxis kann eine Langzeitstabilität durch Tests an ausgelagerten Proben nachgewiesen werden. Durch die Auslagerung von FG-Proben erfolgt ein so genannter Alterungsprozess und durch Tests an diesen ausgelagerten Proben kann dann eine Aussage bezüglich der Funktionalität getroffen werden. Diese Vorgehensweise basiert auf der bekannten Tatsache, dass die Faktoren Zeit und Temperatur in direktem Zusammenhang zueinander stehen. So ist es möglich, Material künstlich altern zu lassen, indem der Faktor Zeit bis zu einem gewissen Grad durch den Faktor Temperatur ersetzt wird. Dieser Zusammenhang kann bei FGL nur bedingt angewendet werden, da während der Auslagerung keine Phasenumwandlung von Martensit in Austenit auftreten sollte. Dies wurde in Vorversuchen sichergestellt. Danach wurden fünf Auslagerungstemperaturen und entsprechende Entnahmezeiten festgelegt. Am Anfang der Auslagerungsversuche betrugen die Abstände zwischen den Entnahmezeiten nur einige Tage, im Laufe der Untersuchung wurden diese dann immer länger. Parallel zu den in den Öfen ausgelagerten Proben wurden Drahtproben bei Raumtemperatur (RT) für die gleiche Zeit ausgelagert. Durch Vergleich der an ausgelagerten Proben ermittelten Ergebnisse mit den Ergebnissen aus den Referenzversuchen kann folglich festgestellt werden, ob Veränderungen im Material eingetreten sind, die möglicherweise Auswirkungen auf die Funktion der FG-Drähte haben. Abbildung 5 zeigt in einer Auslagerungsmatrix einen Überblick über die fünf Temperaturgruppen und die vorgesehenen Entnahmezeiten.

Die unterschiedlich ausgelagerten FG-Drähte wurden in zwei speziell hierfür entwickelten Prüfapparaturen hinsichtlich ihres Umwandlungsverhaltens untersucht. Abbildung 6 zeigt schematisch den Aufbau des Ölbad-Prüfstandes. Bis zu sechs einzelne Drahtproben können horizontal durch das Ölbad geführt werden. Während sie auf der einen Seite fest fixiert sind, werden sie durch einen Übergangsdraht auf der anderen Seite über zwei Umlenkrollen mit einem Gewicht belastet, das in jedem Draht eine Zugkraft von 135 N/mm² bewirkt. Durch Erwärmen und Kühlen des Ölbades durchläuft jeder Draht einen kompletten Umwandlungszyklus, wobei die Länge jeder Drahtprobe aufgenommen wird. In einem Temperatur-Weg-Diagramm können dann die charakteristischen Werte der Phasenumwandlung wie z.B. Austenit-start (A_S), Austenit-peak (A_P) = Schalttempereratur und Austenit-finish (A_F) ermittelt werden. Durch Vergleich der

Temperatur	140 °C			120 °C			100 °C			80 °C			60 °C		
Tage	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
4															
6															
8															
10															
12															
16															
20															
24															
30															
40															
60															
90															
120															
180															
1560															

A = 3 Drahtproben für Ölbadversuch; B = 2 Drahtproben für den Laserprüfstand; C = Reservedraht

ABB. 5: Alterungsmatrix

an ausgelagerten Proben ermittelten Werte mit den an Referenzproben ermittelten Daten können kleinste Alterungseffekte bemerkt werden. Um einen möglichen Einfluss auf die Aktorfunktion der Proben zu untersuchen, wurde eine zweite Prüfapparatur konzipiert (siehe Abbildung 7).

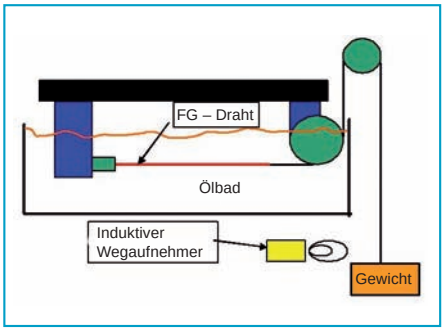


ABB. 6: Schematischer Aufbau des Ölbad-Prüfstands

Auch hier wird ein einzelner FG-Draht einseitig fest eingespannt und über einen Übergangsdraht und eine Umlenkrolle mit einem konstanten Gewicht belastet. Wird der Draht über eine Kondensatorschnellentladung mit elektrischer Energie beaufschlagt, erfolgt eine Joulesche Erwärmung

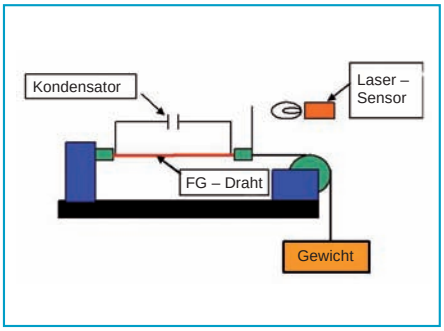


ABB. 7: Schematischer Aufbau des Schnellschalt-Prüfstands

und die damit verbundene Phasenumwandlung von Martensit zum Austenit, wobei die dadurch bewirkte Verkürzung und die Schaltzeit erfasst werden.

7 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

7.1 Ölbadversuche

In Abbildung 8 ist das Längenänderungsverhalten eines Referenzdrahtes über der Temperatur dargestellt. Diese Probe wurde im Rahmen der 140 °C-Auslagerungsreihe als Referenzprobe mit 4-tägiger Auslagerung bei RT untersucht. Insgesamt ist ein kompletter Zyklus dargestellt, der bei 10 °C beginnt. Ab ca. 80 °C verkürzt sich der Referenzdraht mit zunehmender Umwandlungsgeschwindigkeit, die bei 98,84 °C ihr Maximum hat. Knapp unter 100 °C sind 4 % Verkürzung erreicht. Die weitere Erwärmung im Ölbad bis 170 °C

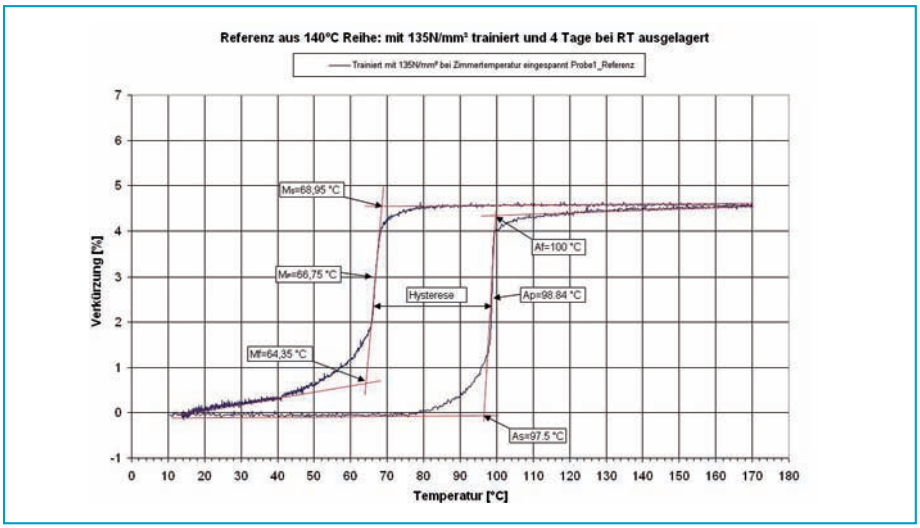


ABB. 8: Kurvenverlauf einer Referenz aus der 140 °C-Untersuchungsreihe

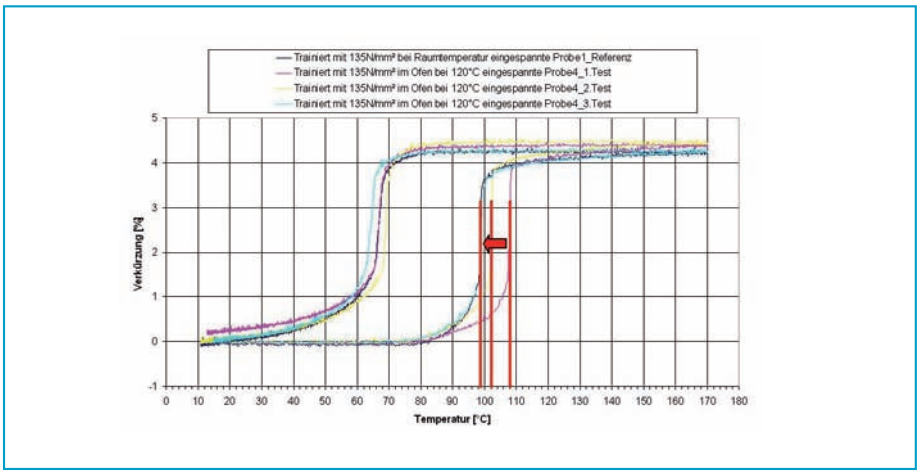


ABB. 9: Ergebnisse im Ölbadversuch: Verkürzung über der Temperatur von ausgelagerten Proben (120 °C über 24 Tage) im Vergleich zur Referenz (RT über 24 Tage)

führt zu einer weiteren Verkürzung, die sich asymptotisch ihrem Maximum nähert, das nur knapp über dem hier ermittelten Höchstwert der Verkürzung von ca. 4,6 % bei 170 °C liegt. Über das Tangentenverfahren ergeben sich auch die Werte der Umwandlungstemperturen A_S und A_F, die bei diesem steilen Kurvenverlauf verfahrensbedingt sehr nahe an A_P liegen. Die Rückumwandlungskurve beginnt in dieser Darstellung bei 170 °C und ca. 4,6 % Verkürzung. Ab ca. 80 °C erfolgt die Verlängerung des Probendrahtes, M_P wird mit 66,75 °C ermittelt. Danach kehrt die Probe wieder in ihren Ausgangspunkt bei 10 °C und knapp unter 0 % Verkürzung zurück. Der Wert der Hysterese lässt sich als Differenz zwischen den beiden ermittelten Umwandlungsmaxima A_P und M_P berechnen.

Abbildung 9 zeigt nun den Kurvenverlauf von ausgelagerten Proben im Vergleich zur Referenzkurve. Es handelt sich hier um den Mittelwert von jeweils drei NiTi-Proben, die 24 Tage lang bei 120 °C ausgelagert wurden. Alle Proben, auch die drei für 4 Tage bei Raumtemperatur ausgelagerten Referenzproben, durchliefen drei Temperaturzyklen zwischen 10 und 170 °C und werden als Kurvenverlauf 1., 2. und 3. Test dargestellt.

Alle vier Kurven zeigen in etwa die gleichen Verkürzungswerte (Hub), die zwischen 4,2 % und 4,4 % liegen. Die roten Linien im Diagramm zeigen die A_P-Werte der drei Tests an, die auf unterschiedlichen Niveaus liegen: im Vergleich zum A_P-Wert der Referenzprobe liegt der A_P-Wert der ausgelagerten Proben im ersten Versuch ca. 8 K höher. Im zweiten und dritten Testdurchlauf fiel der erhöhte A_P-Wert schrittweise wieder auf das Niveau der Referenzprobe. Dies ist unter dem Begriff „Effekt der ersten Umwandlung“ bekannt und bedeutet, dass aufgrund von Auslagerungseffekten über längere Zeit im martensitischen Bereich bei der erstmaligen Erwärmung die Umwandlungstemperaturen höhere Werte aufweisen als bei den nachfolgenden Umwandlungszyklen. Die Ursache ist eine Verringerung des Ordnungsgrades S und Segregation gelöster Atome an Gitterdefekten im Martensit [15]. Je stärker diese als Alterung bezeichneten Auslagerungseffekte sind, desto stärker ist auch diese vorübergehende Verschiebung, die im ersten Umwandlungszyklus auftritt.

Nun wurden von jeder Temperaturgruppe und Auslagerungszeit drei Drähte entnommen und jeweils drei Temperaturzyklen untersucht. Die ermittelten A_P-Temperaturen wurden dann in Gesamtdiagrammen über der Auslagerungszeit aufgetragen. Die größte Verschiebung der Stelltemperaturen hin zu höheren Temperaturen erfolgt bei den Drähten, die bei der Auslagerung den höchsten Temperaturen ausgesetzt waren. Abbildung 10 zeigt die Ergebnisse der 140 °C-Reihe über der Auslagerungsdauer von 0,04 Tagen (1 h-Zusatzversuch) bis 1.560 Tagen.

Sehr deutlich ist der steile Anstieg zu Beginn der Auslagerungsdauer zu sehen. Der Einfluss der erhöhten Auslagerungstemperatur bewirkt eine deutliche Anhe-

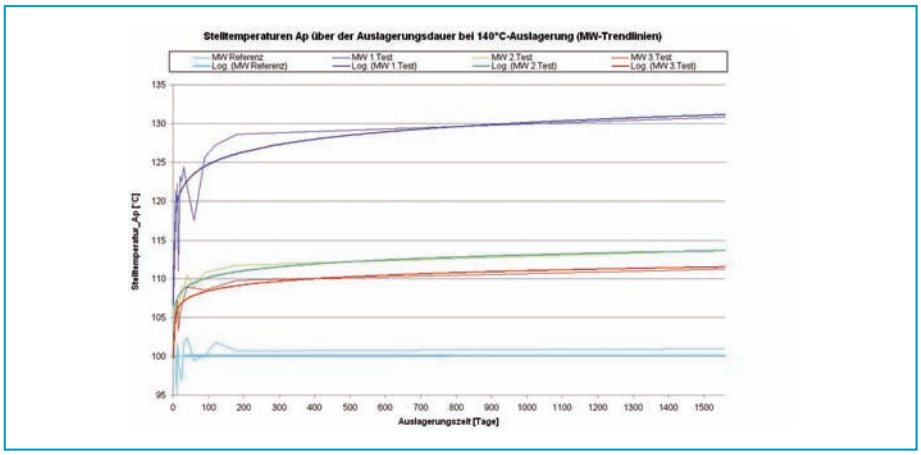


ABB. 10: A_P-Stelltemperaturen der 140 °C-Reihe im 1., 2, und 3. Test über der Auslagerungszeit von 0,04 bis 1560 Tage

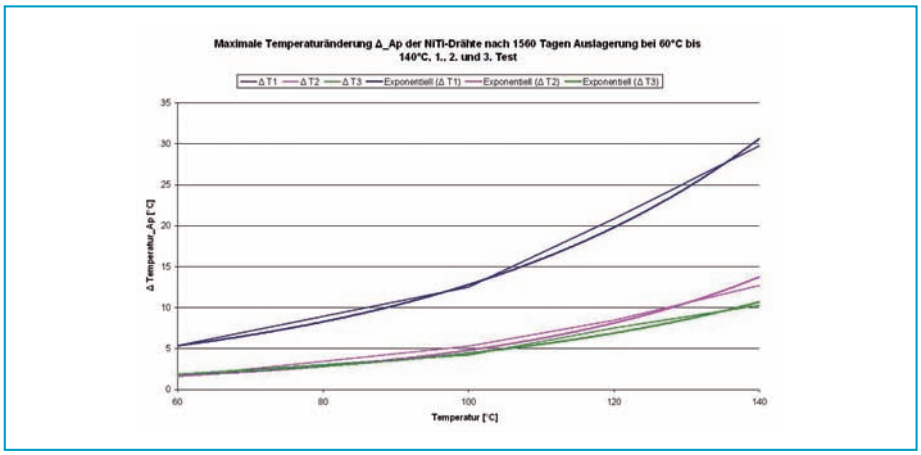


ABB. 11: Absolute Erhöhung der A_P-Temperaturen von 1.560 Tage bei unterschiedlichen Temperaturen ausgelagerten Proben gegenüber der A_P-Temperatur von Referenzproben

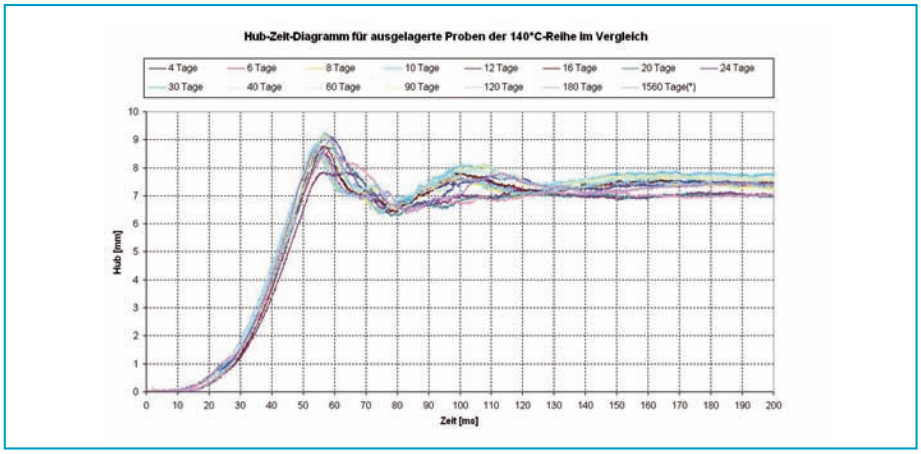


ABB. 12: Ergebnisse im Schnellschaltversuch: Hub-Zeit-Diagramm von unterschiedlich lange ausgelagerten NiTi-Proben der 140 °C-Reihe (4 bis 1.560 Tage)

bung der Stelltemperaturen, die im ersten Test maximal ist und in den weiteren Tests schrittweise wieder abgebaut wird. Über der Auslagerungsdauer steigen die entsprechenden A_P-Werte weiter an, wobei eine verlängerte Auslagerungsdauer einen kleineren Einfluss hat. Für den ersten Test nach der Auslagerung wird nach der Auslagerungszeit von 1560 Tagen eine Stelltemperatur A_P von 130,8 °C ermittelt, was bezogen auf die zu dieser Auslagerungszeit zugehörige Stellzeit der Referenzprobe eine absolute Temperaturerhöhung von 29,8 K ergibt. Die Kurvenverläufe der Proben aus den anderen Temperaturreihen zeigen das gleiche Verhalten, wobei die Anstiege mit sinkender Auslagerungstemperatur zurückgehen. Da bei der längsten Auslagerungszeit auch die größten Temperaturerhöhungen erfolgen, zeigt Abb. 11 abschließend die absolute Erhöhung der A_P-Temperaturen von 1.560 Tagen bei unterschiedlichen Auslagerungstemperaturen ausgelagerten Proben gegenüber der A_P-Temperatur von Referenzproben.

7.2 Schlussfolgerung der Ölbadversuche

Anhand der Ergebnisse der Ölbadversuche kann gefolgert werden, dass der Effekt der Verkürzung auch bei der längsten Auslagerungsdauer und der höchsten Auslagerungstemperatur noch vorhanden ist und dass sowohl die Auslagerungstemperatur als auch die Auslagerungsdauer einen messbaren Effekt im FG-Material bewirken. Höhere Auslagerungstemperaturen führen zu einer stärkeren Verschiebung der A_P-Werte auf ein höheres Temperaturniveau, während der Einfluss von längeren Auslagerungszeiten nicht so stark ist. Die Verschiebungen sind jeweils im ersten Versuch nach der Auslagerung am stärksten und werden in den nachfolgenden Zyklen schrittweise abgebaut. Selbst die stärkste Erhöhung der Stelltemperatur (29,8 °C nach 1.560 Tagen in der 140 °C-Reihe) kann aus metallographischer Sicht als relativ geringer Einfluss auf das Phasenumwand-

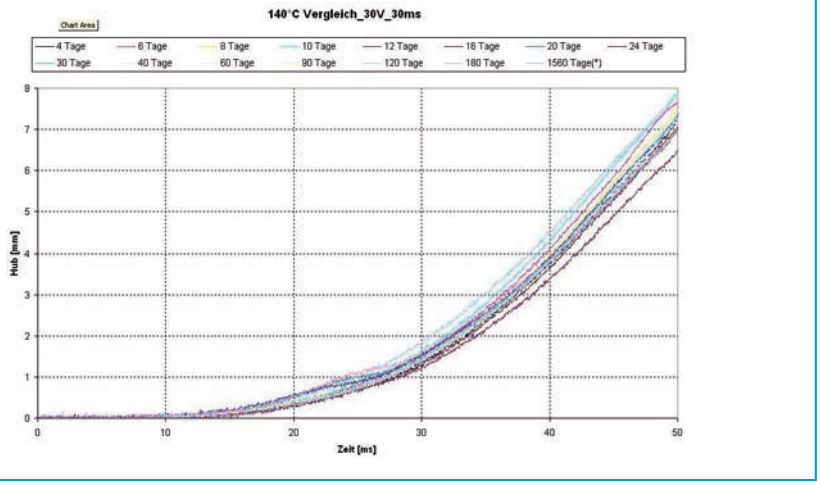


ABB. 13: Vergrößerter Kurvenausschnitt aus Abb. 12

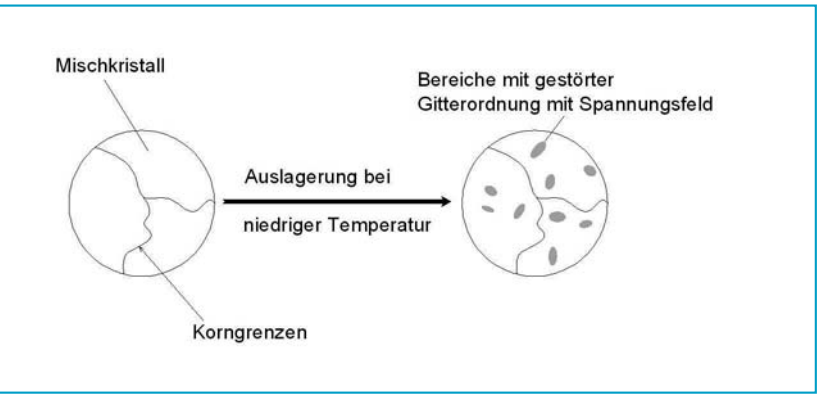


ABB. 14: Modell des Alterungsmechanismus bei Alterungen bis 140 °C

lungsverhalten bewertet werden und wäre im Falle der Motorhaubenanhebung sogar wünschenswert, sofern die Funktion gewährleistet bleibt.

7.3 Schnellschaltversuche

Im Gegensatz zu den am Ölbadprüfstand durchgeführten Tests wurden hier von jeder Temperaturgruppe und Entnahmezeit nur zwei Drähte getestet und die daraus resultierende Mittelwertskurve mit der Referenzkurve verglichen. Im Schnellschaltprüfstand wurden die Proben über eine Kondensatorschnellentladung elektrisch erwärmt. Um ein Überschwingen der stark nach oben beschleunigten Masse zu verhindern, wurde nach einem Verkürzungsweg (Hub) von 9 mm ein Anschlag vorgesehen. In Abbildung 12 ist ersichtlich, wie nach ca. 55 ms diese Masse gegen den Anschlag prallt und sich die Kurven nach ca. 150 ms auf Werte zwischen 7 und 7,5 mm Hub einschwingen.

Bei allen Versuchen an unterschiedlich gealterten Proben konnten nur sehr geringe Unterschiede zu den Kurven der Referenzproben beobachtet werden. Um in Erfahrung zu bringen, ob diese geringen Abweichungen einer bestimmten Systematik unterliegen, wurden die Ergebnisse der höchsten Auslagerungstemperaturbereiche aus Abb. 12 genauer untersucht. In Abbildung 13 wurde hierzu der Anfangsbereich in einem Ausschnittdiagramm herausgelöst und vergrößert. Die Ausschnittsauswahl fiel deshalb auf den Anfangsbereich, weil in einer möglichen Anwendung ein Aktor-Draht nie bis zum Maximalhub belastet wird, sondern nur bis zu einem geringeren Wert. Für eine mögliche Anwendung im Beispiel Motorhaubenanhebung würde dieser Wert beispielsweise bei 5 mm oder 6 mm liegen (der erforderliche Arbeitshub würde dann über die Drahtlänge und ggf. eine Übersetzung erreicht werden).

7.4 Schlussfolgerung der Schnellschaltversuche

Durch die Ergebnisse der Schnellschaltversuche an ausgelagerten Proben kann gefolgert werden, dass sowohl die Auslagerungstemperatur als auch die Auslagerungsdauer keinen messbaren Effekt hinsichtlich der Schaltfunktion im FG-Material bewirken. Das bedeutet auch, dass die am Ende der Ölbadversuche aufgekommenen Bedenken hinsichtlich einer Verlangsamung des Stellvorgangs bei gleich bleibender Energiezufuhr nicht zutreffen. Die bei den Ölbadversuchen festgestellte Verschiebung zu höheren Stelltemperaturen mit der Folge, dass der Aktordraht für seine Aktivierung auf eine höhere Temperatur gebracht werden muss, führt trotz gleich bleibender Aktivierungsenergie im Schnellschaltprüfstand nicht zu einer feststellbaren Verlangsamung der Verkürzungszeit. Es ist vielmehr zu vermuten, dass über die Schnellentladung der Kondensatoren in der nur Millisekunden dauernden Bestromungszeit eine so hohe Energie eingebracht wird, dass auch eine Erhöhung der Stelltemperatur von max. 29,8 °C keinen mit diesem Prüfstand messbaren Einfluss auf die Funktion der Aktor-Drähte hat.

7.5 Metallkundliche Untersuchungen und Erklärungsmodell des Alterungsmechanismus

Die Untersuchungsergebnisse der Tests im Ölbadprüfstand bestätigten die Vermutung, dass sich durch die künstliche Alterung eine Modifikation in den FG-Proben ereignet haben muss. Deshalb bestand ein großes Bestreben, derartige Modifikationen auch an dem jeweiligen Gefügezustand unterschiedlicher Drahtproben feststellen zu können. So wurden transmissionselektronische Untersuchungen, Mikrohärtetests und auch elektrische Widerstandsmessungen an unterschiedlich gealterten Proben im Vergleich zu Referenzproben durchgeführt. In keiner dieser Untersuchungen konnte jedoch ein nennenswerter Unterschied festgestellt werden. Daher stellt sich der Mechanismus der Alterung als ein Phänomen aus mehreren Komponenten dar, deren Ursachen in Ordnungsdefekten der Gitterstruktur liegen. Diese können hervorgerufen werden durch Diffusionsvorgänge, Segregation von Atomen als Vorstufe von Ausscheidungsvorgängen (vor allem thermisch bedingt), Änderung der Leerstellenverteilung und/oder Gitterverzerrungen durch Verformung.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Mit dieser Arbeit wird aufgezeigt, welche Vorteile der Einsatz von FG-Aktoren in der Fahrzeugtechnik bieten kann. Ein Sicherheitssystem der Motorhaubenanhebung wurde als intelligentes Fußgängerschutzsystem ausgewählt und eine schnellschaltende Aktorfunktion im Millisekundenbereich bei FG-Drähten entwickelt. Da keine Erfahrung bezüglich der Langzeitstabilität von Formgedächtnislegierungen in diesen Anwendungen vorlag, wurden hier sehr umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. In Auslagerungsöfen wurde trainiertes NiTi-Drahtmaterial unter Zugspannung im Temperaturbereich von 60° C bis 140° C bis zu 1.560 Tage ausgelagert. Weiterhin wurden an den ausgelagerten Proben metallkundliche Untersuchungen durchgeführt mit dem Ziel, den Mechanismus der durch die Auslagerung bewirkten Gefügeänderungen zu erforschen. Durch die Arbeiten kann gezeigt werden, dass

- der Formgedächtnis-Effekt auch nach der längsten Auslagerungsdauer bei höchster Auslagerungstemperatur noch vorhanden ist,
- die Umwandlungstemperaturen durch die Auslagerung zu höheren Temperaturen verschoben werden,
- die Auslagerungstemperatur einen sehr starken, die Auslagerungsdauer einen dagegen moderaten Einfluss auf die Verschiebung der Umwandlungstemperaturen hat,
- die Verschiebung bei der ersten Erwärmung nach der Auslagerung am stärksten erfolgt und sich bei jeder weiteren Erwärmung auf das Niveau der Referenzprobe absenkt,
- keine Veränderung des zeitlichen Stellverhaltens von ausgelagerten Aktordrähten bei Schnellaktivierung im Schnellschaltprüfstand festgestellt werden kann,
- weder durch Mikrohärtemessungen noch durch Gefügeuntersuchungen im Licht- und Elektronenmikroskop Unterschiede in unterschiedlich ausgelagertem Material festgestellt werden können.

Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass bei der Auslagerung von NiTi-Material im niedrigen Temperaturbereich keine gravierenden Gefügeänderungen eintreten und insbesondere keine Ausscheidungen gebildet werden. Als Ursache dieser Gefügeänderung sind vielmehr Änderungen in der Homogenität der Atomanordnung im Gitter anzusehen. Die festgestellten Unterschiede hinsichtlich des FG-Effekts sind auch bei langzeitausgelagerten Proben aus anwendungsbezogener Sicht klein und treten nur bei der ersten Umwandlung nach der Auslagerung auf. Da bei Schnellerwärmung keine Veränderung auf das zeitliche Verkürzungsverhalten und damit die Aktorfunktion festgestellt werden kann, lässt sich durch diese Untersuchung des Effektverhaltens nach Auslagerung unter den für den Automobilbereich geltenden Bedingungen folgern, dass schnellschaltende FG-Elemente aus NiTi-Draht nicht nur für das ausgewählte Beispiel der Motorhaubenaufstellung eingesetzt werden können, sondern auch für andere Aktorfunktionen im Automobilbereich geeignet sind.

LITERATUR

[1] M. Peden, et al.: World Report on Road Traffic Injury Prevention, Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2004.

[2] R. Froeming, et al.: Requirement engineering for active safety pedestrian protection systems based on accident research, Advanced Microsystems for Automotive Applications 2006, 79–106.

[3] K. Nagatomi, et al.: Development and full-scale dummy tests of a pop-up hood system for pedestrian protection, Proceedings of the 19th International Technical Conference, 2005.

[4] K. B. Lee, et al.: The study on developing active hood lift system for decreasing pedestrian head injure, Innovations for Safety: Opportunities and Challenges, 2007.

[5] The Official Site of the European New Car Assessment Programme: www.euroncap.com/tests/honda_legend_2007/283.aspx

[6] Pedestrian Deployable Bonnet System, www. birmingham101.com/101motors_jag_bonnet.htm

[7] The Official Site of the European New Car Assessment Programme: Citroen C6, www. euroncap.com/tests/citroen_c6_2005/ 235.aspx

[8] Neue E-Klasse mit aktiver Motorhaube, High TechReport 1/2009, www.daimler.com/dccom/0-5-1217018-49-1218263-1-0-0-0-0-0-8-7165-0-0-0-0-0-0-0.html

[9] N. N, IPPS-Konsortium: Fünf für Fußgängerschutz, Automobil-Entwicklung, Mai 2004, S. 34
[10] O. Scherf, et al: A Fibre Optical Sensor System for Control of Active Pedestrian Protection Systems, VDI Berichte Nr. 1794 (2003), 199–223.
[11] F. Butera:, Shape memory actuators, Advanced Materials & Processes 2008, 37–40.
[12] P. Gümpel, u.a.: Formgedächtnislegierungen – Einsatzmöglichkeiten in Maschinenbau, Medizintechnik und Aktuatorik, expert-verlag Renningen, Kontakt & Studium Bd. 655, 2004, 156 Seiten.
[13] J. Frank:, Schnellschaltender Aktor aus Formgedächtnislegierung, Diplomarbeit Fachhochschule Konstanz 2002, 108 Seiten
[14] J. Strittmatter, P. Gümpel: Investigation of Long-Time Aged Ni-Ti Shape Memory Actuator Wires for Future Use in Automotive Safety Systems, ACTUATOR 2010, Bremen, 2010, 921–924.
[15] E. Hornbogen: Metallkundliche Grundlagen, in D. Stöckel, u.a.: Legierungen mit Formgedächtnis – Industrielle Nutzung des Shape-Memory-Effektes., Expert Verlag Ehningen bei Böblingen, Bd. 259, 1988, 1–30

STEIGERUNG DER VERTRIEBSEFFIZIENZ DURCH DEN EINSATZ VON PRODUKTKONFIGURATOREN

Guido H. Baltes, Jérôme Gard, Philipp Sticksel

Professor Dr. Guido Baltes

Seit 2006 Professor für Strategie & Marketing sowie Studiendekan im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung (HTWG). Die Schwerpunkte seiner Forschung liegen in strategischen Führungssystemen dynamischer inter- und intraorganisationaler Netzwerke, Strategischem Management & Führung sowie Innovationsmarketing. Studium der Luft- und Raumfahrttechnik mit Vertiefung Ingenieur-Planungstechnik an der UniBw München sowie der Wirtschaftswissenschaften mit Vertiefung Wirtschaftsinformatik an der Fernuniversität Hagen. Promotion zum Dr.-Ing. an der UniBw München zum Thema „Synergiemanagement in vernetzten Organisationen". Anschließend tätig bei der Siemens AG im Bereich Corporate Strategy, zuletzt als Leiter der Abteilung Strategy & Marketing der Siemens Business Services Deutschland.

M. Eng. Dipl.-Ing. Jérôme Gard

Seit 2009 Promotion mit den Schwerpunkten Technologie- und Innovationsmanagement, Integrierte Strategische Führungssysteme und Steuerung dynamischer Netzwerke und arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTWG Konstanz in einer Living Lab Einrichtung der Forschungsgruppe CoPS, dem Konstanzer Labor für Führungssysteme (eArchitecture Lab). Studium des Wirtschaftsingenieurwesens (M.Eng) mit Vertiefung Technologie- und Innovationsmanagement an der HTWG sowie des Wirtschaftsingenieurwesens (Dipl.-Ing.) mit Vertiefung Fahrzeugtechnik an der University of Applied Sciences in Trier.

