

HOCHSCHULE
KONSTANZ
TECHNIK, WIRTSCHAFT
UND GESTALTUNG

AUSGABE 2012/2013 ISSN 1619-9812

FORUM

Das Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz



TECHNIK WIRTSCHAFT GESTALTUNG

INHALTE: BPM@Cloud-Lab – Open Innovation Plattform zur Entwicklung und Evaluation eines agilen Geschäftsprozessmanagements | Online-Viskositätsmessung beim Spritzgießen | Adaptive Network Address Translation-Traversierung | Die Bedeutung von Compliance-Management-Systemen zur Sicherstellung einer integeren Unternehmensführung | Hydrauliksystem eines Elektro-Radladers | Simulation of the convective drying process with automatic control of surface temperature | Konsolidierung von Natursteinmauerwerk durch Verfugung und Injektion | sowie: **Expertenprofile**

Ich bei ZF. Ingenieur und Chefpilot.

Ich liebe es, etwas Einzigartiges zu machen – wie das Modellfliegen. Etwas von der Idee bis zur Einsatzreife zu entwickeln, zu durchdenken und zu bauen, so dass es am Ende auch funktioniert – das ist meine Leidenschaft. Privat genauso wie im Job. Ich bin Matthias Möller und seit über 10 Jahren als Entwicklungs- und Projekt-ingenieur tätig. ZF ist für mich ein Platz, an dem ich gefördert werde und mich wohlfühle. Mehr über mich, meinen Job und welche Ideen wir heute schon für übermorgen entwickeln, gibt es unter www.ich-bei-zf.com.

Antriebs- und Fahrwerktechnik 

Matthias Möller



Projektingenieur CAD-Konstruktion
ZF Friedrichshafen AG
Dielingen 



Mehr über mich und meine Arbeit bei ZF erfahren Sie hier:



www.ich-bei-zf.com



HOCHSCHULE
KONSTANZ
TECHNIK, WIRTSCHAFT
UND GESTALTUNG

AUSGABE 2012 / 2013 ISSN 1619-9812

FORUM

Das Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz



TECHNIK WIRTSCHAFT GESTALTUNG

INHALTE: BPM@Cloud-Lab – Open Innovation Plattform zur Entwicklung und Evaluation eines agilen Geschäftsprozessmanagements | Online-Viskositätsmessung beim Spritzgießen | Adaptive Network Address Translation-Traversierung | Die Bedeutung von Compliance-Management-Systemen zur Sicherstellung einer integrieren Unternehmensführung | Hydrauliksystem eines Elektro-Radladers | Simulation of the convective drying process with automatic control of surface temperature | Konsolidierung von Natursteinmauerwerk durch Verfugung und Injektion | sowie: **Expertenprofile**

ISSN 1619-9812

AUSGABE 2012/2013

HTWG FORUM DAS FORSCHUNGSMAGAZIN DER HOCHSCHULE KONSTANZ

HOCHSCHULE KONSTANZ

VORWORT

Gunter Voigt, Vizepräsident Forschung

TECHNOLOGIETRANSFER: HYDRAULIKSYSTEM EINES ELEKTRO-RADLADERS

Uwe Kosiedowski, Michael Butsch, Dimitri Zimantovski

STUDIENANGEBOT

Bachelor- und Master-Studiengänge, Promotion

EXPERTEN

Expertenprofile der Professorinnen und Professoren

TECHNIK

AUSWAHL GEEIGNETER FUGEN- UND INJEKTIONSMÖRTEL FÜR DIE KONSOLIDIERUNG VON NATURSTEINMAUERWERK

Sylvia Stürmer, Janine Erfurth

SIMULATION OF THE CONVECTIVE DRYING PROCESS WITH AUTOMATIC CONTROL OF SURFACE TEMPERATURE

Anna Nuñez Vega, Barbara Sturm, Werner Hofacker

ONLINE-VISKOSITÄTSMESSUNG BEIM SPRITZGIESSEN

Carsten Manz, Christian Hogg

REGIONALE KLIMAFOLGEN FÜR DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IN BADEN-WÜRTTEMBERG – EINE MODELLGESTÜTZTE ANALYSE VON KONKURRIERENDEN WASSERNUTZUNGEN AM NECKAR

Benno Rothstein, Margret Johst

ADAPTIVE NAT-TRAVERSIERUNG

Alexander Diener, Oliver Haase, Jürgen Wäscher, Thomas Zink

WIRTSCHAFT

4 BPM@CLOUD-LAB – OPEN INNOVATION PLATFORM ZUR ENTWICKLUNG UND EVALUATION EINES AGILEN GESCHÄFTS-PROZESSMANAGEMENTS 60

Marco Mevius, Peter Wiedmann

6 DIE BEDEUTUNG VON COMPLIANCE-MANAGEMENT-SYSTEMEN ZUR SICHERSTELLUNG EINER INTEGRIEREN UNTERNEHMENS-FÜHRUNG 68

Christine Schweikert, Maximilian Jantz, Stephan Grüninger

HOCHSCHULE KONSTANZ

PROJEKTE 74

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, B. Troll + A. Selbach, A. Grützner + J. Flöter,
Titelfoto: 1. Träger des Landesforschungspreises Baden-Württemberg einer
Fachhochschule – Prof. Dr. habil. Josef Wieland

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 2012/2013;
Internetausgabe: ISSN 1611-3748

VORWORT

Prof. Dr. Gunter Voigt, Vizepräsident Forschung

Forschung an der Hochschule Konstanz ist auch im Jahr 2012 weiter erfolgreich. Professorinnen und Professoren engagieren sich in Antragstellung, Erarbeiten von Forschungsergebnissen, Führen von Nachwuchsforschern und Teams sowie der Publikation ihrer Ergebnisse in der Scientific Community. Die Forschung wird ermöglicht durch dieses Engagement und durch die finanzielle Förderung aus öffentlichen Mitteln und die direkte Unterstützung von Unternehmen im Bereich der Auftragsforschung. FORUM – Das Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz gibt einen Überblick über die Leistungsfähigkeit und stellt einige Beispiele aus dem breiten Spektrum der Arbeiten vor.

Die Hochschule Konstanz ist seit Oktober 2012 Mitglied der European University Association EUA. Unter den 862 Mitgliedshochschulen sind 23 deutsche Fachhochschulen vertreten, drei aus Baden-Württemberg. Die Aufnahme in die EUA ist vor Allem an den Nachweis von erfolgreicher Forschungstätigkeit gebunden, der durch die deutsche Hochschulrektorenkonferenz – HRK der Hochschule Konstanz bestätigt wurde. Die Hochschule Konstanz sieht sich durch die erfolgreiche Beurteilung des Aufnahmeantrags in ihren Forschungsbemühungen bestätigt.

Das bereits im letzten Jahr eingerichtete Kooperative Promotionskolleg der Hochschule Konstanz kann gute Erfolge aufweisen. Doktoranden aus unterschiedlichen Disziplinen und unterschiedlichen beruflichen Situationen tauschen sich aus und nutzen ein spezifisches Lehrangebot. Vertreten sind akademische Mitarbeiter der Hochschule ebenso wie berufsbegleitend forschende Nachwuchswissenschaftler.

Als weiteres Institut der Hochschule wurde KIPS eingerichtet – Konstanz Institut für Prozesssteuerung. Der Brückenschlag zwischen der Gestaltung von neuen, effizienten Prozessen und der Implementierung von korrespondierenden IT-Services bzw. deren strategische Steuerung über alle relevanten Ebenen hinweg ist das erklärte Ziel der KIPS-Aktivitäten in Forschung und Lehre. Aktuelle strategische Forschungsthemen in diesem Rahmen sind u.a. Schatten IT, Process Cloud und Green and Lean Processes.

Hochschulen sehen sich nicht nur bei der Akquisition von Forschungsdrittmitteln im Wettbewerb, sondern auch bei der Gewinnung von Forschern. Für die Hochschule Konstanz heißt dies, dass wir erfolgreiche Professoren von anderen Hochschulen gewinnen können, aber auch einzelne Kollegen an Universitäten verlieren, an denen sie trotz unserer internen Förderbemühungen deutlich bessere Rahmenbedingungen für ihre Forschungsarbeiten vorfinden. Wir bedauern jeden einzelnen Verlust, hoffen jedoch auf weiter guten Kontakt und wünschen den Weggehenden, ihre Erfolge weiter ausbauen zu können.

Die öffentliche Förderung von Forschung hat sich im Jahr 2012 gewandelt. Insbesondere ergaben sich in den Förderprogrammen des BMBF einige deutliche Änderungen. Die Neuausrichtung der Förderlinien für Forschung an Fachhochschulen bewirkte eine Erhöhung der Zahl unserer gestellten Anträge. Die Auswirkung auf Erfolgswahrscheinlichkeiten sowie mögliche Modifikationen in der Projektabwicklung werden zu beobachten sein. Die eingeführte Programmpauschale nutzt die Hochschule Konstanz zur strukturellen Verbesserung von Forschungsrahmenbedingungen.

Ich wünsche den Lesern eine interessante Lektüre und Anregungen für mögliche Forschungsk Kooperationen. Den Unternehmen, die FORUM durch ihre Inserate finanzieren, danke ich ganz ausdrücklich für ihre Unterstützung.

WIR SUCHEN HOCHSCHULABSOLVENTEN/ -ABSOLVENTINNEN



Astrium ist das führende europäische Unternehmen für Weltraumsysteme und -technik und die Nummer drei weltweit. Im Jahr 2011 erreichte Astrium einen Umsatz von knapp 5 Milliarden Euro und beschäftigte weltweit 18.000 Mitarbeiter. Das Unternehmen hat seine Hauptstandorte in Frankreich, Deutschland, Großbritannien, Spanien und den Niederlanden.

Als einziges Unternehmen in Europa deckt Astrium die gesamte Palette von zivilen und militärischen Raumfahrtssystemen und Dienstleistungen ab.

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 umfassende, stationäre und mobile End-to-End-Lösungen für sichere und kommerzielle Satellitenkommunikation und Netzwerke, Ausrüstungen und Systeme für Hochsicherheits- und kommerzielle Satellitenkommunikation sowie maßgeschneiderte Produkte und Dienstleistungen im Bereich Geo-Information weltweit.

Astrium ist eine hundertprozentige Tochtergesellschaft der EADS, ein weltweit führendes Unternehmen der Luft- und Raumfahrt, im Verteidigungsgeschäft und den dazugehörigen Dienstleistungen mit einem Umsatz von 49,1 Milliarden Euro im Jahr 2011 und mehr als 133.000 Mitarbeitern. Zu EADS gehören die Divisionen Airbus, Astrium, Cassidian und Eurocopter.

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>

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



Astrium GmbH
Personalabteilung
88039 Friedrichshafen

www.astrium.eads.net

All the space you need



AN EADS COMPANY

TECHNOLOGIETRANSFER: HYDRAULIKSYSTEM EINES ELEKTRO-RADLADERS

Uwe Kosiedowski, Michael Butsch, Dimitri Zimantovski



**Prof. Dr.-Ing.
Uwe Kosiedowski**

vertritt an der HTWG
Konstanz seit 2007 das Fach-

gebiet Mechatronik. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Modellbildung, Simulation und Regelung mechatronischer Systeme, insbesondere im Bereich der Fahrzeugtechnik.



Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch

Leiter des Kfz-Labors mit
Schwerpunkt Fahrzeug-
getriebe.



M. Eng. Dimitri Zimantovski

hat sein Masterstudium
Mechatronik im Oktober
2011 an der HTWG Konstanz

erfolgreich abgeschlossen und seitdem ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Dr.-Ing. Kosiedowski im Forschungsprojekt „Emissionsarmer Radlader“ beschäftigt.

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF im Rahmen des Förderprogramms „Forschung an Fachhochschulen“ Förderrunde „Ingenieur-nachwuchs“ 2011 (Maschinenbau)

1 EINLEITUNG

Insbesondere in städtischen Gebieten sind die Menschen hohen Lärmbelastungen ausgesetzt. Die Lärmreduzierung ist ein wesentlicher Faktor für die Verbesserung der Lebensqualität und die Vermeidung stressbedingter Erkrankungen von Stadtbewohnern. Da der Straßenverkehr einer der Hauptursachen für diese Lärmbelastung darstellt, setzt das beantragte Projekt in diesem Bereich an.

Mobile Radlader sind aktuell durchgängig mit Dieselmotoren und hydraulischen Komponenten ausgestattet. Diese Motoren belasten die Umgebung mit Abgasen und einem hohen Schallpegel. Für ein Fahrzeug vom Typ KramerAllrad Minilader 350, auf dem das vorliegende Projekt aufbaut, liegt die Herstellerangabe bei 101 dB (A).

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Emissionsarmer Elektro-Radlader“ soll die Elektrifizierung eines Radladers durchgeführt werden. Dafür wird der konventionell angetriebene Radlader auf elektrische Antriebe umgerüstet, so dass neue Potenziale zur Energieeinsparung und Emissionsminderung entstehen. Darüber hinaus öffnet die Elektrifizierung dem Radlader auch neue Anwendungsgebiete, wie z.B. in geschlossenen Räumen oder im Umfeld von besonders lärmsensiblen Einrichtungen wie Krankenhäusern, Sanatorien oder Hotels.



ABB. 1: Emissionsarmer Radlader [1]

Im Rahmen dieser Veröffentlichung wird der aktuelle Stand der Entwicklung und Umsetzung der Elektrifizierung des Hydrauliksystems eines Elektro-Radladers berichtet.

2 AUFBAU DES HYDRAULIKSYSTEMS

In konventionellen Radladern der betrachteten Größenklasse werden die Fahr-antriebe, die Ladeanlage und die Allradlenkung hydraulisch betätigt. Ein Dieselmotor treibt die Hydraulikpumpen an, die den erforderlichen Volumenstrom zur Verfügung stellen.

Im Gegensatz dazu verzichtet der im Projekt entwickelte Emissionsarme Radlader auf den Dieselmotor und wird vollständig elektrisch angetrieben. Die hydrostatischen Fahr-antriebe werden durch effiziente, dynamische Radnabenelektromotoren in Form von permanent erregten Synchronmaschinen ersetzt. Die elektrische Energie stellt ein Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator zur Verfügung.

Wegen der erforderlichen hohen Kraft-dichte werden die Hydraulikzylinder an der Ladeanlage beibehalten. Eine Außen-zahnradpumpe, die ebenfalls von einer permanent erregten Synchronmaschine angetrieben wird, liefert die hydraulische Energie für die Arbeitshydraulik, die das Heben, Senken und Kippen der Schaufel bewerkstelligt.

Die Bestandteile der Arbeitshydraulik des konventionellen Serienfahrzeugs sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Zahnradpumpe saugt das Hydrauliköl aus dem Öltank an und fördert es zum Prioritätsventil. Das Prioritätsventil hat die Aufgabe, die hydraulische Allradlenkung mit Öl zu versorgen, wenn ein Lenkmoment aufgebracht werden muss. Derjenige Volumenstrom, der nicht für die Lenkung benötigt wird, fließt in den Steuerblock und steht für die Arbeitshydraulik zur Verfügung. Durch eine Betätigung des Steuerhebels wird das Öl zum Hub bzw. Kippzylinder geleitet. Der nicht benötigte Volumenstrom fließt vom Steuerblock in den Tank zurück.



ABB. 2: Aufbau der Arbeitshydraulik [2]

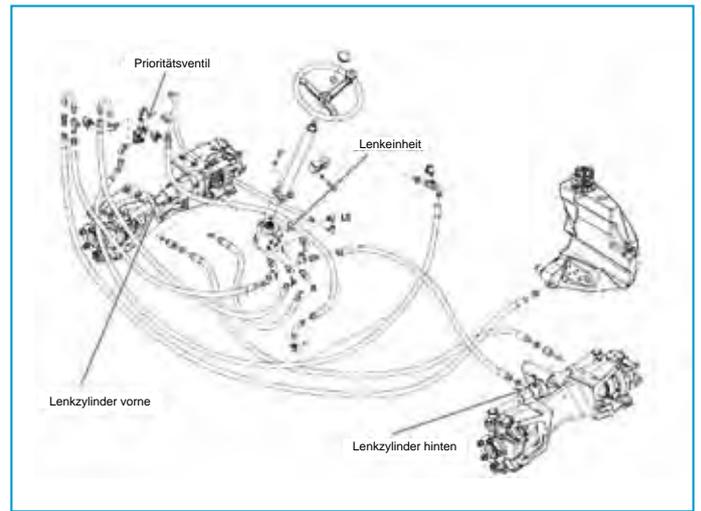


ABB. 3: Lageplan der hydraulischen Allradlenkung [2]

Im Rahmen einer zweiten Ausbaustufe soll die hydraulische Lenkung durch eine elektromechanische Lenkung ersetzt werden. In der aktuellen ersten Ausbaustufe wird die vorhandene hydraulische Lenkung weiter verwendet. Sie wird ebenfalls gespeist von der Zahnradpumpe der Arbeitshydraulik.

Die Bestandteile der hydraulischen Allradlenkung des konventionellen Serienfahrzeugs sind in Abbildung 3 dargestellt. Der Lenkungskreislauf ist als Load-Sensing-System aufgebaut. Er wird nur dann mit Volumenstrom versorgt, wenn ein Lenkmoment aufgebracht werden muss. Die Steuereinheit für diese Aufteilung des Volumenstroms befindet sich im Prioritätsventil, das in Abbildung 4 zu sehen ist.

Wenn der Fahrer am Lenkrad ein Moment aufbringt, wird in der Lenkeinheit, die in Abbildung 5 dargestellt ist, ein Steuerdruck aufgebaut. Eine Steuerleitung lei-

tet den Steuerdruck an den Steuereingang des Prioritätsventils. Dort bewirkt der Steuerdruck, dass die Lenkung den erforderlichen Volumenstrom erhält, während der restliche von der Pumpe geförderte Volumenstrom in den Kreislauf der Arbeitshydraulik geleitet wird.

3 BEDARFGESTEUERTER ANTRIEB DER HYDRAULIKPUMPE

Im Hinblick auf eine möglichst lange Arbeitszeit pro Batterieladung wurde bei der Konzeption des Elektro-Radladers stark auf eine effiziente Nutzung der elektrischen Energie geachtet. Ein wesentliches Einsparpotenzial ergibt sich dadurch, dass die Hydraulikpumpe nicht, wie bei konventionellen Fahrzeugen mit Dieselmotor, permanent angetrieben wird.

Zur Effizienzsteigerung beim Betrieb der Hydraulikanlage ist eine bedarfsorien-

tierte Bereitstellung des Volumenstroms vorgesehen. Die Zahnradpumpe für die Arbeitshydraulik und die Lenkung wird nur dann angetrieben, wenn hydraulische Leistung benötigt wird. Der geförderte Volumenstrom hängt von der Drehzahl der Pumpe ab und soll möglichst exakt dem benötigten Volumenstrom entsprechen. Daher wird die Drehzahl des elektrischen Pumpenantriebs von einem Mikrocontrolsystem, im Projekt als Hydrocontroller bezeichnet, entsprechend dem erforderlichen Volumenstrom geregelt. Ein Absteuern oder Zirkulieren eines nicht benötigten Volumenstroms wird damit vermieden.