B.A. Philipp Sticksel

Arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der HTWG in einer Living Lab Einrichtung der Forschungsgruppe CoPS, dem Konstanzer Labor für Führungssysteme (eArchitecture Lab).

1 VERTRIEBSKONFIGURATOREN ERFOLGREICH IMPLEMENTIEREN

Für den technologieorientierten Mittelstand ist kundenspezifische Leistungserstellung ein adäquates Mittel zur Differenzierung im globalen Wettbewerb. Vertriebskonfiguratoren helfen vor dem Hintergrund der Mass Customization den dafür notwendigen Trade-off zwischen Effizienz und Individualisierung der Leistungserstellung zu bewältigen. Die Einführung solcher Lösungen ist jedoch eine organisationale Herausforderung. Im Hinblick auf das Change Management werden Fallstudien zu Konfiguratorimplementierungen vorgestellt und im Quervergleich analysiert. Ein daraus abgeleitetes Modell der Einführungsphasen adressiert Herausforderungen und Handlungsempfehlungen für den Implementierungsprozess. Abschließend wird gezeigt, dass erfolgreich implementierte Vertriebskonfiguratoren die Chance bieten, strategischen Wandel einzuleiten, der veränderte und erfolgversprechende Geschäftsmodelle für den Innovationswettbewerb ermöglicht.

Individualisierte Nachfrage und globaler Preiswettbewerb stellen Industrieunternehmen, vor allem den technologieorientierten Mittelstand, vor neue wettbewerbsstrategische Herausforderungen. Für diese Unternehmen ist die kundenspezifische Leistungserstellung ein Differenzierungsmerkmal im globalen Wettbewerb. Jedoch ist diese Individualisierung durch den Anstieg der Komplexität mit hohen Kosten verbunden [6, 13].

Unternehmen können darauf mit dem Produktionskonzept „Mass Customization" reagieren [10, 11]. Ziel dieser Konzeption ist es, Kundenbedürfnisse mit individualisierten Leistungen zu befriedigen und gleichzeitig die Vorteile der Massenproduktion zu nutzen. Hierfür sind zwei Grundprinzipien von Bedeutung:

- Die Produktstruktur ist für eine standardisierte Produktion mit positiven Effekten hinsichtlich Qualität und Effizienz modular aufgebaut [12].
- Der Kunde wird in die Produktspezifizierung integriert, um latente Kundenbedürfnisse nutzbar zu machen [3].

Produktkonfiguratoren scheinen zur Umsetzung dieser Konzeption besonders

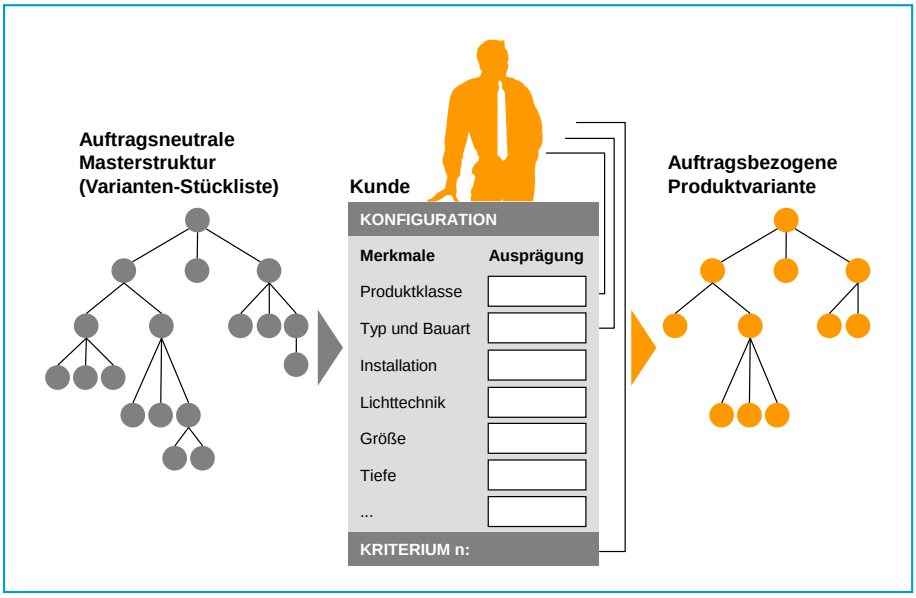


BILD 1: Grundprinzip der Vertriebskonfiguratoren

geeignet. Als Werkzeuge der strategischen Vertriebssteuerung („Vertriebskonfiguratoren“) unterstützen sie die Prinzipien der Mass Customization: Kundenindividuelle Lösungen können mithilfe softwaregestützter, interaktiver Prozesse aus einem modularen Baukasten generiert werden. Der so automatisierte Datenfluss trägt zu einem effizienten Informationsaustausch der am Wertschöpfungsprozess beteiligten Bereiche bei [14]. Dadurch reduzieren Vertriebskonfiguratoren die Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten, da besonders die Reibungsverluste an den abteilungsübergreifenden Schnittstellen minimiert werden. Vertriebskonfiguratoren werden daher im Sinne der Mass Customization als Erfolgstreiber angesehen [6, 10].

In Fallstudien wird gezeigt, dass Vertriebskonfiguratoren erhebliches Wachstum bei annähernd gleichbleibenden Vertriebs- und Auslegungskapazitäten ermöglichen („Sales Automation“) [5, 7]. Die Implementierung dafür benötigter Vertriebskonfiguratoren ist jedoch eine Herausforderung. Probleme treten vor allem bei der Modellierung des in der Organisation verteilten Produktbeziehungswissens im Konfigurator auf. Dabei scheitert die (software-)technische Umsetzung oftmals an den organisationalen Veränderungsprozessen. Dazu wird ein Modell eines erfolgversprechenden Implementierungsvorgehens vor dem Hintergrund des Change Managements entwickelt. Aus einer vergleichenden Analyse von Fallstudien zum Implementierungsvorgehen wird ein geeignetes Phasenmodell vorgeschlagen, woraus konkrete Schlussfolgerungen für Anwender und Anbieter abgeleitet werden. Zudem verdeutlichen die hier vorgestellten Untersuchungen die strategische Bedeutung von Vertriebskonfiguratoren. Es wird gezeigt, dass durch Vertriebskonfiguratoren neben organischem Wachstum auch kompetenzbasierte Wettbewerbsvorteile im Sinne der dynamischen Fähigkeiten erzielt werden können.

2 VERTRIEBSKONFIGURATOREN ALS STRATEGISCHE WERKZEUGE ZUR STEIGERUNG DER EFFIZIENZ

Technologieorientierte Unternehmen, die im globalisierenden Wettbewerb stehen, zeichnen sich durch technologie- und innovationsorientierte Differenzierungsstrategien zur Erstellung kundenindividueller Leistungen aus. Dazu werden Unternehmensprozesse auf das breite Spektrum heterogener Kundenanforderungen ausgerichtet, wodurch die Anzahl der Lösungsalternativen und damit die Komplexität der Produktstruktur steigen.

Unternehmen können auf diese Herausforderung mit dem Konzept der Mass Customization reagieren, um dem Tradeoff von Individualisierungs- und Effizienzanforderungen zu begegnen [10]. Zur erfolgreichen Umsetzung dieser Konzeption sind insbesondere ein reibungsloser intra- und interorganisationaler Informationstransfer sowie stabil laufende Prozesse zur modularisierten Leistungserstellung erforderlich [8, 10, 12]. Realisiert werden diese Konzepte durch den Einsatz von Softwarewerkzeugen wie beispielsweise Vertriebskonfiguratoren [4, 8].

Kernelement dieser Softwarewerkzeuge ist ein Regelwerk, in dem die Logik des Produktbeziehungswissens hinterlegt ist. Durch den modularen Aufbau der darin abgebildeten Produktstrukturen können vertriebliche Einheiten in kürzester Zeit individualisierte Angebote im Baukastenprinzip konfigurieren [6, 8]. Ziel ist es, effiziente Prozesse zum Informationstransfer individualisierter Kundenanforderungen in zuverlässig umsetzbare technische Spezifikationen zu überführen [3, 4, 9]. Ein Vertriebskonfigurator speichert dazu die Regeln und Bedingungen des Lösungsraums zur Leistungserstellung (Produktbeziehungswissen) und bildet damit individuelle Kundenanforderungen ab. Das Ergebnis des Konfigurationsprozesses ist ein Produkt, das gleichermaßen technischen Randbedingungen und Kundenanforderungen genügt [6, 8]. Durch den modularen Aufbau des Lösungsraums wird die Produktkomplexität reduziert. Gleichzeitig können individuelle Leistungskonfigurationen direkt vom Kunden erlebt werden.

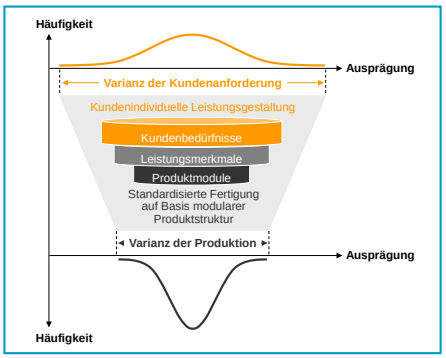


BILD 2: Komplexitätsreduzierung durch den Einsatz von Konfiguratorlösungen

Die Entscheidung zur Einführung eines Vertriebskonfigurators wird klassischerweise auf Basis von Kosteneinsparungspotenzialen getroffen. Daneben werden in der Literatur und Praxis vielfältige Nutzenpotenziale diskutiert [3, 5, 6, 7, 8].

- **Geschwindigkeit im Angebotserstellungsprozess:** In einem softwaregestützten Vertriebskonfigurator laufen Prozesse, wie beispielsweise simultane und permanente Plausibilitätsprüfungen, während der Konfiguration automatisiert ab. Dadurch werden unrealisierbare Produktanforderungen systemisch ausgeschlossen, zeitintensive Prozesse, wie beispielsweise Rückfragen oder abteilungsübergreifende Iterationen, entfallen. Dies senkt signifikant die Durchlaufzeiten im Angebotserstellungsprozess und entlastet innerbetriebliche Einheiten der Auftragsbearbeitung und Entwicklung. Die gesteigerte Geschwindigkeit in der Angebotserstellung erzielt zwei Effekte: Einerseits lassen sich in der gleichen Zeit mehr Angebote erstellen und andererseits kann die sogenannte Hit-Rate (Verhältnis Angebote zu Aufträgen) durch verkürzte Antwortzeiten gesteigert werden. Gerade bei hohem Fremdfertigungsanteil im Mittelstand ist dies entscheidend, um dem Auftraggeber die nötige Flexibilität bei der Bearbeitung seiner Kundenanfragen zu gewährleisten.

- **Qualität der Angebote:** Die Datenbasis des Vertriebskonfigurators entsteht aus der Formalisierung von implizitem, in der Organisation verteiltem Produktbeziehungswissen. Know-how von Vertriebs- und Entwicklungsmitarbeitern wird also explizit und steht zentralisiert der gesamten Organisation zur Verfügung. Dies ermöglicht technischen Einheiten eine effiziente und korrekte Machbarkeitsprüfung von Kundenanfragen über dem abgebildeten logischen Lösungsraum. Angebote sind dadurch qualitativ hochwertiger, da Fehlerquellen im Angebotserstellungsprozess systemisch ausgeschlossen werden.
- **Effizienz im Vertrieb:** Durch verkürzte Durchlaufzeit und Minimierung von Fehlerwahrscheinlichkeit wird die Effizienz der Vertriebseinheiten erhöht. Darüber hinaus werden manuelle Vorgänge im Vertrieb, wie beispielsweise Dokumentation, Rücksprachen und Iterationen, überflüssig, die nicht direkt zur Wertschöpfung beitragen. Auf diese Weise werden vertriebliche Ressourcen freigesetzt, die auf Kernbereiche vertrieblicher Kompetenzen wie Kundengewinnung und -betreuung fokussiert und zur Unterstützung von Außendienstaktivitäten genutzt werden können.
- **Effizienz in der Auftragsbearbeitung:** Neben besserer Kundenbetreuung entstehen Freiräume zur vertrieblichen Steuerung hinsichtlich vorteilhafter Komponenten und Produktvarianten (Modularisierung). So kann Komplexität in der Leistungserstellung entscheidend reduziert werden. Dadurch werden die Leistungserstellung und damit verbundene Unterstützungsprozesse gestrafft, wodurch die Vertriebseffizienz verbessert werden kann.

3 NUTZENPOTENZIALE ENTSTEHEN ERST DURCH DIE ERFOLGREICHE IMPLEMENTIERUNG EINES VERTRIEBSKONFIGURATORS

Die Implementierung eines Vertriebskonfigurators ist eine Prozessinnovation und geht mit radikalen Veränderungen bisheriger Prozesse einher. Dies verdeutlicht, dass eine Konfiguratorimplementierung nicht nur eine technische, sondern auch eine organisationale Herausforderung ist. Dazu werden im Folgenden Fallstudien vorgestellt, in denen der Implementierungsprozess verschiedener Vertriebskonfiguratoren beleuchtet wird.

Fallstudie 1 bezieht sich auf einen Maschinen- und Anlagenbauer, der als Technologiepartner für die Nahrungsmittelindustrie tätig ist. Das Unternehmen beschäftigt 120 Mitarbeiter, generiert einen Umsatz von ca. 50 Mio. EUR p.a. und zeigt eine hohe internationale Präsenz. Das Wettbewerbsumfeld ist durch hohen Innovationsdruck und scharfen Preiswettbewerb in Verbindung mit hohen kundenseitigen Individualisierungsansprüchen charakterisiert. Die dazu notwendige individualisierte Leistungserstellung verursacht einen hohen Aufwand wie Machbarkeitsprüfung oder Anzahl der Iterationsschleifen, der sich in Verbindung mit vergleichsweise niedrigen Hit-Raten von 1 zu 10 negativ auf die Wettbewerbssituation auswirkt. Die Einführung eines Vertriebskonfigurators soll dazu beitragen, die Prozesse der Angebotserstellung und -verarbeitung effizienter zu gestalten und durch Steigerung der Angebotsqualität die Hit-Raten zu verbessern und so die Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern.

Fallstudie 2 bezieht sich auf einen Komponentenhersteller des Sondermaschinenbaus. Das Unternehmen beschäftigt ca. 45 Mitarbeiter, generiert 12 Mio. EUR p.a. und beliefert den europäischen Markt. Das Unternehmen benötigt während der Angebotserstellung CAD-Daten, um diese in einer Softwareapplikation des Kunden zur Erstellung von Angebotsdokumenten zu integrieren. Daher soll eine Konfiguratorlösung implementiert werden, die kompatible CAD-Daten automatisiert erzeugt. Ziel ist es, den Angebotsprozess zu beschleunigen und Ressourcen im Vertrieb freizusetzen, die zur Kundenakquise und -betreuung eigesetzt werden sollen.

Fallstudie 3 wurde bei einem Systemanbieter der Straßenverkehrstechnik durchgeführt. Das Unternehmen beschäftigt ca. 350 Mitarbeiter und generiert einen Umsatz von ca. 60 Mio. EUR p.a. im europäischen Raum. Die Kunden sind meist Kommunen. Der Vergabeprozess orientiert sich daher oftmals am Günstigkeitsprinzip. Ein besonderes Merkmal im Angebotsprozess stellen zudem die zwingend einzuhaltenden Abgabetermine und Angebotsstandards dar. Ziel der Konfiguratorimplementierung ist ein einheitliches Angebots- und Kalkulationswerkzeug zur Beherrschung der Variantenvielfalt.

Die Fallstudien zeigen große Unterschiede im Kontext der Einführung: Während die Einführungsentscheidung in Fall 1 durch eine Einzelperson der Geschäftsführung mit eher unscharfen Zielen zur Kosteneinsparung getroffen wurde, waren bei den Fällen 2 und 3 sowohl die gesamte Geschäftsführung beteiligt als auch klare strategische Zielvorstellungen vorhanden. Bei Fall 3 wurde jedoch parallel zur Konfiguratoreinführung eine weitere, davon unabhängige organisatorische Veränderung angestoßen.

Es zeigte sich, dass unscharfe Zielvorstellungen und die Ankündigung von Kosteneinsparungen große Unsicherheit verursachten. Analoge Effekte zeigten auch parallele Organisationsveränderungen. Dies löste eine eher abwartende Haltung bei Know-how-Trägern aus. Von diesen jedoch wäre ein aktiver Beitrag erforderlich gewesen, der konsequenterweise unterblieb. Dagegen wäre es notwendig gewesen, dass Erfahrungsträger (wie

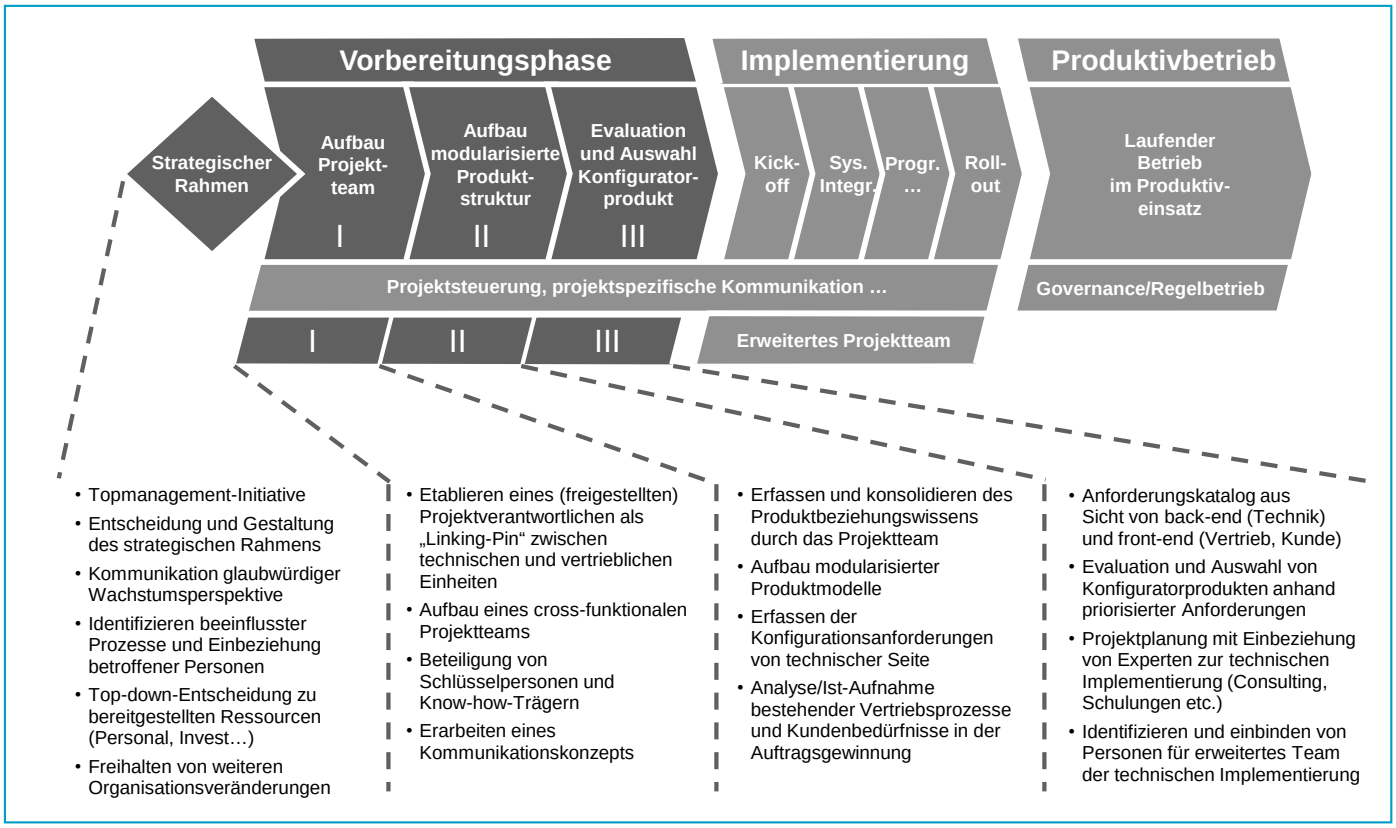


BILD 3: Phasenmodell zur Einführung eines Vertriebskonfigurators

Vertriebs- und Entwicklungsmitarbeiter) ihr implizites Produktbeziehungswissen formalisieren und der Organisation über den Vertriebskonfigurator explizit zur Verfügung stellen. Hierfür kann ein direkter Zusammenhang zwischen erfahrungsbasiertem Wissen und dem Status sowie erfahrungsbasiertem Wissen und Einfluss in der Organisation betroffener Mitarbeiter unterstellt werden [3]. Daraus entstehende Unsicherheiten bezüglich Status- und Einflussverlusten dieser Mitarbeiter stellen demnach ein organisationales Hindernis bei der Abbildung impliziten Produktbeziehungswissens im Vertriebskonfigurator dar.

Dabei kann der Projekterfolg durch geeignete Randbedingungen im Projektablauf (z.B. Einbindung, Jobsicherheit) und der Bereitstellung adäquater Ressourcen (z.B. Spezialisten für Regelaufbau) unterstützt werden. Denn zumindest die Übertragung von implizitem Produktbeziehungswissen erfordert Erfahrung und Unterstützung im Kontext der technischen Spezifika individueller Softwarelösungen (Sprache, Syntax etc.), um der damit verbundenen Prozessinnovation zu breiter Akzeptanz in der Organisation zu verhelfen („organisationale Adoptionsbereitschaft“).

Es zeigt sich, dass eine Vorphase (Bild 3) zur Implementierung für den erforderlichen organisatorischen Wandel von entscheidender Bedeutung ist. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass der Konfiguratoreinsatz auch in den erfolgreichen Fällen eine neue, bisher ungeübte Zusammenarbeit zwischen Einheiten aus Technik und Vertrieb zur Folge hat. Diese erfordert Maßnahmen und Begleitung, damit die Innovation in der Organisation Akzeptanz finden kann („adoption“).

Eine Voraussetzung für diese Adoption ist die Gewährleistung von „Sicherheit“ im Prozess der Einführung. Ein zuverlässiger Zeit- und Fahrplan für die technische Implementierung ist dazu ein wichtiger Beitrag. Wurden Meilensteine nicht eingehalten, löste dies die Wahrnehmung einer (ungewollt positiven) Incentivierung von verharrendem Verhalten und entsprechende Zurückhaltung in der Unterstützung aus. Jedoch zeigt sich auch, dass einige Projektinhalte, wie z.B. die Entwicklung einer modularen Produktstruktur, selten in einem genau vorher bestimmbaren Zeitplan zu leisten sind. Dem kann dadurch begegnet werden, dass derartige Themenfelder (wie z.B. Wissenskonsolidierung oder Modulstruktur der Produkte) in eine Vorphase zum Implementierungsprojekt verlagert werden.

Insbesondere eine Leistungsbeurteilung aus einer eher strategischen (Wachstums-)Perspektive als Entscheidungsgrundlage für die Einführung eines Konfigurators zeigte sich als förderlich. Es wurde beobachtet, dass in besonders erfolgreichen Einführungsprojekten diese Entscheidung mit zeitlichem Vorlauf zur Implementierung getroffen wurde. Zudem unterstützten die Einbettung der Einführungsentscheidung in einen strategischen Rahmen und eine glaubwürdige Kommunikation hinsichtlich einer wachstumsorientierten Implementierungsentscheidung die organisationale Adoptionsbereitschaft. Wurden angestrebte Erwartungen an den Konfiguratoreinsatz beispielsweise hinsichtlich Prozess- und Effizienzverbesserung kommuniziert, konnte dafür sowohl in technischen als auch vertrieblichen Einheiten das Akzeptanzverhalten verbessert werden. Die isolierte Kommunikation ebendieser Erwartungen stieß dagegen auf geringe Akzeptanz.

4 STRATEGISCHER RAHMEN ALS ERFOLGSFAKTOR FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG EINES KONFIGURATORS

Aus den bisherigen Ausführungen kann bereits die strategische Bedeutung als Entscheidungsgrundlage für die Implementierung eines Konfigurators erkannt

werden. Unternehmen, die sehr erfolgreich mit einer Konfiguratorlösung operieren, zeichnen sich durch ein gutes Verständnis für den strategischen Wert und die daraus resultierenden Spielräume aus. Dazu werden die diesbezüglichen Fallstudien nachfolgend kurz ausgeführt.

Fallstudie 4 wurde bei einem Sondermaschinenbauer mit weltweit 3.000 Mitarbeitern und 60 Tochtergesellschaften durchgeführt. Das Unternehmen verfolgt die strategische Zielsetzung, international zu expandieren. Dies wurde bis dato durch dezentrale und inkonsistente Angebotslösungen erschwert, weshalb eine Angleichung der unterschiedlichen Prozesse in den Tochtergesellschaften an einen einheitlichen Angebotsprozess angestrebt wurde. Nach erfolgreicher Implementierung greifen alle Vertriebseinheiten auf eine zentral gepflegte Datenbasis zu. In einer Vorphase wurden nachgelagerte Prozesse, unter Berücksichtigung der vorgenannten Zielsetzung, für eine exaktere Auftragsklärung restrukturiert. Um dynamische Prozesse zu ermöglichen, werden Optimierungen und Weiterentwicklungen des Vertriebskonfigurators von einer Governance-Einheit vorangetrieben. Dazu stellt das Unternehmen heute vier Personen bereit.

Fallstudie 5 bezieht sich auf einen global aufgestellten Industriegüterhersteller mit 12.500 Mitarbeitern. Im asiatischen Markt identifizierte das Unternehmen marktspezifische Aspekte, wie beispielsweise geringe Mitarbeiterloyalität und Plagiarismus, die negativen Einfluss auf Wachstumsziele und langfristigen Erfolg des Unternehmens haben könnten. Im Kern der Konfiguratoreinführung stand daher die Konsolidierung des global verteilten Produktbeziehungswissens in einem Regelwerk, um individuelle Abhängigkeiten zu reduzieren. Als auffälligstes Merkmal bei der Implementierung konnte der hohe Individualisierungsgrad der Konfiguratorsoftware beobachtet werden. Ein Resultat dieser Individualisierung ist der heute geringe Schulungsaufwand, den Mitarbeiter für die Abbildung ihres impliziten Produkt-Know-hows im Konfigurator benötigen. Dadurch konnte die systemische Entkopplung des Produktbeziehungswissens vom Individuum realisiert werden, wodurch die Wissensfluktuation und das damit verbundene Risiko von Plagiaten stark reduziert werden konnten.

In Fallstudie 6 wurde ähnlich wie in Fallstudie 2 die Einführung einer Konfiguratorlösung für einen Komponentenhersteller des Sondermaschinenbaus untersucht. Beide Unternehmen beliefern europäische Investitionsgüterproduzenten mit Produktmodulen für Großanlagen, in Fall 2 mit 45 Mitarbeitern und in Fall 6 mit 200 Mitarbeitern. Ziel der Implementierung war es, die Reaktionszeit auf Kundenanfragen erheblich zu reduzieren. Die mittlerweile implementierten Konfiguratorlösungen ermöglichen in beiden Fällen die webbasierte Abbildung von Kundenanforderung in einem CAD-Modell. Aufgrund der so erreichten Qualität können Kunden (Großanlagenbauer) das CAD-Modell direkt in das Angebotsdokument integrieren und an potenzielle Käufer der Großanlage übermitteln. In über 90 % der Fälle kann eine Anlage, entsprechend den Angebotsdokumenten, mit den entsprechend gelisteten Komponenten direkt verkauft werden. Bei der Implementierung des Vertriebskonfigurators wurde vor allem die Abbildung von Anforderungen in „Kundensprache“ in einer CAD-Spezifikation fokussiert. Durch den modularen Aufbau der Produktstruktur konnte die Komplexität des Regelwerks in beiden Fällen in solchem Maße reduziert werden, dass zur kontinuierlichen Pflege und Weiterentwicklung eine Person ausreichend ist.

Trotz der Unterschiede bezüglich Kontext und Zielsetzung der untersuchten Unternehmen sind einheitliche Muster erkennbar, welche die Unternehmen zur Steuerung der notwendigen Prozessinnovation unternommen haben. So war besonders auffällig, dass Unternehmen die Implementierung der Vertriebskonfiguratoren mit einer (Fall 6) bzw. zwei Personen (Fall 4 und 5) in Vollzeit unterstützten. Dieser sogenannte „Linking Pin“ zwischen technischen und vertrieblichen Einheiten kann als maßgeblicher Treiber des Implementierungsprojekts gesehen werden. In Fallstudie 4 und 5 wurden wichtige Entscheidungen vom Projektteam getroffen (z.B. in Bezug auf Kundensemantik). Diese Entscheidungen erwiesen sich bei der Inbetriebnahme als besonders wichtige Impulse für die organisationale Adoption der Konfiguratorlösung. Zudem wurde in den Projektteams eine homogene Zielvorstellung beobachtet. Dadurch hatten die Einheiten eine einheitliche Stoßrichtung zur Projektsteuerung in Hinblick auf die Expansionsstrategie. Zusätzlich waren die Teammitglieder durch die neue, potenzielle Rollenverteilung (Konfigurator-Governance) intrinsisch motiviert.

Die strategische Bedeutung der Prozessinnovation war in den untersuchten Unternehmen nur teilweise von Projektbeginn an bekannt. Im Laufe des Projekts wurde dieses Verständnis jedoch geschärft. In Fallstudie 2 wurde beispielsweise erst während des Projekts erkannt, dass neben der Reaktionsfähigkeit auch die Anzahl der Auftragseingänge gesteigert und dadurch das Wachstum gefördert werden können. Als Konsequenz wurden trotz beschränkter Kapazitäten und entgegen der Planung zusätzlich Ressourcen zur Formalisierung von Produktbeziehungswissen zur Generierung einer nutzerfreundlichen Webplattform freigesetzt. Besonders auffällig war in einigen Fällen (2, 4, 5 und 6) der hohe Aufwand, der zur Individualisierung der Konfiguratorlösungen betrieben wurde. Beispielsweise kalkulierte ein Industriegüterproduzent (Fall 5) allein für die Anpassung der Standardsoftware drei Mannjahre ein. Eine besondere Herausforderung scheint auch die erstmalige Formalisierung von implizitem Produktbeziehungswissen zu sein, wofür in allen Fällen

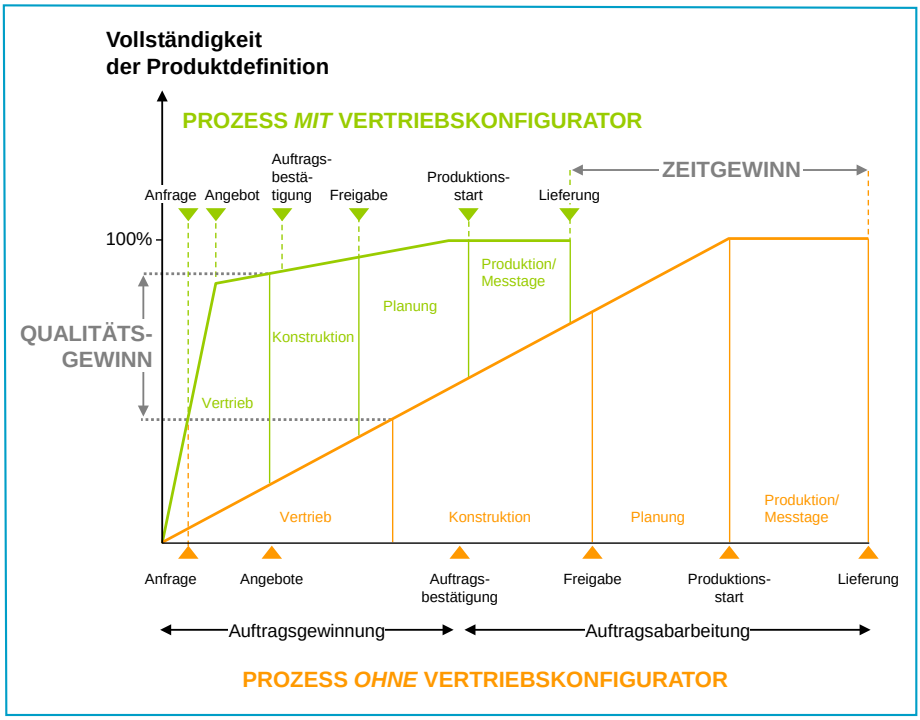


BILD 4: Auftragsklärung mithilfe von Vertriebskonfiguratoren

interne Kapazitäten um externe Berater erweitert wurden.

Gerade in einer Fokussierung auf Kernbereiche vertrieblicher Kompetenz wie Kundengewinnung und -betreuung sehen diese Unternehmen eine Ursache für gesteigerten Erfolg ihrer Vertriebseinheiten. Dies wurde frühzeitig erkannt (Bild 3) und durch entsprechenden Ressourceneinsatz adressiert. Durch Fokus auf Akzeptanz unter den betroffenen Mitarbeitern und Heranziehen wachstumsorientierter Faktoren zur Erfolgsmessung erfolgte dabei eine adäquate Projektsteuerung. Dies wurde in Kategorien wie beispielsweise Durchdringungsgrad (% der Angebote durch Konfigurator) und Benutzerzufriedenheit (Technik, Vertrieb) gemessen [1].

5 STRATEGISCHE POTENZIALE DURCH DEN EINSATZ VON VERTRIEBSKONFIGURATOREN

Für Unternehmen, die auf Differenzierung durch Individualisierung setzen und in wissensintensiven Branchen aktiv sind, sind inter- und intraorganisationale Informationsflüsse von hoher strategischer Bedeutung (strategische Ressource „Wissen"). Daher können Vertriebskonfiguratoren dazu beitragen, für diese Organisationen strategische Potenziale freizusetzen. Dies wird in der nachfolgenden Fallstudie verdeutlicht.