3.1 Informationsnetzwerk und Datenfluss

Abbildung 6 zeigt den Informationsfluss des bedarfsgesteuerten Hydrauliksystems. Zwei Linearpotentiometer, die

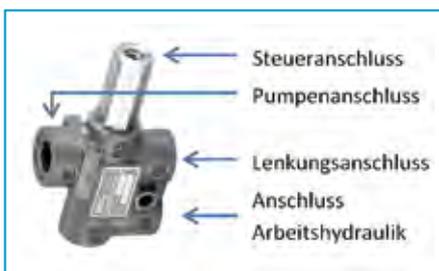


ABB. 4: Prioritätsventil [3]

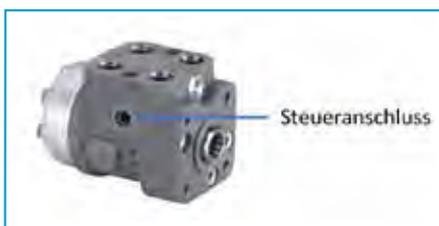


ABB. 5: Lenkeinheit [3]

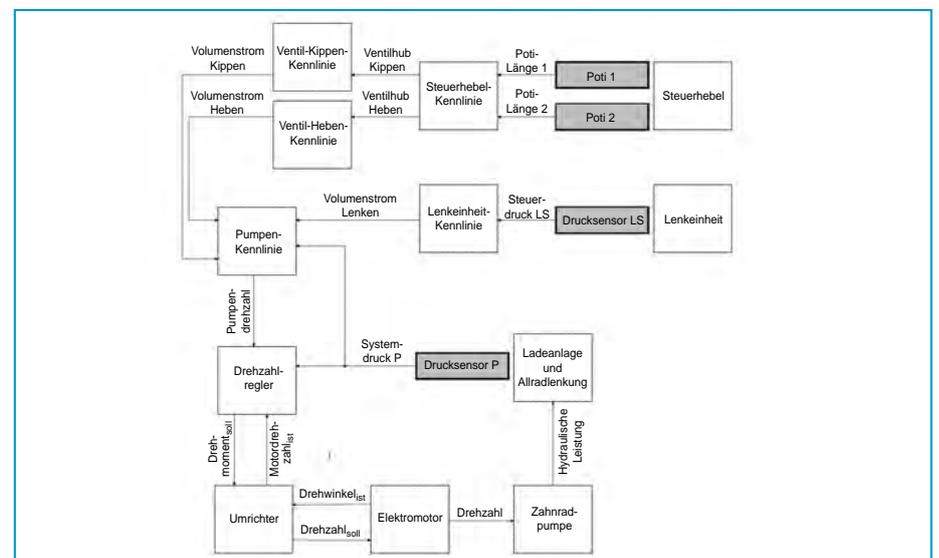


ABB. 6: Informationsfluss des bedarfsgesteuerten Pumpenantriebs

mechanisch mit dem Steuerhebel verbunden sind, liefern Spannungen in Abhängigkeit von der Position des Steuerhebels. Mit Hilfe eines Kennfeldes berechnet ein Mikrocontrollersistem daraus die Ventilhube der Steuerventile. Auf dieser Basis lassen sich mit Hilfe der Ventilkennlinien die zum Kippen und Heben benötigten Volumenströme berechnen.

Da die vollhydraulische Allradlenkung von der gleichen Pumpe versorgt wird wie die Arbeitshydraulik, ist es erforderlich, den zum Lenken notwendigen Volumenstrom ebenfalls zu berücksichtigen. Wenn der Baumaschinenführer das Lenkrad dreht, entsteht in der Lenkeinheit ein Steuerdruck, proportional zum benötigten Lenkmoment. Das Prioritätsventil leitet den entsprechenden Volumenstrom in die hydraulische Lenkung. Damit kann vom Steuerdruck auf den Volumenstrom geschlossen werden, der für die hydraulische Lenkung benötigt wird.

Auf der Grundlage der beiden erforderlichen Volumenströme für die Arbeitshydraulik und die hydraulische Lenkung bestimmt der Hydrocontroller mit Hilfe der Pumpenkennlinie und des Drucks im System die notwendige Pumpendrehzahl, die gleichzeitig den Sollwert für die Drehzahlregelung des elektrischen Pumpenantriebs darstellt.

Der Drehzahlregler des elektrischen Antriebs der Hydraulikpumpe erhält den Drehzahlwert als Prozessdatenobjekt (PDO) über die CANopen-Schnittstelle des Umrichters. Auf gleichem Weg gibt er dem Umrichter einen Sollwert für das Drehmoment als Stellgröße vor. Der Umrichter legt an den Synchronmotor eine für den Rotorwinkel geeignete Spannung an, durch die sich die gewünschten Ströme ergeben und damit das vorgegebene Drehmoment einstellt.

3.2 Signalerfassung

Die Bedienung der Ladeanlage erfolgt über einen Steuerhebel, der die Ventile des Steuerblocks betätigt. Zur Berechnung des

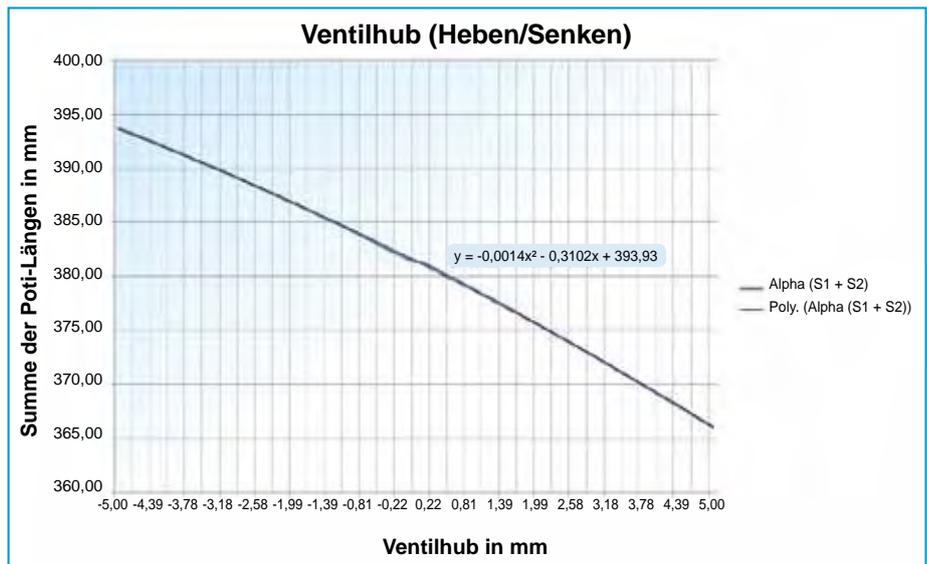


ABB. 8: Bestimmung des Steuerventilhubes zum Heben der Schaufel [4]

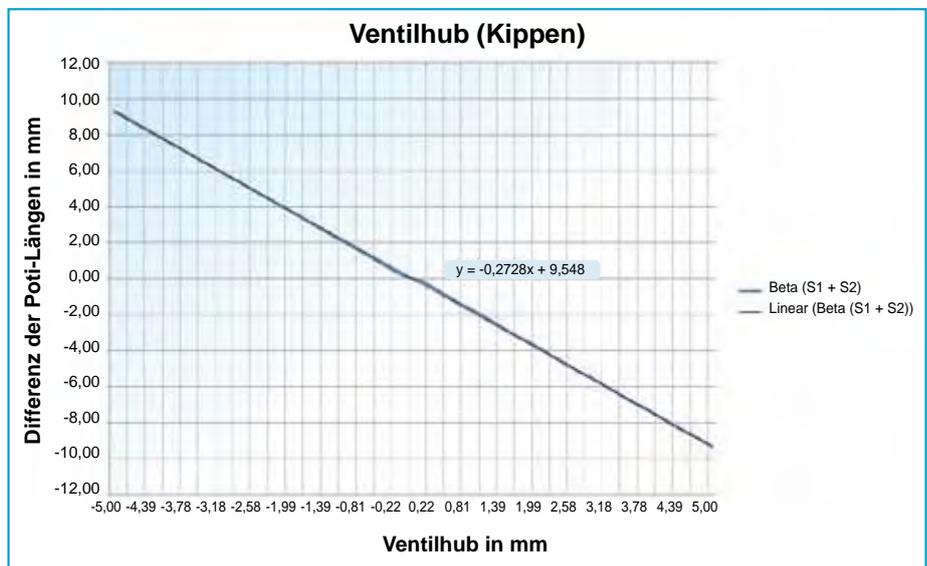


ABB. 9: Bestimmung des Steuerventilhubes zum Kippen der Schaufel [4]

erforderlichen Volumenstroms muss die Position des Steuerhebels bzw. der Ventilhub der Steuerventile gemessen werden. Zur Erfassung des Ventilhubes der Steuerventile kommen zwei lineare Potentiometer zum Einsatz, die in Abbildung 7 zu sehen sind.

Aus der Längenänderung der linearen Potentiometer lassen sich die Ventilhube bestimmen. In Abbildung 8 ist die Kennlinie des Steuerventils für das Heben der Schaufel abgebildet, während Abbildung 9 die Kennlinie des Steuerventils zum Kippen der Schaufel zeigt.

Für regelungstechnische Aufgaben ist die Erfassung des Drucks im Hydrauliksystem von großer Bedeutung. Zum einen erfolgt eine Abstimmung der Drehzahlregelung des Pumpenantriebes und zum



ABB. 7: Sensoren zur Erfassung des Ventilhubes der Steuerventile [Quelle]

anderen soll der Bedarf der in der ersten Projektphase verwendeten hydraulischen Lenkung erkannt werden.

3.3 Regelung des elektrohydraulischen Antriebes

Die Regelung von elektrohydraulischen Antriebssystemen stellt, aufgrund der systeminhärenten Nichtlinearitäten, beson-

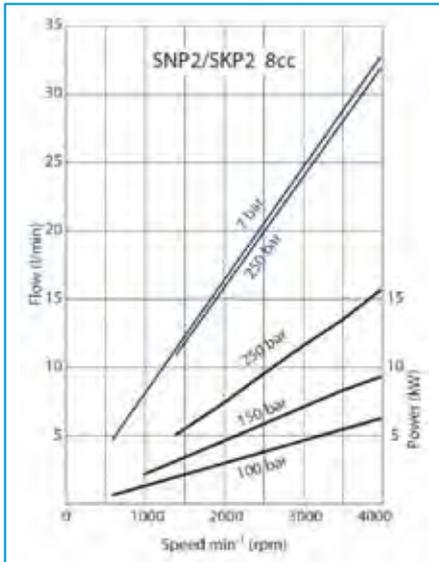


ABB. 10: Kennlinie der Hydraulikpumpe [5]



ABB. 12: Vergleich der Sprungantworten des Drehzahlregelkreises mit optimierten Reglerparametern für niedrigen Systemdruck

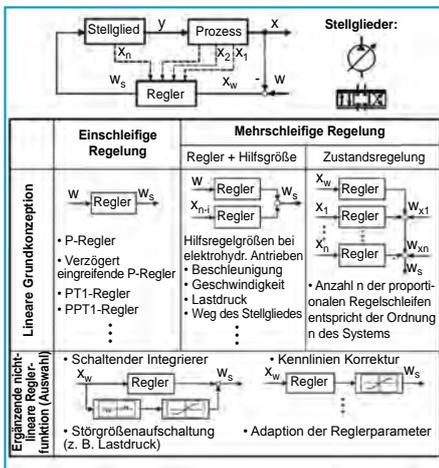


ABB. 11: Höhere Regelungskonzepte für elektrohydraulische Servoantriebe [6, 7]

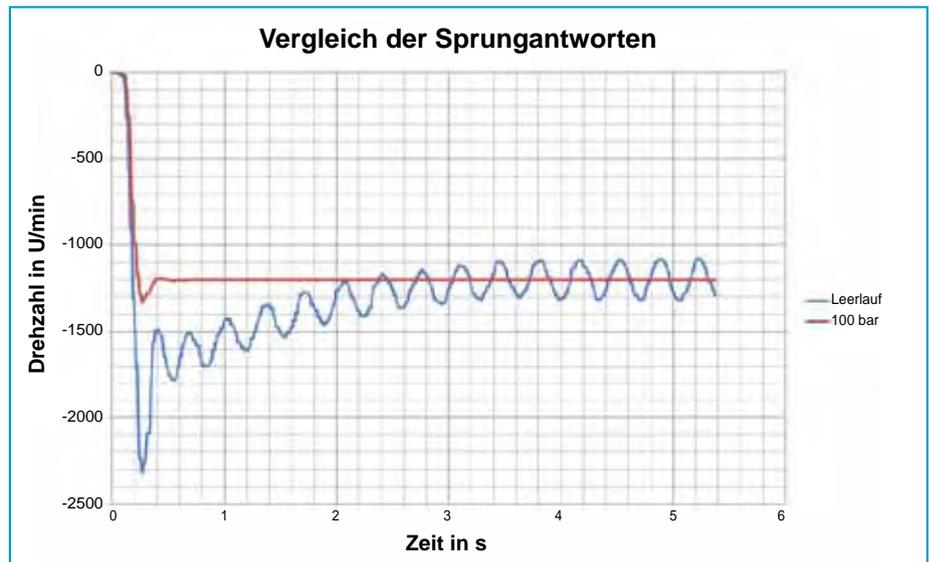


ABB. 13: Vergleich der Sprungantworten des Drehzahlregelkreises mit optimierten Reglerparametern für hohen Systemdruck (100 bar)

dere Anforderungen an das Regelkonzept. Abbildung 11 zeigt höhere Regelungskonzepte für elektrohydraulische Servoantriebe [6, 7]. Der zentrale Gedanke besteht in der Ergänzung des linearen Grundkonzepts durch zusätzliche nichtlineare Funktionen.

Zur Vermeidung unnötiger Verluste wird die Hydraulikpumpe bedarfsgesteuert angetrieben. Dadurch kann es im Extremfall passieren, dass im Stillstand der Pumpe der Steuerhebel stark ausgelenkt wird und die Pumpe für eine ausreichende Versorgung der Anlage mit der nötigen hydraulischen Energie in kürzester Zeit auf ihre Nenndrehzahl gebracht werden muss. Dieser Fall stellt hohe Anforderungen an die Drehzahlregelung der Synchronmaschine, die die Hydraulikpumpe antreibt.

In einem ersten Ansatz wurde für die Drehzahlregelung des elektrischen Antriebs der Hydraulikpumpe ein PI-Regler vorgesehen. Der Umrichter arbeitet mit einer feldorientierten Regelung und verfügt über Regelkreise für den flussbildenden und den momentbildenden Strom. Aus der Sicht des Drehzahlreglers handelt es sich dabei um unterlagerte Regelkreise, so dass sich insgesamt eine zweistufige kaskadierte Struktur ergibt.

Die Sprungantwort des geschlossenen Regelkreises des elektrischen Antriebs der Hydraulikpumpe zeigt eine deutliche Abhängigkeit des dynamischen Verhaltens vom Systemdruck am Ausgang der Pumpe. Durch eine Optimierung der Reglerparameter auf den jeweiligen Arbeitspunkt

lässt sich in den relevanten Arbeitspunkten gemäß Abbildung 12 und Abbildung 13 ein insgesamt vergleichbares dynamisches Verhalten erreichen.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wird für den Drehzahlregler der Ansatz eines Reglers mit einer druckabhängigen Adaption der Reglerparameter gemäß Abbildung 14 vorgesehen.

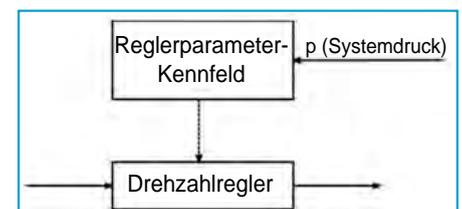


ABB. 14: Drehzahlregler mit druckabhängiger Adaption der Reglerparameter

Der Umrichter ermöglicht den Betrieb der permanent erregten Synchronmaschine in allen vier Quadranten. Er verfügt intern bereits über zeitdiskrete Regler zur Momenten- bzw. Drehzahlregelung des angeschlossenen Antriebs. Für die Kommunikation mit anderen Systemkomponenten steht eine CAN-Bus-Schnittstelle zur Verfügung. Der Nachrichtenaustausch erfolgt nach dem CANopen-Protokoll über Prozessdatenobjekte (PDOs).

Die beschriebene druckabhängige Adaption der Parameter des Drehzahlreglers ist mit dem internen Drehzahlregler des Umrichters nicht zu realisieren. Eine Änderung seiner Reglerparameter ist zwar über Servicedatenobjekte möglich. Die geringe Priorität dieser Objekte lässt jedoch die Adaption der Parameter in Echtzeit bei laufendem Betrieb nicht zu.

Aus diesem Grund wurde die adaptive Drehzahlregelung in den Hydrocontroller verlagert. Der Drehzahlregler schickt seine Stellgröße, wie in Abbildung 15 dargestellt, als PDO in Form des Sollwerts für das Drehmoment über den CAN-Bus an den Umrichter. Der Umrichter wird in diesem Fall im drehmomentgeregelten Modus mit fest eingestellten Reglerparametern betrieben.

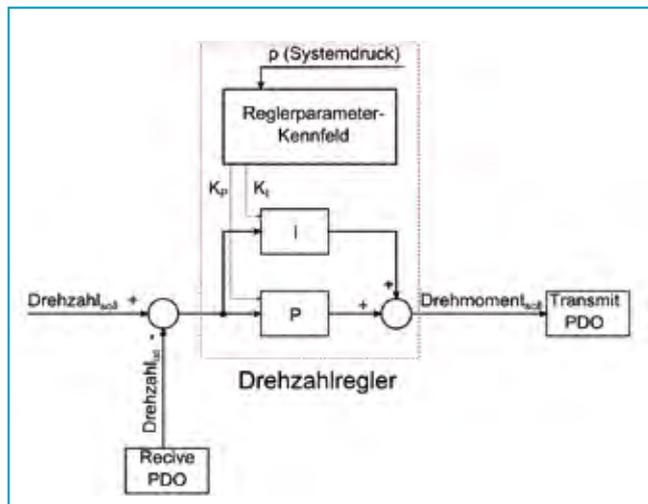


ABB. 15: Drehzahlregler

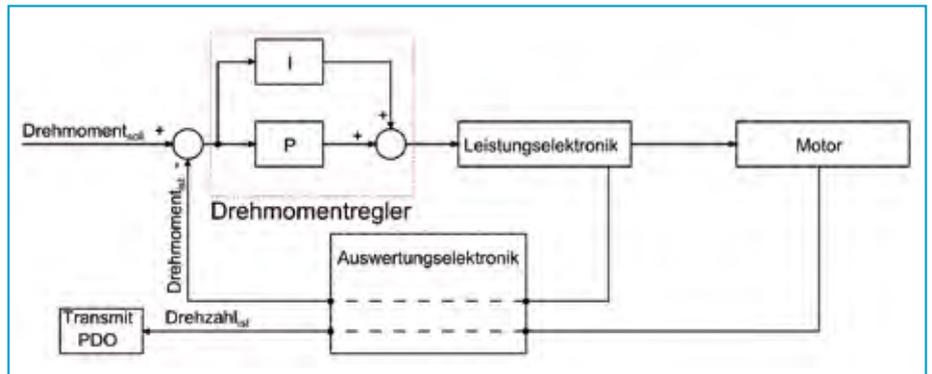


ABB. 16: Drehmomentregler

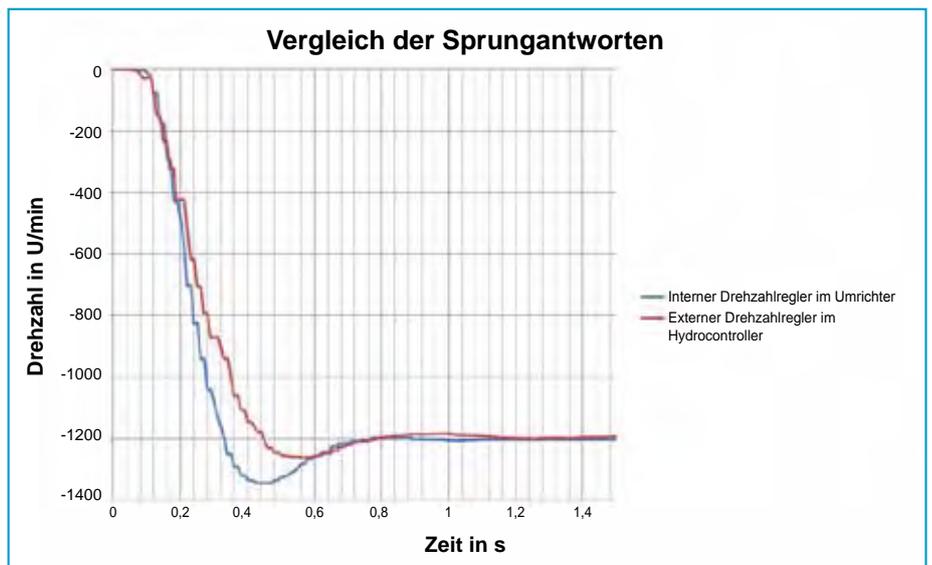


ABB. 17: Vergleich der Sprungantworten des Drehzahlregelkreises mit Drehzahlregler im Hydrocontroller und im Umrichter

Für die feldorientierte Regelung benötigt der Umrichter das Signal eines Positionssensors, der im Synchronmotor eingebaut ist. Daraus berechnet der Umrichter die Motordrehzahl und sendet sie als Drehzahlwert in Form einer PDO über den CAN-Bus an den Hydrocontroller bzw. den Drehzahlregler zurück.

Durch die Übertragung der Stellgröße des Drehzahlreglers und den Drehzahlwert als PDOs über einen CAN-Bus entstehen Totzeiten im Regelkreis, die als Phasenverschiebungen das dynamische Verhalten beeinträchtigen. Weil im Betrieb nur zwei PDOs verwendet werden, ist die Buslast sehr gering. Die Totzeit einer Da-

tenübertragung kann mit guter Näherung mit einem Wert von 10 Millisekunden als deterministisch angesehen werden. Praktische Versuche haben gezeigt, dass die Auswirkung dieser Totzeit auf das dynamische Verhalten des Drehzahlregelkreises zwar vorhanden ist, wie in Abbildung 17 zu sehen ist, aber, insbesondere vor dem Hintergrund der dadurch ermöglichten Adaption, als tolerierbar angesehen werden kann.

4 KÜHLUNG DES HYDRAULIKSYSTEMS

Die im Hydrauliksystem des Radladers entstehenden Verluste erwärmen das Hydrauliköl. Zur Dimensionierung des erforderlichen Kühlers wurden die folgenden Berechnungen durchgeführt.

Die Verlustleistung einer Hydraulikanlage entspricht in etwa 30 % der hydraulischen Leistung und lässt sich somit wie folgt berechnen (230 bar entsprechen dem maximalen Betriebsdruck):

$$P_{\text{verluste}} = 0,3 \cdot \Delta p_p \cdot \dot{V} = 230 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 20 \text{ l/min} = 2300 \text{ W} \quad [1]$$

mit

Δp_p Druckverlust in der Anlage

\dot{V} Fördervolumenstrom der Pumpe

Da es sich um eine Verdrängungspumpe handelt, entspricht der Druckverlust dem von der Pumpe aufgebauten Druck, dessen höchster Wert durch das Druckbegrenzungsventil bestimmt wird. Die zur Erwärmung des Öls erforderliche Leistung lässt sich wie folgt berechnen:

$$\dot{Q} = c_p \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{\text{öl}} \quad [2]$$

$$\Delta T_{\text{öl}} = \frac{0,3 \cdot \Delta p}{c_p \cdot \rho} = \frac{0,3 \cdot 230 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}{2000 \text{ J/K} \cdot \text{kg} \cdot 900 \text{ kg/m}^3} = 3,8 \text{ K} \quad [3]$$

$\Delta p = 230 \text{ bar}$ Maximaler Betriebsdruck

$c_p = 2000 \text{ J/K} \cdot \text{kg}$ spezifische Wärmekapazität des Hydrauliköls

$\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ Dichte des Hydrauliköls

$\dot{V} = 20 \text{ l/min}$ Durchfluss

$T_L = 25 \text{ °C}$ Lufttemperatur

Aus dem Kühlerdiagramm in Abbildung 19 kann man den charakteristischen Wert für die Güte des Kühlers in $\text{kW}/\text{°C}$ entnehmen. Die Bedeutung des Wertes wird anhand der nächsten Gleichung veranschaulicht. Die in Folge einer erzwungenen Konvektion abgeführte Wärme lässt sich aus der folgenden Gleichung berechnen:

$$\dot{Q} = \alpha \cdot A \cdot \Delta T = \alpha \cdot A \cdot \left(\frac{T_{\text{ein}} + T_{\text{aus}}}{2} - T_L \right) \quad [4]$$

So entspricht dieser charakteristische Wert dem Quotienten aus dem Wärmestrom und der Temperaturdifferenz:

V	Hz	kW	A	rpm	Ø Fan	dB (A)	(m³/h)
12 DC	/	0,09	6,1	3100	225	72	880

ABB. 18: Technische Daten des verwendeten Kühlers

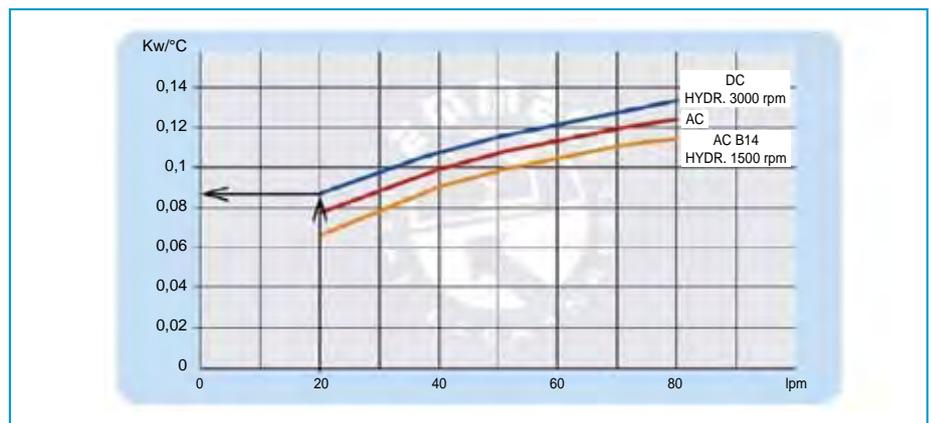


ABB. 19: Kühler-Diagramm

Mit

$\frac{T_{\text{ein}} + T_{\text{aus}}}{2}$ mittlere Öltemperatur im Kühler

T_{ein} Öleintrittstemperatur

T_{aus} Ölaustrittstemperatur

T_L Lufttemperatur

α Wärmeübergangszahl

A Oberfläche des Kühlers

$$T_{\text{ein}} = \frac{P_{\text{verluste}}}{0,09 \text{ kW/°C}} + \frac{\Delta T_{\text{öl}}}{2} + T_L = 52,4 \text{ °C} \quad [8]$$

$$T_{\text{aus}} = 48,6 \text{ °C}$$

Die Berechnung wurde für denjenigen Fall durchgeführt, in dem die Wärmeabgabe nur im Kühler stattfindet. Tatsächlich erfolgt die Wärmeabgabe in allen Komponenten der Hydraulikanlage in Form von Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Konvektion. Als Konsequenz für den Kühler gilt, dass der Lüfter nur gelegentlich anspringen wird. Abbildung 20 zeigt den

Im Beharrungszustand entspricht die vom Kühler abgeführte Wärmeleistung der zugeführten Verlustleistung, wodurch eine konstante Öltemperatur im Tank erreicht wird. Daraus folgt, dass die Öltemperatur im Kühler um $\Delta T_{\text{öl}}$ abgesenkt wird.

$$\Delta T_{\text{öl}} = T_{\text{ein}} - T_{\text{aus}} \quad [5]$$

Daraus folgt

$$T_{\text{aus}} = T_{\text{ein}} - \Delta T_{\text{öl}} \quad [6]$$

$$\frac{\dot{Q}}{\Delta T} = \frac{P_{\text{verluste}}}{\left(\frac{T_{\text{ein}} + T_{\text{ein}} - \Delta T_{\text{öl}}}{2} - T_L \right)} = 0,09 \text{ kW/°C} \quad [7]$$



ABB. 20: Hydraulikkühler am Elektro-Radlader

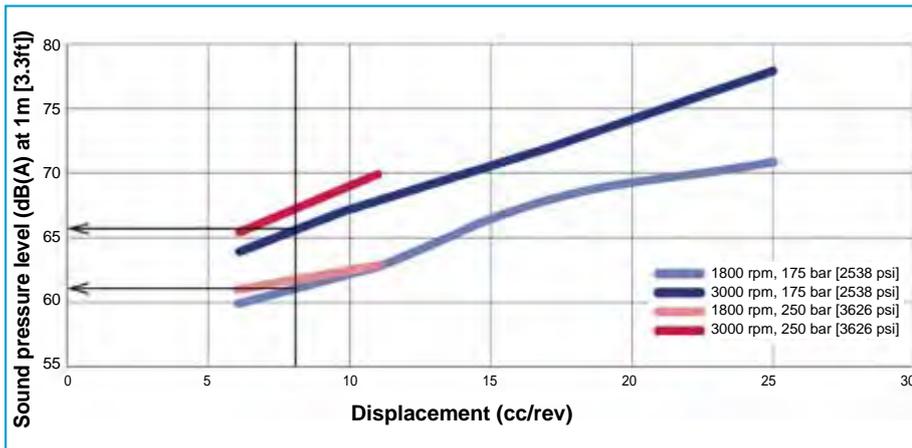


ABB. 21: Herstellerangaben zum Schalldruckpegel der Zahnradpumpe (SNP2 von Sauer Danfoss) im konventionellen Radlader [5]

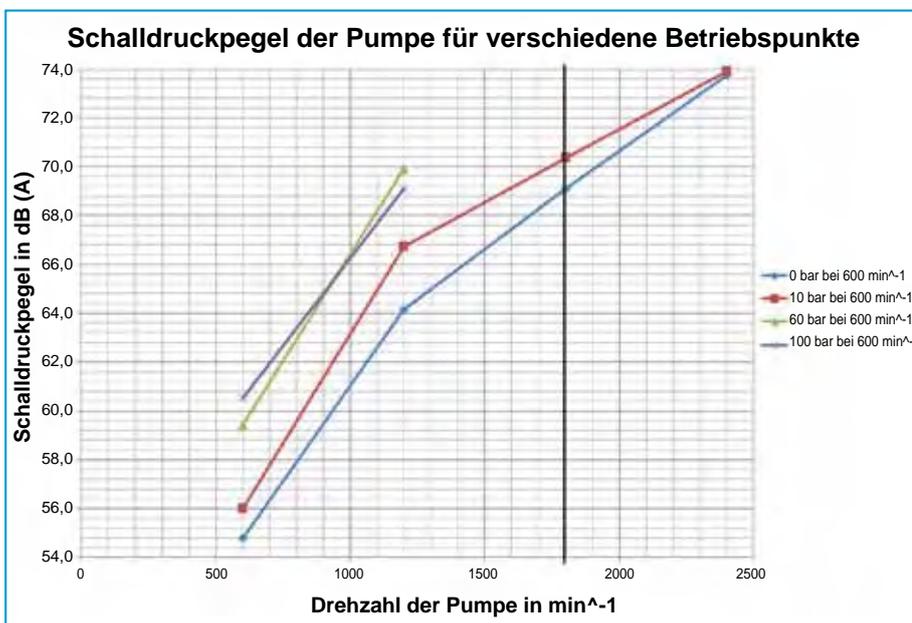


ABB. 22: Schalldruckpegel der Zahnradpumpe des konventionellen Radladers

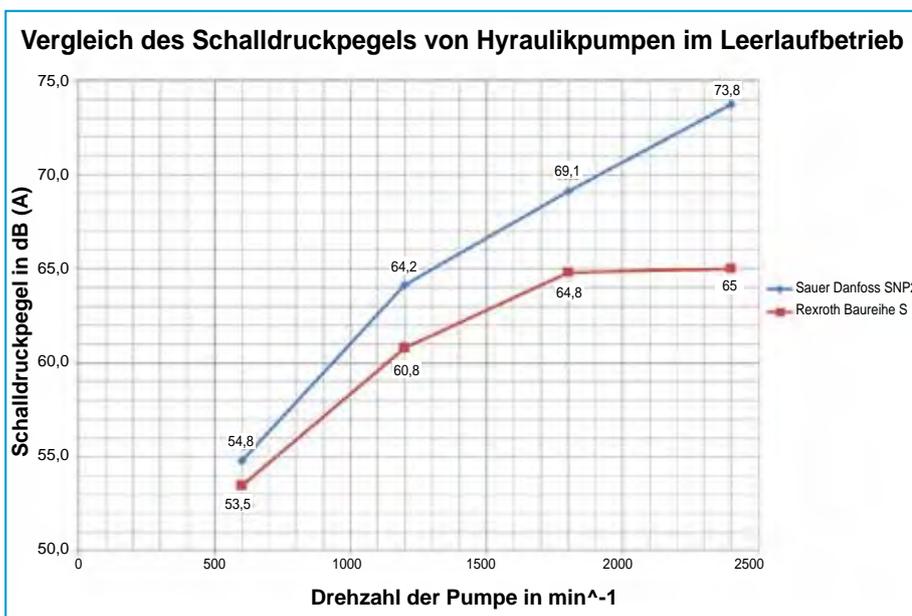


ABB. 24: Vergleich des Schalldruckpegels von den Pumpen

angeschlossenen und eingebauten Kühler am Elektro-Radlader.

5 GERÄUSCHEMISSION

In einem konventionellen Radlader stellt der Dieselmotor die dominante Quelle für Schallemissionen dar. Das Geräusch der Zahnradpumpe spielt dagegen eine untergeordnete Rolle. Abbildung 21 bestätigt, dass der Geräuschpegel der Pumpe deutlich unter dem Geräuschpegel des Gesamtfahrzeugs liegt, der in den technischen Daten des Herstellers mit 101 dB (A) angegeben wird.

Ohne Dieselmotor dominieren dagegen die Schallemissionen der Zahnradpumpe. Im Rahmen der Erstinbetriebnahme der Hydraulikanlage des Emissionsarmen Elektroladlers entstand der Eindruck, dass die Zahnradpumpe des konventionellen Radladers wegen des hohen Geräuschpegels nicht geeignet ist.

Zur Bestätigung des subjektiven Empfindens wurde eine Messung des A-gewichteten Schalldruckpegels L_{pA} durchgeführt. Diese Messung ist die Grundlage für einen quantitativen Vergleich der Hydraulikpumpen, die für die Anwendung im Emissionsarmen Elektroladler in Frage kommen. Es handelt sich dabei nicht um die Geräuschemissionen der Hydraulikpumpe nach DIN 45635 Teil 26.

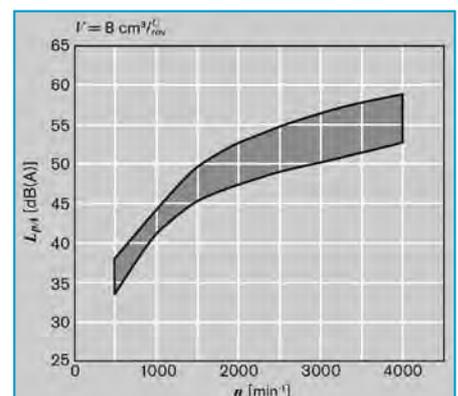


ABB. 23: Schalldruckpegel der Pumpe von Rexroth [8]

Abbildung 22 zeigt die Messung der Geräuschemission der im konventionellen Radlader eingebauten Zahnradpumpe SNP 2 von Sauer Danfoss.

Die Suche nach einer baugleichen emissionsärmeren Pumpe führte zur Baureihe S der Fa. Rexroth. Abbildung 23 zeigt die Datenblattangaben zum Schalldruck, die deutlich unter den Herstellerangaben der ursprünglichen Zahnradpumpe liegen.

Abbildung 24 zeigt die Messungen der Schalldruckpegel der beiden Pumpen im eingebauten Zustand im direkten Vergleich.

Im nächsten Schritt sind zusätzliche Maßnahmen zur weiteren Reduzierung des Geräuschpegels vorgesehen. Durch das Anbringen von geräuschkämmenden Materialien an den Wänden im Bauraum der Pumpe soll eine weitere Verringerung der direkt von der Pumpe abgestrahlten Luftschallemissionen erreicht werden.

Darüber hinaus ist geplant, die Übertragung des Körperschalls der Pumpe auf andere Bauteile, die ihn dann als Luftschall emittieren, zu verringern. Ein Ansatz dafür kann eine elastische Kupplung zwischen dem Antriebsmotor und der Pumpe sein. Allerdings wird sich diese Kupplung nachteilig auf das Regelverhalten des elektrischen Antriebs der Hydraulikpumpe auswirken. Daher werden weitere Optimierungen in diesem Bereich erforderlich sein.

Ölstromverstärker, Datenblatt DKMH.PN.210.A1.03.520Lo689. Rev.A 05.2004.

[4] Waggershausen, F.; Martin, T.: Entwicklung eines Hydrocontrollers für Elektro-Radlader. Konstanz, HTWG, unveröffentlichte Projektarbeit, 2012.

[5] Sauer Danfoss GmbH & Co.OHG: Technical Information Group 2 Gear Pumps, Datenblatt DKMH.PN.620.B1.02 520Lo560 Rev. A 04/2003.

[6] Anders, P.: Auswirkungen der Mikroelektronik auf die Regelungskonzepte fluidtechnischer Systeme und der Einsatz von Personalcomputern als Auslegungswerkzeug, Dissertation RWTH Aachen, 1986.

[7] Helduser, S.: Elektrohydraulische Antriebe in Maschinen mit Rechnersteuerung, O+P „Ölhydraulik und Pneumatik“ 39 (1989) Nr. 3.

[8] Rexroth Bosch Group: Außenzahnradpumpe Baureihe S, Datenblatt RD 10 095/02.12.

LITERATURVERZEICHNIS

[1] Wacker Neuson

(<http://www.neusonkramer.com>).

[2] Kramer-Werke GmbH: Service Handbuch Radlader 250/350, Überlingen, 2008.

[3] Sauer Danfoss GmbH & Co.OHG: Technische Information OSPB, OSPC, OSPF, OSPD, OSPQ, OSPL, Load-Sensing (LS) Lenkeinheiten, OLS-Prioritätsventile, OSQ-

STUDIENANGEBOT

BACHELOR-STUDIENGÄNGE

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

MASTER-STUDIENGÄNGE

- Architektur
- Internationales Management Asien
- 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

PROMOTION

- Kooperatives Promotionskolleg



WELCOME TO OUR CREW!