Fallstudie 7 wurde bei einer Auslandsgesellschaft eines multinationalen Konzerns durchgeführt. Die betrachtete ICT-Sub-Division bietet Lösungen im Bereich der Informations- und Datenverarbeitung für Unternehmen an. Diese Branche ist gekennzeichnet durch stetigen Wandel und Innovation. Dies bedingt kurze Produktlebenszyklen, die häufigen und schnellen interorganisatorischen Wissenstransfer erfordern. Diese Herausforderung wurde adressiert durch den Aufbau von Wissenstransfer-Routinen. Darin wurde die Schnittstelle zwischen Vertrieb und Entwicklung durch die Entwicklung eines spezifischen Vertriebskonfigurators bedient. Eine wesentliche Anforderung war, nicht nur „internes" Wissen der eigenen Ingenieure, sondern auch die Ressourcen aus dem weitverzweigten Netzwerk der Komponentenzulieferer einbinden zu können. Damit sollte der Vertrieb in die Lage versetzt werden, im dynamischen Marktumfeld flexibel und schnell reagieren zu können und bei Konfigurationen sowohl auf interne wie auch auf externe Ressourcen zugreifen zu können. Damit reicht in diesem Fall die Masterstruktur des Lösungsbaukastens über die eigenen Organisationsgrenzen hinaus und bezieht das Produktbeziehungswissen des gesamten Wertschöpfungsnetzwerkes mit ein. Damit ist es diesem Unternehmen gelungen, die eigene Wertschöpfung zu größeren Teilen auszulagern und vom margenschwachen Produktgeschäft hin zum ökonomisch deutlich attraktiveren Lösungsgeschäft mit großen Beratungsanteilen zu wechseln. In einem dynamischen Markt mit starkem Preiswettbewerb ist es so gelungen, eine ursprünglich technologiebasierte Differenzierung zu einer wissensbasierten Differenzierung zu verändern und gleichzeitig ein kollaboratives Wertschöpfungsnetzwerk aufzubauen.

Gerade Hersteller von technologischen Produkten unterliegen stetigem Wandel und Innovation. Gleichzeitig sind die Margen aus dem Produktgeschäft rückläufig, so dass es zukünftig schwieriger wird, technologiebasierte Wettbewerbsvorteile aufrechtzuerhalten. Die betrachteten Unternehmen haben es zum Teil geschafft, über den Konfigurator organisationale Routinen zu implementieren, die es ermöglichen, auf das dynamische Marktumfeld zu reagieren und sich ständig durch Rekonfiguration interner und externer Ressourcen auf die veränderten Kundenbedürfnisse einzustellen.

Im Quervergleich der Fallstudien kristallisiert sich das strategische Potenzial von Vertriebskonfiguratoren über den Projektablauf heraus. In allen Fällen geht der spätere Implementierungserfolg mit einer von Beginn an strategischen Positionierung des Projektes, der Bereitstellung signifikanter Ressourcen für Entwicklung und Einführung sowie einem initiativ handelnden Projektteam einher. Das Ergebnis sind hochgradig individualisierte Konfiguratorlösungen, die konsequent an der strategischen Zielsetzung und den zukünftigen Einsatzfeldern ausgerichtet sind.

Es zeigt sich, dass die Einführung von Vertriebskonfiguratoren als radikale Prozessinnovation betrachtet werden sollte und die individuelle Anpassung der Softwarewerkzeuge an den Prozess- und Strategiekontext des Unternehmens wesentlich für Akzeptanz der Einführung und das Verständnis über das Nutzenpotenzial eines Konfigurators ist. Weiter folgt daraus

die Notwendigkeit der kontinuierlichen Weiterentwicklung der implementierten Lösung, aus der sich fortwährend wachsende Kompetenz entwickeln kann: Aus dieser flexiblen Anpassung und Weiterentwicklung entstehen von außen nicht einsehbare und mithin nicht kopierbare Ressourcenvernetzungen (z.B. in der Zusammenarbeit von Vertrieb und Entwicklung), die damit nachhaltige Wettbewerbsvorteile begründen können.

Darüber hinaus kann die Implementierung der Ausgangspunkt einer tiefer gehenden strategischen Veränderung sein: Vom Wertschöpfungsansatz hin zu einer kollaborativen Einbindung von Technologie- bzw. Komponentenlieferanten, die spezialisierte Komponenten und/oder komplementäre Serviceleistungen bereitstellen. Dies ermöglicht den Aufbau dynamischer Fähigkeiten zur (Re-)Konfiguration verfügbarer Kompetenzen, die sich marktseitig in der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle abbilden.

LITERATUR

[1] Baltes, G., Schäfer, T., Sticksel, P.: Steigerung der Vertriebseffizienz durch den Einsatz von Produktkonfiguratoren. In: Industrie Management, Nr. 3, 06/2010

[2] Baltes, G., Schäfer, T., Sticksel, P.: Vertriebskonfiguratoren als strategische Werkzeuge für den technologieorientierten Mittelstand. In: Information Management & Consulting, Nr. 2, 05/2010

[3] Blecker, T., Abdelkafi, N., Kreuter, G., Friedrich, G.: Product Configuration Systems: State-of-the-Art, Conceptualization and extensions, In: 8th Maghrebian Conference on Software Engineering and Artificial Intelligence (MCSEAI), Sousse/Tunisia, 2004

[4] Dellaert, B.G.C., Stremersch, S.: Marketing Mass Customized Products: Striking the Balance between Utility and Complexity, Journal of Marketing Research, 42 (May), S. 219–227, 2005

[5] Dissel, M.C., Katzy, B.R.: Managing complex product innovations in dynamic environments; a case from the telecommunications equipment manufacturing industry, Paper presented at IAMOT 2004 – Washington, D.C., Hyatt Regency, Washington, D.C., USA, 2004

[6] Felfering, A., Friedrich, G., Jannach, D.: Intelligente Produktkonfiguratoren als Voraussetzung für maßgeschneiderte Massenprodukte. In: Elektrotechnik und Informationstechnik (e&i), S. 201–207, 3/1999

[7] Heiskala, M., Tiihonen, J., Paloheimo, K-S., Anderson, A.: Mass Customization with Configurable Products and Configurators: A Review of Benefits and Challenges. In: Blecker, T., Friedrich, G. (eds): Mass Customization Information Systems, 2007

[8] Hvam, L., Pape, S., Nielson, M. K.: Improving the Quotation Process with Product Configuration, Computers in Industry, Vol. 57, 2006

[9] Jaio, J.R., Helander, M.G.: Development of an electronic configure-to-order platform for customized product development. In: Computers in Industry, Vol. 57, 2006

[10] Piller, F.: Mass Customization – Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter, 4. Auflage, Wiesbaden 2006

[11] Pine II, J.: Mass Customization – The New Frontier in Business Competition, Boston: Harvard Business School Press, 1993

[12] Qiang, T., Vondermebse, M., Ragu-Nathan, T.: Manufacturing practices: antecedents to mass customization, Production Planning & Control, 15(4), S. 373–380, 2004

[13] Robey, D., Ross, J.W., Boudreau, M.: Learning to implement enterprise systems: an exploratory study of the dialectics of change, Journal of Management Information Systems, Vol. 19 No. 1, S. 17–46, 2002

[14] Wüpping, J.: „Massgeschneidert. Konfigurationstechnik für die individuelle Serienfertigung“, IT Management, Heft 4, S. 2–9, 2000

Verdichten Sie Ihre Ideen.

Innovative Technologie von MAN Diesel & Turbo.

Marine Power Plants Turbomachinery PrimeServ www.mandieselturbo.com

Die MAN Diesel & Turbo Gruppe gehört zu den «top 3» der weltweit führenden Hersteller von Turbomaschinen. In einem einzigartigen Produkt-Portfolio von Kompressoren, Turbinen und Expandern verbindet sich innovative Technologie mit hoher Verfügbarkeit. Komplett montiert und mit Gewichten bis ca. 600 Tonnen sind diese Maschinenmodule das Herz von Anwendungen in der Öl- und Gasindustrie, der Chemie und Petrochemie, der Luftzerlegung und Energieerzeugung rund um den Globus. Als Arbeitgeber bietet MAN Diesel & Turbo ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten im In- und Ausland. Sie sind engagiert und haben ehrgeizige Ziele? Starten Sie jetzt den Turbo für Ihre Karriere und bewerben Sie sich.

Engineering the Future – since 1758.

MAN Diesel & Turbo

MAN Diesel & Turbo Schweiz AG • Personalabteilung • Hardstrasse 319 • 8005 Zürich • Tel. 044. 278-2211 • info@ch.manturbo.com

ZUM STAND DES KOSTENMANAGEMENTS IN GROSSPROJEKTEN – DEFIZITE IN DER PRAXIS UND VERBESSERUNGSANSÄTZE

Olaf Hoffmann

Prof. Dr. Olaf Hoffmann
Studium und Promotion zum Dr. oec. an der Universität St. Gallen,
1997–2000 Leiter Controlling in einem schweizerischen Telekommunikationsunternehmen,
2000–2004 Direktor im CFO-Bereich einer schweizerischen Großbank,
seit 2004 Professor für Betriebswirtschaftslehre an der HTWG Konstanz

1 EINLEITUNG

Die Bedeutung des Projektmanagements im Unternehmensalltag nimmt stetig zu. Einige Autoren sprechen bereits von einer „Projektifizierung" der Arbeitswelt [1]. Im Gegensatz dazu steht eine Projektperformance, die in vielen Unternehmen immer noch unzureichend ist. Die jüngsten Ergebnisse einer Studie der amerikanischen Standish Group belegen, dass nur ein Drittel aller IT-Projekte alle Termin-, Kosten- und funktionalen Ziele erreicht [2].

2 HTWG-STUDIE ZU BEST PRACTICES IM PROJEKTCONTROLLING

Eine aktuelle Studie der HTWG-Konstanz liefert ebenfalls ein ernüchterndes Bild. In der Studie wird das Projektcontrolling von Anlagenbau- und IT-Großprojekten in 59 Unternehmen analysiert [3]. Die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse zeigen eindrücklich, dass auch im Projektcontrolling noch einiges im Argen liegt. Insbesondere die Termin- und Kostentreue bereitet Sorgen. Die befragten Unternehmen gaben an, daß rund ein Drittel ihrer Großprojekte sehr wesentliche Kostenüberschreitungen aufweist.

Bei der Suche nach den Gründen von Kostenüberschreitungen fällt auf, dass die Grundlagen der Projektperformance bereits in der Planungsphase gelegt werden. Ein gutes Projektcontrolling legt einen Schwerpunkt auf die Projektselektion. Schon in dieser frühen Phase werden signifikante Unterschiede zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Unternehmen in der HTWG-Studie augenfällig. Erfolgreiche Projektorganisationen messen der Planungsphase ein höheres Gewicht bei. Gemäß der Studie verfügen sie wesentlich öfter über eine hohe Qualität ihrer Planungsdaten, um fundierte Projektentscheidungen zu fällen. So treten bei der Qualität der internen Projektkosten sehr wesentliche Unterschiede zwischen den Top-Performern und den Worst-Performern zutage. Eine hohe Planungsqualität interner Projektkosten ist oftmals das Resultat eines gründlichen Projektstrukturplans samt einer aussagekräftigen Termin- und Ressourcenplanung. Auffällig ist zudem, dass in weniger erfolgreichen Unternehmen wesentlich häufiger der nicht-finanzielle Nutzen von Projekten zu ihrer Legitimation herangezogen wird. Strategische Aspekte dienen dort sehr oft zur Rechtfertigung von Großprojekten. Es ist zweifelsohne wichtig, das Projektportfolio einer Organisation mit der Strategie abzustimmen, jedoch darf eine hohe strategische Bedeutung nicht als ein „Blanko-

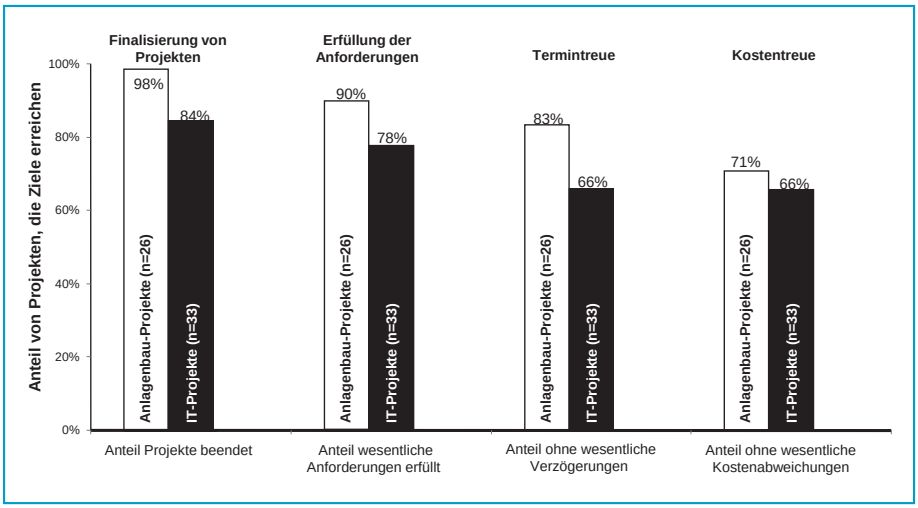


ABB. 1: Anteil der Projekte, die ihre Projektziele erreichen

scheck“ dafür dienen, um die Qualität der Kostenplanung von bewilligten Einzelprojekten zu vernachlässigen.

Nicht nur die Sicherstellung einer verlässlichen Termin- und Kostenplanung stellt Unternehmen vor große Herausforderungen, sondern auch die Kostentransparenz in der Umsetzungsphase von Projekten. Die HTWG-Studie belegt, dass nur die Hälfte der befragten Unternehmen in der Lage ist, aussagekräftige Projektkosten zu ermitteln. Eine fundierte Kostenanalyse ist aber nur dann möglich, wenn der tatsächliche Projektfortschritt berücksichtigt wird. Nur 54 Prozent der Anlagenbauprojekte und 42 Prozent der IT-Großprojekte berechnen Kosten, die für den aktuellen Fertigstellungsgrad hätten anfallen dürfen (sog. „Sollkosten“). Dieses Ergebnis (vgl. Abbildung 2) kann die geringe Kostentreue vieler Großprojekte erklären, denn Kostendisziplin setzt zunächst Kostentransparenz voraus. Ohne Kostentransparenz kann es kein wirkungsvolles Kostenmanagement in Großprojekten geben.

Die Studie belegt ferner, dass in der Praxis oft die Voraussetzungen einer effizienten Kostenkontrolle fehlen: Projektkosten werden oft nicht mit einer ausreichenden Genauigkeit geplant, sodass Vergleichswerte fehlen. Das Reporting der Projektkosten erfolgt bisweilen nicht zeitnah und weist qualitative Schwächen auf. In der Praxis sind aber auch methodische Defizite festzustellen. Viele Unternehmen

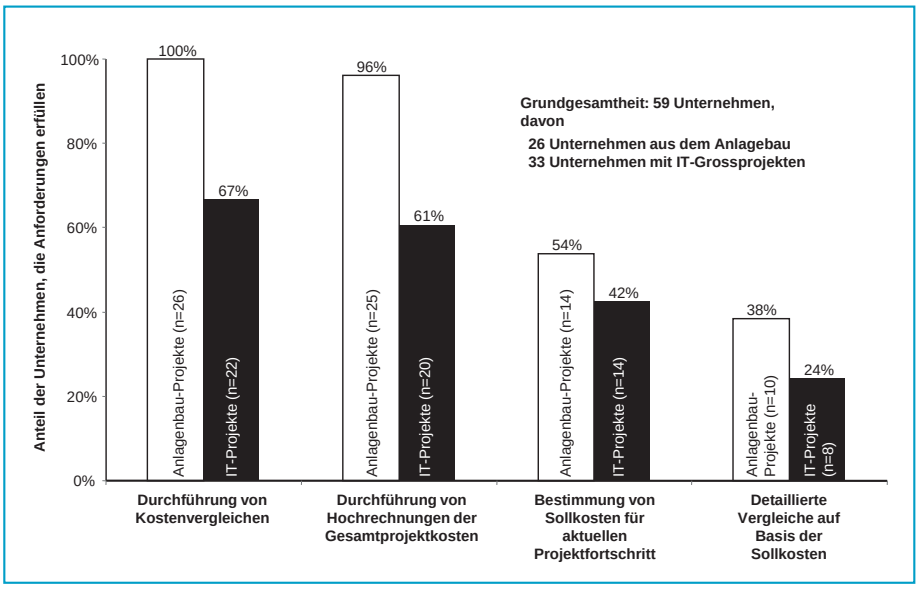


ABB. 2: Empirische Daten belegen eine unzureichende Transparenz der Projektkosten

begnügen sich damit, nur die Plan- und Ist-Kosten von Projekten zu vergleichen. Eine Analyse ohne Berücksichtigung des aktuellen Projektfortschritts wird aber falsche Signale an die Entscheidungsträger senden und die Einleitung notwendiger Gegenmaßnahmen verzögern. Ein Beispiel soll das verdeutlichen.

3 FEHLEINSCHÄTZUNG VON PROJEKTKOSTEN UND PROJEKTERFOLG

Das Beispielprojekt beginnt am Jahresanfang und soll am Jahresende beendet sein. Das Gesamtbudget des Projekts beträgt EUR 490.000, die Plan-Kosten für das erste Quartal betragen EUR 100.000.

Am Stichtag 30.3. werden kumulierte Ist-Kosten in Höhe von EUR 90.000 ermittelt. Vergleicht man die Ist-Kosten mit den Plankosten dieser Periode von EUR 100.000, so entsteht ein positiver Eindruck: es liegt eine Budgetunterschreitung von EUR 10.000 vor. Gemäß der HTWG-Studie verlassen sich mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen auf diese Art der Kostenanalyse. Sie kann aber oft falsche Signale senden, wie anhand des Beispielprojekts im Folgenden erläutert wird.

Um die Defizite einfacher Plan-Ist-Vergleiche der Projektkosten aufzudecken, bedarf es einer detaillierteren Analyse sowie weiterer Details zur Projektplanung.

Neben der detaillierten Planung ist auch eine zeitnahe Erfassung der Projektleistungen für eine aussagekräftige Kostenanalyse notwendig. Im Beispielprojekt sind Ende März die ersten drei Arbeitspakete A, B und C wie geplant abgeschlossen worden. Arbeitspaket D ist aufgrund von Problemen mit Lieferanten noch nicht begonnen worden.

Die Berücksichtigung dieser Informationen führt zu einer gänzlich anderen Bewertung der finanziellen Projektperformance. In Wirklichkeit liegt keine Kostenunterschreitung von EUR 10.000 vor, sondern unter Berücksichtigung des tatsächlichen Projektfortschritts eine Kostenüberschreitung in Höhe von EUR 10.000.

	geplanter Beginn	geplantes Ende	Plan-Kosten (Budget) des Arbeitspakets	kumulierte Plan-Kosten (Planned Value)
Arbeitspaket A	1.1.2010	30.01.2010	10.000	10.000
Arbeitspaket B	1.1.2010	10.02.2010	20.000	30.000
Arbeitspaket C	2.1.2010	31.03.2010	50.000	80.000
Arbeitspaket D	3.1.2010	31.03.2010	20.000	100.000
...	...	...	...	...
Total	**1.1.2010**	**15.12.2010**		**490.000**

ABB. 3: Plan-Daten Beispielprojekt

	geplanter Beginn		Status Arbeitspaket per 31.03.2010	kumulierte Ist-Kosten 31.03.2010
Arbeitspaket A	1.1.2010	Arbeitspaket A	beendet	90.000
Arbeitspaket B	1.1.2010	Arbeitspaket B	beendet	
Arbeitspaket C	1.2.2010	Arbeitspaket C	beendet	
Arbeitspaket D	1.3.2010	Arbeitspaket D	noch nicht begonnen	

ABB. 4: Ist-Daten Beispielprojekt am 30.03.2010

Der Earned Value-Ansatz liefert eine Methodik zur Analyse der finanziellen Performance des Beispielprojektes.

4 EARNED VALUE-ANSATZ

Wie viele andere Instrumente des Projektmanagements besitzt auch der Earned Value-Ansatz seine Ursprünge in der amerikanischen Raumfahrt- und Rüstungsindustrie. Im deutschsprachigen Raum ist dieser Ansatz noch nicht sehr bekannt. Mit dem Begriff „Earned Value" (zu Deutsch: „Arbeitswert") werden die Sollkosten für den aktuellen Fertigstellungsgrad eines Projektes umschrieben. Der Earned Value bildet einerseits die Grundlage für die Bewertung der Projektperformance, andererseits kann er auch verwendet werden, um Prognosen über den weiteren Verlauf der Projektkosten abzuleiten. Zudem kann er hinzugezogen werden, um den Periodenerfolg von Projektaufträgen gemäß IAS 11 oder US GAAP SOP 81-1 zu ermitteln: Wird auf die Percentage of Completion (POC)-Methode abgestellt, so kann der Fertigstellungsgrad aus dem Verhältnis zwischen Earned Value und den erwarteten Gesamtprojektkosten abgeleitet werden.

In diesem Artikel wird jedoch auf die finanzielle Performance fokussiert. Eine integrierte Leistungs- und Kostenanalyse auf Basis des Earned Value besitzt gegenüber einer eindimensionalen und starren Budgetkontrolle mehrere Vorteile. Dadurch wird die Aufteilung von Abweichungen in eine Mengen- und eine Wertkomponente ermöglicht und so die Interpretation und Ursachenanalyse der Abweichungen erleichtert. Aufgrund der einheitlichen Bewertung der Projektperformance in Geldbeträgen lassen sich die Ergebnisse mehrerer Projekte aggregieren und mit einer gemeinsamen Bezugsgröße darstellen. Damit bietet die Earned Value-Methodik die Basis für ein unternehmensweites und einheitliches Performance Measurement von Großprojekten.

4.1 Performance des Beispielprojekts

Für das Beispielprojekt ergeben sich per Ende März Soll-Kosten (Earned Value) von EUR 80.000. Dieser lässt sich anhand des Budgets der am Stichtag beendeten Arbeitspakete A, B und C herleiten (vgl. Abbildung 3). Die Ist-Kosten belaufen sich Ende März auf EUR 90.000. Daraus ergibt sich eine Kostenüberschreitung (Cost Variance) von EUR 10.000.

Ferner liegt eine negative Leistungsabweichung (Schedule Variance) von EUR 20.000 vor. Dieser Betrag leitet sich aus den budgetierten Kosten des noch ausstehenden Arbeitspakets D ab. Entgegen der ursprünglichen Planung wurde die Leistung von Arbeitspaket D mit einem Budgetwert von EUR 20.000 noch nicht erbracht (vgl. Abbildungen 3 und 4). Alternativ kann die Leistungsabweichung auch aus der Differenz zwischen den kumulierten Soll-Kosten und Plan-Kosten per Ende März ermittelt werden. Zwei Abweichungen charakterisieren die Projektperformance.

Kostenabweichung (Cost Variance)	=	Soll-Kosten (Earned Value)	–	Ist-Kosten (Actual Costs)
EUR 10.000	=	EUR 80.000	–	EUR 90.000
Leistungsabweichung (Schedule Variance)	=	Soll-Kosten (Earned Value)	–	Plan-Kosten (Planned Value)
EUR 20.000	=	EUR 80.000	–	EUR 100.000

ABB. 5: Performance des Beispielprojekts

Die beiden negativen Abweichungen weisen darauf hin, dass die Projektperformance unzureichend ist. Ohne eine Berücksichtigung der Soll-Kosten (Earned Value) hätten wir fälschlicherweise eine positiv zu bewertende Kostenunterschreitung per Ende März ermittelt. Anhand des Beispiels wird ersichtlich, dass einfache Plan-Ist-Vergleiche der Projektkosten – wie sie in der Praxis sehr oft anzutreffen sind – zu Fehleinschätzungen führen können. Wird die negative Projektperformance nicht erkannt, so unterbleiben Korrekturmaßnahmen. Aufgrund des Termindrucks vieler Projekte ist aber die frühzeitige Identifikation von Abweichungen erfolgskritisch.

4.2 Von der Analyse zur Prognose der Projektkosten

Zusätzlich zu den in Abbildung 5 dargestellten absoluten Abweichungskennzahlen lassen sich auch Verhältniszahlen ableiten. Die Kennzahl Cost Performance-Index (CPI) setzt die tatsächlichen Kosten zu den Soll-Kosten in Relation, der Schedule Performance-Index (SPI) stellt die bisherige Leistung in Beziehung zur ursprünglich

geplanten Leistung. Indexwerte von unter 1 deuten auf eine unzureichende Performance hin.

Die beiden Indexkennzahlen CPI und SPI können für eine grobe Abschätzung der Gesamtprojektkosten und -dauer verwendet werden. Dividiert man die ursprünglich geplante Projektdauer durch die Indexkennzahl SPI, so lässt sich eine neue Prognose der Gesamtprojektdauer ermitteln. Teilt man das ursprüngliche Gesamtprojektbudget von EUR 490.000 durch den Index CPI, so lässt sich eine Prognose der zu erwartenden Gesamtprojektkosten ermitteln. Im vorliegenden Beispielprojekt erhalten wir einen Prognosewert von EUR 550.560 (Total Budget EUR 490.000 ÷ CPI 0,89). Diese Hochrechnung beruht auf der Annahme, daß das Projekt mit derselben Kostenineffizienz bis zum Projektende fortgeführt wird. Die Auswertung zahlreicher amerikanischer Rüstungsprojekte zeigt, daß sich der CPI oft schon in frühen Projektphasen stabilisiert [4]. Die empirischen Auswertungen belegen auch, dass diese einfache Methode der Hochrechnung der Gesamtkosten zu einer Best-Case-Prognose führt. Eine Worst-Case-Abschätzung der Gesamtprojektkosten lässt sich vornehmen, indem auch der SPI berücksichtigt wird. Die Berechnung der Worst-Case-Prognose ergibt sich aus Total Projektbudget ÷ (CPI x SPI).

Mithilfe dieser einfachen Prognoseverfahren lässt sich ein Ergebniskorridor der Gesamtprojektkosten ermitteln. Dieser kann dazu verwendet werden, um frühzeitig Performanceabweichungen zu bewerten und Korrekturmaßnahmen einzuleiten. Diese Vorteile haben sich auch aufgrund der Implementierungserfahrungen bei einer Bank bestätigt: Als größter Nutzen des Earned Value-Ansatzes wird die Tatsache betrachtet, daß kritische Diskussionen über die Projektperformance bereits zu einem frühen Zeitpunkt ermöglicht werden und dadurch eine Gesprächsgrundlage zur aktiven und kontinuierlichen Steuerung des Projekts bereitgestellt wird. Dadurch

Cost Performance Index (CPI)	=	$\frac{\text{Earned Value}}{\text{Ist-Kosten}}$	=	$\frac{\text{EUR 80.000}}{\text{EUR 90.000}}$	=	0,89
Schedule Performance Index (SPI)	=	$\frac{\text{Earned Value}}{\text{Plan-Kosten}}$	=	$\frac{\text{EUR 80.000}}{\text{EUR 100.000}}$	=	0,80

ABB. 6: Performance-Indizes des Beispielprojekts

wird eine rein retrospektive Betrachtungsweise der Budgetkontrolle durch eine prospektive Betrachtung ersetzt, die ein früheres Erkennen von Abweichungen ermöglicht.

5 BEWERTUNG DES EARNED VALUE-ANSATZES

Nach der Darstellung des Nutzens des Earned Value-Ansatzes drängt sich – auch nach einem Blick auf Abbildung 2 – die Frage auf, warum nicht mehr Großprojekte diese Methode anwenden. Die Antwort ist denkbar einfach: Das Projektmanagement und -controlling einer Organisation müssen bereits einen hohen Reifegrad erreicht haben, damit die technischen und organisatorischen Voraussetzungen des Earned Value-Ansatzes erfüllt sind. Dieser stellt hohe Anforderungen an die Planungsunterlagen und das Change Management von Projekten. Es bedarf dazu einer vollständigen und detaillierten Projektplanung. Ferner sind Änderungen der Planunterlagen zeitnah abzubilden, um aktuelle Bezugsgrößen der Projektperformance ableiten zu können. Sofern die Arbeitspakete gründlich definiert sind, kann der Earned Value-Ansatz zur Vermeidung einer schleichenden und unkontrollierten Veränderung des Projektscopes beitragen. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist die zeitnahe Erfassung der Ist-Kosten. Der Earned Value-Ansatz stellt hohe Anforderungen an die Aktualität der Ist-Kosten von Projekten. Um diesen zu genügen, sollte das ERP-System die Werteflüsse von Projekten abbilden können.

Neben fehlenden technischen Voraussetzungen können auch personelle Widerstände eine Rolle spielen. Es soll nicht verschwiegen werden, dass die neu geschaffene Transparenz unerwünscht sein kann: Sie kann als kreativitätshemmend und Bedrohung für die Freiheit des Projektteams wahrgenommen werden, da sie frühzeitig einen sehr konkreten Plan mit klar definierten Leistungen voraussetzt. Frühzeitig muss die Projektleitung ihre Ziele definieren und wird fortlaufend daran gemessen. Folglich dürfte der Earned Value-Ansatz für einige spezifische Projektarten – wie z.B. Forschungsprojekte – nur einen begrenzten Nutzen stiften. Bei der Einführung des Earned Value-Ansatzes sollten Unternehmen daher pragmatisch und selektiv vorgehen. Es ist nicht empfehlenswert, den Ansatz auf das gesamte Projektportfolio anzuwenden, sondern nur für teure und riskante Projekte, deren Scheitern materielle Auswirkungen besitzen. So wird z.B. bei einem großen IT-Dienstleister vor einer Entscheidung über die Anwendung der Earned Value-Methode ein Projektassessment durchgeführt. Erst ab einer bestimmten Risikokategorie und Projektgröße erfolgt die Anwendung.

Wird diesen Aspekten Rechnung getragen, so kann der Earned Value-Ansatz ein mächtiges Instrument zur finanziellen Führung von Großprojekten sein und nachhaltig zur Verbesserung der Kosten- und Termintreue beitragen.

LITERATUR

[1] Slkstedt, Eskil: A New Division of Labour – The projectification of working and industrial life. Agire, 11, 2007.

[2] Siehe hierzu www.standishgroup.com/newsroom/chaos_2009.php

[3] Die Ergebnisse der Studie stellt der Verfasser gerne auf Anfrage zu.

[4] Christensen, David: Cost Performance Index Stability. National Contract Management Association Journal, 7, 1993.

ANTI-FRAUD MANAGEMENT IM MITTELSTAND

Andreas E.H. Heck, Christine Schweikert

Andreas E.H. Heck

Ausbildung zum Bankkaufmann mit Zusatzqualifikation Finanzassistent; Studium der Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Internationales Management, Strategische Planung, Außenwirtschaft und Controlling an der HTWG Konstanz. Seit August 2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Prof. Dr. habil. Josef Wieland am Konstanz Institut für WerteManagement (KIeM). Kooperative Promotion mit Prof. Dr. Michael Schramm, Lehrstuhl für Katholische Theologie und Wirtschaftsethik, an der Universität Hohenheim.

Christine Schweikert

Studium der Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Internationales Management, Strategische Planung, Außenwirtschaft und Controlling an der HTWG Konstanz. Seit September 2008 wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Prof. Dr. Stephan Grüninger am Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG). Doktorandin bei Prof. Dr. Reinhard Pfriem, Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Unternehmensführung und Betriebliche Umweltpolitik, an der Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg.

1 EINLEITUNG

Mittelständische Unternehmen bilden eine wesentliche Säule der Wirtschaft in Deutschland, die einen großen Anteil an wirtschaftlichem Wachstum und der gesellschaftlichen Wohlfahrt hat. Nicht ohne Grund wird der Mittelstand häufig als das „Rückgrat der deutschen Wirtschaft“ bezeichnet. [1] Doch trotz der offenkundigen Bedeutung für die deutsche Wirtschaft wird mittelständischen Unternehmen bis heute nicht in allen Bereichen in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung die notwendige Aufmerksamkeit geschenkt. Das zeigt sich etwa am Beispiel der Diskussion um das Thema Corporate Governance, d.h. der verantwortungsvollen Unternehmensführung und -kontrolle, die sich bislang einseitig auf börsennotierte Publikumsgesellschaften konzentriert. Aus diesem Grund untersucht das Konstanz Institut für Corporate Governance im Rahmen eines vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg geförderten Forschungsprojekts die Corporate Governance und besonders die Compliance (Einhaltung und Sicherstellung der Einhaltung von gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen sowie unternehmensinternen Regeln und Verhaltensstandards) in mittelständischen und Familienunternehmen. [2] Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Management-Modells zur nachhaltigen Unternehmensführung von mittelständischen Unternehmen, insbesondere zur Risikoreduzierung und Prävention wirtschaftskrimineller Handlungen (sogenanntes Anti-Fraud Management) [3].