Wärtsilä in Switzerland is the centre of excellence for low-speed 2-stroke marine diesel engines. These engines are utilized for the propulsion of all types of deep-sea ships world-wide, including the world's largest cargo ships. Our employees are working on all aspects of research and development, design, licensing, manufacturing support, marketing, sales and service support as well as global logistics. We give the highest priority to developing our people. Become a doer. Check out your opportunities at [wartsila.com/careers](https://www.wartsila.com/careers)

ENERGY
ENVIRONMENT
ECONOMY

[WARTSILA.COM/CAREERS](https://www.wartsila.com/careers)



EXPERTEN

Expertenprofile der Professorinnen und Professoren

FAKULTÄT ARCHITEKTUR UND GESTALTUNG

PROF. ANDREAS BECHTOLD

Lehrgebiete: Timebased-Design (Bewegt看bild 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 206857

E-Mail: bechtold@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 65849

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: Professur für Schreiben und Rhetorik, 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 Niedrigenergiebauweise, 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. EBERHARD SCHLAG

Lehrgebiete: Architektur und Design, Kommunikation im Raum, Design und Raum **Forschungsgebiete:** Mediale Raumstrategien „Mediatektur“ **Spezielles Fachwissen:** Museums- und Ausstellungsgestaltung, Szenografie, Integrative Gestaltung von Architektur und Ausstellung, Einsatz von (interaktiven) Medien im Ausstellungsdesign, Entwicklung von Museums- und Ausstellungskonzepten, Inszenierung von Events und Messeauftritten

Tel.: +49 (0)7531 206185

E-Mail: eberhard.schlag@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: stark@htwg-konstanz.de

PROF. JO WICKERT

Lehrgebiete: Interfacedesign, Informationsdesign und Screen-design 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 206773

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-Informationssysteme (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

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)7531 206255

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 Multimedia 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, Po-

wer 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 Signalverarbeitungs-komponenten 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-Schaltungstechnik, Mikrowellen-Messtechnik

Tel.: +49 (0)7531 206269

E-Mail: kremer@htwg-konstanz.de

PROF. DR. FLORIAN LANG

Lehrgebiete: Angewandte Physik. **Spezielles Fachwissen:** Automobil-Sensorik, mikromechanische Sensoren, optische Messverfahren, Laserphysik, Laser-Materie-Wechselwirkung, Phasenübergänge, Projektmanagement

Tel.: +49 (0)7531 206774

E-Mail: florian.lang@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-Differen-

tialgeometrie, 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; Sensorik 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. CHRISTOPH SCHICK

Lehrgebiete: Hochfrequenztechnik, Analoge Schaltungstechnik, Grundlagen der Elektrotechnik. **Spezielles Fachwissen:** Integrierte Hochfrequenzschaltungen (RFICs), Mikrowellen-Schaltungstechnik, Mikrowellen-Messtechnik

Tel.: +49 (0)7531 206657

E-Mail: christoph.schick@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 Fremdspracherwerb 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

FAKULTÄT INFORMATIK

PROF. DR. OLIVER BITTEL

Lehrgebiete: Programmierertechnik, 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. MARKO BOGER

Lehrgebiete: Software Architektur, Software Engineering, Moderne Programmiersprachen, Entrepreneurship, Projektmanagement.

Forschungsgebiete: Modellgetriebene Softwareentwicklung (MDSO), Graphische Modellierungswerkzeuge, Domänenspezifische Sprachen (DSL). **Spezielles Fachwissen:** MDSO, UML, Scala, Xtext, Xtend, Spray

Tel.: +49 (0)7531 206631

E-Mail: marko.boger@htwg-konstanz.de

PROF. DR. HEIKO VON DRACHENFELS

Lehrgebiete: Software-Entwicklung, Programmierertechnik (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, Statistik 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, Polynomiale 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 (Versetzungplanung), Entwicklung eines Programmpaketes zur rechnergestützten 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, Virtual-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

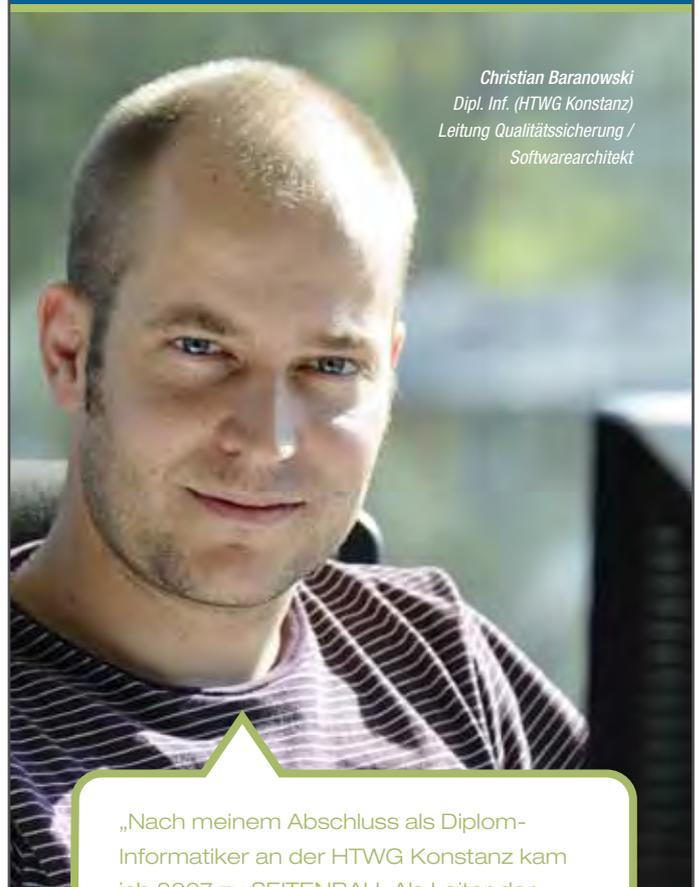
E-Mail: heinrich@htwg-konstanz.de

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



*Christian Baranowski
Dipl. Inf. (HTWG Konstanz)
Leitung Qualitätssicherung /
Softwarearchitekt*

„Nach meinem Abschluss als Diplom-Informatiker an der HTWG Konstanz kam ich 2007 zu SEITENBAU. Als Leiter der QS-Abteilung und Software-Architekt arbeite ich mit agilen Methoden an Software-Lösungen für Kunden wie die Telekom AG, das Bundeskanzleramt und den Deutschen Bundestag. Zusätzlich dazu bin ich für SEITENBAU beim OSGi User's Forum Germany aktiv.“

Wir suchen immer wieder Mitarbeiter/-innen zur Verstärkung unseres Teams am Standort Konstanz. Die entsprechenden Jobangebote schreiben wir auf unserer Website sowie unserem Facebook- und XING- Firmenprofil aus. Und natürlich können Sie sich auch einfach bei uns mit einer Initiativbewerbung melden. Interessiert? Schicken Sie Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen einfach an:

jobs@seitenbau.com

www.seitenbau.com · www.facebook.com/seitenbau

www.xing.com/companies/seitenbaugmbh

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. MARCO MEVIUS

Lehrgebiete: Wirtschaftsinformatik, Modellierung und Optimierung von Geschäftsprozessen, IT Service Management, Betriebswirtschaftslehre. **Forschungsgebiete:** Kennzahlenbasiertes Geschäftsprozessmanagement, Social Business Process Engineering, Cloud-basierte Geschäftsprozessimplementierung, Entwicklung nachhaltiger Informationssysteme (Green Software), Mobile Geschäftsprozesse, Schatten-IT. **Spezielles Fachwissen:** Modellierung und Implementierung von prozessbasierten Informationssystemen, Konzeption, Einführung und Betrieb von Kennzahlensystemen, Nachhaltigkeitsmanagement

Tel.: +49 (0)7531 206515

E-Mail: marco.mevius@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 anwendungs-

spezifischer Schaltungen mit programmierbaren Logikbausteinen (FPGAs), Schaltungsdesign mit VHDL

Tel.: +49 (0)7531 206644

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, verteilte Sensornetzwerke, Virtualisierung von Management-Umgebungen, Discovery-Protokolle

Tel.: +49 (0)7531 206633

E-Mail: ralf.seepold@htwg-konstanz.de

PROF. DR. GEORG UMLAUF

Lehrgebiete: Computergrafik, Programmieren, Algorithmen und Datenstrukturen, CAD. **Forschungsgebiete:** Computergrafik, geometrisches Modellieren, CAD, CAM, CAGD, Reverse Engineering. **Spezielles Fachwissen:** Unterteilungsalgorithmen, 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.-ING. GUIDO BALTES

Lehrgebiete: Strategic Management, Corporate Entrepreneurship, Strategische Innovation, Strategische Veränderung, Innovationsmarketing. **Forschungsgebiete:** Dynamische Strategie-

entwicklung, Strategiefokussiertes Kompetenzmanagement, Innovationslabor eArchitecture Lab. **Spezielles Fachwissen:** Strategieentwicklung, strategische Transition & Veränderung, kunden-zentrierte (demand-side) Innovation, strategisches Patentmanagement

Tel.: +49 (0)7531 206310

E-Mail: gbaltes@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RER. POL. ULRICH BEHNEN

Lehrgebiete: Integriertes Produkt- und Prozessmanagement, softwarebasierte Prozessmodellierung, Informations- und Wissenssysteme, Corporate Entrepreneurship, diverse softwaregestützte Unternehmenssimulationen sowie Business Planning.

Forschungsgebiete: Prozessmanagement, Prozessmodellierung, Produktmanagement, E-Business und Web-Technologien, Open Source Software, Ontologien für Semantische Web Services, Smart Sensors usw. **Spezielles Fachwissen:** PLM-basiertes integriertes Produkt- und Prozessmanagement, CRM, E-Business und Web-Technologien, Innovationsprozesse, Unternehmensentwicklung, Gründungsmanagement

Tel.: +49 (0)7531 206752

E-Mail: ulrich.behnen@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. 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.-ING. 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. RER. POL. THOMAS BÖTTCHER

Lehrgebiete: Unternehmensführung und Organisation, Personal Marketing. **Forschungsgebiete:** Personal- und Organisationsentwicklung, Change Management, Unternehmenskultur. **Spezielles Fachwissen:** Strategisches und operatives Change Management, Entwicklung und Gestaltung von Unternehmenskultur

Tel.: +49 (0)7531 206753

E-Mail: thomas.boettcher@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. LASAR BOŠKOVIĆ

Lehrgebiete: Konstruktion und Berechnung. **Forschungsgebiete:** Strukturanalyse & Bauteiloptimierung mit Finite Element Metho-

de (FEM), Betriebsfestigkeit. **Spezielles Fachwissen:** FEM, Festigkeitsberechnung, Ermüdungsfestigkeit, Bruchmechanik, Schraubenberechnung, Strukturmechanik, Parameteroptimierung

Tel.: +49 (0)7531 206468

E-Mail: lasar.boskovic@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. 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.-ING. ARNO DETTER

Lehrgebiete: Umwelttechnik und Chemie. **Forschungsgebiete:** Industrielle Wasser- und Abwassertechnik. **Spezielles Fachwissen:** Membrantrennverfahren, Adsorptionsverfahren, 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 206280

E-Mail: domm@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RER. NAT. KLAUS-DIETER DURST

Lehrgebiete: Messtechnik, Sensorik, Fertigungsmesstechnik, Physik. **Spezielles Fachwissen:** Sensortechnik, Akustik, exp. mechan. Spannungsanalyse (DMS-Technik), Messsignalerfassung, Signalanalyse, Programmierung von Messtechnik-Applikationen, Kalibriertechnik, Messstatistik, 3D-Koordinatenmesstechnik, interferometrische Messtechnik (Oberflächenmesstechnik)

Tel.: +49 (0)7531 206344

E-Mail: klaus-dieter.durst@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. 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.-ING. RALF EISSLER

Lehrgebiete: Qualitätsmanagement, Statistik und Mathematik.
Forschungsgebiete: Total Quality Management. **Spezielles Fachwissen:** Total Quality Management, Lean Production und Six Sigma, Lean Management
Tel.: +49 (0)7531 206323
E-Mail: eissler@htwg-konstanz.de

PROF. DR. RER. POL. MANFRED GLASER

Lehrgebiete: Buchführung und Jahresabschluss, Bilanzierung und Besteuerung, Finanzierung. **Forschungsgebiete:** Rechnungslegung und Besteuerung von KMU. **Spezielles Fachwissen:** Rechnungslegung und Besteuerung von KMU.
Tel.: +49 (0)7531 206719
E-Mail: mglaser@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. KURT HEPPLER

Lehrgebiete: Mechanik, Maschinenkonstruktionslehre. **Spezielles Fachwissen:** Agrarsystemtechnik, Mobile Arbeitsmaschinen, Fördertechnik, mech. Verfahrenstechnik und Maschinenelemente
Tel.: +49 (0)7531 206321
E-Mail: kurt.heppler@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 Fluidodynamik, Simulationstechnik, thermische Stofftrennung
Tel.: +49 (0)7531 206593
E-Mail: hofacker@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, Grundlagen Elektrotechnik, Einführung in Matlab/Simulink. **Forschungsgebiete:** Modellbildung und Simulation von mechatronischen Systemen, Prüfeinrichtun-

gen für Systeme der Fahrzeugelektronik, Steuerung und Regelung elektromechanischer Antriebssysteme. **Spezielles Fachwissen:** Modellierung, Simulation und Regelung mechatronischer Systeme
Tel.: +49 (0)7531 206721
E-Mail: uwe.kosiedowski@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. MARCUS KURTH

Lehrgebiete: Regelungs- und Systemtechnik. **Forschungsgebiete:** Automatisierung in der konventionellen und erneuerbaren Energieerzeugung, Führung und Regelung von elektrischen Übertragungsnetzen, Optimierung von technischen und nichttechnischen Prozessen. **Spezielles Fachwissen:** Modellierung, Simulation, Projektierung und Optimierung technischer und nichttechnischer Systeme.
Tel.: +49 (0)7531 206778
E-Mail: marcus.kurth@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: lohmborg@htwg-konstanz.de

PROF. DR. CARSTEN MANZ

Lehrgebiete: Unternehmensführung, Projektmanagement, Industriegütermarketing, Werkstofftechnik (Kunststoffe). **Forschungsgebiete:** Strategisches Management, Innovationsmanagement, 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 – Organisationskultur, Kundenorientierung. **Spezielles Fachwissen:** Business-Coaching, NLP, Wirtschaftsethik

Tel.: +49 (0)7531 206687

E-Mail: kschaper@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. UDO SCHELLING

Lehrgebiete: Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung, Energietechnik. **Forschungsgebiete:** Brennstoffzellen, Wasserstofftechnik

Tel.: +49 (0)7531 206304

E-Mail: schelling@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. CARSTEN SCHLEYER

Lehrgebiete: Produktionsplanung, Produktionsnetzwerke, Lean Production, Materialwirtschaft, Produktionslogistik, betriebliche Informationssysteme. **Forschungsgebiete:** Prozess-Simulation, Lean Production, APS-Systeme, Wertschöpfungssysteme. **Spezielles Fachwissen:** Produktionsmanagement, Lean Production/Lean Management, Wertschöpfungssysteme, Produktionsplanung

Tel.: +49 (0)7531 206779

E-Mail: carsten.schleyer@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. KLAUS SCHREINER

Lehrgebiete: Verbrennungsmotoren, Kraft- und Arbeitsmaschinen, Mathematik. **Forschungsgebiete:** Mini-Blockheizkraftwerke, 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 feinsten 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: Technische Mechanik, Simulation und Programmieren. **Forschungsgebiete:** Finite-Element-Simulation.

Tel.: +49 (0)7531 206727

E-Mail: steibler@htwg-konstanz.de

PROF. DR.-ING. JENS WEBER

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Schwingungstechnik, MKS-Simulation, Mathematik, Modellbildung und Simulation. **Forschungsgebiete:** Dynamische Simulation hochwechselbelasteter Rädertriebe, Hochdruckpumpen und andere Motorkomponenten, MKS-Simulation, Stabilitätsuntersuchungen an Walzanlagen und Walzprozessen, nichtlineare Dynamik radial gekoppelter Rotoren. **Spezielles Fachwissen:** Mehrkörpersysteme, nichtlineare Dynamik, Schwingungsmessung und -analyse, Signalanalyse, mathematische Modellbildung und Simulation, Numerik, FEM

Tel.: +49 (0)7531 206408

E-Mail: jens.weber@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 Füge-technik; Technische Mechanik. **Forschungsgebiete:** Werkstofftechnik; Trenn- und Füge-technik. **Spezielles Fachwissen:** Werkstofftechnik: Leichtmetallwerkstoff Aluminium (Legierungsentwicklung, Space-Frame-Technologie), Trenn- und Füge-technik: 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 IFRS, 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. DR. JUR. SUSANNE ENGELING

Lehrgebiete: Markenrecht, Geschmacksmusterrecht, Patentrecht, Gebrauchsmusterrecht, Urheberrecht, Wettbewerbsrecht, Arbeitnehmererfinderrecht, Systematik und Methoden der Rechtswissenschaft, BGB Allgemeiner Teil und Allgemeines Schuldrecht, Besonderes Schuldrecht, Deutsches und Europäisches Verfassungsrecht. **Forschungsgebiete:** Markenrecht, Geschmacksmusterrecht, Patentrecht, Gebrauchsmusterrecht, Urheberrecht, Wettbewerbsrecht, Arbeitnehmererfinderrecht. **Spezielles Fachwissen:** Markenrecht, Geschmacksmusterrecht, Patentrecht, Gebrauchsmusterrecht, Urheberrecht, Wettbewerbsrecht, Arbeitnehmererfinderrecht, Presserecht, Lebensmittelkennzeichnungsrecht infolge über 13-jährigen Tätigkeit als Wirtschaftsrechtsanwältin in diesen Rechtsgebieten

Tel.: +49 (0)7531 206746

E-Mail: susanne.engelsing@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. KATRIN KLODT-BUSSMANN

Lehrgebiete: Wirtschaftsprivatrecht, Öffentliches Wirtschaftsrecht. **Forschungsgebiete:** Internationales Vertragsrecht, Handels- und Gesellschaftsrecht, Vergaberecht. **Spezielles Fachwissen:** Gesellschaftsrechtliche Transaktionen im internationalen Konzern, insbesondere Umstrukturierungen, Gründungen von JVs etc., Internationale Projektverträge, insbesondere im Bereich Automotive

Tel.: +49 (0)7531 206308

E-Mail: Katrin.Klodt-Bussmann@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. DR. 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. MARC STRITTMATTER

Lehrgebiete: Bürgerliches Recht, Handelsrecht, Informationstechnologierecht, Vertragsmanagement, Datenschutzrecht, Urheberrecht. **Forschungsgebiete:** Cloud Computing, Datenschutzrecht, Internationales Privatrecht. **Spezielles Fachwissen:** Technisches Recht, insbesondere IT Projektvertragsrecht.
Tel.: +49 (0) 7531 206755
E-Mail: marc.strittmatter@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

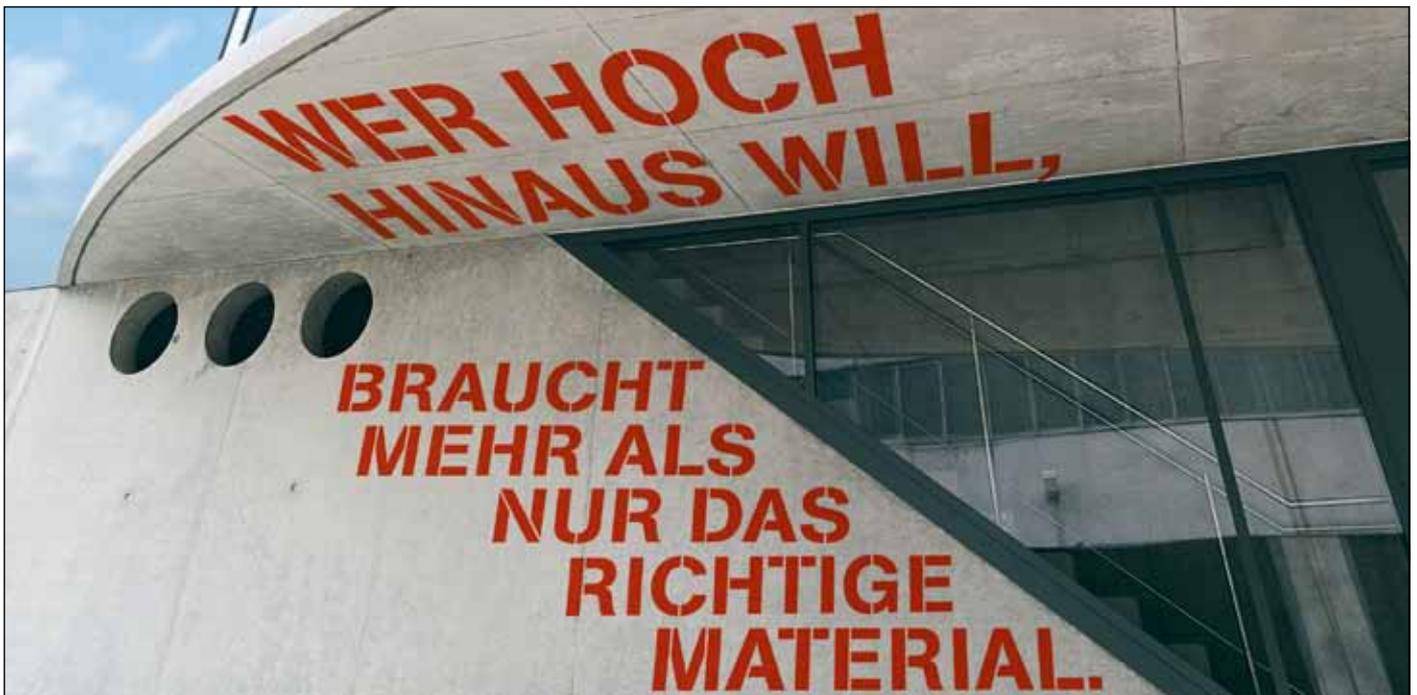
E-Mail: wieland@htwg-konstanz.de

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



Lösungen liefern. Zukunft bauen.