2 ENTSTEHUNG DER THEMATIK

Einer der Auslöser für die aktuell geführte Debatte der Corporate Governance und der Compliance sind die in den letzten Jahren vermehrt entdeckten Fälle von Korruption und anderen kriminellen Handlungen in der Wirtschaft, die sich zu teilweise existenzgefährdenden Unternehmensrisiken entwickelt und zu einem enormen Vertrauensverlust von Investoren, Kunden und Öffentlichkeit in die Führung und Geschäfte der Unternehmen geführt haben. [4] Um solche Fälle des Missmanagements und Unternehmensschieflagen aufgrund wirtschaftskrimineller Handlungen in Zukunft zu vermeiden und das Vertrauen der Stakeholder in die Unternehmen und deren Management wiederherzustellen, müssen unter anderem die Governancemechanismen, das heißt die verschiedenen Modi zur Steuerung von Handlungen und Prozessen, in den Unternehmen gestärkt werden. [5] Der Gesetzgeber versucht dies mit einer Vielzahl an Vorschriften, Empfehlungen und Gesetzen voranzutreiben. Eine wichtige Maßnahme zur Erhöhung der Transparenz hinsichtlich der Führung von Unternehmen ist der „Deutsche Corporate Governance Kodex“ (DCGK). [6] Er stellt „wesentliche gesetzliche Vorschriften zur Leitung und Überwachung deutscher börsennotierter Gesellschaften (Unternehmensführung) dar und enthält international und national anerkannte Standards guter und verantwortungsvoller Unternehmensführung“. [6] Nach § 161 AktG sind deutsche börsennotierte Unternehmen durch die sogenannte „Comply-or-Explain“-Regelung jährlich dazu verpflichtet zu erklären, ob den über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehenden Empfehlungen des Kodex entsprochen wird oder nicht. Die Formulierungen machen deutlich, dass, wie oben bereits angedeutet, börsennotierte Publikumsgesellschaften im Mittelpunkt der Corporate Governance-Diskussion in Deutschland stehen. Corporate Governance ist aber auch ein Thema für mittelständische Unternehmen, auch wenn in diesen Unternehmen das klassische Agenturproblem der Kontrolle beauftragter Manager nicht bzw. nicht im selben Maße wie in großen Publikumsgesellschaften auftritt. [7] Bestechung und Bestechlichkeit beispielsweise sind auch in mittelständischen Unternehmen verboten. Korruption und das zunehmende Entdeckungsrisiko sowie die

zunehmende Aufmerksamkeit für das Thema bergen für mittelständische Unternehmen ein hohes, teilweise sogar existenzbedrohendes Risiko (vgl. Abschnitt 3). Ebenso sind Fragen effizienter und effektiver Unternehmensführung, -kontrolle und -management für Unternehmen unabhängig von ihrer Größe, Komplexität, Internationalisierungsgrad etc. relevant. Mittelständische Unternehmen sind zunehmend auf den gleichen Märkten aktiv, international tätig, in globale Netzwerke eingebunden und damit auch den gleichen Risiken ausgesetzt wie Publikumsgesellschaften. Geeignete Vorkehrungen und Maßnahmen zur Sicherung der Unternehmensexistenz und Wettbewerbsfähigkeit sind daher unverzichtbar für mittelständische Unternehmen, insbesondere in den Bereichen Risikomanagement, Haftungsvermeidung und Kriminalitätsprävention (Compliance und Anti-Fraud Management).

3 RISIKO WIRTSCHAFTSKRIMINALITÄT IN MITTELSTÄNDISCHEN UNTERNEHMEN

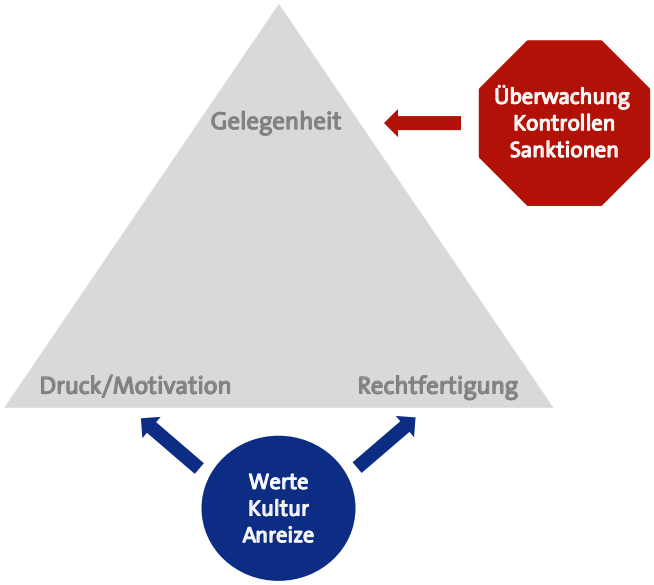
Über 50 % der mittelständischen Entscheidungsträger sehen in den kommenden Jahren vor allem in wirtschaftskriminellen Handlungen ihrem Unternehmen gegenüber eine große Bedrohung und akuten Handlungsbedarf – auch weil die Strukturen zur Aufdeckung und Vermeidung doloser Handlungen unzureichend, teilweise sogar nicht existent sind. [8] Effektive und effiziente Maßnahmen und Programme zur Reduzierung und Prävention wirtschaftskrimineller Handlungen sowie zur Haftungsvermeidung können im Ernstfall existenzsichernd für mittelständische Unternehmen sein, zumal die straf- und zivilrechtlichen Risiken für international agierende, mittelständische Unternehmen bei Auslandsbestechung enorm gestiegen sind. [9] Die jährlich erhobene Polizeiliche Kriminalstatistik des Bundeskriminalamtes (BKA) zeigt eindrücklich, dass durch Wirtschaftskriminalität Jahr für Jahr enorme materielle Schäden entstehen: Obwohl die Anzahl der erfassten wirtschaftskriminellen Straftaten im Vergleich zur Gesamtzahl aller in Deutschland erfassten Straftaten sehr gering ist – lediglich 1,6 % der Fälle sind Wirtschaftsstraftaten –, können knapp 50 % der gesamten Schadenssumme aller in 2009 in der Polizeilichen Kriminalstatistik erfassten Delikte der Wirtschaftskriminalität zugeschrieben werden: 3,43 Milliarden Euro allein im Jahr 2009. Immaterielle Folgeschäden für Unternehmen, Staat und Gesellschaft sowie das hohe vermutete Dunkelfeld wirtschaftskrimineller Straftaten sind dabei noch nicht berücksichtigt. [10] Die Erhebungen der Anti-Korruptions-NGO „Transparency International“ zeigen den Handlungsbedarf in Deutschland hinsichtlich Korruptionseindämmung auf. In dem jährlich erhobenen Corruption Perceptions Index findet sich Deutschland in 2010 mit Platz 15 nur im Mittelfeld der europäischen Länder. [11] Auch der sogenannte Bribe Payers Index bringt Ernüchterung und belegt, dass die Korruptionsbekämpfung in bedeutenden Exportländern, darunter durchaus auch westliche Industrieländer, noch weiter verbessert werden muss. [12]

Um die Risiken wirtschaftskrimineller Handlungen und der Non-Compliance angemessen zu adressieren und die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen, benötigen mittelständische Unternehmen Leitlinien, Standards, Regelungen und Managementinstrumente der Corporate Governance besonders im Bereich des Compliance Managements. Die wissenschaftliche Forschung auf diesem Gebiet steht jedoch erst an ihrem Anfang. [13]

4 ERSTE FORSCHUNGSERKENNTNISSE/FORSCHUNGSDESIGN

Ein erster grundlegender Schritt im Forschungsprojekt ist die zweckmäßige Abgrenzung der mittelständischen Unternehmen, die Untersuchungsobjekt sein werden, um davon ausgehend adäquate und den Organisations- und Führungsstrukturen dieser Unternehmen entsprechende Compliance Management-Maßnahmen entwickeln zu können. Aufgrund der ausgeprägten Heterogenität mittelständischer Unternehmen haben sich in der Literatur zahlreiche Definitionsansätze, bislang jedoch keine allgemein anerkannte Definition herausgebildet. Es werden je nach Zweck der Abgrenzung quantitative oder qualitative Definitionen sowie Kombinationen der beiden Definitionsansätze herangezogen. Quantitative Definitionen wie die des Instituts für Mittelstandsforschung (IfM) Bonn [14], nach der Unternehmen mit weniger als 500 Beschäftigten sowie mit weniger als 50 Millionen Euro Jahresumsatz zu den kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gezählt werden, haben zwar einerseits den Vorteil einer eindeutigen und einfachen Zuordnung. Andererseits unterliegt die Festlegung dieser Größenklassen einer gewissen Willkür und lässt keine Einteilung der Unternehmen entlang gerade der bei mittelständischen Unternehmen charakteristischen Merkmale zu. Eben diese Wesensmerkmale werden für den Fortgang des Projekts hinsichtlich Führungsstrukturen, Steuerungsmechanismen etc. jedoch grundlegend sein. Aus diesem Grund bildet eine qualitative Abgrenzung den Ausgangspunkt für die Arbeitsdefinition des Projekts. Das entscheidende qualitative Merkmal mittelständischer Unternehmen liegt in der besonderen Verbindung zwischen Eigentum und Leitung. Diese entsteht durch die Eingebundenheit eines oder mehrerer Unternehmer bzw. Eigentümer, der oder die das Unternehmen maßgeblich prägen und beeinflussen. Das bedeutet, dass bezogen auf das vorgestellte Forschungsprojekt mindestens die strategische Entscheidungshoheit beim Unternehmer selbst liegen muss, um das Unternehmen als mittelständisches Unternehmen zu klassifizieren. Neben dieses grundlegende Merkmal treten zusätzliche Kriterien, die für die weitere Operationalisierung der Definition notwendig sind: Unternehmensgröße, gemessen an der Zahl

Abb. 1: Fraud Triangle und Ansätze der Prävention



der Mitarbeiter, Internationalisierungsgrad und Komplexität.

Die Einbindung dieser Kriterien in die Arbeitsdefinition erfolgt mittels der Entwicklung einer Typologie mittelständischer Unternehmen. Dabei werden die Unternehmen zur weiteren Systematisierung unterschiedlichen Typen zugeordnet, um die trotz der Abgrenzung entlang der Arbeitsdefinition immer noch vorherrschende Heterogenität auf ein praktikables Niveau zu reduzieren. Auf Basis dieser Typisierung werden im weiteren Verlauf typengerechte Compliance-Bausteine entwickelt. Die grundlegende These der Typologie lautet: Je größer die Komplexität eines Unternehmens ist, desto professioneller, stärker strukturiert, formalisiert und organisiert müssen die Maßnahmen und Systeme der Corporate Governance und des Anti-Fraud Managements bzw. Compliance Managements eines mittelständischen Unternehmens sein. Gleichwohl besteht für mittelständische Unternehmen die Chance, deren traditionell stärker informell geprägte Governancestrukturen im Rahmen entsprechender Management Systeme vorteilhaft einzusetzen. Insbesondere informelle Governancestrukturen spielen eine entscheidende Rolle für die Führung und Steuerung von und in Unternehmen. Die These sowie die daraus hervorgehenden Typen mittelständischer Unternehmen werden im weiteren Projektverlauf zu validieren sein.

Erste Ansätze für die Entwicklung von Compliance Management-Modellen und Anti-Fraud Management Systemen liefern Kriminalitätsmodelle wie beispielsweise die von Cressey entwickelte Fraud Triangle (vgl. Abb. 1: Fraud Triangle und Ansätze der Prävention [15]): Die Fraud Triangle führt die Entstehung krimineller Handlungen im Allgemeinen und wirtschaftskrimineller Handlungen im Speziellen auf das gleichzeitige Vorherrschen dreier Faktoren zurück: Gelegenheit, Motiv und Rechtfertigung. [16], [3] Maßnahmen zur Verhinderung wirtschaftskrimineller Handlungen können an allen Eckpunkten des Dreiecks ansetzen. Organisationen fällt es meist am leichtesten, ihre Präventionsmaßnahmen durch effizientere und verschärfte Kontrollen am Hebel der Gelegenheit anzusetzen. Es muss jedoch bedacht werden, dass eine zu strikte Kontrollkultur im Unternehmen kontraproduktiv wirken und Misstrauen sowie Trotzreaktionen im Unternehmen hervorrufen kann. [17] Vor dem Hintergrund der Entwicklung eines Anti-Fraud Management Systems für mittelständische Unternehmen gewinnen daher neben den mehr formalen Aspekten der Verringerung der Gelegenheiten zu wirtschaftskriminellen Handlungen insbesondere die Faktoren Motiv und Rechtfertigung solcher Handlungen an Bedeutung; sie fokussieren individuelles Verhalten und sind neben den gegenseitigen expliziten und impliziten Leistungserwartungen im Rahmen des Arbeitsverhältnisses stark von den Werten und Überzeugungen sowohl der Organisation als auch des Individuums abhängig. Damit sind sie zwar für Unternehmen schwerer zu beeinflussen, jedoch wichtige Hebel in der Kriminalitätsprävention und für die Schaffung einer integeren Unternehmenskultur. Präventionsmaßnahmen, die an diesen Eckpunkten ansetzen, müssen den Mitgliedern einer Organisation spezifische Handlungsorientierungen geben, um die Wahrscheinlichkeit doloser Handlungen zu minimieren und gleichzeitig integeres Verhalten zu fördern. Dabei spielen vor allem Werte und Kultur einer Organisation sowie die Art und Weise der Ausübung der Führungsverantwortung der Unternehmensführung eine wichtige Rolle.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Betrachtung zeigt, dass das Forschungsfeld „Compliance/Anti-Fraud Management im Mittelstand“ von hoher Aktualität ist und zahlreiche unbeantwortete Fragen birgt. Hier setzt das Forschungsprojekt an und zielt auf die Entwicklung eines Anti-Fraud Management Modells für mittelständische Unternehmen, das der

Heterogenität und den Besonderheiten des Mittelstands entsprechend Rechnung trägt.

Die Typologie, die diese Besonderheiten widerspiegelt und in einem ersten Schritt grob bestimmt wurde, wird im Verlauf des Projekts durch weitere Kriterien ergänzt und verfeinert. Ein Fokus wird dabei zum einen auf das Screening der Risiken, von denen mittelständische Unternehmen in Deutschland besonders betroffen sind, gelegt. Diese Risikoanalyse bildet die Grundlage für die weitere Untersuchung der tatsächlichen sowie der erwünschten Reaktionen der betroffenen Personen in den jeweiligen Risikosituationen. Zum anderen wird ferner die Art und Weise der Führung in mittelständischen Unternehmen untersucht, um auch hier Kriterien für die Verfeinerung der Typologie zu definieren. Gerade im Spannungsfeld von formaler und informaler Governancestruktur einer Organisation, welches beispielsweise in der Auslegung expliziter und impliziter gegenseitiger Leistungsversprechen und -erwartungen sichtbar wird, sehen die Autoren für die hinsichtlich ihrer Führungskultur im Vergleich zu Großunternehmen relativ stärker informell geprägten mittelständischen Unternehmen die Chance, den gesetzlichen und gesellschaftlichen Anforderungen eines Anti-Fraud Management Systems effizient mit ihren je spezifischen Ressourcen zu begegnen. Theoretisch fokussiert dieser Teil des Projekts sowohl Ökonomik und Psychologie als auch neurowissenschaftliche Erkenntnisse, im Speziellen das Feld der Psychologie von Organisationen und der Behavioral Business Ethics.

Auf diesen Erkenntnissen, Risikoanalyse und Analyse der Führung in und von mittelständischen Unternehmen, werden modulare Bausteine des Compliance Managements entwickelt, die je nach Typ anforderungsgerecht in einem umfassenden Corporate Governance-Modell kombiniert werden.

Das Forschungsprojekt „Anti-Fraud Management im Mittelstand“ wird durchgeführt von Andreas E.H. Heck und Christine Schweikert unter der Leitung von Prof. Dr. Stephan Grüninger und Prof. Dr. Josef Wieland.

LITERATUR

[1] Vgl. Schlüsselzahlen des Mittelstands in Deutschland 2009 unter http://www.ifm-bonn.de/index.php?id=99

[2] Zum Compliance-Management vgl. Wieland, J./Steinmeyer, R./Grüninger, S. (Hrsg.) (2010): Handbuch Compliance-Management. Berlin: Erich Schmidt Verlag

[3] Zum Begriff Fraud vgl. Wells, T.J./Kopetzki, M. (2006): Handbuch Wirtschaftskriminalität in Unternehmen – Aufklärung und Prävention. Wien: LexisNexis Verlag ARD ORAC, S. 2 ff.

[4] Vgl. Grüninger, S. (2010b): Wirtschaftsprüfung. In: Aßländer, M.S. (Hrsg.): Handbuch Wirtschaftsethik. Stuttgart: J.B. Metzler (im Erscheinen)

[5] Zum Begriff der Governancemechanismen vgl. Wieland, J. (2007): Die Ethik der Governance. Marburg: Metropolis

[6] Regierungskommission Deutscher Corporate Governance Kodex (2010): Deutscher Corporate Governance Kodex (in der Fassung vom 26. Mai 2010). Siehe: http://www.corporate-governance-code.de/ger/download/kodex_2010/D_CorGov_Endfassung_Mai_2010.pdf

[7] Zum klassischen Agenturproblem sowie zur Agency-Theory vgl. Berle, A.A./Means, G.C. (1932): The Modern Corporation and Private Property. New York: Macmillan sowie Jensen, M.C./Meckling, W.H. (1976): Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure, in: Journal of Financial Economics, No. 3, S. 305–360

[8] Vgl. Corporate Trust (2009): Studie: Gefahrenbarometer 2010 – Sicherheitsrisiken für den deutschen Mittelstand. Siehe: http://www.corporate-trust.de/studie/Gefahrenbarometer2010.pdf sowie Ernst & Young (2009a): Korruption – Das Risiko der Anderen. Siehe: http://www.icc-deutschland.de/fileadmin/ICC_Dokumente/Ernst_Young_Studie-Fraud_Final.pdf und Euler Hermes Kreditversicherungs-AG (Hrsg.) (2008): Wirtschaftskriminalität – Die verkannte Gefahr. Siehe: http://www.wirtschaft-konkret.de/de/dokumente/303-wirtschaftskriminalitaet.pdf/303-wirtschaftskriminalitaet.pdf
[9] Vgl. Transparency International Deutschland e.V. (2008): Permanente Korruption in den armen Ländern führt zu einem anhaltenden humanitären Desaster – Pressemitteilung. Siehe: http://www.transparency.de/Pressemitteilung-Transparency.1235.0.html
[10] Vgl. Bundeskriminalamt (Hrsg.) (2009): Wirtschaftskriminalität – Bundeslagebild 2009. Siehe: http://www.bka.de/lageberichte/wi/wikri_2009.pdf
[11] Vgl. Transparency International Deutschland e.V. (2010): Corruption Perceptions Index 2010. Siehe: http://www.transparency.de/Corruption-Perceptions-Index-2.1742.0.html
[12] Vgl. Transparency International (2008): Bribe Payers Index (BPI) (2008). Siehe: http://www.transparency.de/Bribe-Payers-Index-BPI-2008.1287.0.html
[13] Becker, W./Ulrich, P. (2008): Corporate Governance in mittelständischen Unternehmen – Ein Bezugsrahmen, in: Zeitschrift für Corporate Governance, Nr. 6/08, S. 261–267
[14] Vgl. KMU-Definition des IfM Bonn unter http://www.ifm-bonn.de/index.php?id=89
[15] Vgl. Grüninger, S. (2010): Werteorientiertes Compliance Management System. In: Wieland, J./Steinmeyer, R./Grüninger, S. (Hrsg.) (2010): Handbuch Compliance-Management. Berlin: Erich Schmidt Verlag, S. 39–69
[16] Vgl. KPMG (2007): Profile of a fraudster. Siehe: http://www.kpmg.de/docs/070420_Profile_of_a_Fraudster.pdf sowie KPMG (2006): Anti-Fraud-Management – Best Practice der Prävention gegen Wirtschaftskriminalität. Siehe: http://www.kpmg.de/docs/060706_Anti_Fraud_Management_Best_Practice_der_Praevention_gegen_Wirtschaftskriminalitaet_de.pdf
[17] Wieland, J. (2008): Governanceökonomik: Die Firma als Nexus von Stakeholdern, in: Wieland, J. (Hrsg.): Die Stakeholdergesellschaft und ihre Governance, Studien zur Governanceethik Band 6. Marburg: Metropolis, S. 15–38

wetter.com Stellenangebot

Sie sind **modern, jung** und **kreativ**? Dann sind Sie bei uns genau richtig!
Erleben Sie die interessante und abwechslungsreiche Welt des Internets – mit einem studiumsbegleitenden Praktikum bei wetter.com.

Bewerben Sie sich als:

PRAKTIKANT/IN

Ihr Profil

- ▷ mit Kenntnissen in HTML, PHP, MySQL, Java Script und Webdesign-Basiswissen
- ▷ Kompetenzen in MS-Office, sehr gute Internetkenntnisse
- ▷ Erfahrungen mit redaktionellen Inhalten und Recherchen
- ▷ Teamfähigkeit
- ▷ Lernbereitschaft
- ▷ Eigeninitiative und Verantwortungsbewusstsein
- ▷ Sie bringen sich gerne ein und haben Spaß an der Arbeit

Wir bieten Ihnen

- ▷ einen vielseitigen, modernen Arbeitsplatz in einem zukunftsorientierten Unternehmen
- ▷ eine **gute Bezahlung**
- ▷ eine freundschaftliche Arbeitsatmosphäre
- ▷ eine anspruchs- und verantwortungsvolle Tätigkeit
- ▷ die Möglichkeit zur kreativen Umsetzung eigener Ideen
- ▷ ständig wechselnde Aufgaben und Anforderungen
- ▷ Teamarbeit > Hierarchie

Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an:

wetter.com AG
Werner-von-Siemens-Str. 22 | D-78224 Singen
T +49 (0) 7731 838- 0 | F +49 (0) 7731 838- 19

Gerne auch via E-Mail an: **jobs@wetter.com**

Marken der wetter.com AG

reise.com DEUTSCHES wetter. FERNSEHEN

DIE GESTALTUNG VON STÄDTISCHEN KOMMUNIKATIONSRÄUMEN MIT HILFE VON „SHARED SPACE“

Inna Viktorovna Sotnikova, Leonhard Schenk

PhD Inna Viktorovna Sotnikova

Studium an der Staatlichen Universität für Architektur und Bauwesen in Wolgograd. 2009 Promotion an der Staatlichen Universität für Architektur und Bauwesen in St. Petersburg, wo sie derzeit auch als wissenschaftliche Mitarbeiterin arbeitet. Als DAAD-Stipendiatin verbrachte Frau Sotnikova im WS 09/10 ein halbes Jahr an der HTWG Konstanz, wo sie zum Thema „Urban Communicative Spaces Landscape Organization“ forschte und dabei auf das Thema „Shared Space“ aufmerksam wurde.

Prof. Leonhard Schenk

Studium der Architektur und Stadtplanung an der Universität Stuttgart und ETH Zürich. Seit 1992 selbstständiger freier Stadtplaner und Architekt BDA, DASL, SRL, DWB mit Bürositz in Stuttgart. Seit 2003 Professor für Städtebau und Entwerfen an der HTWG Konstanz, Fakultät Architektur und Gestaltung.

1 PROBLEMSTELLUNG

Große russische Städte wie Moskau, Wolgograd und St. Petersburg wachsen rasant – und die damit verbundene Zunahme des Verkehrsaufkommens verändert den öffentlichen Raum. Insbesondere für Fußgänger und Radfahrer wird es immer schwieriger und gefährlicher, den öffentlichen Raum zu nutzen: Querbarkeit und Durchlässigkeit der Hauptstraßen und Magistralen sind kritische Aspekte. Der Wunsch nach individueller, motorisierter Mobilität und die steigenden und komplexeren Anforderungen der Mobilität an eine moderne Stadt wirken sich häufig kontraproduktiv auf die Vernetzung des Stadtgefüges aus.

Der Begriff der Vernetzung soll dabei unter zwei wesentlichen Perspektiven betrachtet werden: Zum einen ist das Ziel einer städtischen Vernetzung, einen sicheren und effektiven Transit- und Bewegungsraum für Fußgänger und Radfahrer und von individuellen und öffentlichen Verkehrsmitteln zu gewährleisten, zum anderen muss der Straßenraum den Anwohnern und Nutzern als Kommunikationsraum dienen und die klein- und großräumlichen Verbindungen zwischen den Stadtquartieren – auch bei sich ändernden Rahmenbedingungen – sichern.

Das Mehraufkommen von Autos in der Stadt hat zu vielen sozialen, ökologischen und nicht zuletzt auch zu ästhetischen Problemen geführt. Die Lösung dieser Probleme in kommunikativen Räumen, hier vor allem Straßen und Plätze, erfordert daher adäquate, innovative Herangehensweisen, die die tradierten Methoden bei der Erneuerung und Optimierung der Verkehrswege teilweise in Frage stellen. Konflikte zwischen Autofahrern und Fußgängern zählen, wie die hohe Beteiligung von Fußgängern an Unfällen im Straßenraum zeigt, zu den vordringlich zu lösenden Aufgaben.[1] Allein in St. Petersburg hat die Anzahl der Verkehrsunfälle in den letzten sechs Jahren um bis zu 15 % zugenommen.[2]

Eine Möglichkeit, Unfallzahlen zu senken, besteht üblicherweise darin, den

ABB. 1: Straßenraum vor einem innerstädtischen Kaufhaus in St. Petersburg, Foto: N. Kerimova

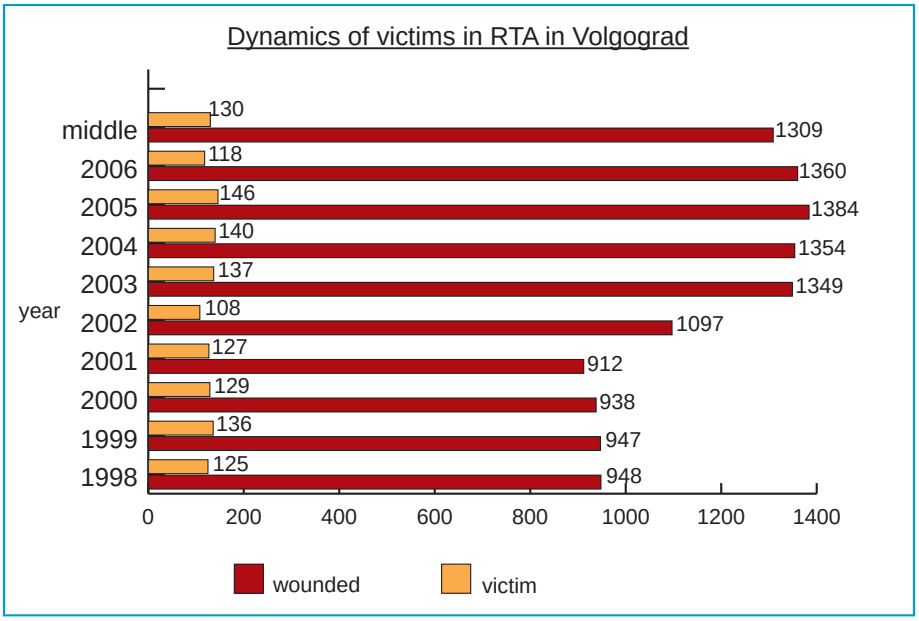


ABB. 2: Zunahme der Verkehrsopfer 1998 bis 2006 in Wolgograd, Grafik: ENCO

Raum für Auto-, Rad- und Fußgängerverkehr exakt zu definieren und die Verkehrsarten voneinander zu separieren. Städtische Kommunikationsnetze können darüber hinaus durch die Restrukturierung und Attraktivierung des öffentlichen Nahverkehrs, durch die Verteilung des Verkehrsflusses auf mehreren Ebenen oder auch durch eine freiraumplanerische Identifikation der Räume aufgewertet werden. Die letztgenannte Maßnahme zielt auf die Ausbildung eines angenehmen, komfortablen und für den Menschen sicheren Straßenraums bei gleichzeitiger Rücksichtnahme und behutsamem Umgang mit den vorhandenen stadt- und naturräumlichen Qualitäten der jeweiligen Stadt. Die Verkehrsplanung kann mit Unterstützung der Freiflächen- und Landschaftsarchitektur dabei wesentlich mehr erreichen, als es die Anlage von breiten Fuß- und Radwegen, den Bewegungsablauf nicht störenden Parkplätzen und das Setzen von optischen Akzenten bei Richtungsänderungen vermag.[3] Im Idealfall entstehen so urbane Kommunikationsräume, die nicht primär, sondern eben auch dem Straßenverkehr dienen.

2 WAS IST „SHARED SPACE“?

Eine neue Möglichkeit zur Schaffung eines sowohl gestalterischen als auch funktional attraktiveren Verkehrsraums stellt das Prinzip „Shared Space“ dar, welches auf die gleichzeitige, gemeinsame Nutzung des Straßenraums durch Fußgänger-, Fahrrad- und Autoverkehr basiert.

Projekte nach diesem Prinzip, die in den Niederlanden, Großbritannien, Deutschland und anderen Ländern der EU mit einem geringen Investitionsvolumen realisiert wurden, zeugen von der Effizienz dieser Methode.

Der Begriff „Shared Space“ wurde im Jahre 2003 von dem englischen Stadtplaner Ben Hamilton-Baillie eingeführt und von dem Niederländischen Verkehrsplaner Hans Monderman[4] weiterentwickelt. Das Hauptmerkmal des „Shared Space“-Prinzips ist das Fehlen von überflüssigen Markierungen, Verkehrszeichen, Lichtsignalen und der Aufgabe der generellen Trennung zwischen Straße und Fußgängerbereich. Theoretisch entspricht die maximale Fahrgeschwindigkeit in einem „Shared Space“ der innerörtlichen Maximalgeschwindigkeit von 50 km/h, in der Realität müssen die Verkehrsteilnehmer im Gegensatz zum separierten Verkehr mehr Rücksicht aufeinander nehmen und können sich nur mit angepasster Geschwindigkeit fortbewegen. Der Autofahrer verliert damit seine Dominanz und soll zum Teil eines sozialen und kulturellen Miteinanders werden. Eine von Monderman vorgenommene Risikoabschätzung zeigt das Paradoxon, dass die Reduzierung von Regeln nicht zu einer Senkung, sondern zu einer Erhöhung der Sicherheit führt bzw. der Komfort für Fußgänger sich erhöht und die Sicherheit sich zumindest nicht verschlechtert.[5]

Dennoch bleiben bei kritischer Betrachtung viele Fragen offen, zum Beispiel, wie das Benutzen dieser Bereiche durch Sehbeeinträchtigte funktionieren kann.

3 GEPLANTE UND REALISIERTE PROJEKTE NACH DEM PRINZIP „SHARED SPACE“

Das erste experimentelle Projekt in Deutschland wurde im Jahr 2008 in der Niedersächsischen Gemeinde Bohmte im Rahmen des Infrastrukturförderprogramms INTERREG der Europäischen Union realisiert und war dank einer ausführlich dokumentierten Evaluierung des Verkehrsverhaltens und der sozialen und sicherheitstechnischen Aspekte Inspiration und Grundlage für die Planung weiterer Projekte in Deutschland und Europa.

Die Planer des „Shared Space“ in Bohmte verzichteten nicht ganz auf Straßenmarkierungen, die hier beispielsweise einen verkehrsrechtlich unverbindlichen (es fehlen die Verkehrsschilder) Kreisverkehr andeuten und so zumindest ortsfremden Nutzern eine Interpretationsmöglichkeit anbieten und das Rechtsfahrgebot gemäß § 2 Abs. 2 der deutschen Straßenverkehrsordnung (StVO) unterstützen. Ein „Blindenleitstreifen“ aus reliefiertem Betonstein dient der Orientierung von Sehbehinderten.

Umfragen unter der Bevölkerung in der Gemeinde Bohmte im Rahmen der Evaluierung zeigten sowohl positive als auch negative Aspekte des Projekts auf. Als positiv wurde konstatiert, dass 40 % der Einwohner eine Erhöhung der Luftqualität, 17 % des Einzelhandels eine Absatzsteigerung, ausgelöst durch die stärkere Frequentierung des Raumes durch Fußgänger, und

ABB. 3: „Shared Space“ in Bohmte, Foto: Gemeinde Bohmte

ABB. 4: Kreuzlingen, Hauptstraße vor dem Umbau, Foto: Stadt Kreuzlingen

ABB. 5: Kreuzlingen, Hauptstraße nach dem Umbau zur Begegnungszone, Visualisierung: 3D-ARCH GmbH, Schaffhausen

ABB. 6: Der neue Bahnhofplatz in Konstanz, Planung und Visualisierung: Büro Hager AG, Zürich

selbst Kinder eine Verbesserung des Aufenthaltsbereichs bemerkten. Über 80 % loben die Umgestaltung zum „Shared Space"-Bereich. Gleichzeitig bemängeln viele Befragten jedoch auch eine fehlende Verkehrsordnung im Straßenraum. Zwar geben fast 50 % der Befragten an, „weniger" oder sogar „viel weniger" Zeit für die Querung des Straßenraums zu benötigen, über 40 % geben aber an, das Überqueren der Straße würde „mehr" oder „viel mehr" Zeit in Anspruch nehmen.[6]

Obwohl das Projekt in Bohmte bislang als realisiertes „Shared Space"-Projekt in Deutschland singulären Charakter hat – in Deutschland fehlt eine eindeutige, verkehrsrechtliche Definition –, so sind allein im Bodenseeraum zwei Projekte in der Planung, die aus dem Geist des „Shared Space" heraus entwickelt werden. Während auf deutscher Seite die Stadt Konstanz bei der Neugestaltung des Bahnhofplatzes verkehrsplanerisches Neuland betritt und eine zweite Generation von „Shared Space" entwickeln will[7], basiert der Umbau der Hauptstraße der Schweizer Stadt Kreuzlingen auf der seit 2001 im Schweizer Verkehrsrecht verankerten „Begegnungszone".