Wenn Architekten und Ingenieure Herausragendes planen und umsetzen, steht ihnen Holcim als Lösungsanbieter engagiert und ideenreich zur Seite. Denn großen Herausforderungen begegnen wir mit großem Engagement – und als eines der führenden Unternehmen der Baustoffindustrie auch mit einem kompetenten und hochmotivierten Team.

www.holcim.de



AUSWAHL GEEIGNETER FUGEN- UND INJEKTIONSMÖRTEL FÜR DIE KONSOLIDIERUNG VON NATURSTEINMAUERWERK

Sylvia Stürmer, Janine Erfurth



Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer
Studium Baustoffverfahrenstechnik an der Bauhaus-Universität Weimar, Promotion 1998 über Injektionen an historischen Mauerwerken

Von 1990 bis 1998 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Finger-Institut der Bauhaus-Universität Weimar in Lehre, Forschung und gutachterlich tätig

1998 bis 2003 Produktmanagerin und später Leiterin der Abteilung Bauberatung bei der Fa. Colfirm mit Rajasil in Marktredwitz (später: BASF Wall systems)

Seit Sept. 2003 Professorin an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung HTWG Konstanz für Baustofftechnologie, Bauphysik und Bauwerkserhaltung

Mitglied der Leitung der Öffentlichen Baustoff-Prüfstelle der HTWG Konstanz



B.Eng. Janine Erfurth
geboren 09.12.1976 in Halle/Saale

1995 Abitur in Halle/Saale

1996–2001 Architekturstudium an der Hochschule Anhalt in Dessau

Abschluss Juli 2001 als Dipl.-Ing. Architekt (FH)

2003–2008 Bauingenieurstudium an der HTWG Konstanz

Abschluss Februar 2008 als Bachelor of Engineering – seit November 2008 als Gutachterin im Bereich Bauwerkserhaltung bei der LPM AG in Beinwil am See/Schweiz tätig

seit November 2011 Fernstudium Master Bautenschutz an der Hochschule Wismar

1 EINLEITUNG

Natursteinmauerwerk ist ein Verbund aus Natursteinen, Fugen und Mörteln. Arten, Bearbeitungsstufen, Verbände und Anteile der verwendeten Natursteine und Mörtel können je nach Bauwerk (Sakral-/Profanbauten), Alter und Baustil, Lage und regionaler Verfügbarkeit der Materialien sowie früherer und heutiger Nutzung stark variieren (Abb. 1).



ABB. 1: Mischmauerwerk mit unterschiedlichen Steinformaten und Mörtelanteilen

Obwohl der Mörtelanteil im Verhältnis zum Natursteinvolumen geringer ist, spielen die Mörtel und deren technische und stoffliche Verträglichkeit mit den Natursteinen und ggf. vorhandenen Salzen für die Stabilität und Witterungsbeständigkeit der Mauerwerke und damit für deren Dauerhaftigkeit eine große Rolle.

Grundlage jeder erfolgreichen Sanierungsmaßnahme sind aussagekräftige Bestands- und Zustandserfassungen. Diese liefern wesentliche Informationen über den Aufbau der Natursteinmauerwerke, den Feuchte- und Versalzungszustand und ggf. deren Schwankungen (Monitoring), das Verwitterungsverhalten der jeweiligen Natursteinvarietäten und der vorhandenen Mörtel sowie Kenntnisse zu früheren Reparaturen.

Der folgende Artikel befasst sich mit mineralischen Mörteln und deren Verarbeitungstechniken zur Konsolidierung historischer Natursteinmauerwerke durch Verfugung und Injektion.

2 NACHTRÄGLICHE VERFUGUNG

Die Fugen sind die Bindeglieder zwischen den Mauersteinen. Sie können offen sein wie bei Trockenmauern oder mit Fugenmörtel gefüllt. Entsprechend dem Verlauf im Mauerwerk werden horizontale Lagerfugen und vertikale Stoßfugen unterschieden, deren Ausbildung und Breite je nach Steinformat und Steinbearbeitungsstufe von wenigen Millimetern bei Quadermauerwerken (Abb. 2) bis zu Handbreite in den Zwickeln von Bruch- oder Feldsteinmauerwerken schwanken können (Abb. 3).

Fugenmörtel tragen maßgeblich zur Lastabtragung und Stabilität der Mauerwerke bei und prägen deren optisches Erscheinungsbild. Ein intaktes Fugennetz mit wirksamem Feuchteschutz erhöht die Dauerhaftigkeit des Natursteinmauerwerkes – u. a. durch Reduzierung der hygrischen Verformungen sowie Vermeidung von Frostschäden bei geringem Porenfüll-



ABB. 2: Rückwitterung des Sandsteins durch zu festen und falsch gestalteten Fugenmörtel



ABB. 3: Bruchsteinmauerwerk mit hohem Mörtelanteil

grad von Mörteln und Natursteinen. Bei beheizten Bauten aus Natursteinmauerwerk wird auch der Wärmeschutz durch die Fugen beeinflusst. Feuchteinträge können zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit und damit zur Reduzierung der Dämmwirkung und bei Innendämmungen an Gebäuden mit Sichtmauerwerk zur Gefährdung der Wirksamkeit führen.

Die Notwendigkeit zur Fugensanierung kann gegeben sein, wenn:

- der Fugenmörtel verwittert oder anderweitig geschädigt ist
- falsche Fugenmörtel verwendet wurden (stofflich oder technisch nicht angepasst), die z. B. zu verstärkter Verwitterung der Steine geführt haben
- die Fugenform und/oder die Gestaltung der Übergänge zum Naturstein zu verstärkter Beanspruchung der Natursteine führen

Abb. 2 zeigt ein Detail des Konstanzer Bahnhofsturmes mit zementreichem Fugenmörtel aus den 70er Jahren des 20. Jh., der wie ein Fugenverstrich (in Anlehnung an die Pietra Rasa-Technik) über die Sandsteine gezogen wurde und zu massiven Schäden in der Form von Absanden und Rückwitterungen am Sandstein geführt hat. Die Schäden wurden sowohl durch die falsche, für das Gestein überdimensionierte Materialauswahl als auch durch die falsche handwerkliche Gestaltung verursacht.

Wichtige Hinweise zur Fugensanierung liefert das WTA-Merkblatt 3-12-99/D „Natursteinrestaurierung nach WTA IV: Fugen“, das zur Zeit aktualisiert wird. „Bei Instandsetzungen kommt der Fuge eine besondere Bedeutung zu. Bei der Beurteilung und Bewertung der bestehenden Fugen sind denkmalpflegerische, bautechnische und chemisch-physikalische Gegebenheiten zu berücksichtigen und in das Maßnahmenkonzept aufzunehmen.“ [1]

2.1 Ausräumen und Reinigen

Wesentlich für den Erfolg der Fugensanierung sind die vorbereitenden Arbeiten vor der eigentlichen Verfugung – das Ausräumen des geschädigten Mörtels und die anschließende Reinigung. Vor der Neuverfugung ist die Fuge nach Möglichkeit in ca. doppelter Tiefe der Fugenbreite auszuräumen, um eine ausreichende Verbundfläche des neuen Mörtels zu den Steinflanken und dem Bestandsmörtel zu schaffen. Dabei dürfen die Fugenflanken nicht beschädigt werden. Die Techniken dafür richten sich u. a. nach dem Fugenverlauf, dem Zustand des alten Fugenmörtels und der Festigkeit des Natursteins. Neben dem schonenden Ausstemmen von Hand bei eher weichen und stark verwitterten Gesteinen kommen pressluftgetriebene Werkzeuge und bei gleichmäßigem Fugenverlauf und festen Gesteinen auch Fingerfräsen bzw. Trennschneidergeräte zum Einsatz. Die Fugen sind danach von Staub und losen Teilen zu säubern, da diese haftungsmindernd wirken können. Vor oder nach dem Ausräumen kann eine Festigung der angrenzenden Steine notwendig sein, zum Beispiel mit Kieselsäureester. Rückgewitterte Fugenflanken sind in ihrem Zustand zu konservieren oder können durch Anstrichung mit Steinrestauriermörtel wiederhergestellt werden (Abb. 4 [3]).

2.2 Wahl geeigneter Fugenmörtel

Fugenmörtel können auf der Baustelle aus Bindemittel, geeigneten Bausanden und Wasser selbst angemischt werden oder man verwendet Werk trockenmörtel, die von zahlreichen Herstellern mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und Eigenschaften angeboten werden. Als Bindemittel dominieren die hydraulischen Kalke, als natürliche hydraulische Kalke oder Gemische aus Luftkalk und Zementen, zum Teil mit puzzolanischen Zusätzen.

Mag die Baustellenmischung auch auf den ersten Blick einfach und preisgünstig

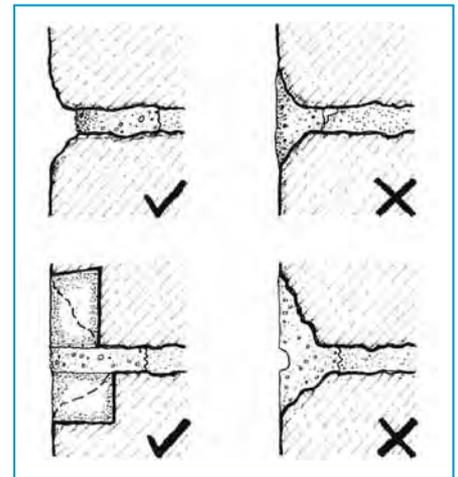


ABB. 4: Verfugung bei rückgewitterten und angetragenen Flanken nach Ashurst [3]
Links: richtige Verfugung
Rechts: nicht dauerhafte Verfugung, fehlerhaft: Verfugung und Steinerfüllung in einem Arbeitsgang

erscheinen, ist sie im Bereich der Natursteinanierung keinesfalls für Nichtfachleute geeignet und mit Schwankungen der einzelnen Chargen verbunden. Diese Schwankungen in der Mörtelzusammensetzung führen zu deutlichen Unterschieden der Optik (z. B. Farbtonunterschieden) und der mörteltechnischen Eigenschaften, die sich nachteilig auf den Naturstein auswirken können.

Die Anforderungen an Mauer- und Fugenmörtel im Neubaubereich werden durch die Mauerwerksnorm DIN 1053 geregelt. Darin werden die Bindemittel- und Zuschlaganteile und einige wesentliche Festmörtel Eigenschaften der „Rezeptmörtel“ der Mörtelgruppen I bis III a beschrieben. Für die Auswahl der Mörtelgruppe und damit der Festigkeitsklasse sind vor allem die statischen Anforderungen und die Steifigkeit sowie dessen Verwitterungszustand maßgebend. Das Größtkorn sollte kleiner als 1/3, besser noch kleiner als 1/5 der Fugenbreite sein. Die Fugenmörtel müssen fest am Mauerstein und am Mauerwerk haften. Die Festigkeiten und der Elastizitätsmodul sollten kleiner sein als die Werte des Gesteins. Möglichst geringe Schwind- und Quellmaße und angepas-

Qualitätsprüfungen für Fugenmörtel

Eigenschaft	Symbol	Anforderung
Dynamischer E-Modul	E_{dyn}	20–60 %
Druckfestigkeit	β_D	20–60 %
Feuchtedehnung	α_{Hy}	50–100 %
Wärmedehnkoeffizient	α_T	50–150 %
Wasseraufnahmekoeffizient	w	50–100 %
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl	μ	50–150 %
Haftzugfestigkeit	β_{HZ}	0,5–1,0 β_{HZ} Gestein

TABELLE 1: Daten nach Snethlage in [2]

te thermische Ausdehnungskoeffizienten sorgen auch unter permanenter Freibewitterung für geringe Rissanfälligkeit. Bezüglich der Feuchteaufnahme und -abgabe ist ein geringerer, maximal der gleiche Wasseraufnahmekoeffizient anzustreben. Die wesentlichen technischen Anforderungen für die Fugenmörtel bei Natursteinmauerwerk werden im „Leitfaden Steinkonservierung“ von Prof. Snethlage [1] in Tabellenform zusammengefasst (Tabelle 1).

Neben den physikalischen Anforderungen ist die stoffliche (= chemische) Verträglichkeit mit der vorhandenen Bausubstanz von wesentlicher Bedeutung. Ausblühungen auf der Mauerwerksoberfläche und schädigende Reaktionen wie zum Beispiel zwischen Gips und reaktionsfähigen Bestandteilen aus hydraulischen Kalken und Zementen zu dem Treibmineral Ettringit müssen durch die Auswahl des geeigneten Bindemittels bzw. der Zusatzstoffe für den Fugenmörtel vermieden werden. Aus denkmalpflegerischer Sicht wird zum Teil eine Nachstellung des Fugenmörtels nach historischen Befunden angestrebt. Dabei sollte nicht versucht werden, historische Mörtel nachzustellen, die sich nach heutigem Kenntnisstand eindeutig als ungeeignet erwiesen haben. Der Nachstellung sind jedoch Grenzen gesetzt. Zum Teil sind die ursprünglich verwendeten Materialien nicht mehr verfügbar oder veränderte Beanspruchungen des Mauerwerkes, z. B. durch Umnutzung oder Salzbelastungen,

können Mörtelzusammensetzungen erfordern, die vom Originalbefund abweichen.

2.3 Applikationstechnik: Von Hand oder doch maschinell?

Die Verfugung kann traditionell von Hand (Abb. 6), mit Kartuschen (Abb. 5) oder maschinell mit Verfugpistole erfolgen, je nach Verlauf, Dimension und Zugänglichkeit der Fugen sowie Art und Größe des zu sanierenden Natursteinmauerwerkes.

Wesentlich für die Dauerhaftigkeit der Neuverfugung ist die Flankenhaftung des Mörtels am Stein. Dabei sind vor al-

lem die Rauigkeit und das Saugverhalten des Steins zu beachten und eine optimale Konsistenz des Mörtels einzustellen: steifplastisch bei der Handverfugung und etwas weicher, zum Teil mit einem kleinen Anteil an Fließmittel bei maschineller Verfugung. Bei schmalen und gleichmäßigen Fugen in regelmäßigen Mauerwerken dominieren die Verfugung mit Hand oder Kartusche, bei der die Spritzdüse je nach Fugengeometrie angepasst werden kann. Die Kartuschentechnik mit Fließmittelvergütetem Mörtel eignet sich besonders bei Überkopparbeiten (Gewölbe, Untersichten z. B. bei Gewölben oder Brücken) und keilförmigen Fugen, die sich nach hinten aufweiten. Zum Teil kann es dabei auch notwendig sein, die Spritzdüse mit einem Schlauchabschnitt zu verlängern (Abb. 5) und/oder in mehreren Arbeitsgängen zu verfugen. Abb. 5 zeigt die Vorverfüllung eines tief ausgewaschenen Fugenbereichs mit spritzfähigem Fugenmörtel, dessen Oberfläche nach einer gewissen Standzeit mit einem steif plastischen Fugenmörtel per Hand verfugt wurde (Abb. 6), um in den außen liegenden, breiteren Zwickeln ein „Absacken“ und ggf. Risse im Fugenmörtel zu vermeiden.



ABB. 5: Verfugung mit Kartusche mit spritzfähigem Fugenmörtel



ABB. 6: Handverfugung mit steif plastischem Mörtel



ABB. 7: Fugenmörtel bündig mit den Steinoberflächen



ABB. 8: Anbösches des neuen Fugenmörtels an den Bestandsfugenmörtel

Für einen langfristigen Witterungsschutz sollte die Fugenoberfläche bündig mit der Steinflanke oder nur leicht „zurückgesetzt“ gestaltet werden (Abb. 7). Bei hervor stehenden Fugen werden der Fugenmörtel, bei zurückgesetzten Fugen die Steinflanken durch Schlagregen, Frost und Erosion übermäßig beansprucht.

Die Oberflächenbearbeitung kann durch Glätten (mit Fugenkelle oder Schlauchabschnitt), Abziehen (z. B. mit der Schmalseite der Kelle oder Fugenholz), Waschen oder Bürsten erfolgen.

Bei Fugensanierungen, wo sich der bestehende, falsche Fugenmörtel nicht mehr vollständig ohne Zerstörungen an den Natursteinen entfernen lässt (Abb. 8) oder bei vorstehenden Steinquadern kann es notwendig werden, den Fugenmörtel an den Bestand anzubösches (Abb. 8). Zur Erzielung eines optimalen Haftverbunds sind Haftvermittler (= systemverträgliche Kunststoffzusätze) zu den mineralischen Mörteln zu empfehlen.

2.4 Verfugung durch Trockenspritzen

Bei der Fugensanierung großer Flächen aus Bruchstein- und Schichtmauerwerk mit tief ausgewitterten Fugen hat sich das Trockenspritzen bewährt. Dieses Verfahren der Betontechnik wird seit den 20er Jahren des 20. Jh. auch für Verfugungen eingesetzt. Beim Trockenspritzen wird der Mörtel durch Druckluft (pneumatisch) trocken bis zur Spritzdüse gefördert, wo das Wasser über einen Wasserring mit mehreren Öffnungen unter Druck zudosiert wird. Die Benetzung bzw. das Vermischen von Trockenmörtel und Wasser erfolgen bei diesem Verfahren erst einige Zentimeter vor dem Düsenausgang. Aufgrund der geringen Wasserzugabe zum Trockenmörtel wird das Schwindmaß reduziert, die Gefahr der Rissbildung minimiert und das Mauerwerk nicht unnötig durchfeuchtet. Durch den Anpressdruck wird eine sehr gute Flankenhaftung erzielt.