Grundsätzlich ist eine „Begegnungszone" eine Mischverkehrsfläche, auf welcher Autos, Motorräder, Velos/Fahrräder und Fußgänger gleichberechtigt agieren, die Höchstgeschwindigkeit für Fahrzeuge dabei aber nur 20 km/h beträgt. Parken ist nur an markierten Stellen zulässig. Fußgänger haben in der „Begegnungszone" gegenüber dem Fahrzeugverkehr Vorrang und können jederzeit und überall die Fahrbahn queren, dürfen jedoch die Fahrzeuge nicht unnötig behindern.[8]

Die Stadt Kreuzlingen, die im Gegensatz zu Konstanz kein ausgeprägtes historisches Zentrum besitzt, sieht in der Maßnahme nicht nur eine Aufwertung des öffentlichen Raums, sondern will mittels „Shared Space" ein „modernes, lebendiges Zentrum" schaffen.[9]

Das Schweizer Modell ist mittlerweile in Belgien und Frankreich rechtlich adaptiert. Ein vergleichbares deutsches Instrument der Straßenverkehrsordnung, allerdings unter Beibehaltung der Trennung zwischen Fuß-/Rad- und Autoverkehr, ist der „Verkehrsberuhigte Geschäftsbereich". Die Fahrbahnmarkierung kann im Gegensatz zu normalen Straßen flächenbündig durch Pflasterlinien o.Ä. erfolgen, die innerörtliche Geschwindigkeit liegt in der Regel bei Tempo 20, kann jedoch auf bis zu 10 km/h reduziert werden. Fußgänger haben hier nicht in jedem Fall Vorrang. Inwieweit sich der „Verkehrsberuhigte Geschäftsbereich" in Richtung mehr „Shared Space" modifizieren lässt, wird das Konstanzer Beispiel bei seiner Realisierung in den nächsten Jahren zeigen.

4 „SHARED SPACE" – EIN VORBILD FÜR RUSSISCHE STÄDTE?

In vielen russischen Städten steht eine Neustrukturierung der Verkehrsräume auf der Tagesordnung. Die Voraussetzungen für eine Neustrukturierung hängen von der Bedeutung der jeweiligen Straße, der Lage (Zentrum, Quartier oder Peripherie) der Intensität des Auto- und Fußgängerverkehrs sowie der Organisation des Radverkehrs ab. In den größten russischen Städten Moskau und St. Petersburg und in weiteren Millionenstädten wie Wolgograd oder Rostov am Don ist die Intensität der Transport- und Fußgängerbewegung nicht nur in den Zentrumslagen sehr groß.

Dennoch sind auch hier gute Möglichkeiten für „Shared Space" vorhanden: So könnten beispielsweise Bereiche in den historischen Zentren, vor öffentlichen Gebäuden, auf Plätzen, um Haltestellen und in Wohnquartieren nach dem „Shared Space"-Prinzip gestaltet werden. Auch die zahlreichen kleineren russischen Städte, die zwischen 50.000 und 150.000 Einwohner zählen, böten sich an, um das Prinzip des „Shared Space" auszuloten.

Noch ist „Shared Space" in Russland weitgehend unbekannt. Die oben erwähnten und andere weitere, erfolgreich realisierte Beispiele aus europäischen Ländern machen aber Mut, dass sich das ändern könnte. Nicht zuletzt ist es in unserem Fall

ABB. 7: Straße in einem Wohnquartier in St. Petersburg, Foto: I. V. Sotnikova

der Unterstützung des Deutschen Akademischen Auslandsdienstes zu verdanken, dass aktuelle westeuropäische Stadt- und Verkehrsplanungsdiskussionen vom Bodensee nun über die Hochschulen bis nach St. Petersburg getragen werden.

FUSSNOTEN

1: Vgl. Stadt Wolgograd und Institut für Raumplanung, St. Petersburg (ENCO): Materials of the general planning scheme of Volgograd city. – 2006.
2: Shesterneva, N. N.: Architectural typology and principles of development of existing pedestrian communications of the largest city (of the model of St. Petersburg) – State University of Architecture and Civil Engineering of St. Petersburg 2007. – S. 150 f.
3: Vgl. Sotnikova, I. V.: Urban-landscape organization of city transit spaces (of the model of Volgograd city) – State University of Architecture and Civil Engineering of St-Petersburg 2009. – S. 148 f.
4: Vgl.: http://www.zeit.de/zeit-wissen/2005/05/Verkehrsberuhigung_NEU.xml – Zugriff am 07.07.2010 sowie: http://www.taz.de/?id=archivseite&dig=2006/05/30/a0331 – Zugriff am 07.07.2010
5: Vgl. http://www.bohmte.de/pics/medien/1_1253627530/Abschlusspraesentation_Bohmte_090922.pdf – Zugriff am 07.07.2010
6: ebenda, S. 22 f.
7: Vgl. www.foerderverein-mobilitaet-kn.de/dokumente/090526_SharedSpaces_FVMZcomp.pdf – Zugriff am 07.07.2010
8: Vgl. http://www.begegnungszonen.ch/home/index.aspx – Zugriff am 07.07.2010
9: http://www.kreuzlingen.ch/praesidium/Hauptstrasse.php?q=17 – Zugriff am 07.07.2010

PROJEKTE

FAKULTÄT ARCHITEKTUR UND GESTALTUNG

ARCHIV FÜR ARCHITEKTUR- UND BAUINGENIEURWESEN

An der HTWG Konstanz ist ein Archiv für Architektur- und Bauingenieurwesen eingerichet worden, in dem schwerpunktmäßig – aber nicht ausschließlich – aus der Region Bodensee Materialien zum gegenwärtigen und vergangenen Architektur- und Bauingenieurgeschehen zusammengetragen, bewahrt, dokumentiert und wissenschaftlich aufgearbeitet werden. Das Archiv steht allen an Lehre und Bauforschung Interessierten offen. Seine Aufgabe ist, durch die Ausrichtung auf eine überschaubare Region größere Flexibilität, Überschaubarkeit und Effektivität zu erreichen sowie die Gemeinsamkeiten der Disziplinen Architektur und Bauingenieurwesen sichtbarer werden zu lassen.

Prof. Dr. Immo Boyken
Tel.: +49 (0)7531 206-199, +49 (0)7531 65849
E-Mail: boyken@htwg-konstanz.de

FORSCHUNGEN ZUR NEUEREN ARCHITEKTURGESCHICHTE

Unter dem Aspekt einer zunehmenden Bedeutung des Bauens im Kräftefeld historischer Bausubstanz für den Architekten von heute, auch aber unter dem Aspekt eines erweiterbaren Spektrums der Architektentätigkeit nach Abschluss des Studiums, werden im Rahmen des Projektes die Grundlagen des architektonischen Wirkens in der Gegenwart untersucht, die aus den verschiedenen Architekturwegen, insbesondere des späten 19. und des 20. Jahrhunderts, hier bis in die fünfziger Jahre hinein, herausgefiltert werden sollen. Diese Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur sollen die Notwendigkeit einer engen Verknüpfung verschiedener Disziplinen, etwa die der Bauingenieure, der Denkmalpfleger, der Historiker und der Architekten, aufzeigen sowie die Unabdingbarkeit der vertieften Kenntnis neuerer Architekturgeschichte zur Gestaltung einer aktuellen und doch über dem Fluss des Modischen stehenden Architektur, zur Ausbildung einer eigenen, genuinen Formsprache.

Prof. Dr. Immo Boyken
Tel.: +49 (0)7531 206-199, +49 (0)7531 65849
E-Mail: boyken@htwg-konstanz.de

BODENSEESTADT, URBANITÄT – MOBILITÄT – VERNETZUNG

Die Geschichte des Bodenseeraums ist eine Geschichte der Städte. Urbane Zentren standen im Spannungsfeld zur ländlichen Umgebung. Diese auch in ihrer baulichen Ausformung evidente Struktur ging im Zuge der Regionalisierung verloren. Die Städte haben ihre eigene Identität, welche stark durch die Lage am See geprägt ist. Ausgehend von der Feststellung der zurückgehenden Attraktivität des Bodenseeraums und der Bestätigung dieses Trends durch Bevölkerungsstatistik und Wirtschaftsdaten, setzt das Forschungsprojekt nach einer ersten Analyse bei drei Problembereichen an: Urbanität, Mobilität, Vernetzung. Mit diesem problemorientierten Ansatz werden einerseits die wesentlichen Handlungsfelder für die Stadtentwicklung am See angesprochen und andererseits die hohe Komplexität der Stadtregion in Teilaspekten operationalisiert.

Prof. Raimund Blödt, Prof. Frid Bühler
Tel.: +49 (0)7531 206-182
E-Mail: bloedt@gmx.de

WECHSELWIRKUNGEN BEI DER KOMMUNIKATION MIT GESCHRIEBENEM, PRÄSENTIERTEM UND BILDERN

Im Projekt werden die Fragestellungen untersucht: Welche Wechselwirkungen entstehen bei der Kommunikation mit Geschriebenem, Präsentiertem und Bildern? Wie geht eine Professionalisierung dieser Kommunikation vonstatten? Wie kann sie befördert werden, insbesondere bei der Vermittlung komplexer Sachverhalte wie in der Kommunikation von Wissenschaft und Technik?

Prof. Dr. phil. Volker Friedrich
Tel.: +49 (0)7531 206-659
E-Mail: fried@htwg-konstanz.de

JÜDISCHE JUGEND IN DEUTSCHLAND

Seit 2005 arbeiteten neun Studenten und drei Professoren der Hochschule Konstanz im Studiengang Kommunikationsdesign an dem Ausstellungs-, Publikations- und Dokumentarfilmprojekt „Jüdische Jugend heute in Deutschland“. Anliegen ist, einen bedeutenden, aber weithin unbekannten Aspekt deutscher Gegenwart darzulegen. Wichtiger Bestandteil der Arbeit sind Begegnungen und Gespräche mit jungen Juden in Deutschland. Diese Gespräche bilden die Grundlage für die Ausstellung und den Dokumentarfilm. Das Stichwort „Begegnung“ ist zentral für das gesamte Projekt. Zusätzlich wurden Fakten zur Situation jüdischer Jugendlicher im besonderen und der Juden in Deutschland im allgemeinen recherchiert und aufbereitet. Auch aktuelle Entwicklungen, wie die Zuwanderung osteuropäischer Juden, wurden dabei in den Blick genommen. Im Dezember 2005 konnten die im Rahmen des Projekts entstandenen Fotografien und Interviews im „Deutschen Haus“ der New York University präsentiert werden, 2006 in der „Galerie im Turm“ in Konstanz, im „Deutsch-Amerikanischen Institut Heidelberg“, gegen Ende des Jahres 2006 im Jüdischen Museum Berlin und 2007 im Jüdischen Museum Frankfurt. 2008 ist die Ausstellung im „Beit Daniel – Center for the Progressive Judaism“ in Tel Aviv und im „Jüdischen Museum Franken“ in Fürth.

Prof. Dr. phil. Volker Friedrich
Tel.: +49 (0)7531 206-659
E-Mail: fried@htwg-konstanz.de

SCHREIBEN IM BERUF

Die Arbeit von Führungskräften in der Wirtschaft und in Organisationen ist geprägt vom Schreiben. Doch wie schreibt man „Tex-

te, die zünden“, die gelesen und verstanden werden? Gelungene schriftliche Kommunikation ist oft der Schlüssel zum Erfolg. Das Projekt „Professionelles Schreiben: Schreiben im Beruf“ untersucht diese Form der Kommunikation.

Prof. Dr. phil. Volker Friedrich
Tel.: +49 (0)7531 206-659
E-Mail: fried@htwg-konstanz.de

ENERGIEEFFIZIENTES BAUEN

Baunetz Wissen Solar: Das größte deutschsprachige Online-Portal für Architekten dient als Informationsplattform für das aktuelle Baugeschehen und wird als Nachschlagewerk für die Planung genutzt. Das Wissenportal zum Thema Solares Bauen wird vom Fachgebiet Energieeffizientes Bauen inhaltlich betreut. Ziel ist die Vermittlung aktueller Entwicklungen in Forschung und Praxis an Architekten, Studenten und Interessierte. Energieanalysen (HAWK Hildesheim, Greenpeace Hamburg, Probsteikirche Leipzig): Die Energieuntersuchungen sind eine Hilfestellung für Architekturbüros im Wettbewerb. Im Aufrag gegeben vom Wettbewerbsauslober, stellt die Untersuchung die Möglichkeiten der Energienutzung und -produktion am Grundstück übersichtlich und ansprechend dar.

Prof. Dr. Thomas Stark
Tel.: +49 (0)7531 206-191
E-Mail: thomas.stark@htwg-konstanz.de

BAER – BODENSEE-ALPENRHEIN-ENERGIEREGION

Das Fachgebiet Energieeffizientes Bauen erforscht die Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung des Bodenseeraumes im Rahmen der Bodensee-Alpenrhein-Energieregion (BAER). Das BAER-Projekt ist ein internationales Forschungsprojekt mit vier Hochschulen aus Liechtenstein und der Schweiz. Es gehört zum Schwerpunktthema „Energie, Umwelt und Mobilität in der Regio Bodensee“ der Internationalen Bodenseehochschule (IBH) und wird von der Europäischen Union gefördert. Die Schwerpunkte der Forschungsarbeit am Fachgebiet Energieeffizientes Bauen sind die Erfassung der Energiebedarfsstruktur des BAER-Projektgebietes, Untersuchung der Energieströme in großen Siedlungsräumen sowie die Potenzialermittlung regenerativer Energiegewinnung. Ziel ist die Entwicklung einer Methodik zur Erstellung eines Energiekonzeptes für Städte und Regionen.

Prof. Dr. Thomas Stark
Tel.: +49 (0)7531 206-191
E-Mail: thomas.stark@htwg-konstanz.de

ATLAS SOLARARCHITEKTUR DEUTSCHLAND

Im Projekt wird erforscht, wie Solartechnik in Architektur-Projekte gestalterisch eingebunden werden kann. Es entwickelt eine Systematik, nach der sich gebäudeintegrierte Solarsysteme nach technischen und gestalterischen Gesichtspunkten bewerten und kategorisieren lassen. Ein Anschlussprojekt nutzt die Arbeit als theoretischen Teil: die Umsetzung eines Online-Atlas Solararchitektur Deutschland. Zuerst werden architektonisch interessante Solarprojekte recherchiert. Ziel ist die Dokumentation aller Gebäude in Deutschland mit hochwertig integrierter Solartechnik. Hierfür werden insbesondere die vorhandenen Kontakte zur Solarindustrie genutzt; umfangreiche Vorarbeiten zu einer vorhandenen Projektdatenbank wurden bereits geleistet (insb. Masterarbeit L. Schönrock: Gestaltungskriterien für gebäudeintegriete Solarthermische Anlagen). Die Projektsammlung ist die Basis für den zweiten Schritt: Eine Analyse der Flächenpotenziale und die Auflistung der Anforderungen aus Sicht von Gestaltung, Funktion und Technik. Die Flächenpotenziale werden abgeleitet aus architektonischen Gestaltungsmerkmalen, Gebäudetypologien und typischen Bauformen. Für die funktionalen und konstruktiven Kriterien wird die Gebäudehülle analysiert. Die Anforderungen aus Sicht der Solartechnik werden zusammen mit kompetenten Herstellern von Solarsystemen erarbeitet. Der dritte Schritt entwickelt eine Systematik für die Bewertung und Kategorisierung von gebäudeintegrierter Solartechnik. Kriterien sind: Funktion des Solarsystems, Funktion der Gebäudehülle, Effizienz der Systemkomponenten, Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage über den Lebenszyklus, Nutzung von Synergieeffekten zwischen Techniken, Gestaltqualität der Solarkollektoren und -module, architektonische Wirkung der Solarelemente auf den Gesamtentwurf. Ergebnis ist ein universelles Bewertungssystem, nach dem Solarsysteme aus architektonischer Sicht kategorisiert werden können. Das Projekt endet mit der Anwendung des Bewertungs-Systems auf die Projektsammlung: vorbildliche und zukunftsweisende Projekte werden benannt. Das Bewertungssystem und die ausgewählten Projekte bilden die Basis für die spätere Umsetzung des Online-Atlas Solararchitektur.

Prof. Dr. Thomas Stark
Tel.: +49 (0)7531 206-191
E-Mail: thomas.stark@htwg-konstanz.de

LEIT- UND ORIENTIERUNGSSYSTEM

Es wurde ein touristisches Leit- und Orientierungssystem für alle Verkehrsteilnehmer, aber vordringlich Pkw, insbesondere eine Wegeleitsystematik und entsprechende Visualisierungen für die Gemeinde Reichenau entwickelt.

Prof. Brian Switzer
Tel.: +49 (0)7531 206-853
E-Mail: switzer@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN

BÜRO-EFFIZIENZ

Im Projekt wird untersucht, welchen Einfluss bauphysikalische Parameter (Schall, Licht, Wärme, Luftfeuchtigkeit etc.) auf die Arbeitsleistung und das Befinden der Nutzer von Büros haben. Dabei wird die Wechselwirkung der bauphysikalischen Einflussparameter, Arbeitsabläufe und Arbeitsorganisation untersucht.

Prof. Dr. Bernd Jödicke
Tel.: +49 (0)7531 206-345
E-Mail: joedicke@htwg-konstanz.de

MULTISPECTRAL-SCANKAMERA

Ziel der Kooperation ist es, die Kompetenzen der HTWG Konstanz im Bereich Farb- und Lichtmesstechnik mit den Fähigkeiten eines Unternehmens zu vereinigen, um so schneller neue Anwendungen und Produkte im Bereich Farb-Kamera Scantechnik umsetzen zu können.

Prof. Dr. Bernd Jödicke
Tel.: +49 (0)7531 206-345
E-Mail: joedicke@htwg-konstanz.de

SELF-PURIFICATION OF SEVERAGE SYSTEMS CAUSED BY VARIATION OF RUNOFF CHARACTERISTICS BY DISCHARGE BRAKES WITH FLUSHING DEVICE

In combined water sewers sedimentation occurs during dry water flow that causes obstructions of flow. This leads to great transport of high loads into the receiving waters and the sewer treatment plant. At present the sewerage systems have to be cleaned in regular intervals. The existing discharge brake will be remodelled and used instead of these time-consuming and expensive methods. The effects of the discharge brake on sediments in sewage systems have to be analysed but it is expected that it will reduce the amount of sediments on the sewer. Additionally the discharge brake enables the precautionary cleaning of the sewers disregarding the occurence of high precipitation. One or several pilot-plants will be developed. The planned research will be implemented at these experimental plants in the laboratory. Brakes arranged in form of a cascade of brakes helps to evaluate the current flow conditions. It has to be analyzed if the existing flow conditions avoid sediments or if intermittent flush wave has to be. If experimental models will bring successful results the new technique will be computer-simulated (hydraulic and load simulations) and tested in existing sewage systems. If necessary it is possible to change construction details of the brakes at this stage. In a next step practical tests in cities and communities will be carried out which demonstrate the brakes advantages in general use.

Prof. Dr. Werner Lutz
Tel.: +49 (0)7531 206-218
E-Mail: wlutz@htwg-konstanz.de

WEGGESTEUERTE ABNAHMEPRÜFUNGEN AN ZEMENT-GEBUNDENEN STABILISIERUNGSSÄULEN

Es werden Bauwerke bzw. Teile von Bauwerken des Hoch- und Tiefbaus auf Schäden untersucht, die die Gebrauchstauglichkeit oder die Tragfähigkeit vermindern könnten. Vorwiegend handelt es sich dabei um drei Gruppen von Schadensursachen: Planungs- oder herstellungsbedingte Mängel bei Neubauten, Mängel und Bauschäden infolge witterungsbedingter Einflüsse, Materialermüdung und Abnutzung, vorwiegend an älteren Bauwerken und Brandschäden. Die Zustandserfassung ist in der Regel mit verschiedenen Untersuchungen vor Ort verbunden, wie z.B. Messung der Karbonatisierungstiefe, Messung der vorhandenen Betonüberdeckung, Messung der Eindringtiefe von Chloriden, und die zerstörungsfreie Bestimmung der vorhandenen Druck- bzw. Haftzugfestigkeiten von Bauteilen vor Ort. Ferner werden an betroffenen Stellen Materialproben für weitere Untersuchungen im Labor entnommen. An diesen Proben können z.B. die Feuchte, die Wassereindringtiefe, die Festigkeit, die chemische Zusammensetzung, der Gehalt an wasserlöslichen Salzen und eventuelle Auffälligkeiten im Gefüge untersucht werden. Die vor Ort und an den entnommenen Proben bestimmten Kennwerte werden ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gebrauchs- bzw. Tragfähigkeit des Bauwerks bewertet.

Prof. Dr. Wolfgang Reitmeier
Tel.: +49 (0)7531 206-224
E-Mail: reitmeier@htwg-konstanz.de

FEMBAU – FINITE-ELEMENT-MODELLIERUNG IM KONSTRUKTIVEN INGENIEURBAU

Im Projekt FEMBAU werden Konzepte zur Modellierung von Tragwerkselementen des konstruktiven Ingenieurbaus für die Finite-Element-Methode entwickelt. Darüber hinaus werden Tools für den Einsatz neuer Medien für die Vermittlung der Finite-Element-Methode in der Lehre konzipiert.

Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle
Tel.: +49 (0)7531 206-212/164
E-Mail: werkle@htwg-konstanz.de

wetter.com Stellenangebot

Der führende Online-Wetterdienst sucht Sie. Bei **wetter.com** erwartet Sie ein abwechslungsreicher und chancenreicher Job.

Bewerben Sie sich als:

WEB-ENTWICKLER/IN

Zu Ihren Aufgaben werden gehören

- ▷ Mitarbeit bei aktuellen Projekten
- ▷ Konzeption und Entwicklung neuer Projekte auf Basis aktueller Technologien
- ▷ Pflege und Weiterentwicklung bestehender PHP/MySQL Projekte

Ihr Profil

- ▷ Sie verfügen über Know-how in XHTML, CSS, Java Script, JQuery
- ▷ sehr gute Kenntnisse in PHP 5 und MySQL
- ▷ darüber hinaus sind Erfahrungen mit PHP-Framework und gängigen Entwurfsmustern von Vorteil
- ▷ Teamfähigkeit
- ▷ Lernbereitschaft
- ▷ Eigeninitiative und Verantwortungsbewusstsein
- ▷ Sie bringen sich gerne ein und haben Spaß an der Arbeit

Wir bieten Ihnen

- ▷ einen vielseitigen, modernen Arbeitsplatz in einem zukunftsorientierten Unternehmen
- ▷ eine freundschaftliche Arbeitsatmosphäre
- ▷ eine anspruchs- und verantwortungsvolle Tätigkeit
- ▷ die Möglichkeit zur kreativen Umsetzung eigener Ideen
- ▷ einen Job mit Perspektiven in einem dynamischen Markt
- ▷ ständig wechselnde Aufgaben und Anforderungen
- ▷ Teamarbeit > Hierarchie

Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an:

wetter.com AG
Werner-von-Siemens-Str. 22 | D-78224 Singen
T +49 (0) 7731 838- 0 | F +49 (0) 7731 838- 19

Gerne auch via E-Mail an: **jobs@wetter.com**

Marken der wetter.com AG

reise.com DEUTSCHES wetter. FERNSEHEN

SPEZIELLE UNTERSUCHUNGEN AN BAUPRODUKTEN

In diesem Arbeitsbereich sind Prüfaufträge an Bauprodukten zusammengefasst, die nicht im Rahmen der von der Bauaufsicht geforderten Güteüberwachung, sondern im Auftrag im Zusammenhang mit speziellen Baumaßnahmen oder mit der Entwicklung neuer Bauprodukte durchgeführt werden. Beispiele hierfür sind Spezialprüfungen an Styroporblöcken, die bei Dammschüttungen im Straßenbau verwendet werden, Spezialprüfungen an glasfaserverstärkten Betonelementen, an Schalungsankern, Verwahrkästen (Abschalelemente mit Anschlussbewehrung), neu entwickelten Estrichen, Festigkeitsprüfungen an Gewebeschlaufen, Spezialprüfungen an Natursteinen etc. Meist handelt es sich dabei um neu entwickelte Bauprodukte, die im Auftrag der Hersteller auf bestimmte Eigenschaften und Eignungen hin untersucht werden sollen. Da es sich hier oft nicht um Standardprüfungen handelt, für die es Prüfnormen gibt, müssen nicht selten geeignete Prüfverfahren entwickelt werden.

Prof. Franz Zahn PhD
Tel.: +49 (0)7531 206-216
E-Mail: zahn@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

SIMULATION

Validierung und Weiterentwicklung eines Simulationstools zur Prozessverbesserung.

Prof. Dr. Thomas Birkhölzer
Tel.: +49 (0)7531 206-239
E-Mail: birkh@htwg-konstanz.de

INTERNETBASIERTE ARCHITEKTUR FÜR LOKALE GNSS-KOMPONENTEN

Mit lokalen Komponenten wird bei globalen Navigationssatellitensystemen (Global Navigation Satellite System, GNSS) wie GPS, GLONASS und GALILEO das Leistungsangebot des Dienstes vor Ort für meist professionelle Nutzer ergänzt (Mehrwertdienste). Durch die Bestimmung und Verbreitung differenzieller Korrekturdaten, lokaler Integritätsinformation oder zusätzlicher Signale z.B. durch Pseudolites wird eine Verbesserung der Leistungsparameter von Satellitennavigationslösungen bezüglich Genauigkeit, Verfügbarkeit und Integrität in einem lokal begrenzten Einsatzgebiet erreicht. Derzeit in Deutschland verfügbare Dienste wie beispielsweise der Satellitenpositionierungsdienst der deutschen Landesvermessung (SAPOS) oder der privatwirtschaftliche Dienst ASCOS basieren, in ihrer technischen Implementierung, aus einem Netz von Referenzstationen, das über Kommunikationsverbindungen (meist Standleitungen) mit einem oder mehreren Kontrollzentren verbunden ist. In Kooperation mit der Alberding GmbH, dem Department of Telecommunications der AGH University of Science and Technology (Krakau/Polen) und mit Unterstützung der Siemens AG (Industrial Solutions and Services) wird eine erweiterbare internetbasierte redundante Architektur für lokale GNSS-Komponenten (Verbreitung differenzieller Korrekturdaten und lokaler Integritätsinformation) entwickelt. Diese Architektur soll als reine Serverlösung, einsatzfähig auf dedizierten Servern (Mietserver/Root-Server), mit für Internetdienste gängigen Technologien wie beispielsweise Linux, Apache, MySQL, PHP oder Perl als Prototyp, mit dem zukünftige Entwicklungen auf dem Gebiet der lokalen GNSS-Dienste entwickelt und getestet werden können, implementiert werden.

Prof. Dr. Harald Gebhard
Tel.: +49 (0)7531 206-270
E-Mail: harald.gebhard@htwg-konstanz.de

INVERTERSTROMQUELLE

Für eine gepulste Inverterstromquelle 60 V, 400 A, 1 kHz wurde eine Zusatz-Elektronik entwickelt und erfolgreich erprobt, mit der der Zeitverlauf der gepulsten Ströme insbesondere beim Stromabbau gezielt beeinflusst wird. In Galvanik-Anwendungen, insbesondere bei der Elektrochemischen Metallbearbeitung (ECM), werden dadurch die Ergebnisse entscheidend verbessert.

Prof. Dr. Manfred Gekeler
Tel.: +49 (0)7531 206-220
E-Mail: gekeler@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG EINES NETZTEILES MIT HOHEM WIRKUNGSGRAD FÜR COMPUTER

Gegenstand des kooperativen Projektes ist die Entwicklung und Erprobung eines Netzteiles mit hohem Wirkungsgrad ohne Lüfter, das in Zusammenarbeit der HTWG Konstanz und der Firma Diagnostika M GmbH, Moskau ausgelegt wurde. Es soll eine neue Schaltung für Netzteile entwickelt werden, die eine bedeutende Energieeinsparung bewirkt. Aufbauend auf theoretischen Betrachtungen und experimentellen Untersuchungen, soll ein vor-

handener Prototyp weiter entwickelt und auf den Standard der industriellen Fertigung vorbereitet werden. Das Projekt liegt im Bereich der Technologien für Ressourcen, Energieeffizienz und nachhaltige Umwelttechnologien.

Dr. Alexander Kirjuchin
Tel.: +49 (0)7531 206-236
E-Mail: kirjuch@htwg-konstanz.de

SOFT-LANDING-REGELUNG SCHNELL SCHALTENDER AKTUATOREN

Schnell schaltende Aktuatoren, z. B. ausgeführt als hydraulische Ventile mit typischen Schaltzeiten kleiner als 2 Millisekunden, erschließen neue Anwendungen im Bereich der hydraulischen Antriebstechnik. Verwendung finden sie zum Beispiel in digital gesteuerten hydraulischen Konvertern oder in der Turbinentechnik zur Erzeugung geregelter Einspritzverlaufe, um Resonanzen zu unterdrücken. Ein weiteres Einsatzfeld schnell schaltender Aktuatoren ist der Automobilbereich, wo für neue Brennverfahren zur Emissionsminderung und Kraftstoffersparnis flexible Ventilöffnungszeiten mit Hilfe nockenwellenlos gesteuerter Einlass- und Auslassventile erforderlich sind. Aus antriebstechnischer Sicht gibt es im Wesentlichen zwei Schwierigkeiten beim Betreiben derartiger Aktuatoren: Die erforderliche, sehr hohe Beschleunigung des Ventilkolbens kann bei elektromagnetischen Aktuatoren nur durch Betreiben des Solenoids mit hohen Spannungen, üblicherweise größer als 100 Volt, und entsprechend hohen Strömen erreicht werden, was mit hohen Impulsen elektrischer Leistung, üblicherweise mehrerer Kilowatt über wenige Millisekunden, verbunden ist. Eine weitere gravierende Schwierigkeit besteht in der Handhabung der hohen erforderlichen Ventilkolbengeschwindigkeit, welche beim Aufprall des Kolbens auf den Ventilsitz eine entsprechend hohe Kraftwirkung ausübt. Dies führt sowohl zu erheblicher Materialbeanspruchung als auch zu erhöhten, teils unakzeptablen Geräuschemissionen. Diese Problematik ist bis heute nicht zufriedenstellend gelöst und eine Reihe von industriellen Anwendern derartiger Aktuatoren, z.B. aus dem Automobil- und Turbinenbereich, können die Potenziale ihrer Produkte mangels verfügbarer kommerzieller Lösungen im Aktuatorenbereich nicht in vollem, ansonsten technisch möglichem Umfang ausschöpfen. Um diesen Problemen zu begegnen, werden im Wesentlichen zwei Ziele verfolgt: (1) Die sensorlose Ermittlung der Kolbenposition und Geschwindigkeit soll unter expliziter Ausnutzung des Dual-Spulen-Konzeptes mit Hilfe einer neu zu entwickelnden Beobachterstrategie ermöglicht werden. (2) Für die kontrollierte Bewegung des Stößels soll mit Hilfe des Beobachters eine Trajektorienfolgeregelung entworfen werden, die es ermöglicht, insbesondere die Aufprallgeschwindigkeit des Kolbens signifikant zu vermindern.

Prof. Dr. Johannes Reuter
Tel.: +49 (0)7531 206-266
E-Mail: jreuter@htwg-konstanz.de

NEUE VERFAHREN ZUR VERMEIDUNG VON SCHIFFS-KOLLISIONEN AUF BINNENSEEN

Im Bereich der Schifffahrt machen Kollisionen bei weitem den größten Teil aller Unfälle aus. So geht aus dem Internationalen Polizeibericht in 2007 für den Bodensee hervor, dass Kollisionen mit 58% die häufigste Ursache darstellen. Die Schadenssumme allein am Bodensee stieg um 72% auf 518.000 Euro. Auf dem Bodensee sind rund 50.000 Boote registriert. Rechnet man die Schadenssumme hoch auf die bundesweite Anzahl zugelassener Boote (450.000 in 2005), so kann man von einer jährlichen Schadenssumme von etwa 4,5 Millionen Euro ausgehen. Eine US-Statistik berichtet von 1600 Schiffskollisionen in US-Gewässern in 2006 mit über 120 Opfern und benennt unter den 10 häufigsten zur Kollision führenden Ursachen mangelnde Aufmerksamkeit (1), Achtlosigkeit des Schiffsführers (2) sowie kein angemessenes Ausschauhalten der Crew (5). Um eine Minderung des Kollisionsrisikos zu erreichen, sind in der kommerziellen Schifffahrt seit geraumer Zeit verschiedene Systeme im Einsatz, die basierend auf GPS, Radar und Automatic Identification Systemen (AIS) in Verbindung mit digitalen Karten den Schiffsführer bei der Navigation unterstützen. Diese Systeme finden im Wesentlichen im Küstenbereich und auf Wasserstraßen Verwendung. Für den nicht-kommerziellen Schiffsverkehr, insbesondere für kleinere Sportboote, die jedoch den weitaus größten Teil des Verkehrsaufkommens auf Binnengewässern ausmachen, sind derartige Systeme bisher nicht verbreitet. Dies liegt zum Teil an den Kosten solcher Systeme, zum anderen ist die auf spurgeführten Wasserstraßen bzw. in Fahrrinnen gewählte Vorgehensweise nicht direkt auf die in der Regel ungeordnete Verkehrssituation, wie sie sich auf Binnenseen darstellt, übertragbar. Für die Realisierung von Systemen, die geeignet sind, Piloten von Freizeitbooten bei der Navigation und insbesondere bei der Vermeidung von Kollisionen zu unterstützen, gibt sich eine Reihe von Schwierigkeiten. Geht man davon aus, dass eine übergreifende Ausstattung mit AIS, bei dem jedes Fahrzeug seine Positionskoordinaten und Bewegungsdaten sendet und in Form eines Hopping Networks gegenseitig Manöver automatisch synchronisiert werden können, nicht gegeben ist, so muss mit Hilfe geeigneter Sensorik, in der Regel Radar, die lokale Verkehrssituation aufgenommen und algorithmisch interpretiert werden. Die Szenenaufnahme ist insbesondere wegen der Schiffs-Eigenbewegung mit ihrer großen Zahl von Freiheitsgraden erschwert. Will man aus Kosten- und Komplexitätsgründen auf den Einsatz aktiv stabilisierter Plattformen verzichten, so kommt aufgrund der Eigenbewegung der Sensoren dem Einsatz geeigneter Tracking-Algorithmen eine große Bedeutung bei. Aufgrund der komplexen Eigenbewegung des Schiffes sind daher z.B. Trackingverfahren, wie sie bereits heute im Automobilbereich verwendet werden, nicht oder höchstens bedingt geeignet. Hier besteht ein signifikanter Bedarf an Innovationen. Liegt die Szene schließlich z.B. als zweidimensionale lokale Karte vor, in der die Koordinaten und Relativbe-

wegungen der im Sensorbereich detektierten Objekte verfügbar sind, so stellt sich als nächste Schwierigkeit die richtige Interpretation der Szene. Die Kurse, unter denen sich u.U. eine Vielzahl von Booten einem potenziellen Kontaktpunkt nähern, sind auf Seen nahezu beliebig, was zu komplexeren Anforderungen bzgl. der Vorhersage und der Kollisionsvermeidungsstrategien führt. Im einfachsten Fall kann dem Schiffsführer ein z.B. akustisches Signal die Gefährdung signalisieren. In weiter ausgebauten Versionen können direkte Vorschläge für ein geeignetes Manöver gemacht werden. Hierzu müssen geeignete Pfade unter Berücksichtigung der Bewegungsmöglichkeiten des Bootes und insbesondere auch der Schifffahrtsregeln geplant und hinsichtlich geeigneter Gütekriterien gewichtet und ausgewählt werden. Die Anforderungen gehen damit über die verbreiteten Wegplanungs-Szenarien autonomer Roboter hinaus. In einer weiteren Ausbaustufe soll es ermöglicht werden, die Manöver autark durchzuführen, was den Einsatz eines geeigneten Autopiloten zur Folgeregelung erfordert. Die innerhalb dieses Projektes entwickelten Methoden und Verfahren sind über die Anwendung in der Schifffahrt auch in verschiedenen anderen Bereichen von Nutzen. Neben dem Einsatz verbesserter Tracking Algorithmen beim Adaptive Cruise Control oder Lane Departure Warning zur Unfallvermeidung bei Autos und LKW sind die Projektziele insbesondere auch relevant für den Einsatz von Service Robotern, bei denen die Sensoren sich nicht relativ langsam in einer Ebene bewegen. Dies ist z.B. bei humanoiden oder mehrbeinigen Laufrobotern der Fall sowie generell beim Einsatz von Robotern in unebenem Terrain. Ergebnisse in dem vorgeschlagenen Arbeitsgebiet können über den Bereich der Schifffahrt hinaus dazu beitragen, den Stand der Forschung im Bereich autonomer Systeme zu erweitern.