Das Trockenspritzverfahren eignet sich für die steinsichtige Verfugung für Fugenbreiten ab ca. 2 cm bis 15 cm und Tiefen ab 3 cm bis ca. 20 cm ebenso wie für steinfühligen und steindeckenden Verputz von Mauerwerk. Kennzeichnend für das Trockenspritzverfahren sind:

- sehr gute Flankenhaftung an den Mauersteinen
- sehr gute Haftung des neuen Fugenmörtels am Originalmörtel
- gleichmäßiger Fugenschluss auch bei tiefen Fugen und wechselnder Fugenbreite

- geringer Anmachwasserbedarf, dadurch geringe Schwindneigung und Ausblühgefahr
- ansprechende, bestandsgerechte Ästhetik durch die sichtbare Körnung nach der Reinigung
- Arbeitszeiteinsparung gegenüber Handverfugung bei großen Flächen
- Verfugung und Verputz sind in einem Arbeitsgang möglich

Für regelmäßige Verbände mit kleinformatigen Mauersteinen und/oder schmalen Fugen, wie Quadermauerwerken, ist diese Art der Verfugung aufgrund des großen Rückpralles und der „Siebwirkung“ weniger geeignet – wegen möglicher Anreicherungen des Bindemittels und der Feianteile mit der Gefahr der Überfestigung und Rissbildung.

Beim Trockenspritzen tritt eine Staubeentwicklung ein – anders als beim Nassspritzen.

Bei optimaler Geräteeinstellung (Druckluft, Wasserdruck etc.), geeignetem Spritzabstand, angepasster Düsenlänge und geschultem Personal lässt sich die Staubeentwicklung jedoch auf ein vertretbares Maß beschränken.

Die Reinigung des überschüssigen Mörtelmaterials von den Steinoberflächen kann nass oder trocken mit geeignetem Strahlmittel erfolgen. Es verbleibt eine rauere Oberfläche als beim Glätten mit dem



ABB. 9: Bruchstein-Mischmauerwerk nach der Verfugung im Trockenspritzverfahren

Fugeisen oder der Bürste nach der Handverfugung, bei der die Zuschläge sichtbar sind (Abb. 9).

3 KONSOLIDIERUNG DURCH INJEKTION

Eine weitere Maßnahme zur Konsolidierung beeinträchtigter Mauerwerke, zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Standsicherheit bzw. der Tragfähigkeit ist das Verfüllen bzw. Injizieren von Hohlräumen, Fehlstellen und Rissen. Das erfolgt häufig in Verbindung mit Vernadelung und Verankerung und/oder mit dem handwerklichen Austausch von Steinen und Mörteln. Für diese Arten der Instandsetzung gibt es keine technischen Regeln im Sinne einer Norm. Wichtige Hinweise liefert das WTA-Merkblatt 4-3-98/D „Instandsetzung von Mauerwerk – Standsicherheit und Tragfähigkeit“ [4].

Injektionen können auch in Verbindung mit nachträglichen Abdichtungsmaßnahmen notwendig werden, wenn Fehlstellen oder Hohlräume im abzudichtenden Mauerwerk vorhanden sind. Dabei wird angestrebt, dass das abdichtende Injektionsmittel nicht unkontrolliert abfließt, ohne seine Wirkung in den Kapillarporen der betreffenden Mauerwerksbaustoffe zu entfalten (siehe dazu auch WTA-Merkblatt 4-4-04 D „Mauerwerksinjektion gegen aufsteigende Feuchtigkeit“ [6]).

Bei der Entscheidung für die Injektionsmaßnahme und bei der Auswahl des Injektionsmaterials muss allen Beteiligten bewusst sein, dass es sich im Gegensatz zur Verfugung oder statischen Konsolidierung durch äußere Maßnahmen wie Zugstangen oder „Stahlbetonkorsagen“ um einen irreversiblen Eingriff handelt. Die Mörtel oder erhärteten Suspensionen sind nach der Verpressung nicht mehr freizugänglich (wie Fugen- oder Putzmörtel) und weisen eine viel höhere Anzahl von Kontaktstellen zur Originalbaubsubstanz auf. In Verbindung mit der Feuchte im Mauerwerksinneren sind damit auch größere Re-

aktionsmöglichkeiten u. U. mit Treibmineralbildung gegeben.

Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an die Qualität der Voruntersuchungen, Planung und Ausführung. Besonderes Augenmerk ist auf die stoffliche Verträglichkeit des Injektionsmörtels mit den Bestandmaterialien (Natursteine, Mörtel, ggf. metallische Einbauten, nachträgliche aufgenommene Salze) zur Vermeidung von schädigenden Reaktionen und die Anpassung an die technischen Kennwerte der Mauerwerksbaustoffe wie Elastizitätsmodul, Druck- und Zugfestigkeit sowie Wasseraufnahme und hygrische Dehnung zu legen.

An dieser Stelle wird explizit auf die Besonderheiten von gipshaltigem oder gipsbelastetem Mauerwerk hingewiesen, mit dem sich das WTA-Merkblatt 2-11-07 D „Gipsmörtel im historischen Mauerwerksbau und an Fassaden“ [5] beschäftigt. Das Merkblatt „informiert über die Verbreitung und Erkennung gipshaltigen Mauerwerks, über seine speziellen statisch-konstruktiven Eigenschaften sowie über die chemisch-mineralogischen Prozesse bei der Bildung von Treibmineralen.“ [5]

Als mineralisches Injektionsmaterial kommen Baustellenmischungen (Zementleime, -suspensionen), sehr feinkörnige Werk trockenmörtel und Injektions-schaummörtel zum Einsatz. Mineralische Injektionsschaummörtel werden aus Zementleim (alkaliarme Portland- oder Hochofenzemente) durch Untermischen eines Schaumes aus Luft mit max. 0,8 % organischen Anteilen aus den Zusatzmitteln Schaumbildner und Stabilisierer hergestellt wird. Durch die Variation des Bindemittels und des Schaumanteiles lassen sich die Eigenschaften des Injektionsmörtels wie Druckfestigkeit und E-Modul über die Änderung der Rohdichte gezielt an das zu sanierende Mauerwerk anpassen. Vorteile gegenüber reinen Zementsuspensionen sind u. a. die geringere Anmachwassermenge (insbesondere bei stark

saugenden Natursteinen, die deutlich geringere Eigengewicht und die reduzierten Festigkeiten und E-Moduln, die besser dem historischen Mauerwerk angepasst sind (siehe dazu auch [7]).

Gemäß WTA-Merkblatt 4-3-98/D [4] sollten die hydraulischen Bindemittelme bzw. Mörtel folgende Eigenschaften aufweisen:

- „minimaler Gehalt an Trikalziumaluminat (C_3A)
- minimaler Gehalt an Alkalien
- keine ausschließliche Verwendung von Trasskalk als Bindemittel
- möglichst geringe Sedimentationsneigung
- gutes Wasserrückhaltevermögen
- gute Fließfähigkeit
- hohe Haftfestigkeit auf mineralischen Untergründen
- geringes Schwinden
- Sulfatbeständigkeit
- an das bestehende Mauerwerk angepasste baustofftechnologische Kennwerte (Festigkeit, E-Modul, Kapillarität)“ [4]

Verbindliche Materialgrenzwerte lassen sich nicht festlegen. Die Kennwerte müssen objekt-, klima- und steinspezifisch entsprechend der Ergebnisse der Voruntersuchungen unter Einbeziehung der statischen Anforderungen festgelegt werden.

Nicht einsetzbar sind reine Luftkalkmörtel, Kalkmörtel mit geringen hydraulischen Anteilen und primär trasskalkgebundene Mörtel, da der für die Kalkerhärtung notwendige Luftzutritt (als Lieferant des CO_2 für die Karbonatisierung) nicht ausreichend gewährleistet ist. Außerdem erhärten diese Mörtel im Mauerwerksinneren bei den hohen Feuchten und niedrigen Temperaturen zu langsam und unzureichend. Die Überschussfeuchte (Teil des Anmachwassers, welches chemisch nicht gebunden wird) wird nur sehr langsam abgegeben. Trasshaltige Mörtel können



ABB. 10: Packer in einer Lagerfuge

zusätzlich reaktionsfähige Bestandteile (Alkalien) ins Mauerwerk eintragen, die zu Ausblühungen und/oder Treibreaktionen führen können.

Die Injektion erfolgt über Packer oder Lanzen über die Fugen der frei zugängigen Mauerwerksschale (Abb. 10) oder von oben über die Mauerwerkskrone. Offene Fugen oder Fehlstellen in der Außenschale sind vorher temporär oder – wenn es die Zeit und das Budget zulassen – dauerhaft zu schließen. Für die temporäre „Verdämmung“ haben sich feuchte Lehm packungen bewährt, die kostengünstig sind, dem niedrigen Injektionsdruck standhalten und im Anschluss rückstandsfrei entfernt werden können.

Das fließfähige Injektionsmaterial benötigt zum Überwinden der Fließgrenze einen bestimmten Injektionsdruck (ca. 2 ... 4 bar = Niederdruckverfahren) und die Verfüllung erfolgt von unten nach oben, d. h. vom Mauerfuß in Richtung der Mauerkrone. Die Verfüllung der Packerreihe in einer Ebene kann abgeschlossen werden, wenn an den geöffneten Packern der darüber liegenden Bereiche Injektionsgut austritt. Die einzelnen Injektionsabschnitte müssen unter Berücksichtigung des hydrostatischen Drucks des frischen Injektionsmaterials und der Belastbarkeit des zu sanierenden Mauerwerksabschnitts bis zum Erhärten objektspezifisch festgelegt werden. Unter Umständen können temporäre Stützkonstruktionen notwendig werden, die vom Statiker zu bemessen sind.

4 VORVERSUCHE UND MUSTERFLÄCHEN

Für die detaillierte Maßnahme- und Kostenplanung sowie Entscheidungsfindung aller Baubeteiligten sind Vorversuche im Labor (u. a. Verträglichkeitsuntersuchungen und Versuche zur Hohlräumeausfüllung – Abb. 11) und Musterflächen am Objekt mit den favorisierten Mörteln und angepassten Techniken zu empfehlen.

Daran können wesentliche technische, wirtschaftliche und optische Aspekte erprobt und bewertet werden – von der optimalen Ausräum-, Reinigungs- und Applikationstechnik bis zur gewünschten Oberflächenbearbeitung und den Nachbehandlungsfristen. Darüber hinaus lassen sich der Material- und Zeitbedarf konkretisieren.



ABB. 11: Vorversuche zur Hohlräumeausfüllung mit Injektionsmörtel in Bruchsteinmauerwerk

5 FAZIT

Mit dem Bestand angepassten Fugen- und Injektionsmörteln und geeigneten Verfugungsverfahren sowie Injektionstechniken können beeinträchtigte Natursteinmauerwerke fachgerecht saniert und konsolidiert werden. Das trägt maßgeblich zur Dauerhaftigkeit und Substanzerhalt und somit zur Nachhaltigkeit dieser Bauteile oder Bauwerke bei.

LITERATUR

- [1]: [WTA-Merkblatt 3-12-99/D „Natursteinrestaurierung nach WTA-IV: Fugen“
- [2]: Snethlage, Rolf: Leitfaden Steinkonservierung, Fraunhofer IRB Verlag 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, S. 122
- [3]: Ashurst, John; Dimes, Francis G.: Conservation of building and decorative stone, Volume 2 – Butterworth + Heinemann, London 1. Ausgabe 1990
- [4]: WTA-Merkblatt 4-3-98/D „Instandsetzung von Mauerwerk – Standsicherheit und Tragfähigkeit
- [5]: WTA-Merkblatt 2-11-07 D „Gipsmörtel im historischen Mauerwerksbau und an Fassaden“
- [6]: WTA-Merkblatt 4-4-04 D „Mauerwerksinjektion gegen aufsteigende Feuchtigkeit“
- [7]: Stürmer, Sylvia: Injektionsschaummörtel für die Sanierung historischen Mauerwerks unter besonderer Berücksichtigung bauschädlicher Salze. Dissertation Bauhaus-Universität Weimar, Fak. Bauingenieurwesen. Weimar 1997

SIMULATION OF THE CONVECTIVE DRYING PROCESS WITH AUTOMATIC CONTROL OF SURFACE TEMPERATURE

Anna Nuñez Vega, Barbara Sturm, Werner Hofacker



Anna Nuñez Vega

HTWG Konstanz:
Department of Environmental Engineering, Thermal

Process Engineering

Braunegger Straße 55, Konstanz, D-78467,
Germany, Tel.: +49 7531 206678,
E-Mail: Anna.NunezVega@htwg-konstanz.de



Dr. Barbara Sturm

Sustainable Energy and
Power Group, Sir Joseph
Swan Centre for Energy

Research, Newcastle University, Kensington
Terrace, Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK



Prof. Dr. Werner Hofacker

HTWG Konstanz:
Department of Environmental Engineering, Thermal

Process Engineering

Braunegger Straße 55, Konstanz, D-78467,
Germany, Tel.: +49 7531 206678,
E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

1 ABSTRACT

In convective drying of fruits and vegetables the maximum temperature develops at the product surface. As heat sensitive products can be subjected to high air temperatures in the first stage of drying, automatic control of the surface temperature can guarantee for the best drying results. Therefore a lumped parameter model, based on experimental results, for both the drying process of apple slices as well as the automatic control functionality is proposed. The simulation model shows close correlation with experimental data and can be used to determine optimum control and process parameters for convective drying of apples slices.

2 INTRODUCTION

Preservation of sensitive agricultural products is often carried out using convection drying, an old and widely spread method. It is well known that most biological foodstuffs are sensitive to high temperatures and long drying times leading to structural, organoleptic and nutritional changes. Although in recent years there has been an increasing demand for high quality dried products that retain their natural appearance (Fernandes et al., 2011; Krokida et al., 1998; Kiranoudis and Markatos, 2000; Nijhuis et al., 1998), the influence of drying conditions on product quality is still not fully known (Lewicki, 2006). Furthermore, many settings for industrial drying processes had been found experimentally years ago and their validity has not been evaluated yet (Mujumdar, 2007). This leads to a great need for optimization of the actual process settings, focusing on product quality criteria.

Jumah et al. (2007) stated that dryer automation could improve efficiency and help to meet consumer needs regarding product quality. Chou and Chua (2003) investigated the influence of different air temperature profiles on product quality

and found that colour changes as well as vitamin C content of heat sensitive biological materials could be minimized when a stepwise variation of the air temperature with high initial temperature was applied. Ho et al. (2002) observed a positive influence on product quality when drying conditions were changed periodically. Furthermore it could be proven that even heat sensitive biological products can be exposed to high air temperatures during the first stage of drying without being damaged (Chua et al., 2000; Sturm, 2010).

Sturm et al. (2009, 2012) developed a laboratory dryer that allows for continuous non-invasive measurement of product temperature and automatic control thereof. They established a surface temperature control strategy that showed advantages regarding product quality when compared to air temperature control.

Computational fluid dynamics and numerical simulations of coupled heat and mass transfer within the product can be an instrument for dryer design. If the dependency of the product's drying behaviour on process conditions is known, they facilitate the prediction of the most convenient drying conditions. Extensive research has been directed towards mathematical prediction of the drying process of biological materials. Barati and Esfahani (2009) stated that over 200 drying models for various foods had been offered in literature by 2009. The status of food process modelling and models for safety, quality, and competitiveness of the food processing sector was the topic of a workshop held in 2006 and summarized and edited by Datta (Datta, 2008). Puri and Anantheswaran (1993) as well as Wang and Sun (2003) give a comprehensive overview of the use of the Finite-Element Method in food processing and developments in numerical modelling of heating and cooling processes in the food industry, Devahastin and Niamnuy (2010) give a review of modelling quality changes of fruits and vegetables during drying.

Most of the approaches presented in literature provide simplifying assumptions. Shrinkage is often neglected and/or thermo-physical properties are assumed to be constant (Barati and Esfahani, 2009; de Bonis and Ruocco, 2008; Oztop and Akpınar, 2008; Kaya et al., 2009; Jun et al., 1998; Queiroz and Nebra, 2001; Bravo et al., 2009; Barati and Esfahani, 2011). In addition most published work in literature about mathematical modelling of the drying process of foodstuffs does not differentiate between mass transfer in liquid and gaseous state (Janjai et al., 2008a; Janjai et al., 2008b; Janjai et al., 2010; Oztop and Akpınar, 2008; Jun et al., 1998; Kaya et al., 2009; Białobrzewski, 2006).

A multitude of publications on simulation of apple drying can be found, (Chiang and Petersen, 1987; Vergara et al., 1997; Jun et al., 1998; Krokida et al., 2000; Lewicki and Łukaszuk, 2000; Moreira et al., 2000; Białobrzewski, 2006; Bravo et al., 2009; Doymaz, 2009; Lin et al., 2009; Putranto et al., 2011) but there has been no work focusing on the simulation of a constant surface temperature controlled drying process for apple slices.

In the work presented, a lumped parameter model of the drying material with implemented automatic process control was established using discretization and calculation methods known from aerospace engineering. Information about the implementation of automatic control features in ESATAN Models was given by Hofacker et al. (1991). The aim of this study was to develop a model that allows in depth analysis of temperature, water and vapor content, shrinkage and other quality changes during surface temperature controlled drying of apples.

3 MATERIALS AND METHODS

A lumped parameter model established by Hugenschmidt and Hofacker (2011) for the simulation of constant air

temperature drying of apples and specified in (Hugenschmidt and Hofacker, 2011a) and (Hugenschmidt and Hofacker, 2011b) was extended for surface temperature control as described below. The control parameters were fitted to experimental data provided by Sturm (2010). The simulation results obtained for several air and dew point temperatures as well as different air velocities then were compared to experimental data.

Mathematic Model

Coupled partial differential equations describing simultaneous heat and mass transport within the drying material are solved by discretizing apple slices in nodes, representing the finite elements of the problem area (Fig. 1). Nodes of height s and exchange area A are treated as isothermal and as of uniform moisture content. The governing partial differential equations are transformed into a system of non-linear equations solved by using an implicit forward backward differencing method.

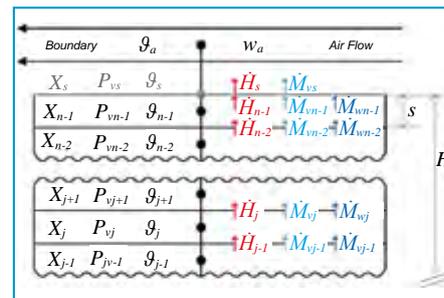


FIG. 1: Sectional view through the drying material

Heat flow and mass streams in liquid and gaseous state (\dot{H}_j , \dot{M}_{wvj} , \dot{M}_{vj}) between node j and $j+1$ are calculated by analogue mathematical approaches.

$$\dot{H}_j = \lambda_j \cdot \frac{A}{s} \cdot (\vartheta_j - \vartheta_{j+1}) \quad (1)$$

$$\dot{M}_{wvj} = \kappa_j \cdot \rho_j \cdot \frac{A}{s} \cdot (x_j - x_{j+1}) \quad (2)$$

$$\dot{M}_{vj} = \mu_j \cdot \delta_j \cdot \frac{A}{s \cdot R_v \cdot T_j} \cdot (P_{vj} - P_{vj+1}) \quad (3)$$

The constants of proportionality (thermal conductivity λ_j , liquid diffusivity κ_j ,

vapor diffusivity ($\mu_j \cdot \delta_j$) are assumed to be functions of local moisture content X_j and temperature ϑ_j . ρ_j is the density of the drying material, R_v the individual gas constant for water vapor, T_j is the absolute temperature and P_{vj} the water vapor partial pressure of node j . Due to heat of vaporization of water and sorption (h_{vap} , h_{sorp}) the difference in vapor streams entering and leaving the node leads to a loss of heat within the node HI_j :

$$HI_j = (\dot{M}_{vj-1} - \dot{M}_{vj}) \cdot (h_{vap} - h_{sorp}) \quad (4)$$

The convective boundary conditions for heat transfer (\dot{H}_s) and vapor stream (\dot{M}_{vs}) leaving the drying material at the surface (index s) are given by:

$$\dot{H}_s = \alpha \cdot A \cdot (\vartheta_s - \vartheta_a) \quad (5)$$

$$\dot{M}_{vs} = \beta \cdot \frac{P^\circ}{P_{vs} - P_{va}} \cdot \ln\left(\frac{P^\circ - P_{va}}{P^\circ - P_{vs}}\right) \cdot \frac{A}{R_v - T_s} \cdot (P_{vs} - P_{va}) \quad (6)$$

Heat transfer coefficient α and mass transfer coefficient β are expressed dimensionless via Nusselt- and Sherwood-number (Nu , Sh). Depending on flow conditions they can be calculated by different empirical equations. P° , P_{va} and ϑ_a are the surrounding pressure, water vapor partial pressure in the air and air temperature.

Implementation of automatic control

For the simulation of constant surface temperature drying a PI-controller was implemented to the model described above, as this was the controller type used to obtain experimental data, too.

Figure 2 shows the general structure of a feedback control system that can be described as follows:

$$y(t) = \text{function}(u(t), z(t)) \quad (7)$$

with

$y(t)$ = output signal of the system
 $u(t)$ = controller output signal

$z(t)$ = disturbance signal
 $r(t)$ = reference for $y(t)$
 $e(t)$ = actuating error signal

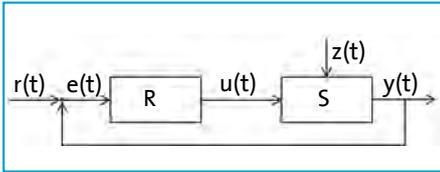


FIG. 2: Feedback control system

The PI-controller algorithm is given by:

$$u(t) = e(t) \cdot k_p + \int_0^t e(\tau) \cdot k_i \cdot d\tau \quad (8)$$

and can be transformed to:

$$\dot{u}(t) = \dot{e}(t) \cdot k_p + e(t) \cdot k_i \quad (9)$$

Regarding discrete systems $\dot{u}(t)$ becomes $\Delta u / \Delta t$ and thus the controller output signal can be calculated by:

$$u_{new} = u_{old} + (e_{new} - e_{old}) \cdot k_p + \bar{e} \cdot k_i \cdot \Delta t \quad (10)$$

In the case of surface temperature control by the model presented in this work the controller output was calculated as follows:

$$\vartheta_{a,new} = \vartheta_{a,old} + (\vartheta_{p,t} - \vartheta_{p,act}) \cdot k_p + k_i \cdot \vartheta_{p,t} \cdot \frac{1}{2} (-\vartheta_{p,act} - \vartheta_{p,old}) \quad (11)$$

with

- $\vartheta_{a,new}$ = new air temperature
- $\vartheta_{a,old}$ = air temperature, last time step
- $\vartheta_{p,t}$ = target surface temperature
- $\vartheta_{p,act}$ = actual surface temperature
- $\vartheta_{p,old}$ = surface temperature, last time step
- k_p = proportional gain, a tuning parameter
- k_i = integral gain, a tuning parameter

The dryer used for the experiments represents an inert system, therefore air temperature had to be adjusted. Hence a PT1 element was implemented which can be described by the transfer function:

$$G(s) = \frac{K}{1 + T \cdot s} \quad (12)$$

with

K = amplification factor
 T = time constant

For the discretized system described in this work, equation (12) can be transformed to:

$$\vartheta_{a,new} = \frac{1}{1 + \frac{T_i}{T_s}} \cdot (\vartheta_{a,old} \cdot \frac{T_i}{T_s} + \vartheta_{a,act}) \quad (13)$$

for $T_s \leq \frac{T_i}{10}$

with

- $\vartheta_{a,act}$ = actual air temperature
- T_i = control settling time from experiments
- T_s = step size chosen for simulation

The thermal inertia of the dryer used differs for heating and cooling process. This is because each experiment was carried out at a constant air velocity leading to different air mass flows according to density variation with temperature like explained by Sturm et al. (2009). The influence of the PT1 element therefore had to be reduced for the cooling process.

Experimental data

The dryer used for the drying experiments is described in detail by Sturm (2010). Experiments were conducted at a constant surface temperature of 35, 40, 47.5, 55 and 60 °C, the maximum air temperature was limited to 100 °C, because industrial dryers usually don't operate at higher temperatures. Dew point temperature was set to 5.0, 10.0, 17.5, 25.0 and 30 °C and air velocity to 2.0, 2.6, 3.4, 4.2 and 4.8 m/s. Air temperature, product temperature as well as product weight were measured continuously during the drying process.

4 RESULTS

Control parameters

In order to determine the tuning pa-

rameters k_i and k_p used in the model, the drying curves simulated were adjusted to experimental data provided by Sturm (2010) who examined the drying behavior of apples, variety Jonagold in a wide parameter range as described above. An experiment with drying parameters in the center of the parameter space was chosen to fit calculated data.

Once the control parameters were determined, the model was verified by comparing predicted drying curves with experimental ones. It was also examined if the influence of temperature, velocity and relative humidity of drying air are all reproduced correctly by the model.

Drying curves

Figure 3 shows the predicted and experimental drying behavior as a function of time for two experiments carried out at different target surface temperatures and dew point temperatures. The simulation results obtained showed high accuracy over the whole range of moisture content and temperature.

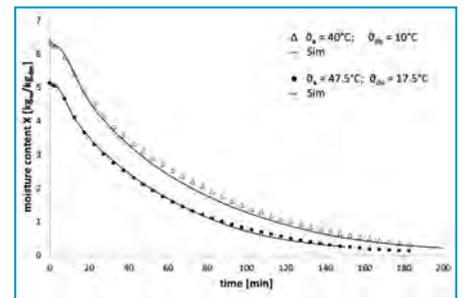


FIG. 3: Predicted and experimental drying curves for different target surface temperatures

Surface temperature

Figure 4 depicts the predicted and experimental surface temperature for two experiments carried out at different target surface temperatures. It can be seen that the simulation results once more are in good accordance with the experimental results even for different drying conditions.

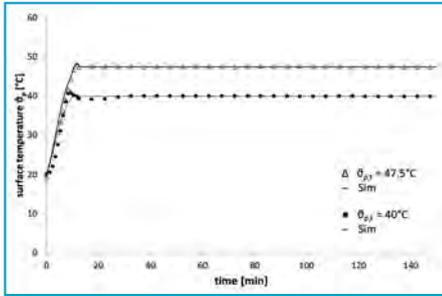


FIG. 4: Predicted and experimental surface temperature development

Air velocity

The control parameters first were fitted to simulate experiments carried out at an air velocity of 3.4 m/s as it represents the center of the parameter space chosen. For this case the parameters were found to be $k_i = 0.003$ and $k_p = 0.006$. However, they depend on the experimental setup and, in addition, vary with the time-step chosen for the simulation. Simulation results showed good correlation with experimental data for all surface temperatures and dew point temperatures chosen but deviated for different air velocities. Hence different controller tuning parameters k_i and k_p had to be applied in order to obtain satisfactory

results for both surface temperature and moisture content development. These results were as expected as control parameters also had to be adjusted for different air velocities within the experiments carried out. This is due to the reduced mass flow caused by the lower air velocity.

The simulation results therefore were in accordance with reality. Figures 5 and 6 show the drying curves and surface temperatures for two experiments carried out at the same target surface temperature but different air velocities (3.4 m/s for figure 5 and 2.0 m/s for figure 6). The simulation results in figure 5 show excellent fit with experimental data, whereas it is obvious that neither the surface temperature nor the drying curve was predicted correctly for the experiment carried out at the lower air velocity applying the same control parameters (figure 6, dashed line). Nevertheless adjusting the control parameters for an air velocity of 2.0 m/s led to very satisfactory results, too (figure 6, solid line).

Air temperature

Figure 7 shows the predicted and experimental air and surface temperature for an experiment carried out at a target

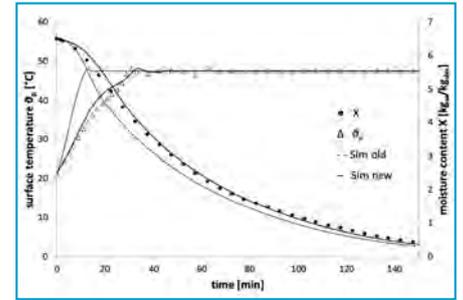


FIG. 6: Drying curve and surface temperature at an air velocity of 2.0 m/s

surface temperature of 40 °C. It can be seen that the predicted air temperature is slightly too high when compared to experimental data. This error had no influence on surface temperature and moisture content as it could be equalized by adjusting the control parameters in an appropriate manner.

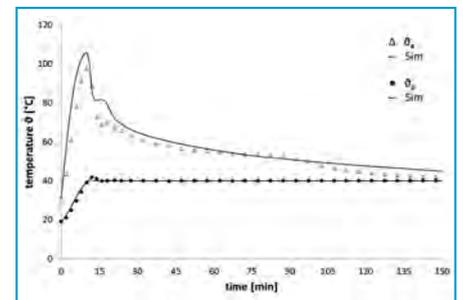


FIG. 7: Experimental and predicted results for air and surface temperature

Moisture distribution

Figure 8 shows the predicted moisture content for different times as function of dimensionless height, which takes into account shrinkage. The upper surface of the apple slices dries much faster than the lower one. This is because the apple slices lay on a grid during the drying process reducing heat and mass transfer at the lower surface. Especially at the beginning of the drying process moisture is unequally distributed and after about 30 minutes the upper surface layer tends to equilibrium moisture content, whereas the lower one still contains almost 70 % of the initial moisture content.

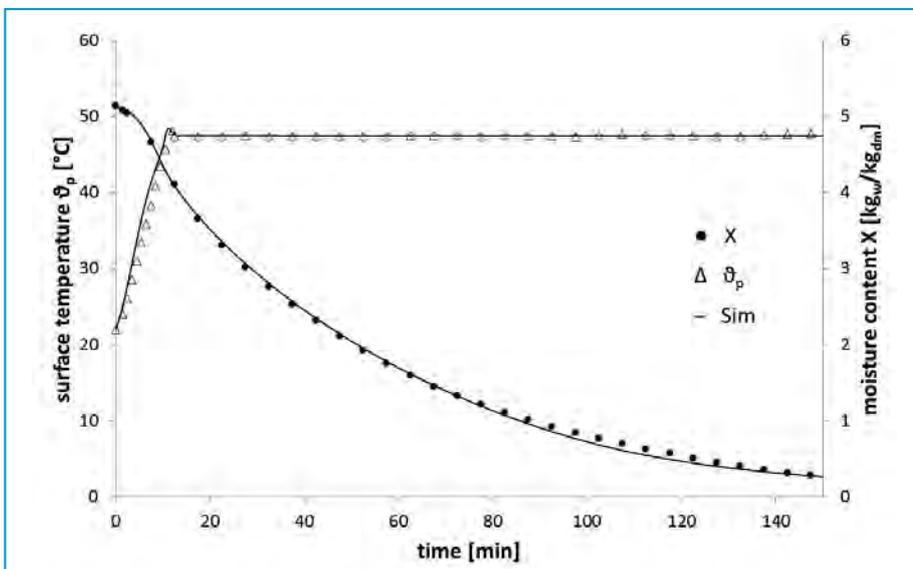


FIG. 5: Drying curve and surface temperature at an air velocity of 3.4 m/s

In the final stages of drying moisture distribution gets more and more symmetric. After about 100 minutes, the lower surface layer reaches equilibrium moisture content, and the drying process is increasingly controlled by internal resistances.

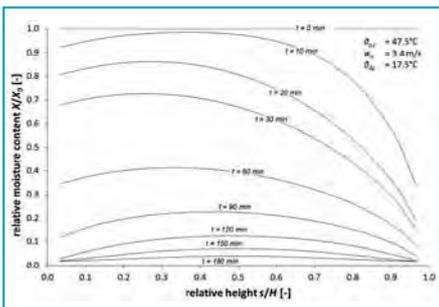


FIG. 8: Moisture distribution within the apple slice

Temperature distribution

Surface temperature controlled drying is often referred to as isothermal drying. This is due to the fact that the external drying parameters are adjusted in order to achieve a constant surface temperature with a product temperature that is supposed to be isothermal throughout the whole process. This assumption seems to be valid if regarding figure 9 which depicts the predicted temperature distribution within the apple slice during the first stage of drying. Like for shrinkage the reduced heat transfer at the lower surface led to a slightly asymmetric temperature distribution. The temperature difference between the apple slices center and the upper surface did not exceed 10 % at any time and the sample reached isothermal state after about 10 minutes.

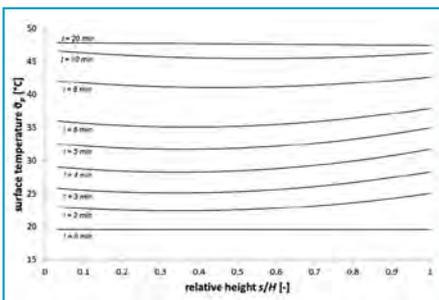


FIG. 9: Predicted temperature distribution within the apple slice

Predicted shrinkage

Assuming that the decrease of drying material volume is equal to the volume of water removed, a linear approach describing shrinkage was applied. Experimental results (Sturm, 2010) showed that the average ratios of shrinkage were 0.34 for thickness (h_s/h_0) and 0.84 for diameter (d_s/d_0), leading to different equations:

$$h(X) = h_0 \cdot \left(0,66 \cdot \frac{X}{X_0} + 0,34 \right) \quad (14)$$

$$d(X) = d_0 \cdot \left(0,16 \cdot \frac{X}{X_0} + 0,84 \right) \quad (15)$$

Figure 10 shows the side view of the predicted shrinkage during the drying process. As shrinkage is described as a function of current moisture content in this model, it does not account for other effects. Nevertheless it can give a good idea of the shrinkage taking place during the drying process.

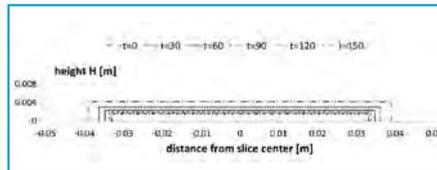


FIG. 10: Predicted shrinkage

5 CONCLUSIONS

The work presented introduces a lumped parameter model for the simulation of constant surface temperature drying of apples. The mathematical model enables the prediction of moisture content as a function of time within the examined range of process parameters. Based on this model, an automatic control feature was developed which allows for the simulation of transient drying parameters. This is shown for a drying process where the external drying parameters are non-steady, but the product surface temperature was kept constant.

Further investigation is necessary, as the present model neglects three dimen-

sional transport phenomena, local heat and also mass transfer coefficients, and traces back shrinkage only to moisture content, but not to geometry. The model for automatic control should be adopted to represent industrial drying processes such as bulk or belt dryers. Quality aspects might be simulated and integrated into the model as well, as they mostly depend on temperature and moisture content.

6 NOMENCLATURE

A	exchange area	m^2
d	diameter of apple slices	m
H	total height of an apple slice	m
\dot{H}	heat flow	W
HI	loss of heat (evaporation)	W
h_{vap}	heat of evaporation	J/kg
h_{sorp}	heat of sorption	J/kg
k_i	integral gain, tuning parameter	-
k_p	proportional gain, tuning parameter	-
M	mass	kg
\dot{M}	mass flow	kg/s
P_v	water vapor partial pressure	Pa
P°	system pressure	Pa
s	height of a node	m
SIM	simulation	-
T	temperature	$^\circ C$
w	air velocity	m/s
X	moisture content (dry basis)	kg_w/kg_{dm}

Greek letters

α	heat transfer coefficient	$W/(m^2 \cdot K)$
β	mass transfer coefficient	m/s
δ	diffusion coefficient	m^2/s
ϑ	temperature	$^\circ C$
κ	liquid diffusivity	m^2/s
λ	thermal conductivity of food	$W/(m \cdot K)$
μ	diffusion resistance coefficient	-
ρ	density	kg/m^3

Subscripts

0	initial
a	air
act	actual
dm	dry matter
dp	dew point
p	product
s	surface

t target
v vapor
w water (liquid state)

7 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV) for their financial support, based on a decision of the Parliament of the Federal Republic of Germany via the Federal Office for Agriculture and Food (BLE) under the innovation support programme. They also want to thank Prof. Dr.-Ing. Uwe Kosiedowski from the Mechatronics Department, University of Applied Sciences Konstanz, for his help.