Prof. Dr. Johannes Reuter
Tel.: +49 (0)7531 206-266
E-Mail: jreuter@htwg-konstanz.de

OPTISCHE MESSVERFAHREN ZUR GESCHWINDIGKEITS-BESTIMMUNG UND REGELUNG VON SUBSTRATEN

Bei einer Reihe von industriellen Bearbeitungsvorgängen ist die präzise Kenntnis der aktuellen Position von bewegten Objekten relativ zu einem Aktuator eine fundamentale Forderung. Die Notwendigkeit einer hochgenauen Positionsinformation wird beispielsweise beim Farbendruck sofort verständlich, da bei diesem Verfahren ein einzelner farbiger Bildpunkt durch mehrere, in Bewegungsrichtung des zu bedruckenden Substrates, hintereinander aufgetragene Grundfarbpunkte gebildet wird. Die geforderten Genauigkeiten liegen in der Regel im Bereich weniger n Meter, bei einer Substrat-Geschwindigkeit von einigen Metern pro Sekunde. Ein anderes Beispiel ist der Vorgang der Magnetkodierung, bei dem entsprechend der Position der Magnetkarte ein geeignetes Feld am Schreibkopf generiert werden muss, um die gewünschten Daten aufzubringen. Auch hier liegen die Anforderungen bzgl. der Genauigkeit des aufgebrachten Musters im Hundertstel-Millimeter-Bereich, bei Transportgeschwindigkeiten der Karten bis zu 2 Meter pro Sekunde. Aus der gemessenen bzw. geschätzten Position leiten sich direkt die Steuersignale zum Aktivieren der Druckkopf-Düsen oder zur Generierung der Schreibströme beim Magnetkodiervorgang ab, so dass die Genauigkeit der Positionsschätzung direkt die Güte des Bearbeitungsvorgangs maßgeblich mitbestimmt. Da die unmittelbare Positionsbestimmung, z.B. durch spezielle optische Sensorik aus Kostengründen bis heute nur in Einzelfällen möglich ist, wird in der Regel die Position mittelbar aus geometrischen Parametern und einer gemessenen Geschwindigkeit des Antriebssystems geschätzt. Die mögliche Genauigkeit der Schätzung unterliegt bei dieser Vorgehensweise Einschränkungen, z.B. wenn das Transportmedium elastisch bzw. das Substrat selbst nicht steif ist oder insbesondere dann, wenn Schlupf zwischen Transportmedium und Substrat auftritt. Die dabei entstehenden Effekte sind äußerst komplex und wegen ihrer vom systemdynamischen Standpunkt chaotischen Natur äußerst schwierig vorhersagbar. Hierdurch begründet unterliegt der heutzutage erzielbare Produktdurchsatz Beschränkungen und es ergibt sich der Wunsch, durch eine unmittelbare, hochgenaue Positionsmessung diese Limitierungen zu überwinden. Das Projekt zielt darauf ab, zur Lösung der beschriebenen Problematik kommerziell verfügbare, sehr preiswerte optische Sensorik zur direkten Positionsbestimmung von lückend und kontinuierlich einlaufenden Substraten sowie eine mögliche Fusion von unmittelbaren und mittelbaren Messdaten zu untersuchen. Das am Projekt beteiligte KMU plant darüber hinaus, mit der Entwicklung eines speziellen optischen Sensors für diesen Aufgabenbereich zu beginnen. Weiter sollen darauf aufbauende Regelungsverfahren zur Positionsregelung der Aktuatoren und zur Erzeugung der Steuersignale entwickelt werden.

Prof. Dr. Johannes Reuter
Tel.: +49 (0)7531 206-266
E-Mail: jreuter@htwg-konstanz.de

BRENNSTOFFZELLENSCHIFF SOLGENIA MIT DREHSTROM-ANTRIEB

Ein Schiff mit optimertem Rumpf wird mit Brennstoffzelle (BZ), H_2-Speicher, PV-Generator und Batterie ausgerüstet. Die Ergänzung der PV durch den regelbaren Energiewandler BZ benötigt eine optimierte Betriebsführung (Energiemanagement) und gestattet damit hundertprozentig sichere Energieversorgung. Eine Funkverbindung zu einem Server an Land erlaubt die Beobachtung und die Beeinflussung der Anlage sowie die Kopplung mit dem Internet. Die Forschungsthemen umfassen unter anderem: Untersuchung und Anpassung der BZ-Technologie an Wasserfahrzeugen, Optimierung des Energiemanagements („predictive control"), Funkanbindung, Langzeiterprobung, den Vergleich mit Landfahrzeugen. Ergänzend wird hierbei das Planungswerkzeug MODES zur techni-

schen und wirtschaftlichen Simulation integrierter Energiesysteme (Strom und Wärme) eingesetzt.

Prof. Dr. Richard Leiner; Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin
Tel.: +49 (0)7531 206-244
E-Mail: leiner@htwg-konstanz.de

INTERNETPORTAL BADEN-WÜRTTEMBERG/SHANGHAI FÜR WISSENSCHAFT UND WIRTSCHAFT

Die beiden Partnerregierungen Baden-Württemberg und Shanghai/VR China, vertreten durch das Land Baden-Württemberg, Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst und der Shanghai-Regierung, vertreten durch die Shanghai Kommission für Wissenschaft und Technologie (STCSM), haben im Oktober 2002 das FuE-Projekt: „Internetportal Baden-Württemberg und Shanghai für Wissenschaft und Wirtschaft" vereinbart. Für Entwicklung, Aufbau, Einrichtung sowie Durchführung dieses Projektes wurde auf baden-württembergischer Seite CiTaL/HTWG Konstanz beauftragt und für die Shanghai-Seite die Shanghai Jiao Tong Universität (SJTU). Auf dem Portal werden Plattformen bereitgestellt für: Ministerien, Kommissionen, Hochschulen, Wirtschaftsorganiationen und Industrieunternehmen. Das Portal ist an zwei Standorten mit Web-Servern eingerichtet:
Standort für Baden-Württemberg: http://www.bw-shanghai.de
Standort für Shanghai: http://shanghai-bw.sjtu.edu.cn
Die Web-Auftritte werden multilingual in Deutsch, Chinesisch und Englisch präsentiert. Das Portal dient weiterhin für Serviceangebote und aktuelle Nachrichten. Im Rahmen des Hochschulmarketings soll das BW/Shanghai-Portal Informationen und Bildungsangebote vermitteln. Für den Forschungsverbund wurde für 58 baden-württembergische Hochschulen eine Referenz-Datenbank erstellt und ein multilinguales Suchsystem entwickelt. Zur Unterstützung von Verbundprojekten wurde eine Kooperationsplattform für Forschungsaktivitäten der baden-württembergischen Hochschulen eingerichtet. Diese wird mit einer Human-Resources-Datenbank ergänzt. Eine Erweiterung für den Wirtschaftsbereich ist vorgesehen. Das Institut CiTaL bietet für internationale Studiengänge die Durchführung von Projektsemestern an sowie Bachelor- und Masterarbeiten auf den Gebieten der internationalen Wissenschafts- und Wirtschaftsbeziehungen.

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Thomassen
Tel.: +49 (0)7531 9836-20
E-Mail: Cital@htwg-konstanz.de

HOCHSPANNUNGSPRÜFUNGEN AN SYSTEMEN UND KOMPONENTEN DER ELEKTRISCHEN ENERGIETECHNIK

Das Projekt befasst sich mit der Ermittlung von Durchschlagsspannungen bei Wechselspannung und Blitzstoßspannung sowie der Anwendung zerstörungsfreier Diagnostik.

Prof. Dr. Gunter Voigt
Tel.: +49 (0)7531 206-112
E-Mail: gvoigt@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT INFORMATIK

OUTDOORNAVIGATION MIT DIFFERENTIELLEM GPS

In zunehmendem Maße werden Transport-, Überwachungs- und Serviceanwendungen für den Outdoor-Bereich als autonome Systeme realisiert. Wichtige Voraussetzung ist hierbei eine robuste, genaue, einfache und kostengünstige Lokalisierungskomponente. Mit GPS ist eine satellitengestützte Positionierung möglich, die zwar einfach und kostengünstig sein kann, aber für viele autonome Anwendungen nicht genau genug ist. Daher soll in diesem Projekt mit Low-Cost GPS-Empfänger ein differentielles GPS aufgebaut werden, das eine Genauigkeit im dm-Bereich zulässt. Die Verfügbarkeit und Genauigkeit sollen durch die Integration weiterer Bewegungssensoren verbessert werden.

Prof. Dr. Oliver Bittel
Tel.: +49 (0)7531 206-626
E-Mail: bittel@htwg-konstanz.de

MODELLGETRIEBENE ENTWICKLUNG VON MODELLIERUNGS-TOOLS

Die Softwarebranche unterliegt, wie jeder andere Industriezweig, dem Druck, laufend die Produktivität zu erhöhen. Große Hoffnungen werden dabei auf die automatische Erzeugung von Software aus Modellen gelegt, dem sogenannten Modell Driven Software Development (MDSD). Derzeit wird meist auf Standardmodellierungswerkzeuge wie etwa UML-Tools zurückgegriffen. Es zeigt sich aber, dass die Standards zwar eine gute Grundlage zur Kommunikation von Mensch zu Mensch durch Graphiken bieten, aber für die Erzeugung von Code in den meisten Fällen zu weit von den Anforderungen einer Domäne entfernt sind. Daher ist es wünschenswert, für eine spezielle Domäne jeweils spezielle Modellierungssprachen und

-Tools zu erzeugen. Dies ist heutzutage allerdings prohibitiv teuer. Das Ziel dieser Forschungsarbeit besteht darin, die Entwicklung von Modellierungswerkzeugen so zu beschleunigen, dass der Ansatz der modellgetriebenen Softwareentwicklung sich wirtschaftlich rentiert. Zur Erreichung dieses Ziels steht die Firma Gentleware zur Verfügung, die über ein Jahrzehnt Erfahrung in der Entwicklung von Modellierungswerkzeugen einbringt.

Prof. Dr. Oliver Eck
Tel.: +49 (0)7531 206-630
E-Mail: eck@htwg-konstanz.de

BILDERKENNUNG, AUTOMATION UND KOMMUNIKATION

Das Forschungsziel des Labors ist die weitgehende Automatisierung des Designprozesses für künstliche Sehsysteme. Neben den offensichtlichen Vorteilen eines automatisierten Designprozesses liefert dieser Ansatz auch die Grundlagen für den Bau von adaptiven Sehsystemen, die sich an wechselnde Eigenschaften des visuellen Inputs anpassen können (z.B. bei wechselnden Wetter- und Sichtbedingungen). Dementsprechend befasst sich das Projekt mit dem Aufbau einer Infrastruktur für rechenintensive Aufgabenstellungen, insbesondere im Bereich maschinelles Lernen und Bildverarbeitung, und eines Labors zur Vermessung und Kalibrierung von Bildsensoren. Die geforderte Rechenleistung wird über ein Clustersystem realisiert, das im Endzustand 96 Prozessoren umfassen soll. Damit lassen sich rechenintensive Aufgaben wie z.B. das Training von statistischen Klassifikatoren und die Verarbeitung einer großen Menge von Bildern bearbeiten. Die Laborausrüstung umfasst eine gekühlte hochauflösende Messkamera zusammen mit einem elektrisch ansteuerbaren Farbfilter, mit dem sich Oberflächen und Szenen multispektral aufnehmen lassen, und einen Messplatz zur Kalibrierung und Vermessung von Kameras und anderen optischen Systemen. Hinzu kommen Kameras für industrielle Projekte und zur Aufnahme von kalibrierten Bilddatenbanken sowie spezielle kalibrierte Farbmonitore zur Farbinspektion.

Prof. Dr. Matthias Franz
Tel.: +49 (0)7531 206-651
E-Mail: mfranz@htwg-konstanz.de

DETEKTION VON STEGANOGRAPHIE IN BILDERN MIT STATISTISCHEN METHODEN

Steganographie ist die Kunst der verborgenen Speicherung oder Übermittlung von Informationen. In Sicherheitskreisen wird vermutet, dass sich sowohl terroristische Organisationen als auch die organisierte Kriminalität dieser Technologie bedienen, um über harmlos erscheinende digitale Bilder unentdeckt zu kommunizieren oder in Bildern kritische Informationen unauffällig zu speichern. Die Sicherheitsbehörden stehen hier vor einem Problem, denn die heute verfügbaren Verfahren zur Detektion von Steganographie können in Bildern nur die Spuren einer Reihe von älteren Steganographieprogrammen entdecken. Allgemeinere Systeme zur Detektion von Bildmanipulationen mit unbekannten Steganographieprogrammen (universale Steganalysatoren) wurden bereits in der Literatur beschrieben, sind aber im Vergleich noch relativ unempfindlich. Aus Sicht der Ermittler in den Sicherheitsbehörden kommt erschwerend hinzu, dass für beide Ansätze nur Verfahren bekannt sind, deren Anwendung tiefgehende Spezialkenntnisse in Bildverarbeitung und Statistik erfordern. Die Ziele des Projekts sind (1) die Entwicklung von neuen, wirkungsvolleren Methoden zur Detektion von steganographischen Manipulationen an Bildern, insbesondere solchen Detektionsverfahren, bei denen die Methode der steganographischen Manipulation nicht im voraus bekannt sein muss; (2) Bereitstellung eines einfach zu bedienenden Programmpakets, mit dem Ermittlungsbeamte steganographische Manipulationen an Bildern erkennen können. Zur Detektion von Steganographie ohne vorherige Kenntnis der Art der Manipulation muss Vorwissen über die statistischen Eigenschaften von unmanipulierten Bildern bereitgestellt werden. Dies geschieht durch statistische Bildmodelle, bei denen aus einer großen Datenbank von unmanipulierten Bildern bestimmte statistische Parameter extrahiert werden, anhand derer sich die typischen Eigenschaften von unmanipulierten Bildern beschreiben lassen. Wird nun eine signifikante Abweichung in diesen Parametern registriert, so liegt der Verdacht auf eine steganographische Manipulation vor. Mit einem kürzlich entwickelten Ansatz des Antragsstellers sind nun neuartige Bildmodelle mit einer kontrollierbaren Nichtlinearität möglich, die eine erheblich größere Aussagekraft besitzen. Diese Modelle sollen an großen Bilddatenbanken trainiert und im Vergleich mit anderen Modellansätzen evaluiert werden. Die Umsetzung in ein direkt einsetzbares System erfordert zusätzlich die Entwicklung von effizienten Verfahren zur Merkmalsextraktion und Klassifikation.

Prof. Dr. Matthias Franz
Tel.: +49 (0)7531 206-651
E-Mail: mfranz@htwg-konstanz.de

AUTOMATISCHE INSPEKTION VON KÜCHENMÖBELFRONTEN

Die Kunden von hochwertigen Küchenmöbeln stellen höchste Qualitätsanforderungen an das Produkt. Bisher gibt es weltweit kein Inspektionssystem, das in der Lage ist, diese komplexen Anforderungen zu erfüllen. Bekannt ist ein System zur Inspektion von Korpusteilen, nun sollen auch Lösungen für die Inspektion von Möbelfronten entwickelt werden. Dazu werden Algorithmen für kontrastarme Defekte entwickelt und optimiert, wie beispielweise Hitzeschlieren, Schmauchstellen, Wolkigkeit etc. Außerdem werden Algorithmen zur Detektion von Dekorfehlern, wie z.B. lokalen Varianzanalyse, analysiert und optimiert.

Prof. Dr. Matthias Franz
Tel.: +49 (0)7531 206-651
E-Mail: mfranz@htwg-konstanz.de

ALGORITHMEN ZUR FREISPRECH-MESSTECHNIK AUF EINER DSP-PLATTFORM

Thema des Projekts ist ein DSP-System, das den Messaufwand zur Ermittlung der Qualität einer Freisprecheinrichtung in Kraftfahrzeugen erheblich reduziert.

Prof. Dr. Jürgen Freudenberger
Tel.: +49 (0)7531 206-647
E-Mail: jfreuden@htwg-konstanz.de

MIKROFON-DIVERSITÄTSVERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER SPRACHERKENNUNG IN SPRACHBEDIENSYSTEMEN

Bei der automatischen Spracherkennung werden unter akustisch günstigen Bedingungen bereits hervorragende Erkennungsraten erzielt. Umweltgeräusche wie Fahrgeräusche im Auto oder Windgeräusche im Freien beeinträchtigen die Erkennungsleistung allerdings erheblich. Daher werden in Sprachbediensystemen für das Kfz oder für tragbare Computer Geräuschunterdrückungsverfahren eingesetzt. Solche Verfahren werden auch in Telefonfreisprecheinrichtungen und Hörgeräten benötigt. Im Bereich der tragbaren Computer werden üblicherweise Geräuschunterdrückungsverfahren verwendet, die mit nur einem Mikrofon auskommen. Diese einkanaligen Verfahren können jedoch instationäre Störungen, z.B. durch andere Sprecher, die die Erkennungsleistung besonders beeinträchtigen, nicht wirkungsvoll unterdrücken. Im Automobil sind Mikrofonarrays mit zwei bis vier Arrays im Einsatz. Solche Beamformer-Anordnungen sind jedoch für den Einsatz mit tragbaren Geräten oder Headsets ungeeignet. Aber auch beim Einsatz im PKW stellen Beamformer noch keine optimale Lösung zur Geräuschreduktion dar. So ist zum Beispiel die erzielbare Störgeräuschunterdrückung stark von der Sitzposition und damit von der Sprechergröße abhängig. Selbst adaptive Mikrofonarrays sind in ihrer Leistungsfähigkeit eingeschränkt, weil das Array in der Regel konzentriert an einer Position eingebaut ist, die wiederum nicht für alle Sitzpositionen optimal ist. Störungen aus der Richtung des Nutzsignals, z.B. durch Insassen auf der Rückbank, können mit einer üblichen Array-Anordnung nicht unterdrückt werden. Ziel des Forschungsprojektes ist es, den Einfluss von Umweltgeräuschen auf Freisprecheinrichtungen und auf die Spracherkennung zu reduzieren. Hierbei steht die Anwendung in eingebetteten Systemen im Vordergrund. Insbesondere soll die Geräuschunterdrückung in Sprachbediensystemen und in Freisprecheinrichtungen im Auto und in tragbaren Computern zum Einsatz kommen. Das entsprechende Geräuschunterdrückungsverfahren muss sich daher durch eine geringe Komplexität auszeichnen. Dennoch muss es in sehr unterschiedlichen Geräuschkulissen einsetzbar sein. Als Lösung wird ein Mikrofon-Diversitätsverfahren untersucht. Dabei werden mindestens zwei Mikrofone so positioniert, dass sie möglichst unterschiedliche Störungen erfahren. So kann zum Beispiel beim Einsatz eines Headsets ein Mikrofon auf jeder Kopfseite positioniert werden.

Das Signal für die Spracherkennung wird durch geeignete Kombination der Mikrofonsignale gewonnen. Die Kombination wird im Frequenzbereich durchgeführt. Falls ein Frequenz-Zeit-Punkt eines der Mikrofonsignale stärker gestört ist als der des anderen, wird der bessere Kanal ausgewählt. Sind beide Kanäle ähnlich stark gestört, wird die Information beider Kanäle benutzt, um eine optimale Geräuschunterdrückung zu erreichen.

Prof. Dr. Jürgen Freudenberger
Tel.: +49 (0)7531 206-647
E-Mail: jfreuden@htwg-konstanz.de

WIDEBAND-SPRACHÜBERTRAGUNG ZUR VERBESSERUNG DER SPRACHQUALITÄT IN FREISPRECHEINRICHTUNGEN

Mobilfunknetze werden in naher Zukunft eine Sprachübertragung mit hoher Bandbreite anbieten. Bei dieser sogenannten Wideband-Sprachübertragung wird das Frequenzband für die übertragenen Sprachsignale von bisher 300 Hz bis 3,4 kHz auf 50 Hz bis 7 kHz erweitert. Die neue Technologie bietet dabei eine deutlich höhere Sprachqualität und Verständlichkeit. Ziel des geplanten Projekts ist es, die verbesserte Sprachübertragung durch die erweiterte Bandbreite für Freisprechsysteme im Fahrzeug nutzbar zu machen.

Prof. Dr. Jürgen Freudenberger
Tel.: +49 (0)7531 206-647
E-Mail: jfreuden@htwg-konstanz.de

BERECHNUNGSVERFAHREN MIT VERIFIKATION FÜR FESTIGKEITS- UND STABILITÄTSUNTERSUCHUNGEN VON STABWERKEN

Im Projekt sollen die folgende Fragestellungen bearbeitet werden: 1. Risikostudien an vorhandenen Bauwerken: Bei der nachträglichen Tragwerksuntersuchung von Bauwerken sind Materialparameter und geometrische Werte nur in gewissen Schwankungsbereichen bekannt. Mit Hilfe der Intervallrechnung können diese Bereiche in der Rechnung berücksichtigt werden. Die so erhaltenen Ergebnisintervalle vermitteln dem Ingenieur eine klare Vorstellung von Tragverhalten und den vorhandenen Sicherheitsreserven. 2. Qualitätssicherung der numerischen Er-

gebnisse durch konsequente Erfassung von Rundungs- und Diskretisierungsfehlern bei Anwendung der Finite-Element-Methode: In der Regel geht man davon aus, dass die Rundungsfehler sich nur unwesentlich auf die Ergebnisse der Berechnungen auswirken. Das Gleiche gilt für den Diskretisierungsfehler, mit dem die näherungsweise Darstellung von Steifigkeitsmatrizen von Stäben nach der Theorie II-ter Ordnung behaftet ist. Allerdings können die Rundungsfehler, insbesondere bei schlecht konditionierten linearen Gleichungssystemen, wie sie infolge großer Steifigkeitsunterschiede im System auftreten können, zu signifikanten Fehlern führen. Häufig ist auch bei sehr unterschiedlichen Größenverhältnissen die Wirkung des Diskretisierungsfehlers nicht vernachlässigbar. Mit Hilfe der Intervallrechnung sollen nicht nur die Rundungs-, sondern auch die Diskretisierungsfehler unter Kontrolle gebracht und damit die Berechnungsergebnisse auch wirklich garantiert werden. Letztendlich wird damit das Risiko von Bauschäden oder gar eines Versagens des Tragwerks verringert.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Garloff
Tel.: +49 (0)7531 206-627
E-Mail: garloff@htwg-konstanz.de, werkle@htwg-konstanz.de

REVERSE ENGINEERING BESTEHENDER SOFTWARE FÜR DIE MODELLGETRIEBENE ENTWICKLUNG

Ziel der modellgetriebenen Software-Entwicklung (Model Driven Software Development, MDSD) ist es, fachliche Aspekte eines Software-Systems nicht direkt zu kodieren, sondern mit Hilfe von Modellierungssprachen formal zu beschreiben und daraus lauffähigen Code durch Transformatoren zu generieren. Von der dadurch gewonnenen höheren Abstraktion und Plattformunabhängigkeit verspricht man sich eine höhere Code-Qualität, automatische Konsistenz zwischen Modell und Code sowie eine größere Wiederverwendbarkeit. Derzeit fokussiert man sich im Wesentlichen auf das Forward Engineering, d.h. das Erstellen von neuem Code. Wie bereits existierender Code in einen MDSD-Entwicklungsprozess integriert werden kann, wird kaum betrachtet. Für die industrielle Akzeptanz einer neuen Technologie sind jedoch die Integration bestehender Systeme und das Aufweisen „sanfter Migrationspfade“ wesentliche Grundvoraussetzungen. In diesem Projekt soll deshalb ein Vorgehen erarbeitet werden, bei dem der bestehende Code in einem iterativen Prozess in eine MDSD-geeignete Form überführt wird. Ein erster Schritt soll eine saubere Trennung von generierten und manuellen Artefakten erreichen, so dass in weiteren Schritten die manuellen Anteile nach und nach auf die Modellebene gehoben werden können. Um die industrielle Anwendung des Verfahrens im laufenden Prozess zu erlauben, soll in jedem Schritt die Lauffähigkeit des Gesamtsystems erhalten bleiben.

Prof. Dr. Oliver Haase, Prof. Dr. Jürgen Wäsch
Tel.: +49 (0)7531 206-720
E-Mail: haase@htwg-konstanz.de, waesch@htwg-konstanz.de

VERWENDUNG VON PEER-TO-PEER-TECHNOLOGIEN FÜR EINE JAVA RMI REGISTRY

Die Java RMI Kommunikationstechnologie verwendet sogenannte Registries, mit Hilfe derer Kommunikationspartner sich finden können. Diese Registries stellen Single-Points-of-Failure da, bei deren Ausfall keine neuen Verbindungen zustande kommen können. Um dies zu vermeiden, sollen stattdessen existierende Peer-To-Peer-Infrastrukturen verwendet werden, um dieselbe Funktionalität verteilt und damit ausfallsicher zu realisieren.

Prof. Dr. Oliver Haase, Prof. Dr. Jürgen Wäsch
Tel.: +49 (0)7531 206-720
E-Mail: haase@htwg-konstanz.de, waesch@htwg-konstanz.de

SKYCOLLAB

Die Kooperationspartner arbeiten auf dem Gebiet kollaborativer Software/Groupware zusammen. Kollaborative Software ist eine Software zur Unterstützung der Zusammenarbeit einer Gruppe, vorzugsweise über das Internet. Ziel des Vorhabens ist es, ein Softwaretool zur Unterstützung kollaborativen Arbeitens auf Basis der Skype-Kommunikationssoftware zu entwickeln. Skype ist eine proprietäre VoIP-Software, die auch die Eigenschaft der Versendung von Dateien oder des Instant-Messaging hat. Über API ist es externen Programmen möglich, auf die Funktionalität von Skype zurückzugreifen.

Prof. Dr.-Ing. Oliver Haase, Prof. Dr. Jürgen Wäsch
Tel.: +49 (0)7531 206-720
E-Mail: haase@htwg-konstanz.de, waesch@htwg-konstanz.de

SMART-METERING

Für die Stadtwerke Konstanz wird ein Projekt der intelligenten Zählerfernablesung durchgeführt.

Prof. Dr. Reinhard Nürnberg
Tel.: +49 (0)7531 206-645
E-Mail: nuernberg@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG EINES TECHNOLOGISCH VÖLLIG NEUEN, BIOMETRISCHEN GANZKÖRPER-ERKENNUNGSSYSTEMS AUF BASIS BERÜHRUNGSLOS, DYNAMISCH ERFASSTER 3D-SIGNATUREN

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines technologisch neuen, biometrischen Ganzkörper-Erkennungssystems auf Basis berührungslos, dynamisch erfasster 3D-Signaturen. Es gibt heute keine Erkennungssysteme, die in der Lage sind, Objekte oder Personen berührungslos, dynamisch und in 3D abzubilden und sie mit einem hohen Identifikationsgrad mit vorhandenen 3D-Datensätzen zu vergleichen. Daher planen Procon und Uni Kaiserslautern die Entwicklung eines Systems zur Erfassung eines 3D-Images, eines Systems zur Kompression der erfassten 3D-Daten, eines Verfahrens zur Darstellung der Qualität des Identifikationsgrades anhand physiologischer Merkmale und eines 3D-basierenden Zugangskontrollsystems. Bei Erfolg des Projektes können wesentliche Vorteile

gegenüber dem Stand der Technik erzielt werden, wie eine berührungslose Sensorik zur Erfassung von vergleichbaren biometrischen 3D-Daten unter dynamischen Voraussetzungen, eine hohe Identifikationssicherheit auch unter Berücksichtigung optischer Veränderungen.

Prof. Dr. Georg Umlauf
Tel.: + 49 (0)7531 206-451
E-Mail: umlauf@htwg-konstanz.de

MOBILE MULTIMEDIALE MULTILIEFERANTEN-VERTRIEBS-INFORMATIONSSYSTEME – M3V

Das M3V-Projekt (Mobile Multimediale Multilieferanten-Vertriebsinformationssysteme) zielt darauf ab, durch ein sicheres herstellerübergreifendes Informationssystem für Handelsvertreter die Erschließung von nationalen und internationalen Märkten für kleinere und mittelständische Unternehmen zu fördern.
Hintergrund und Anwendungsperspektive für M3V ist, dass viele kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) über kein eigenes Vertriebsnetz verfügen. Aus diesem Grund müssen sie, vor allem auch im Ausland, mit einem Partnernetz arbeiten, das meist aus kleinen Unternehmen oder selbstständigen Handelsvertretern besteht. Diese Vertriebspartner sind i.d.R. jedoch keine exklusiven Partner, d.h. sie vertreiben nicht nur die Produkte der KMUs, sondern auch Produkte anderer Hersteller. Für diese Konstellation des Vertriebs besteht heutzutage, auch aufgrund der geringen Größe der beteiligten Partner keine durchgängige mobile Vertriebsunterstützung.
In M3V wird eine mobile Plattform, basierend auf offenen Standards, entwickelt, die eine durchgängige mobile Unterstützung der gesamten Wertschöpfungskette von den Herstellern bis zum selbstständigen Handelsvertreter vor Ort bereit stellt. Besondere Herausforderungen sind dabei die Integration der unterschiedlichen Prozesse, Daten und Systeme sowie die Gewährleistung der Sicherheit, die notwendig ist, um Vertrauen bei den Nutzern (insbesondere den Herstellern) zu schaffen.

Dabei werden sowohl der Zugriff auf multimediale Produktdaten berücksichtigt als auch die Erfassung von Aufträgen und die Backend-Integration unterstützt. M3V wird dafür eine sichere mobile Vertriebsunterstützung konzipieren und umsetzen, die es ermöglicht, schnell und flexibel neue Lieferanten oder Vertriebspartner ohne zusätzlichen Aufwand zu integrieren.
Im Rahmen von M3V entstehen folgende Hauptergebnisse:
- Fachliches Gesamtkonzept (inkl. modellierten Referenzprozessen und Datenmodellen)
- Lauffähiges, integriertes Prototyp-System
- Pilotinstallation und Evaluation
- Einführungsleitfaden mit unterschiedlichen Sichten
- Umsetzbares Betreibermodell und daraus abgeleitete Geschäftsmodelle

Die Anwendbarkeit der entwickelten Lösung wird durch eine Pilotierung und die Integration des CDH e.V. Baden-Württemberg (Wirtschaftsverband für Handelsvermittlung und Vertrieb)

Prof. Dr. Jürgen Wäsch
Tel.: +49 (0)7531 206-502
E-Mail: waesch@htwg-konstanz.de

TRANSPARENTE INTEGRATION VON NAT-TRAVERSIERUNGS-TECHNIKEN IN JAVA RMI

Java Remote Method Invocation (RMI) ist eine Technologie zum Entwickeln verteilter Anwendungen, die es erlaubt, für die Kommunikation über Prozess- und Rechnergrenzen hinweg das objektorientierte Paradigma des Methodenaufrufs zu verwenden. Java RMI scheitert jedoch immer dann, wenn auf dem Weg zwischen Client (Sender) und Server (Empfänger) eine oder mehrere Network-Address-Translation-Einheiten, kurz NAT-Box, liegen. Für den privaten Endnutzer und zwischen verschiedenen Firmennetzen ist das praktisch immer der Fall. Die Aufgabe einer NAT-Box besteht darin, die innerhalb einer administrativen Domäne gültigen internen Adressen auf von außen sichtbare externe Adressen abzubilden. Das hat zum einen den Hintergrund, dass es nicht genügend IPv4-Adressen gibt, um jedes Endgerät mit einer eigenen externen Adresse auszustatten, und zum anderen Sicherheitsgründe, z. B. weil mit NAT die interne Topologie eines Netzes nach außen hin verborgen werden kann. Java RMI wird deshalb heute fast ausschließlich für Anwendungen verwendet, die nur innerhalb eines einzelnen Firmennetzes verteilt sind, nicht aber für hochverteilte Anwendungen, wie z.B. Peer-To-Peer-Anwendungen für Audio- und Videokonferenzsysteme oder zur verteilten Datenspeicherung und -bereitstellung. Im Bereich der Peer-To-Peer-Anwendungen wurden in jüngerer Zeit Techniken entwickelt, die in der Lage sind, verschiedene Arten von NAT-Boxen zu überwinden. Zu nennen sind hier etwa das UDP- und TCP-Hole-Punching, das Relaying mit Hilfe von TURN-Servern und die Umkehrung des Verbindungsaufbaus. Ziel des beantragten Projekts ist es, eine Kombination aller zur Verfügung stehenden NAT-Traversierungstechniken so in Java RMI einzubauen, dass situationsabhängig die jeweils bestmögliche Konnektivität zwischen Client und Server erreicht wird. Die intelligente Steuerung des Verbindungsaufbaus soll keine Konfiguration durch den Benutzer erfordern. Die zu entwickelnde Erweiterung von Java RMI soll transparent in der Nutzung sein und möglichst keine zentralen Server erfordern. Benötigte Koordinierungsfunktionalität soll nach Möglichkeit mit Hilfe bereits existierender Peer-To-Peer-Infrastrukturen realisiert werden. Ein wichtiger Aspekt, der bei Verteilung über administrative Domänen hinweg berücksichtigt werden muss, ist Sicherheit. Genannt sei hier beispielhaft der Schutz vor unautorisiertem Zugriff, gegen Man-in-the-Middle- und gegen Denial-of-Service-Angriffen. Die erwarteten Projektergebnisse können auch für andere Verteilungstechnologien interessant sein. Es ist deshalb geplant

zu untersuchen, ob und gegebenenfalls wie sich die entwickelte Technologie in das Microsoft-Net-Framework, in die Web-Service-Technologie oder eventuell direkt in TCP-Sockets integrieren lässt.

Prof. Dr. Oliver Haase, Prof. Dr. Jürgen Wäsch
Tel.: +49 (0)7531 206-720
E-Mail: haase@htwg-konstanz.de, waesch@htwg-konstanz.de

ENTWURF, IMPLEMENTIERUNG UND TEST VON SOFTWARE-KOMPONENTEN FÜR EIN WEBPORTAL

Die kundenbezogene Erfassung und Speicherung des Strom-, Gas-, Wasser- und Wärmeverbrauchs in einer zentralen Datenbank erfolgen durch ein Smart Metering-System über das Internet. Über das Smart Metering-Kundenportal können die Kunden dann ihren jeweiligen Verbrauch tageszeitgenau in Form verschiedener Diagramme visualisieren und somit auch den Verbrauch einzelner Geräte erfassen. Zusätzlich können sie sich eine monatliche Verbrauchs- und Kostenübersicht über den Strom-, Gas-, Wasser- und Wärmeverbrauch erstellen lassen. Anhand der archivierten Verbrauchs- und Kostenübersichten bietet das Kundenportal die Möglichkeit, Verbrauchs- und Kostenstatistiken zu erstellen, die dem Kunden Auskunft über seine Verbrauchs- und Kostenentwicklung geben. Darüber hinaus wird vom Kundenportal zwischen Verbrauchern und Erzeugern wie z.B. Photovoltaik-Anlagen, die Strom erzeugen, und BHKWs, die Strom und Wärme erzeugen, unterschieden. Damit erhält der Kunde z.B. auch einen aktuellen Überblick über den von ihm erzeugten und ins Netz des Versorgers eingespeisten Strom bzw. Wärmemenge.

Prof. Dr. Reinhard Nürnberg
Tel.: +49 (0)7531 206-645
E-Mail: nuernberg@htwg-konstanz.de

UMSTELLUNG EINES MESSSYSTEMS ZUR VALIDIERUNG VON INNENRAUMKOMMUNIKATION IM PKW

Ziel dieses Projekts ist es, eine vorhandene DSP-Software zur Echtzeitsimulation der Fahrzeugakustik auf ein DSP-Board zu portieren. Dabei handelt sich um eine Standard-Hardware, die eine kostengünstige Vervielfältigung des Systems erlaubt. Die Portierung umfasst die Entwicklung der notwendigen Treiber auf dem DSP-System und die Umstellung der Kommunikation zwischen Steuerungs-PC und DSP auf USB. Die PC-Applikation wird entsprechend angepasst, so dass der heutige Funktionsstand mit der neuen DSP-Hardware hergestellt wird. Darüber hinaus soll die DSP-Software erweitert werden. Ziel wäre die Partitionierung der zur Simulation notwendigen Faltung und teilweise Berechnung im Frequenzbereich. Dadurch soll die Kanalzahl von derzeit vier auf sechs erweitert werden.

Prof. Dr. Jürgen Freudenberger
Tel.: +49 (0)7531 206-631
E-Mail: jfreuden@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT MASCHINENBAU

COMMUNITY OF PRACTICE FOR STRATEGIC MANAGEMENT ARCHITECTURES

Die Community of Practice for Strategic Management Achitectures hat zum Ziel, das Verständnis sowie Methoden und Systeme für dynamisches strategisches Management und Führung substantiell und anwendungsorientiert weiterzuentwickeln. Als geschäfts- und anwendungsorientierte Plattform wird CoPS durch Experten und Organisationen aus Industrie und Wissenschaft finanziell und aktiv unterstützt. CoPS folgt der Zielsetzung, die Forschungsergebnisse in der Community der „strategic manager“ zu verbreiten und so eine aktive Austauschplattform für diese zu werden. Zu diesem Zweck wird die Projektarbeit von CoPS durch die regelmäßige Dialogveranstaltung „Strategic Management Perspectives“ ergänzt.

Prof. Dr. Guido Baltes
Tel.: +49 (0)7531 206-687
E-Mail: gbaltes@htwg-konstanz.de

ITECHSALES – ENTWICKLUNG EINER GESAMTLÖSUNG ZUM EINSATZ VON SALES KONFIGURATOREN IN MITTELSTÄNDISCHEN UNTERNEHMEN

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind der Motor der Investition und bieten in Europa ca. 65 Millionen Menschen Arbeit. Um so mehr müssen gerade dieser Art von Unternehmen neue Wege hinsichtlich ihrer Expansion geöffnet und so die Schaffung neuer Arbeitsplätze unterstützt werden. Das Ziel des Projektes ist es, die Expansionsfähigkeit von KMU durch neue, effizientere Vertriebswege zu stärken. Dies wird erreicht durch die Entwicklung einer Gesamtlösung, d.h. einer Methode zum Einsatz von Sales Konfiguratoren bei KMU. Für die Methode sind dabei eine angepasste Softwareversion eines Sales Konfigurators und Referenzmodelle für Produktmodellierung sowie optimierte Vertriebsprozesse zu entwickeln. Ein „Sales Konfigurator“ wird dabei verstanden als ein mit dem Vertrieb entwickeltes kunden- und anwendungsorientiertes Modell relevanter Produkte, abgebildet in einer „Vertriebssoftware“, die es dem Vertrieb erlaubt, direkt beim Kunden – ohne detailliertes technisches Wissen – Anforderungen zu erfassen und daraus auf Basis einer passenden Produktkonfiguration Angebote zu erstellen.

Durch diese Methode könnte für den Mittelstand organisches Wachstum mit weniger Finanzierungs-/Zeitaufwand, höhere vertriebliche Reaktionsfähigkeit (vor allem schnellere und breitere Einführung von Produktinnovationen) und Risiko-Reduzierung bei vertrieblicher Expansion ins Ausland erreicht werden. Das wissenschaftliche Ziel des Projektes ist es, ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse zum Bau von Vertriebskonfiguratoren für den Mittelstand durch Übertragung von Erfahrungen/Technologien aus Einzelfällen in der Großindustrie zu gewinnen und darauf basierend einen empirisch fundierten Beitrag zur Weiterentwick-

lung des konzeptionellen Rahmens der dynamischen Fähigkeiten („Dynamic Capabilities“) zu leisten. In diesem Sinne strebt das Projekt einen fokussierten wissenschaftlichen Beitrag zum besseren Verständnis von Koordinationsmechanismen an der Schnittstelle zwischen Marketing und Vertrieb auf der einen und den technischen Bereichen von Forschung, Entwicklung und Arbeitsplanung auf der anderen Seite an.

Prof. Dr. Guido Baltes
Tel.: +49 (0)7531 206-687
E-Mail: gbaltes@htwg-konstanz.de

DEMONSTRATION EINER HOCHGENAUEN OPTISCHEN ABSTANDS- UND WINKELMETROLOGIE ZUR DRALLFREIEN LAGEREGELUNG VON SATELLITEN

In Zusammenarbeit mit der Firma EADS Astrium GmbH, Friedrichshafen, zweier KMU für Software und Elektronik sowie der Humboldt-Universität zu Berlin und dem Albert-Einstein-Institut Hannover wird ein Forschungsprojekt im Bereich der wissenschaftlichen Raumfahrt durchgeführt. Zukünftige wissenschaftliche Missionen, wie der Gravitationswellendetektor LISA1, sind auf störfreie Satellitenumgebung angewiesen. Beschleunigungsstörungen werden mit sogenannten inertialen Sensoren – frei fliegenden Prüfmassen – gemessen und der Satellit danach in der Lage drallfrei durch Schubantriebe gestellt. Derzeitige Sensoren basieren auf kapazitiven Messungen, welche ihre fundamentalen Grenzen hinsichtlich der Messauflösung erreicht haben. Für zukünftige Missionen ist jedoch eine weitere Steigerung nötig, die mit kapazitiver Messung nicht erreichbar ist. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines neuartigen, kompakten Messsystems, welches den hohen Anforderungen der LISA-Mission gerecht wird. Die Methode der Laserinterferometrie soll zu diesem Zweck untersucht werden und zum Einsatz kommen. Ein laserbasiertes, optisches Messsystem für die höchstgenaue und berührungslose Abstands- und Winkelmetrologie von Prüfmassen inertialer Sensoren zur drallfreien Lageregelung von wissenschaftlichen Satelliten soll entwickelt und getestet werden.

Prof. Dr. Claus Braxmaier
Tel.: +49 (0)7531 206-348
E-Mail: braxmaier@htwg-konstanz.de

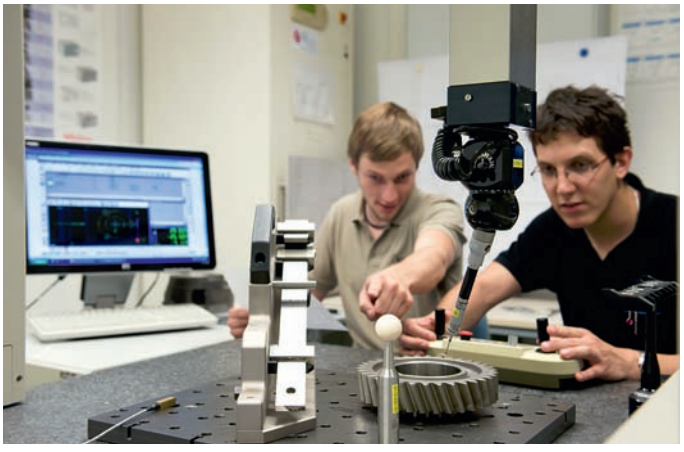
OPTISCHE 3-D-MESS- UND DIGITALISIERUNGSSYSTEME FÜR DEN EINSATZ IM MASCHINENBAU

Haupteinsatzgebiet der optischen 3D-Messtechnik und Digitalisierung (Topometrie) an und von Objekten ist die Ist-Zustandsprüfung geometrischer Merkmale, v.a. zur Qualitätssicherung (QS). Beispiele im Maschinenbau sind die großflächige berührungslose Überprüfung von Topografien (z.B. in der Automobilindustrie) oder in der Fertigungsmesstechnik die Digitalisierung von Freiformflächen. Ziel ist dabei der Vergleich der digitalisierten Ist-Daten mit den dazugehörigen CAD-Daten. Darüber hinaus sind Systeme wünschenswert, welche zusätzlich in real-time arbeiten. Mit der Zahl der Anwendungen und der Komplexität der Objektgeometrien steigen auch die Anforderungen an das Messsystem. Hauptanforderungen an 3D-Systeme sind neben erreichbarer Auflösung, großflächige Erfassung, mechanische Stabilität, Robustheit, Störunanfälligkeit (v.a. beim Einsatz im Fertigungsprozess) und kurze Zeiten zur Verarbeitung der generierten Bilder. Die herkömmliche Technik kommerziell erhältlicher Streifenprojektionsmesssysteme reicht dazu oft nicht mehr aus und muss entweder weiterentwickelt oder durch neue Ansätze substituiert werden. In Kooperation mit dem führenden Hersteller von 3D-Scannern, der Firma Breuckmann GmbH, der Humboldt-Universität zu Berlin und weiteren Unternehmen wird ein parallel arbeitender Lösungsansatz, im Speziellen die Optimierung bestehender Projected-Fringe-Technik-Systeme, sowie die Untersuchung von Methoden zur Echtzeiterfassung verfolgt.

Prof. Dr. Claus Braxmaier
Tel.: +49 (0)7531 206-348
E-Mail: braxmaier@htwg-konstanz.de

PHOTON – PHOTONISCHE VERFAHREN IN NEUEN DIMENSIONEN

Basierend auf neuartigen Möglichkeiten der Miniaturisierung optischer Komponenten und Systeme sollen photonische Verfahren in ihren metrologischen Dimensionen erweitert werden, um neue Anwendungsfelder zu erschließen. Dazu sind ein Forschungsverbund aus sechs Hochschulen und zwei universitären Instituten eingerichtet sowie Schlüsselkompetenzen aus den relevanten Teilgebieten der Photonik zusammengeführt worden. In den beiden thematischen Schwerpunkten „Multidimensionale Mikroskopie“ und „Photonische Sensorik“ werden sieben innovative Projekte bearbeitet. Beispielhaft seien genannt: Einführung neuer tiefenauflösender Methoden in Mikroskopie und Screening an 3D-Zellkulturen und Erweiterung mikroskopischer Verfahren um die Dimension Wellenlänge zu einem multispektralen Imaging sowie Erweiterung optischer 3D-Sensorsysteme um die Dimension Zeit



zu Echtzeitsystemen und Einführung neuer Methoden der nicht taktilen Fertigungsmesstechnik zur Erfassung von Materialparametern, wie Oberflächenrauhigkeit oder Tiefendefekte.

Prof. Dr. Claus Braxmaier
Tel.: +49 (0)7531 206-348
E-Mail: braxmaier@htwg-konstanz.de

KORRAGO – KORROSIONSVERHALTEN VON METALLISCHEN OBERFLÄCHEN BEI ABGASBEANSPRUCHUNG

Das Projekt beeinhaltet die Entwicklung einer geeigneten Prüfmethode für die Bestimmung des Korrosionsverhaltens von metallischen Oberflächen bei einer simulierten Abgasbeanspruchung.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

PRÜFSTANDSENTWICKLUNG UND OPTIMIERUNG DER TRIBOLOGISCHEN EIGENSCHAFTEN BEI MAGNETISCHEN KURZHUBIGEN LINEARANTRIEBEN

Der Einsatz von kurzhubigen magnetischen Linearantrieben wird auch in Zukunft ständig zunehmen. Deshalb ist es notwendig, durch innovative Weiterentwicklung und Optimierung der Produkte die Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer zu steigern und somit die globale Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens weiter zu entwickeln. Gegenstand dieses Forschungsvorhabens ist die Untersuchung von Materialpaarungen und Schichtsystemen auf deren individuelles Reibungs- und Verschleißverhalten. Dazu soll ein Prüfstand entwickelt werden, mit dessen Hilfe es möglich ist, das tribologische System von kurzhubigen magnetischen Linearantrieben möglichst einfach abzubilden. In einem weiteren Projektschritt soll der bestehende Prüfstand so erweitert werden, dass das zu untersuchende tribologische System eines kurzhubigen magnetischen Linearantriebs möglichst realistisch abgebildet werden kann.
Während des Forschungsprojektes sollen unterschiedliche Materialpaarungen und Schichtsysteme in den einzelnen Entwicklungsstufen des Prüfstandes auf dessen Reibungs- und Verschleißverhalten untersucht werden. Die daraus gewonnenen Ergebnisse sollen verwendet werden, um die Reibung in den untersuchten Systemen zu minimieren und somit die Produktqualität zu verbessern.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

SCHADENSFALLANALYSEN UND WERKSTOFFTECHNIK

Neben Schadensfallanalysen an metallischen Bauteilen werden Dienstleistungen auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung und Beratungsleistungen in werkstoffkundlichen Fragen erbracht. Daneben werden Problemstellungen der metallverarbeitenden Industrie in Forschungsaufträgen bearbeitet. Speziell für die stahlverarbeitende Industrie kann auf ein breites Erfahrungspotenzial zurückgegriffen werden. Es können Korrosionsuntersuchungen und Versuche zum tribologischen Verhalten von Werkstoffen durchgeführt werden.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

STABICOR – EINFLUSS ERHÖHTER EINSATZTEMPERATUREN AUF DIE VERSCHLEISS- UND KORROSIONSEIGENSCHAFTEN VON RANDGESCHICHTETEN AUSTENITISCHEN STÄHLEN

Im Forschungsprojekt soll eine werkstoffkundliche Lösung für Bauteile aus nichtrostendem Stahl mit hochfester, verschleiß- und korrosionsbeständiger Oberfläche bei erhöhten Temperaturen gefunden werden. Maschinenbauteile und Anlagenkomponenten aus den unterschiedlichsten Bereichen sind im betrieblichen Einsatz häufig gleichzeitig einer hohen Korrosions- und Verschleißbeanspruchung ausgesetzt, welche die Lebensdauer der Teile vorzeitig begrenzt. Durch diese Begrenzung der Lebensdauer entstehen enorme privat- und volkswirtschaftliche Verluste und es werden Ressourcen unnötigerweise verbraucht. Daher sind große Anstrengungen zur Entwicklung von Technologien zur Reduzierung des Verschleißangriffes erforderlich, ohne dass dabei die Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe leidet. Die oft verwendete Beschichtung von Werkstoffoberflächen kann bei höheren Temperaturen durchaus kritisch sein, da man schlussendlich einen Verbundkörper aus zwei Werkstoffen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften herstellt und es damit zu Haftungsproblemen kommen kann. Nichtrostende Stähle stellen für sehr viele Einsatzgebiete insgesamt eine sehr gute und nachhaltige Lösung dar und finden aufgrund ihrer guten Korrosionsbeständigkeit ein breites Einsatzgebiet. Ausgehend von der Nachhaltigkeit des Einsatzes von nichtrostenden Stählen werden diese vermehrt in neuen Anwendungsgebieten wie z.B. in der Automobilindustrie und im allgemeinen

Maschinenbau eingesetzt; so stieg beispielsweise die Produktion von Niro Stahl weltweit um 16,8 % in 2006 und erreicht damit einen Anteil von mehr als 25 % der gesamten Stahlproduktion. Der guten korrosiven Beständigkeit gegen eine Vielzahl von Chemikalien steht eine nur geringe Verschleißbeständigkeit gegenüber, da diese hochkorrosionsbeständigen austenitischen, ferritischen und/oder Duplexstähle aufgrund des fehlenden Umwandlungsverhaltens nicht härtbar sind. Die mechanischen Eigenschaften der austenitischen nichtrostenden Stähle sind daher gekennzeichnet durch eine nur sehr geringe Härte und Verschleißbeständigkeit unter abrasiven und adhäsiven Beanspruchungsbedingungen sowie eine hohe Neigung zum Kaltverschweißen. Die Härtbarkeit mittels konventioneller thermisch-chemischer Diffusionsverfahren ist eingeschränkt, da durch die Bildung von hochchromhaltigen Ausscheidungen wie Chromnitriden und/oder Chromcarbiden eine Chromverarmung in der Matrix der randnahen Zone erfolgt, die die Korrosionsbeständigkeit schwächt oder sogar eliminiert. Neue Prozesse in der Wärmebehandlung zielen darauf ab, eine Steigerung der Härte und Verbesserung der Verschleißbeständigkeit zu erzielen ohne Einfluss auf die Korrosionsbeständigkeit zu nehmen. Durch Diffusion von Kohlenstoff und/oder Stickstoff kommt es zur Härtesteigerung durch interstitielle Zwangseinlagerung der Fremdatome in der Matrix, verbunden mit der Ausbildung von Druckeigenspannungen. Diese Verfahren kommen bisher bei moderaten Anwendungstemperaturen kommerziell zum Einsatz und bieten die Lösung für eine Vielzahl von Anwendungen vornehmlich in der Lebensmitteltechnik und der chemischen Industrie, also Bereichen, wo es zu chemisch-tribologischen Anforderungen bei Raumtemperatur kommt. Einer Erweiterung des Einsatzgebietes auf höhere Temperaturen steht die Unkenntnis der thermischen Stabilität dieser gehärteten Zone entgegen. Es ist auch nicht bekannt, ob bzw. wie sich die Kombination von Grundwerkstoffzusammensetzung und Oberflächenhärtungsverfahren auf die thermische Stabilität der gehärteten Zone auswirkt. Hier soll mit dem Vorhaben eine Klärung herbeigeführt werden, wobei hier auch die neuen, an strategisch kritischen Legierungselementen wie Nickel und Molybdän ärmeren nichtrostenden Stähle in die Untersuchungen mit einbezogen werden sollen.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE ALTERNATIVEN ZU DEN KLASSISCHEN NICHTROSTENDEN, AUSTENITISCHEN STÄHLEN UNTER ATMOSPHÄRISCHEN EINSATZBEDINGUNGEN

Das Forschungsziel besteht in der systematischen und vergleichenden Eignungsuntersuchung alternativer Werkstofflegierungen im Bereich der nichtrostenden Stähle. Dabei sollen für verschiedene Anwendungsbereiche geeignete Legierungen gefunden werden, die eine ökonomische Alternative zu den bisher üblicherweise eingesetzten Stahlsorten ermöglichen. Als Orientierung für die verschiedenen Anwendungsbereiche soll u.a. die Definition der Widerstandsklassen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-30.6-3 [8] dienen. Durch die Forschungsarbeiten sollen für die Anwendungsbereiche der Widerstandsklassen II bis IV mögliche Alternativen bereitgestellt werden. Die Widerstandsklasse I bleibt unberücksichtigt, da die dort aufgeführten ferritischen Stähle mit relativ niedrigen Chromgehalten nicht sinnvoll durch Alternativen aus dem Spektrum der nichtrostenden Stähle zu ersetzen sind und die Legierungszuschläge in diesem Bereich mit 200–300 € moderat sind.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

ADAPSEC – INNOVATIVER PERSONENSCHUTZ DURCH ADAPTIVE SICHERHEITSSYSTEME IN KRAFTFAHRZEUGEN

Das Forschungsprojekt hat das Gesamtziel, das Potenzial für die Anwendung von Formgedächtnislegierungen (FGL) im Bereich des Insassenschutzes auszuloten und technologisch weiterzuentwickeln, um die Anforderung aus der Praxis abdecken zu können. Konkret sollen für die Produktbereiche Sicherheitsgurt und Airbag die Möglichkeiten für den Einsatz von FGL für adaptiv arbeitende Sicherheitssysteme aufgezeigt werden, wobei neben der thermischen Aktivierung von FGL auch der mechanische Formgedächtniseffekt zum Einsatz kommen soll, der beispielsweise durch seine superelastischen Eigenschaften als Dämpfungselement oder zur Kraftbegrenzung eingesetzt werden könnte.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

ANLAGEN- UND VERFAHRENSENTWICKLUNG ZUR SCHONENDEN UND ENERGIEEFFIZIENTEN PRODUKTION GETROCKNETER, BIOLOGISCHER GÜTER

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines innovativen Verfahrens zur Trocknung empfindlicher biologischer Güter. Dieses vor allem für die Herstellung von Trockenfrüchten einsetzbare Verfaren soll im Gegensatz zum Stand der Technik erstmals die Temperatur des Trocknungsgutes als Führungsgröße nutzen und somit so ef-

fizient als möglich bei geringstmöglichen Qualitätsveränderungen während des Trocknungsprozesses arbeiten. Dadurch sollen sowohl Nachhaltigkeitseffekte durch die effizientere Energieausnutzung als auch signifikante Qualitätsverbesserungen erzielt werden.

Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker
Tel.: +49 (0)7531 206-593
E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

TROCKNUNG VON MATERIALIEN IM FOOD- UND NONFOODBEREICH

Es werden Verfahren entwickelt zur Trocknung von Früchten, Gemüsen und Materialien mittels Konvektion und/oder Strahlung.

Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker
Tel.: +49 (0)7531 206-593
E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

AUFBEREITUNG VON LEBENSMITTELN DURCH WASSERSTRAHLSCHNITT

Früchte oder Gemüse wie Zwiebeln, Knoblauch oder Äpfel müssen vor der Weiterverarbeitung sortiert, geschält und/oder geschnitten werden. Dies geschieht in der Regel von Hand im freien Schnitt, oder durch Zentrifugieren bzw. Hobeln, wobei bei dieser eher handwerklichen Bearbeitung eine Kontrolle der hygienischen Verhältnisse meistens gar nicht, bestenfalls nur rudimentär zu verwirklichen ist. Dieser Zustand hat zur Folge, dass die Produkte pasteurisiert oder in anderer geeigneter Weise haltbar gemacht werden müssen, was zu Qualitätsverlusten führt und den Zugang zu lukrativen Märkten einschränkt. Bei diesen Verfahren sind die Verluste erheblich und in erster Linie von der Sorgfalt des Personals und der Verfahrensführung abhängig. Eine Automatisierung des Schneideprozesses trägt also wesentlich dazu bei, die Qualität der Produkte zu erhöhen. Weiterhin sind Produkte denkbar, die zur Zeit nicht oder nur unwirtschaftlich hergestellt werden können, z. B. individuell geschnittene Produkte. Es wird angestrebt, die Lebensmittel im Schneideprozess entsprechend ihrer individuellen Anatomie zu behandeln. Dazu wird im ersten Verfahrensschritt die Form der Lebensmittel digital aufgenommen und ausgewertet, um die Lage des optimalen Schnittes (oder bei komplexeren Geometrien die optimale Lage aller notwendigen Schnitte) zu ermitteln. Das Ausgangsmaterial wird vereinzelt und in einer geeigneten Vorrichtung mit einem digitalen Bildaufnahmegerät (Kamera, Scanner) erfasst. Aus der Grundlage dieser Bilder entsteht unter Berücksichtigung der Brennebene der Kamera und der digitalen Ermittlung der Kontur ein digitales Modell der Außenkontur des Agrarproduktes. Die räumliche Lage der Schnitte kann entsprechend der Optimierungskriterien ermittelt werden. Auch das Entfernen von Fruchtteilen, die zum Genuss nicht geeignet sind, wie z. B. Steine, Kerne o. ä., können so von den verwertbaren Fruchtteilen abgetrennt werden. Entsprechendes gilt für das Schneiden des Ausgangsmaterials in Stücke gewünschter Geometrie (Scheiben,

Würfel, Ringe etc.) Die Schnitte sollen mit einem Hochdruckwasserstrahl ausgeführt werden, einer Technologie, die aus der Fertigungstechnik, insbesondere beim Schneiden von Blechmaterialien und Kunststoffen, bekannt ist. Der Druck des Wassers sollte bei diesem, nicht abrasiven Schneidevorgang wesentlich niedriger sein als in der Fertigungstechnik üblich (dort werden Drücke bis 10.000 bar erreicht). Es wird erwartet, dass durch den Einsatz der zu entwickelnden Spezialelektronik das Verfahren so gestaltet werden kann, das ein Druck von weniger als 1000 bar ausreichend sein wird, wodurch die Investitionskosten und das Verletzungsrisiko deutlich gesenkt werden können. Die prinzipielle Funktionsfähigkeit des Verfahrens ist experimentell nachgewiesen. Im Rahmen der hier beantragten Vorlaufforschung sollen nationale und europäische Mittel beantragt werden, um das Verfahren im Rahmen der dann möglichen Projekte auf einen Stand zu bringen, der die industrielle Anwendung ermöglicht.

Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker
Tel.: +49 (0)7531 206-593
E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

AUTOMATISCHE GENERIERUNG VON MATHEMATISCHEN MODELLEN IN DER ANTRIEBSTECHNIK, HYPAS

Verfahren und Software zur rechnergestützten automatischen Generierung mathematischer Modelle, Analyse und Synthese der hydraulischen und pneumatischen Elemente, Antriebsanlagen und deren komplianten mechanischen Strukturen.

Prof. Dr. Dr. h. c. Florin Ionescu
Tel.: +49 (0)7531 206-289/320
E-Mail: ionescu@htwg-konstanz.de

ECO CAR KONSTANZ-ECON

ECON ist eine studentische Initiative der Hochschule Konstanz, die das Ziel verfolgt, ein sparsames, ökologisches Fahrzeug mit großem „Spaßfaktor“ zu entwickeln und zu bauen. Dabei kommt es den Teilnehmern ebenso auf den damit verbundenen Lerneffekt

wie auf den abschließenden Bau des Fahrzeugs an. Das Fahrzeug soll nach Wunsch der Initiatoren im Jahr 2011 an der Challenge Bibendum, einem Wettbewerb für nachhaltige Mobilität, teilnehmen.

Prof. Dr.-Ing. Burkhard Lege
Tel.: +49 (0)7531 206-309
E-Mail: lege@htwg-konstanz.de

BODENSEE-RACING-TEAM: FORMULA-STUDENT-RENNWAGEN

Studenten bauen in Teamarbeit einen einsitzigen Formelrennwagen, um damit bei einem Wettbewerb gegen Teams aus der ganzen Welt anzutreten. Bei der Formula Student gewinnt aber nicht einfach das schnellste Auto, sondern das Team mit dem besten Gesamtpaket aus Konstruktion und Rennperformance, Finanzplanung und Verkaufsargumenten. Der Anspruch der Formula Student ist die Ergänzung des Studiums um intensive Erfahrungen mit Konstruktion und Fertigung sowie mit den wirtschaftlichen Aspekten des Automobilbaus. Im Sinne dieser Zielsetzung sollen die Studenten annehmen, eine Produktionsfirma habe sie engagiert, um einen Prototypen zur Evaluation herzustellen. Zielgruppe ist der nicht-professionelle Wochenendrennfahrer. Dazu muss der Rennwagen beispielsweise sehr gute Fahreigenschaften hinsichtlich Beschleunigung, Bremskraft und Handling aufweisen. Der Monoposto soll wenig kosten, zuverlässig und einfach zu betreiben sein. Zusätzlich wird sein Marktwert durch andere Faktoren wie Ästhetik, Komfort und den Einsatz üblicher Serienteile gesteigert. Die Herausforderung für die Teams besteht darin, einen Prototypen zu konstruieren und zu bauen, der diesen Anforderungen am besten entspricht. Zur Ermittlung des besten Fahrzeugs bewertet zum einen eine Jury aus Experten der Motorsport-, Automobil- und Zulieferindustrie jede Konstruktion, jeden Kostenplan und jede Verkaufspräsentation im Vergleich zu den konkurrierenden Teams. Zum anderen beweisen die Studenten auf der Rennstrecke in verschiedenen Disziplinen, wie sich ihre selbstgebauten Boliden in der Praxis bewähren.

Prof. Dr. Andreas Lohmberg
Tel.: +49 (0)7531 206
E-Mail: kurt.heppler@htwg-konstanz.de

STRÖMUNGSUNTERSUCHUNGEN

Markteinführungsstudie eines Absauggerätes mit verschiedenen Aufstellungsvarianten in realitätsnaher Umgebung. Erstellung eines Berichtes über die Strömungsananlyse bei verschiedenen Aufstellungsarten.

Prof. Dr. Andreas Lohmberg
Tel.: +49 (0)7531 206-229
E-Mail: lohmberg@htwg-konstanz.de

PRODUKTENTWICKLUNG IM BEREICH SPRITZGIESSEN AM BEISPIEL EINES DESIGNPRODUKTES

Es wird ein Substitutionskonzept für ein Spritzgussbauteil entwickelt und im Rahmen einer Serienfertigung umgesetzt. Ausgangspunkt ist eine Aluminiumbauteil, welches durch eine Polyamid-Produkt zu ersetzen ist. Die Produktentwicklung beinhaltet die Entwicklungsschritte: Substitutionskonzept, Bauteilmodellierung, Simulation, Prototypenbau, Werkzeugbau, Optimierung und schließlich die ausgereifte Serienfertigung.

Prof. Dr. Carsten Manz
Tel: +49 (0)7531 206-292
E-Mail: manz@htwg-konstanz.de

ENERGIEKETTE BRENNSTOFFZELLE

Eine Energiewandlungskette Photovoltaikanlage – Elektrolyseur – Wasserstoffverdichter, Wasserstoffspeicher – Brennstoffzelle nebst einer Überströmeinrichtung zu einem brennstoffzellengetriebenen Boot wird ausgelegt, installiert und behördlich abgenommen.

Prof. Dr. Udo Schelling
Tel.: +49 (0)7531 206-304
E-Mail: schell@htwg-konstanz.de

ABGASEMISSIONEN VON VERBRENNUNGSMOTOREN

Auf dem Gebiet der Optimierung der Abgasemissionen wurden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Industriepartnern folgende Forschungsaufgaben durchgeführt: UFOP: Projekt „Biodiesel und Sportschifffahrt in der Euregio Bodensee“, Iveco: Untersuchungen mit einer mobilen Abgasmessanlage, Bosch: Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Motoroptimierung mit Hilfe einer freiprogrammierbaren Motorelektronik, MAN: Abgasuntersuchung und Zertifizierung von Dieselmotoren.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 (0)7531 206-307
E-Mail: schreiner@htwg-konstanz.de

LABORUNTERSUCHUNGEN ZUR KRAFTSTOFFQUALITÄT AN EINEM RAPSÖL-BHKW

In Kooperation mit der Firma SenerTec GmbH, dem Technologie- und Förderzentrum Straubing sowie dem Lehrstuhl für Technologie Biogener Rohstoffe der TU München wird der Einfluss verschiedener Rapsölkraftstoffkomponenten auf das Betriebs- und Emissionsverhalten eines Rapsöl-Blockheizkraftwerkes (BHKW) untersucht. Besonderes Augenmerk gilt dabei den durch Kraftstoffkomponenten verursachten Ablagerungen an innermotorischen Bauteilen und Abgasnachbehandlungskomponenten (Rußfilter).

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 (0)7531 206-307
E-Mail: schreiner@htwg-konstanz.de

STICKOXID-REDUZIERUNG BEI MINI-BHKW-MOTOREN

Blockheizkraftwerke (Kraft-Wärme-Kopplung) sind die effizienteste Art, mit Kraftstoffenergie umzugehen und einen sehr hohen Wirkungsgrad der Gesamtanlage zu erreichen. Bislang werden BHKWs vor allem in größeren Anlagen eingesetzt. Für den privaten Nutzer bieten sich kleine Anlagen (Mini-BHKWs) an, die die herkömmlichen Öl- oder Gasheizungen von größeren Einfamilien- oder Zweifamilienhäusern ersetzen und gleichzeitig Strom bereitstellen. Der Gesetzgeber unterstützt die Anschaffung von Mini-BHKW-Anlagen statt konventioneller Hausheizungen, indem er sie im Rahmen des Impulsprogramms „Mini-KWK-Anlagen" des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit subventioniert. Die SenerTec GmbH in Schweinfurt ist der größte Hersteller von Mini-BHKW-Anlagen in Deutschland. Das Modell „Dachs" wird mit einer elektrischen Leistung von 5,0 kW–5,5 kW und einer thermischen Leistung von 10,3 kW–12,5 kW angeboten und kann je nach Ausführung mit Heizöl, Biodiesel, Rapsöl, Erdgas oder Flüssiggas betrieben werden. Das Labor für Verbrennungsmotoren an der HTWG Konstanz hat in zwei früheren Forschungsvorhaben zwei dieser Dachs-Motoren untersucht. Es ging dabei um die Frage, welche Mindestqualität ein verwendeter Pflanzenölkraftstoff haben muss, damit der Motor nicht vorzeitig Schaden nimmt und die Betriebssicherheit der Anlage für lange Zeit gewährleistet ist. Gleichzeitig wurde untersucht, wie man im laufenden Betrieb des Motors sich anbahnende Schäden frühzeitig erkennen kann, ohne zusätzliche Sensorik verwenden zu müssen. Der Dachs-Motor ist ein relativ alter direkteinspritzender Einzylindermotor der Fa. Sachs mit einem Entwicklungsstand, der etwa der Euro-1-Gesetzgebung entspricht. Bislang war das nicht problematisch, weil für Mini-BHKW-Anlagen keine Emissionsvorschriften gelten. Es ist aber davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren eine Verschärfung der Vorschriften erfolgen wird. Das kann man daran erkennen, dass der Staat den Zuschuss für die Beschaffung einer privaten Mini-BHKW-Anlage nur gewährt, wenn die aktuellen Grenzwerte der TA-Luft für größere BHKWs eingehalten werden. In seiner heutigen Ausführung kann die dieselmotorische Variante des Dachs-Motors diese Grenzwerte wegen ihrer hohen Stickoxid-Emissionen (NOx) aber nicht erreichen. Die Erdgasvariante hält die Grenzwerte ein. Allerdings gibt es einen recht großen Markt für die dieselmotorische Variante (Heizöl), weil nicht überall in Deutschland Erdgasleitungen verlegt sind. Gerade in ländlichen Gebieten überlegen sich die Kunden, ob sie eine Heizöl-Heizung oder ein Heizöl-BHKW kaufen sollen. In dem Forschungsprojekt wird untersucht, mit welchen Methoden die Stickoxidemissionen des Heizöl-Dachs-Motors deutlich reduziert werden können, so dass der Dachs in den Genuss der staatlichen Förderung kommt.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 (0)7531 206-307
E-Mail: schreiner@htwg-konstanz.de

INNOFASER – INNOVATIVE FASERVERBUNDBAUTEILE FÜR NEUE MÄRKTE

InnoFaser steht für die Spitzentechnologie der Innovativen Faserverbundwerkstoffe und bezeichnet die Optimierung der Fertigungstechnologie für faserverstärkte Kunststoffe und deren professioneller Vermarktung. Das Projekt zeigt, dass es dank der engen Zusammenarbeit von Marketing und Produktentwicklung im Leichtbau gelingen kann, neue und attraktive Geschäftsfelder für eine bekannte Technologie zu erschließen. Das Gebiet des Leichtbaus, einer Konstruktionsphilosophie, die maximale Gewichtsersparnis zum Zweck hat, ist sehr modern, denn es liefert einen der Lösungsansätze zum sparsamen Umgang mit den knapper werdenen Ressourcen Werkstoffe und Energie. Ein methodischer Beitrag zum Hightech Marketing schließt eine aktuelle Forschungslücke: Die traditionelle Marktforschung kann die Frage nach neuen, attraktiven Geschäftsfeldern für bekannte Technologien nicht beantworten. Sie kann nicht zeigen, in welchen Märkten welche wirtschaftlich relevanten, latenten Bedürfnisse existieren, die mit der zu vermaktenden Technologie befriedigt werden können. Die Aufgabe lautet, zu einer Technologie die passenden Märkte und Kunden zu finden. Die Gesamtprojektleitung lag bei Prof. Dr.-Ing. Michael Niedermeier, Hochschule Ravensburg Weingarten.

Prof. Dr.-Ing. Reinhard Winkler
Tel.: +49 (0)7531 206-754
E-Mail: rwinkler@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG EINES NEUEN VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG VON DEKORATIVEN EDELSTAHLOBERFLÄCHEN MIT VERBESSERTER QUALITÄT, REPRODUZIERBARKEIT UND LANGLEBIGKEIT

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Herstellung dekorativer Edelstahloberflächen mit entscheidenden Verbesserungen in den Eigenschaften Konstanz und Reproduzierbarkeit des optischen Erscheinungsbildes sowie Korrosionsbeständigkeit. Dekorative Edelstahloberflächen mit fein geschliffenem oder auch gebürsteten Finish werden in vielen Anwendungen für Sichtflächen eingesetzt, etwa im Bauwesen bei Fassaden und Fahrstühlen, bei Haushaltsgeräten, verschiedenen Gebrauchsgegenständen und in der Fahrzeugtechnik für Verkleidungen und Zierteile. Dank ihres edlen, metallisch glänzenden Erscheinungsbildes, der praktisch unbegrenzten Langzeitbeständigkeit und weiterer vorteilhafter Eigenschaften haben diese Oberflächen eine sehr weite Verbreitung gefunden und sich seit vielen Jahren bewährt. Entsprechend der großen Bedeutung dieser Oberflächen gibt es von Anwenderseite aber auch zunehmend Anforderungen, die derzeit noch nicht vollständig erfüllt werden und die im Wesentlichen die beiden zuvor genannten Aspekte Konstanz und Reproduzierbarkeit des optischen Erscheinungsbildes sowie Korrosionsbeständigkeit betreffen. Ansatzpunkte für die im Rahmen dieses Projekts vorgesehene Entwicklung von Herstellungsverfahren, die auch diese gesteigerten Anforderungen an dekorative

Was bietet mir die Photovoltaik?

Zunkunftsweisende Technologie in einem wachsenden Markt!

Die **Sunways AG** steht für die konsequente Nutzung der Sonnenenergie, um die Energieversorgung der Menschheit wirtschaftlich, langfristig und nachhaltig zu sichern. Sunways bietet technologische Kompetenz, Leistung und höchste Qualität – vom Einzelprodukt bis zum vollständigen Solarsystem.

Wir bieten Ihnen: Interessante Aufgabenstellungen als **Praktikant** oder im Rahmen Ihrer **Abschlussarbeit** mit Einblick in die Aufgaben im Bereich Forschung und Entwicklung von Solarzellen und -invertern, Vertrieb, Produktmanagement oder Supply Chain.

Sie bringen mit: Sie sind Student im Bereich BWL / Wirtschaftswissenschaften oder in technischen Studiengänge wie Elektrotechnik, Physik, Informationstechnik, Kommunikationstechnik, Elektronik oder in vergleichbaren Ausbildungsgängen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter **www.sunways.de** oder schicken Sie uns Ihre Unterlagen an **Sunways AG, Macairestr. 3-5, 78467 Konstanz** oder per E-Mail an **bewerbungen@sunways.de**

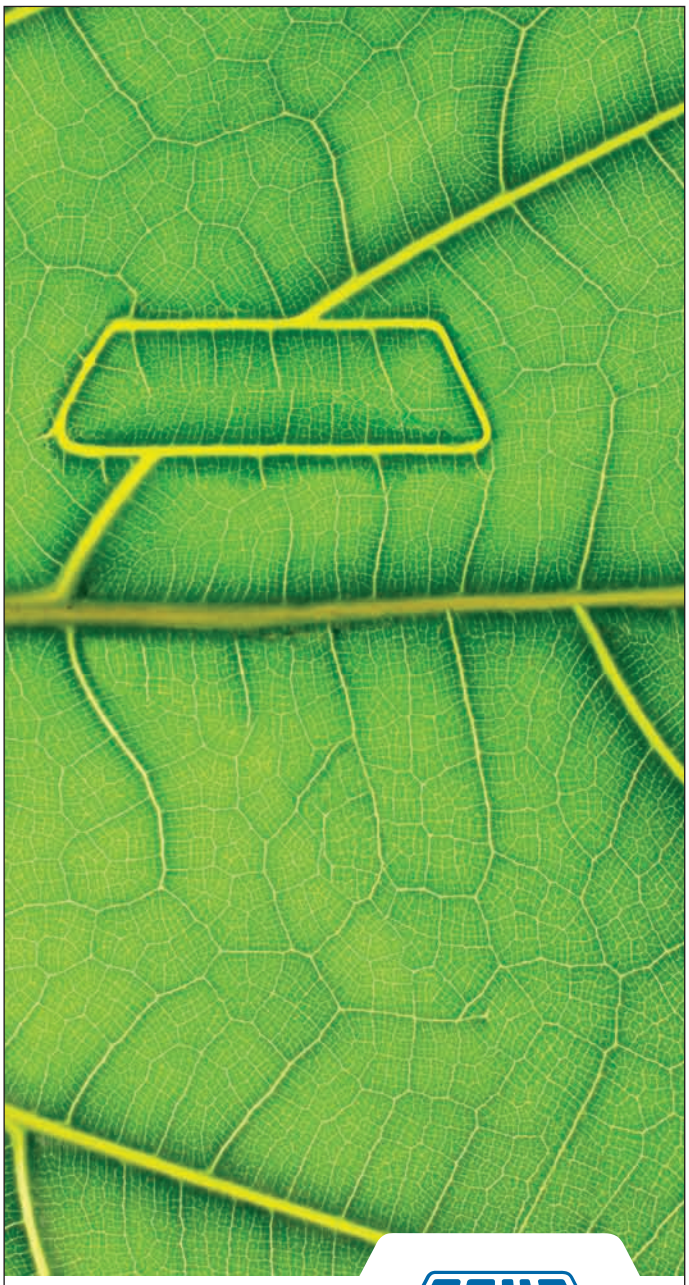
sunways
Photovoltaic Technology

Unsere Energiekabel bringen den Strom durch die Nacht.

Wir bieten Kabel, Zubehör und ganze Systemlösungen für die Übertragung von Energie und Daten.

Brugg Kabel AG, CH-5201 Brugg
Tel. +41 (0)56 460 33 33
info@brugg.com, www.bruggcables.com

BRUGG CABLES
Well connected.



BAUR
ENSURING THE FLOW.

GIVE YOUR BEST.
GET THE BEST.

Ensuring the Flow bedeutet nichts anderes, als den Fluss des Stroms in Netzen und Anlagen sicherzustellen. Weltweit und mit der weltweit führenden Prüf- und Messtechnik. The Flow heißt aber auch konzentriert zu sein, mit Freude Höchstleistungen zu erbringen, weil der Job und die Ziele, die Anerkennung und die Wertschätzung in höchstem Maße motivieren. Werden Sie Teil davon.

Give your best. Get the best.

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH ·
Raiffeisenstraße 8 A-6832 Sulz · headoffice@baur.at

www.baur.at

Edelstahloberflächen erfüllen, ergeben sich durch neue Messverfahren und Erkenntnisse zur Charakterisierung von Oberflächen.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
Tel.: +49 (0)7531 206-316
E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT WIRTSCHAFTS- UND SOZIAL-WISSENSCHAFTEN

WORLD INPUT-OUTPUT DATABASE

Policy makers and societies at large are facing increasingly pressing trade-offs between socio-economic and environmental developments. Increases in production induce growth in the use of non-renewable resources such as fossil fuels, materials, land and water. Furthermore, they generate higher levels of waste and emissions of environmental pollutants. Simultaneously, increasing global integration through international trade and technological developments creates a tension between economic growth and social cohesion. Economic growth and intensified trade seem to be coupled to an increasing inequality between countries as well as between various classes within society. These developments have a global character and any analysis of their causes and effects needs to recognize the dynamic interrelatedness of countries and industries. This project (which started on May 1, 2009 and will run until May 1, 2012) aims to develop databases, accounting frameworks and models to increase our understanding of the above-mentioned phenomena. The core of the database will be a set of harmonized supply and use tables, alongside with data on international trade in goods and services. These two sets of data will be integrated into sets of intercountry input-output tables. Taken together with extensive satellite accounts with environmental and socio-economic indicators, these industry-level data provide the necessary input to several types of models that can be used to evaluate policies aimed at striking a suitable balance between growth, environmental degradation and inequality across the world.

Prof. Dr. Jörg Beutel
E-Mail: beutel@htwg-konstanz.de

MANAGEMENT, KULTUR UND KOMMUNIKATION IM INTERNATIONALEN WIRTSCHAFTSLEBEN

Grenzüberschreitende Kommunikations- und Kooperationsprozesse in der Wirtschaft sind Gegenstand dieses Projektes. Ziele eines der Teilprojekte sind es, erstens Erkenntnisse über die Form und insbesondere über die von Beteiligten und Beobachtern wahrgenommenen Schwierigkeiten der Interaktion in der Wirtschaft zu gewinnen; und zweitens rezipierte, teilweise nicht ausreichend kritisch tradierte Einsichten und Ansichten über die Interaktion im internationalen Wirtschaftsleben kritisch zu überprüfen. Ein weiteres Teilprojekt beschäftigt sich mit den Auswirkungen von grenzüberschreitenden Fusionen auf Kommunikations- und Kooperationsprozesse. Es untersucht die Managementkommunikation auf den höchsten Führungsebenen zwischen einem nordamerikanischen Konzern und einer deutschen Tochtergesellschaft und zwischen derselben deutschen Firma und einer französischen Schwestergesellschaft. Dabei wird eine Vielzahl an Daten über die Sprache, Form, Medium, Funktion und Schwierigkeiten aus deutscher Sicht der erlebten Kommunikation erhoben. Auf dieser Grundlage werden Konzepte zur Optimierung der Kommunikation und Kooperation entwickelt.

Prof. Peter Franklin
Tel.: +49 (0)7531 206-396
E-Mail: franklin@htwg-konstanz.de

EVALUIERUNG VON AUSWAHLVERFAHREN FÜR AUSLÄNDISCHE STUDIENBEWERBER

Es wird erhoben, wie die Erfolgsquoten ausländischer Studierender in öffentlich finanzierten Studienplätzen an staatlichen Hochschulen sind und wie die Erfolgsquoten verbessert werden können. In einem ersten Schritt werden die bei den Hochschulen vorhandenen Daten über die Studienerfolge ausländischer Studierender an den Fachhochschulen in Baden-Württemberg erhoben. Anschließend wird eine Datenbank mit den Studienverlaufsdaten ausländischer Studierender der letzten mindestens 10 Jahre angelegt und die Daten werden analysiert.

Von Bedeutung sind insbesondere folgende Fragen: Wie ist die Erfolgsquote der in Studienkollegs vorbereiteten Studierenden im Vergleich zu den direkt zugelassenen? Welche Auswahlverfahren sind besonders vorhersagekräftig? Sind spezielle Fachnoten, z.B. in Mathematik, aussagekräftige Indikatoren für den Studienerfolg in bestimmten Fächern? Ein Abschlussbericht fasst die Auswertung zusammen und bewertet alle signifikanten Merkmale. Es werden Vorschläge für eine Optimierung von Studierendenauswahl und Studienvorbereitung unterbreitet. Konkrete Verbesserungen, z.B. durch Überarbeitung von Auswahlverfahren wie dem Aufnahmetest des Studienkollegs, werden veranlasst.

Prof. Dr. Christian Krekeler
Tel.: +49 (0)7531 206-395
E-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

KOOPERATIVE EINFÜHRUNG FACHSPEZIFISCHER STUDIERFÄHIGKEITSTESTS AN DEN FACHHOCHSCHULEN DES LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG

Das Gesetz zur Umsetzung der Föderalismusreform im Hochschulbereich über die Hochschulvergabeverordnung (HVVO) sowie das Hochschulzulassungsgesetz (HZG) für zulassungsbeschränkte Studiengänge fordern ab dem WS 2011/2012 fachspezifische Studierfähigkeitstests (FSFT) oder Auswahlgespräche als verpflichtende Komponente des Zulassungsverfahrens. In dem Kooperationspro-

jekt zwischen den Hochschulen Esslingen, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Offenburg, Reutlingen, Rottenburg, Stuttgart HDM und Ulm werden fachspezigische Studierfähigkeitsstests entwickelt. An der Hochschule Konstanz werden die Prüfungsteile Deutsch und Englisch entwickelt.

Prof. Dr. Christian Krekeler
Tel.: +49 (0)7531 206-395
E-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

UNTERSUCHUNG DES STUDIENVERLAUFS AUSLÄNDISCHER STUDIERENDER AN FACHHOCHSCHULEN IN BADEN-WÜRTTEMBERG

In diesem Projekt wird ein Verfahren entwickelt und erprobt, mit dem die Erfolgsquote und der Studienverlauf ausländischer Studierender an Fachhochschulen in Baden-Württemberg erhoben werden kann. Folgende Arbeitsschritte werden durchgeführt:

- Auswertung der Studienverlaufsdaten und Berechnung der Erfolgsquote und die Analyse des Studienverlaufes.
- Sicherung der Datenkonsistenz bei der Zusammenführung unterschiedlicher Datenquellen auf der Grundlage einer Datenkorrektur und einer dazu geschaffenen Fehlersystematik.
- Entwicklung eines Verfahrens, das die Einbeziehung von Studierenden ermöglicht, die später zu einem begonnenen Studiengang hinzugekommen sind.
- Weiterentwicklung und Erweitung der EDV-gestützten Lösungen für Datenauswertung und Ergebnisdarstellung.
- Dokumentation der Untersuchung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse.

Prof. Dr. Christian Krekeler
Tel.: +49 (0)7531 206-395
E-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

OPTIMIERUNG VON TOTAL COST OF OWNERSHIP DIENSTLEISTUNGEN IM MASCHINEN- UND ANLAGENBAU

Produktbegleitende Dienstleistungen werden zukünftig eine weiter steigende Bedeutung für die nachhaltige Entwicklung von Unternehmen haben. Aktuelle Ergebnisse der Dienstleistungsforschung sowie Experteneinschätzungen aus der Praxis zeigen in diesem Zusammenhang, dass produktlebenszyklusorientierte Dienstleistungen im Maschinen- und Anlagenbau – einer technologieintensiven Schlüsselbranche in Baden-Württemberg – oft nur unzureichend angeboten werden. Diese werden jedoch zunehmend von Abnehmerunternehmen nachgefragt. Hieraus resultiert mittelfristig das Problem einer sich verschlechternden Wettbewerbsfähigkeit der oftmals kleinen und mittelständischen Anbieter-Unternehmen. Vor dem Hintergrund der skizzierten Ausgangslage sollen im Rahmen des geplanten Transferprojektes aus der aktuellen Dienstleistungsforschung produktlebenszyklusorientierte Serviceleistungen im Sinne des Total Cost of Ownership (TCO) bzw. Life Cycle Cost (LCC) Ansatzes entwickelt und in kleinen und mittelständischen Pilotbetrieben des Maschinen- und Anlagenbaus verankert werden. Die Vorgehensweise soll einen Ergebnistransfer auf andere Unternehmen der betrachteten Branche in Baden-Württemberg ermöglichen und damit eine breite Nutzbarkeit sicherstellen. Aus dem Projekt soll ein unmittelbarer Nutzen für die beteiligten Pilotunternehmen durch die kundenorientierte Erweiterung ihres Dienstleistungsangebotes, eine zu erwartende Steigerung des Dienstleistungsumsatzanteils, die nachhaltige Absicherung der Wettbewerbssituation sowie die Erfüllung der zunehmend von Kunden erhobenen Forderung nach LCC/TCO-Angeboten entstehen. Für andere kleine und mittelständische Maschinen-/Anlagenbau-Unternehmen in Baden-Württemberg soll ein Nutzen durch die Möglichkeit der Übernahme der Projektergebnisse auf Basis eines generischen Umsetzungskonzeptes mit Handlungsleitfaden sowie Schulungs-/Workshop- und Transfersystematik entstehen. Die Unternehmen der Kundenbranchen, wie z.B. diejenigen des Automotive-Sektors, haben aufgrund der mit LCC/TCO-Konzepten zu erwartenden Steigerung der eigenen Wettbewerbsfähigkeit einen entsprechenden Nutzen aus dem Projekt. Durch die Wahl der Projektpartner wird eine abgestimmte Verbreitung der Projektergebnisse sowie deren Nutzbarkeit auch nach Projektende sichergestellt.

Prof. Dr. Stefan Schweiger
Tel.: +49 (0)7531 206-443
E-Mail: schweiger@htwg-konstanz.de

UNTERWEGSVERLAG
MANFRED KLEMANN

UNTERWEGS VERLAG Manfred Klemann
Dr.-Andler-Str. 28 | 78224 Singen
Tel. +49 (0) 77 31/6 35 44 | Fax +49 (0) 77 31/6 24 01
info@reisefuehrer.com | www.reisefuehrer.com

INBOUND AND OUTBOUND TOURISM IN INDIA

Im Rahmen des Projektes wurden Strukturen des Indientourismus nach Deutschland/Europa und Deutschland-/Europatourismus nach Indien qua Primär- und Sekundäranalyse untersucht.

Prof. Dr. Tatjana Thimm
Tel.: +49 (0)7531 206-145
E-Mail: thimm@htwg-konstanz.de

POSITIONIERUNG DER BODENSEEREGION

Die Etablierung einer einheitlichen Marke Bodensee und die gemeinsame Positionierung der Bodenseeregion als Tourismusdestination gestaltete sich in den letzten Jahren schwierig. Verantwortlich hierfür sind zum einen strukturelle Ungleichheiten innerhalb der Region, die sich in unterschiedlichen Tourismusintensitäten, unterschiedlichen Gästegruppen und Nachfrageschwerpunkten zeigen. Der Bodensee spielt in den Vermarktungsaktivitäten der einzelnen Teilregionen eine unterschiedlich prägende Rolle; gemeinsame Vermarktungsschwerpunkte, insbesondere für den internationalen Markt, sind unzureichend aufgearbeitet; Qualitätsstandards in Infrastruktur und Angebot sind unterschiedlich entwickelt; die Teilregionen haben ihre Positionierungen unabhängig voneinander vorgenommen. Neben diesen regionsinternen Hemmnissen sieht sich die Bodenseeregion mit Entwicklungstendenzen konfrontiert, die einem allgemeinen Trend folgen. Hierzu zählen u.a. eine kontinuierliche Abnahme der Aufenthaltsdauer, der Trend zu Zweit- und Drittreisen sowie immer kürzere Buchungsfristen. Diese übergeordneten Trends haben auch erhebliche Auswirkungen auf den Tourismus in der Bodenseeregion. Mit dem Projekt sollen folgende Ziele erreicht werden: 1. Schaffung von Grundlagen für Definition und beispielhafte Ausarbeitung für das Kerngeschäftsmanagement, 2. Einordnung der profilprägenden und bekanntesten Destinationen innerhalb der Gesamtdestination, 3. Schaffung einer abgestimmten Vorgehensweise zwischen den Akteuren. Entwicklung einer gemeinsamen Vision, die identitätsstiftend nach innen und imageprägend nach außen wirkt, insgesamt emotionalisierend, positiv aufgeladen wirkt und gut erinnert wird.

Prof. Dr. Tatjana Thimm
Tel.: +49 (0)7531 206-145
E-Mail: thimm@htwg-konstanz.de

CONSTANCE ACADEMY OF BUSINESS ETHICS

Das Konstanz Institut für WerteManagement (KIeM), international führend auf dem Gebiet der Unternehmensethik, und die Fakultät Wirtschaftswissenschaften der Hochschule Konstanz veranstaltet jährlich die „Constance Academy of Business Ethics". Die Tagung wendet sich an Studierende aller Fachrichtungen aus ganz Europa. Teilnehmer die sich zwei Tage lang intensiv mit dem Thema „Business Ethics and Management Studies" auseinandersetzen.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206-404
E-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY, STAKEHOLDER MANAGEMENT UND NETZWERKGOVERNANCE

Gegenstand der Forschungsinitiative ist die Frage, welchen Beitrag Organisationen der Wirtschaft bei der Lösung gesellschaftlicher Aufgaben, die an der Schnittstelle von Politik und Wirtschaft angesiedelt sind, leisten können und sollen. Diese Diskussion wird heute in Europa unter dem Stichwort „Corporate Social Responsibility" (CSR) geführt. Dabei wird insbesondere die Rolle der Unternehmen in interorganisationalen Netzwerken thematisiert. Ziel des Forschungsvorhabens ist es zu untersuchen, inwieweit und in welcher Hinsicht das neue Phänomen der Netzwerkgovernance eine sachlich geeignete und moralisch glaubwürdige Organisationsform ist, das institutionelle Defizit der Globalisierung auszugleichen.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206-404
E-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

DIE KULTURELLE GOVERNANCE VON INNOVATIONSNETZWERKEN

Das vorrangige Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, die bislang enggeführte Diskussion über die individuelle und organisationale Kognitionsforschung, die Bildung von erfolgreichen Innovationsnetzwerken und die dazu erforderlichen organisationellen und kulturellen Governanceformen zusammenzuführen und zu integrieren. Innovationen sind in modernen Gesellschaften immer weniger ein Produkt einzelner Individuen oder Organisationen, sondern vielmehr ein Produkt organisierter Kooperation von Individuen und Organisationen in Netzwerken. Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen, basierend auf der theoretischen und

empirischen Analyse der Mechanismen struktureller Kopplung von Kognition und Innovation in einer von kultureller Diversivität gekennzeichneten Umwelt, effiziente Formen kultureller Governance kollaborativer Partnerschaften in Netzwerken erarbeitet werden.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 (0)7531 206-404
E-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

ANTI-FRAUD MANAGEMENT IM MITTELSTAND

Das Forschungsprojekt „Anti-Fraud Management im Mittelstand" fokussiert die Untersuchung der Corporate Governance und besonders der Compliance in mittelständischen und Familienunternehmen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Managementmodells zur nachhaltigen Unternehmensführung von mittelständischen Unternehmen, insbesondere zur Risikoreduzierung und Prävention wirtschaftskrimineller Handlungen. Um diesem Ziel gerecht zu werden, werden modulare Bausteine der Corporate Governance im Mittelstand entwickelt, die jeweils differente Risikobereiche (Führungsstrukturen, Ressourcen, Internationalisierungsgrad etc.) adressieren und je nach Ausprägungsform des mittelständischen Unternehmens (eigentümergeführt, fremdgeführt etc.) anforderungsgerecht in einem umfassenden Corporate Governance-Modell kombiniert werden. Zwei Aspekte stehen im Vordergrund des Forschungsprojektes, die parallel abgearbeitet werden: Zum einen wird der Verhaltensaspekt der Compliance betrachtet, der die Motivationsstrukturen von Menschen in Organisationen analysiert und untersucht, durch welche Maßnahmen, Anreize und vor allem Führungsstile etc. diese Motivationsstrukturen so beeinflusst werden können, damit compliancegerechtes Verhalten wahrscheinlich ist. Zum anderen wird der Fokus auf die Operationalisierung der Compliance im Unternehmen, auf das sogenannte Anti-Fraud Management, gelegt. Theoretisch abgearbeitet wird der Forschungsgegenstand an den Ansätzen der Agenturtheorie, der neuen Organisationsökonomik, der Governanceethik, der verhaltenspsychologischen und neuroökonomischen Behavioral Business Ethics, Kriminalitätsmodelle wie die Fraud Triangle und die Theorie der differenzierten Assoziation sowie entlang der aus Interviews mit den Kooperationspartnern gewonnenen Erkenntnisse. Das Forschungsprojekt will einen Beitrag zur Gestaltung wirksamer Anti-Fraud Maßnahmen und damit zur Existenzsicherung und zum Risikomanagement mittelständischer und Familienunternehmen leisten.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland, Prof. Dr. Stephan Grüninger
Tel.: +49 (0)7531 206-404
E-Mail: wieland@htwg-konstanz.de,
stephan.grueninger@htwg-konstanz.de

EUROPEAN NETWORK OF INTEGRITY & COMPLIANCE OFFICERS

The European Network of Integrity & Compliance Officers (ENICO) has recently been formed in Amsterdam. ENICO is a non-profit association for professionals from commercial, governmental and non-governmental organisations with responsibility for managing their business conduct programs. Over the last few years, there has been a significant increase in the compliance efforts of European-based companies. Although some progress has been made, recent scandals and the current financial crisis highlight the need to improve the management of business conduct. ENICO has been founded to formulate a European voice on integrity and to focus efforts on a more values-based approach which addresses the key drivers of behavior in organisations, thereby going beyond traditional rules and control programs. ENICO will organise working and training sessions, conferences, as well as research.

Prof. Dr. Stephan Grüninger
Tel.: +49 (0)7531 206-251
E-Mail: stephan.grueninger@htwg-konstanz.de

LENKEN SIE IHRE ZUKUNFT IN NEUE BAHNEN.

Als Technologieführer im Bereich Lenksysteme und Massivumformung ist ThyssenKrupp Presta Steering innovativer Partner der Automobilindustrie. Wir bringen Ideen auf die Straße und sorgen täglich dafür, dass Millionen von Fahrzeugen sicher in der Spur bleiben. An weltweit 16 Standorten denken wir Technik weiter. Was unsere mehr als 4.000 Mitarbeiter dabei täglich verbindet: Dynamik, Innovationsfreude – und Leidenschaft für das Automobil. Steigen Sie bei uns ein und lenken Sie Ihre berufliche Entwicklung in neue Bahnen:

www.thyssenkrupp-presta.com

trendence Graduate Barometer 2010 SWISS 100 Top Employer

ThyssenKrupp Presta Steering

ThyssenKrupp

wetter.com Stellenangebot

Der führende Online-Wetterdienst sucht Sie. Bei **wetter.com** erwartet Sie ein abwechslungsreicher und chancenreicher Job.

Bewerben Sie sich als:

WEB-ENTWICKLER/IN

Zu Ihren Aufgaben werden gehören

- ▷ Mitarbeit bei aktuellen Projekten
- ▷ Konzeption und Entwicklung neuer Projekte auf Basis aktueller Technologien
- ▷ Pflege und Weiterentwicklung bestehender PHP/MySQL Projekte

Ihr Profil

- ▷ Sie verfügen über Know-how in XHTML, CSS, Java Script, JQuery
- ▷ sehr gute Kenntnisse in PHP 5 und MySQL
- ▷ darüber hinaus sind Erfahrungen mit PHP-Framework und gängigen Entwurfsmustern von Vorteil
- ▷ Teamfähigkeit
- ▷ Lernbereitschaft
- ▷ Eigeninitiative und Verantwortungsbewusstsein
- ▷ Sie bringen sich gerne ein und haben Spaß an der Arbeit

Wir bieten Ihnen

- ▷ einen vielseitigen, modernen Arbeitsplatz in einem zukunftsorientierten Unternehmen
- ▷ eine freundschaftliche Arbeitsatmosphäre
- ▷ eine anspruchs- und verantwortungsvolle Tätigkeit
- ▷ die Möglichkeit zur kreativen Umsetzung eigener Ideen
- ▷ einen Job mit Perspektiven in einem dynamischen Markt
- ▷ ständig wechselnde Aufgaben und Anforderungen
- ▷ Teamarbeit > Hierarchie

Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an:

wetter.com AG
Werner-von-Siemens-Str. 22 | D-78224 Singen
T +49 (0) 7731 838- 0 | F +49 (0) 7731 838- 19

Gerne auch via E-Mail an: **jobs@wetter.com**

Marken der wetter.com AG

reise.com DEUTSCHES wetter. FERNSEHEN