REFERENCES

- [1]: Barati, E. and Esfahani, J. (2009), Analytical Modelling of The Transport Phenomena on Temperature and Moisture History of Food During Drying Process: Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Croatia 2009.
- [2]: Barati, E. and Esfahani, J. (2011), Mathematical modeling of convective drying: Lumped temperature and spatially distributed moisture in slab, *Energy*, Vol. 36 No. 4, pp. 2294–2301.
- [3]: Białobrzewski, I. (2006), Simultaneous Heat and Mass Transfer in Shrinkable Apple Slab During Drying, *Drying Technology*, Vol. 24 No. 5, pp. 551–559.
- [4]: Bonis, M.V. de and Ruocco, G. (2008), A generalized conjugate model for forced convection drying based on an evaporative kinetics, *Journal of Food Engineering*, Vol. 89 No. 2, pp. 232–240.
- [5]: Bravo, J., Sanjuán, N., Ruales, J. and Mulet, A. (2009), Modeling the Dehydration of Apple Slices by Deep Fat Frying, *Drying Technology*, Vol. 27 No. 6, pp. 782–786.
- [6]: Chiang, W.-C. and Petersen, J.N. (1987), Experimental Measurement Of Temperature And Moisture Profiles During Apple Drying, *Drying Technology*, Vol. 5 No. 1, pp. 25–49.
- [7]: Chou, S.K. and Chua, K.J. (2003), On the Study of the Drying Behavior of a Heat-Sensitive Biomaterial Undergoing Stepwise-Varying Temperature Schemes, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 42 No. 20, pp. 4939–4952.
- [8]: Chua, K., Chou, S., Ho, J., Mujumdar, A. and Hawlader, M. (2000), Cyclic Air Temperature Drying of Guava Pieces: Effects on Moisture and Ascorbic Acid Contents, *Food and Bioproducts Processing*, Vol. 78 No. 2, pp. 72–78.
- [9]: Datta, A. (2008), Status of Physics-Based Models in the Design of Food Products, Processes, and Equipment, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol. 7 No. 1.
- [10]: Devahastin, S. and Niamnuy, C. (2010), Invited review: Modelling quality changes of fruits and vegetables during drying: a review, *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 45 No. 9, pp. 1755–1767.
- [11]: Doymaz, İ. (2009), An Experimental Study on Drying of Green Apples, *Drying Technology*, Vol. 27 No. 3, pp. 478–485.
- [12]: Fernandes, F.A.N., Rodrigues, S., Law, C.L. and Mujumdar, A.S. (2011), Drying of Exotic Tropical Fruits: A Comprehensive Review. A Comprehensive Review, *Food and Bioprocess Technology*, Vol. 4 No. 2, pp. 163–185.
- [13]: Ho, J., Chou, S., Chua, K., Mujumdar, A. and Hawlader, M. (2002), Analytical study of cyclic temperature drying: effect on drying kinetics and product quality, *Journal of Food Engineering*, Vol. 51 No. 1, pp. 65–75.
- [14]: Hofacker, W., Lucas, J. and Schilke, J. (1991), Implementation of Automatic Control Features in ESATAN Models, SAE Technical Paper Series No. 911583, 21st International Conference on Environmental Systems, San Francisco 1991
- [15]: Huguenschmidt, S. and Hofacker, W.C. (2011a), An Approach To Determine The Temperature And Moisture Distribution In Apple Slices During The Drying Process, 5th Nordic Drying Conference, Helsinki, Finland.
- [16]: Huguenschmidt, S. and Hofacker, W.C. (2011b), Numerical simulation of the convective drying of apple slices, *Ann. DAAAM proc. int. DAAAM Symp*, Vol. 22 No. 1.
- [17]: Janjai, S., Lamlert, N., Intawee, P., Mahayothee, B., Haewsungcharern, M., Bala, B. and Müller, J. (2008a), Finite element simulation of drying of mango, *Biosystems Engineering*, Vol. 99 No. 4, pp. 523–531.
- [18]: Janjai, S., Lamlert, N., Intawee, P., Mahayothee, B., Haewsungcharern, M., Bala, B.K., Nagle, M., Leis, H. and Müller, J. (2008b), Finite Element Simulation of Drying of Longan Fruit, *Drying Technology*, Vol. 26 No. 6, pp. 666–674.
- [19]: Janjai, S., Mahayothee, B., Lamlert, N., Bala, B., Precoppe, M., Nagle, M. and Müller, J. (2010), Diffusivity, shrinkage and simulated drying of litchi fruit (*Litchi Chinensis* Sonn.), *Journal of Food Engineering*, Vol. 96 No. 2, pp. 214–221.
- [20]: Jumah, R., Mujumdar, A. and Raghavan, V. (2007), Control of Industrial Dryers, in Mujumdar, A.S. (Ed.), *Handbook of Industrial Drying*, 3rd ed., CRC/Taylor & Francis, Boca Raton, FL, pp. 1161–1181.
- [21]: Jun, W., Jing-ping, Z., Jian-ping, W. and Nai-zhang, X. (1998), Modeling Simultaneous Heat And Mass Transfer For Microwave Drying On Apple, *Drying Technology*, Vol. 17 No. 9, pp. 1927–1934.
- [22]: Kaya, A., Aydın, O. and Demirtaş, C. (2009), Experimental and theoretical analysis of drying carrots, *Desalination*, Vol. 237 1–3, pp. 285–295.
- [23]: Kiranoudis, C. and Markatos, N. (2000), Pareto design of conveyor-belt dryers, *Journal of Food Engineering*, Vol. 46 No. 3, pp. 145–155.
- [24]: Krokida, M., Tsami, E. and Maroulis, Z. (1998), Kinetics on color changes during drying of some fruits and vegetables, *Drying Technology*, Vol. 16 3–5, pp. 667–685.
- [25]: Krokida, M.K., Kiranoudis, C.T., Maroulis, Z.B. and Marinos-Kouris, D. (2000), Drying Related Properties Of Apple, *Drying Technology*, Vol. 18 No. 6, pp. 1251–1267.
- [26]: Lewicki, P.P. (2006), Design of hot air drying for better foods, *EFFoST Warsaw 2004*, Vol. 17 No. 4, pp. 153–163.
- [27]: Lewicki, P.P. and ŁUKASZUK, A. (2000), Changes Os Rheological Properties Of Ap-

ple Tissue Undergoing Convective Drying, *Drying Technology*, Vol. 18 No. 3, pp. 707–722.

[28]: Lin, Y.L., Li, S.J., Zhu, Y., Bingol, G., Pan, Z. and McHugh, T.H. (2009), Heat and Mass Transfer Modeling of Apple Slices Under Simultaneous Infrared Dry Blanching and Dehydration Process, *Drying Technology*, Vol. 27 No. 10, pp. 1051–1059.

[29]: Moreira, R., Figueiredo, A. and Sereno, A. (2000), Shrinkage Of Apple Disks During Drying By Warm Air Convection And Freeze Drying, *Drying Technology*, Vol. 18 1–2, pp. 279–294.

[30]: Mujumdar, A.S. (Ed.) (2007), *Handbook of Industrial Drying*, 3rd ed., CRC/Taylor & Francis, Boca Raton, FL.

[31]: Nijhuis, H., Topping, H., Muresan, S., Yuksel, D., Leguijt, C. and Kloek, W. (1998), Approaches to improving the quality of dried fruit and vegetables, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 9.

[32]: Oztop, H.F. and Akpınar, E.K. (2008), Numerical and experimental analysis of moisture transfer for convective drying of some products, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, Vol. 35 No. 2, pp. 169–177.

[33]: Puri, V. and Anantheswaran, R. (1993), The finite-element method in food processing: A review, *Journal of Food Engineering*, Vol. 19 No. 3, pp. 247–274.

[34]: Putranto, A., Chen, X.D. and Webley, P.A. (2011), Modeling of Drying of Food Materials with Thickness of Several Centimeters by the Reaction Engineering Approach (REA), *Drying Technology*, Vol. 29 No. 8, pp. 961–973.

[35]: Queiroz, M. and Nebra, S. (2001), Theoretical and experimental analysis of the drying kinetics of bananas, *Journal of Food Engineering*, Vol. 47 No. 2, pp. 127–132.

[36]: Sturm, B. (2010), Einfluss der Führung des Trocknungsprozesses auf den Trocknungsverlauf und die Produkteigenschaften empfindlicher Biologischer Güter: Forschungsbericht Agrartechnik 491 des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth Gesellschaft Agrartechnik, VDI (VDI-MEG).

[37]: Sturm, B., Hofacker, W. and Hensel, O. (2012), Optimizing the drying parameters for hot air dried apples, *Drying Technology Accepted Paper*.

[38]: Sturm, B., Hofacker, W.C. and Hensel, O. (2009), Automatic control of the drying process of biological materials using optical sensors to acquire surface temperature, color and shape, Annual International Meeting of the ASABE, Reno, Nevada, USA, 21.06.-24.06.2009, Paper Number 096219.

[39]: Vergara, F., Amézaga, E., Bárcenas, M.E. and Welti, J. (1997), Analysis of the Drying Processes of Osmotically Dehydrated Apple Using the Characteristic Curve Model, *Drying Technology*, Vol. 15 No. 3, pp. 949–963.

[40]: Wang, L. and Sun, D.W. (2003), Recent developments in numerical modelling of heating and cooling processes in the food industry - a review, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 14, pp. 311–323.



Astronauten, Jetpilotinnen, Hochseefischer, Top Models,
Hausmänner, Archäologinnen, Tierärzte, Bergführe-
rinnen, Polarforscher,

suchen wir nicht.....aber unsere Jobangebote sind

spannend und herausfordernd

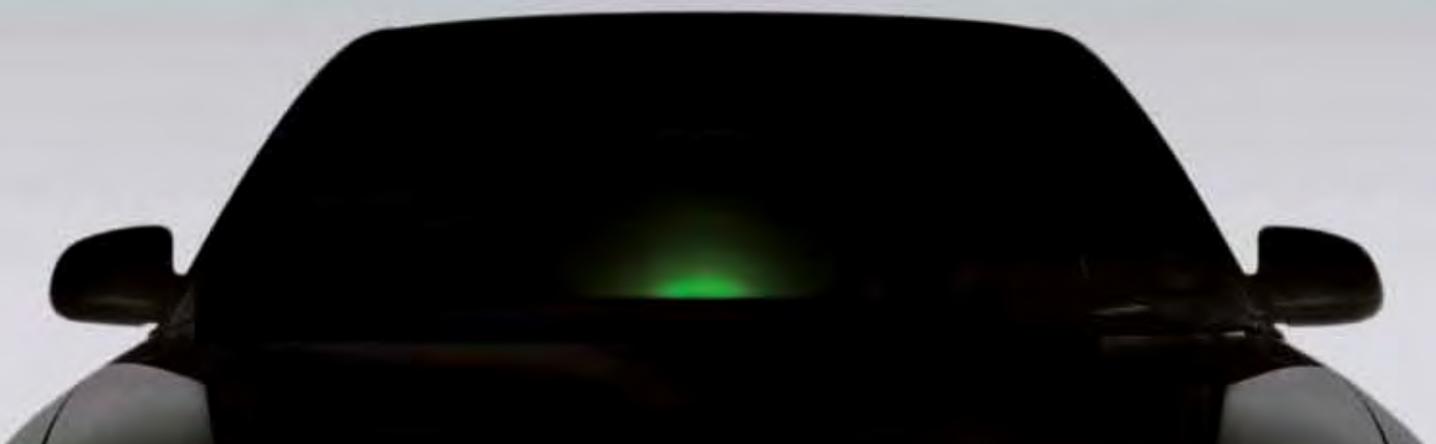
Das finden Sie bei uns:

eigene Akademie **Karriere** flexible Arbeitszeit
flache Hierarchien offene Türen
Entwicklungsmöglichkeiten kostenlose Getränke
coole Projekte Company Olympics
bezahlte Überstunden **Internationaler Austausch**
unternehmenseigener Sportverein **Teamevents**
Innovative Software

Außerdem finden Sie bei uns jede Menge offene Position im Bereich der Embedded Automotive Software-Entwicklung

Interessiert? Jan Schroer (Tel.-Nr. +49 9131-7701-7788) oder Susanne Schröder (-8877) stehen Ihnen gerne für Ihre Fragen zur Verfügung oder besuchen Sie unsere Homepage:

jobs.automotive.elektrobit.com



ONLINE-VISKOSITÄTSMESSUNG BEIM SPRITZGIEßEN

Carsten Manz, Christian Hogg



Prof. Dr.-Ing. Carsten Manz
ist seit 2006 Dekan der Fakultät Maschinenbau und leitet das Labor für Kunststofftechnik, welches Bestandteil des Instituts für Werkstoffsystemtechnik (WIK) ist.



M.Eng. Christian Hogg
studierte Maschinenbau Konstruktion und Entwicklung und danach Mechanical Engineering and International Sales Management zum Master of Engineering an der HTWG Konstanz.

1 ABSTRACT

Beim Spritzgießen von Kunststoffteilen kommt es häufig zur Störung des Produktionsbetriebes. Die Maschinensteuerung kann diese Störungen oftmals nicht kompensieren. Durch das Messen der Viskosität direkt im Werkzeug können diese Störungen erkannt, überwacht und geregelt werden. Wie die Viskositätsmessung funktioniert und ob sie an einem beliebigen Bauteil eingesetzt werden kann, wurde an der Hochschule Konstanz untersucht und ausgewertet.

2 EINLEITUNG

Wie kommt es in der Praxis zu den häufigen Störungen im Produktionsbetrieb? Spritzgießen ist ein thermisch und rheologisch instabiler Prozess [1]. Diesen Prozess regelungstechnisch zu charakterisieren und somit voll unter Kontrolle zu bringen, ist schwierig. Die Maschinenparameter der Spritzgießmaschine versuchen dies, indem alle Daten der Maschine aufgezeichnet werden. Was sich im Werkzeug abspielt, dort wo die Formteilqualität bestimmt wird, bleibt außer Acht. Eine Änderung der Feuchtigkeit des Kunststoffgranulates oder eine Änderung der Umgebungsbedingung kann von der Maschine nicht identifiziert werden. Es kommt zu Einbußen in der Formteilqualität, z.B. durch Über- oder Unterspritzungen am Bauteil. Im besten Fall wird der Fehler bemerkt und es kommt zum Produktionsstopp und zur Anpassung der Maschinenparameter. Problematischer sind die unbemerkten Qualitätsmängel, die zu aufwändigen Kundenreklamationen führen.

Eine ganz neue Perspektive zur Überwachung des Prozesses bietet die Online-Viskositätsmessung [2]. Dazu werden ein Druck- und ein Temperatursensor in das Werkzeug eingebaut. Es wird nicht mehr von außen auf das Werkzeug geschaut, sondern direkt von innen. Über die Sensoren werden der Werkzeuginnendruck und

die Werkzeugwandtemperatur gemessen. Für den Einrichter an der Maschine sind diese Daten von großer Bedeutung. Der Druckverlauf gibt Auskunft über die Formteilfüllung. Über den Temperaturverlauf kann die Position der Fließfront erkannt werden. In der Welt der Spritzgießtechnik hat sich der Einsatz der Sensoren bereits etabliert. Dabei wird entweder ein Druck- oder ein Temperatursensor verwendet. Neu ist nun die Kombination beider Sensoren, um aus ihren Daten die Viskosität zu errechnen.

Die Viskosität beschreibt das Fließverhalten der Schmelze und ist eine Basiseigenschaft eines Kunststoffes. Eine Vielzahl von Faktoren bestimmt die Viskosität, z.B. die Schmelzetemperatur, die Schubspannung, die Schergeschwindigkeit oder die Feuchtigkeit des Granulates. Ändert sich nur einer dieser Faktoren, ändert sich auch die Viskosität. Die Viskosität ist somit eine Kennzahl, die den Prozess beschreibt. Treten Störungen oder Abweichungen im Prozess auf, können diese anhand der Viskositätsmessung erkannt werden. Im Weiteren kann die Viskosität nicht nur überwacht, sondern auch aktiv geregelt werden [3]. Dazu werden die Maschinenparameter automatisch verändert, bis die gewünschte Viskosität wieder erreicht ist. Durch die Viskositätsmessung entstehen somit ganz neue Möglichkeiten zur Prozessüberwachung und -regelung.

3 AUFGABENSTELLUNG

Um die Aussagekraft der Viskositätsmessung zu untersuchen, wurde an der Hochschule Konstanz eine Masterarbeit zu diesem Thema durchgeführt. Zusammen mit dem Industriepartner PRIAMUS System Technologies AG wurden theoretische Grundlagen, aber auch praktische Versuchsreihen durchgeführt. Dabei wurden zwei grundlegende Fragen behandelt:

- Kann bei einer beliebigen Bauteilgeometrie die Viskosität im Werkzeug gemessen werden?

- Wieweit kann die Viskosität verwendet werden um den Prozess zu regeln?

4 VERSUCHSAUFBAU

Um die Untersuchungen durchzuführen, wurde die Ausstattung an der HTWG genutzt. Die Arburg Spritzgießmaschine wurde mit der notwendigen Hardware (Sensoren und Monitore) und Software (Viskositäts-Berechnungsprogramm) ausgestattet, siehe Abbildung 1. Als Bauteil wurde eine Wakeboard Finne verwendet, siehe Abbildung 2. Solche Finnen kommen im Wassersport zum Einsatz. Sie werden unterhalb eines Wakeboardes verschraubt und verhindern, dass der Fahrer seitwärts abdriftet. Gespritzt wird die Finne in einem modularen Werkzeug. Dieses neuartige Werkzeugkonzept ist eine Eigenentwicklung des Hochschullabors [4]. Über die Modularität kann die Hochschule verschiedenste Spritzgießteile sehr kostengünstig und schnell herstellen. Das Werkzeug ist somit hervorragend für die Forschungs- und Prüfanforderungen des Hochschullabors geeignet. Auch die Untersuchungen zur Viskositätsmessung mit der Druck- und Temperatursensorik konnten in diesem Werkzeug umgesetzt werden.



ABB. 1: Arburg Spritzgießmaschine mit zusätzlicher Soft- und Hardware zur Viskositätsmessung



ABB. 2: Wakeboard mit Finne an der Unterseite des Boardes

5 FUNKTIONSWEISE DER ONLINE-VISKOSITÄTSMESSUNG

Wie ist es möglich, mittels eines Druck- und eines Temperatursensors die Viskosität zu berechnen? Dazu müssen beide Sensoren an bestimmten Stellen im Werkzeug platziert werden. Auf der linken Seite der Abbildung 3 ist die Anordnung prinzipiell dargestellt. Der Drucksensor (p) wird nahe dem Anguss platziert. Dadurch kann der Druckverlauf über den gesamten Füllvorgang aufgezeichnet werden. Der Temperatursensor (T) wird angussfern eingebaut. Er erkennt die Schmelzefront am Ende des Füllvorgangs. So kann exakt bestimmt werden, wann die Schmelze die Form voll ausgefüllt hat. Der Sensor hat somit eine

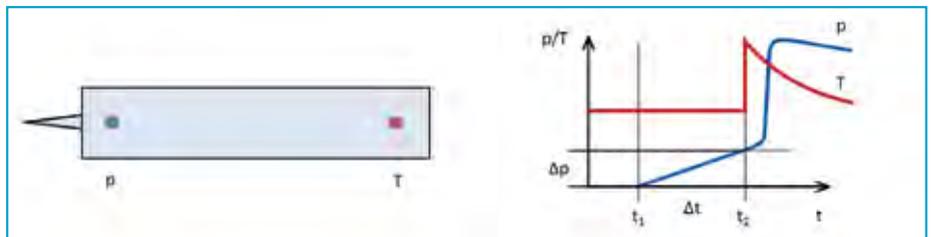


ABB. 3: Prinzip der Online-Viskositätsmessung, links: Anordnung der Sensoren (p = Druck, T = Temperatur), rechts: Verlauf der Messung während des Füllvorganges

Schalterfunktion, die Temperatur selbst wird nicht bewertet. Der Verlauf, den beide Sensoren während eines Füllvorgangs aufzeichnen, ist in Abbildung 3 rechts gezeigt.

Die Messung beginnt mit dem Übertritt der Schmelze über den Drucksens-

or (t_1). Sie endet mit dem Übertritt der Schmelze über dem Temperatursensor (t_2). Zwischen Beginn und Ende der Messung wird die Zeitdifferenz Δt errechnet. Die Druckdifferenz zwischen Anfang und Ende wird mit Δp gebildet. Die beiden so ermittelten Parameter Δp und Δt reichen

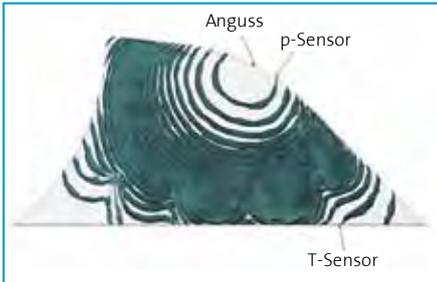


ABB. 4: Füllbildsimulation einer Wakeboard Finne, Position der Schmelzefront nach konstanten Zeitschritten

aus, um die Viskosität zu berechnen. Dazu müssen die beiden Parameter in die Strömungsgleichungen nach Hagen-Poiseuille eingesetzt werden. Das Resultat aus dem Gleichungssystem ist dann die Viskosität.

Diese Art von Berechnung setzt gewisse Randbedingungen voraus [5]. So muss das Bauteil unter anderem einen rechteckigen Querschnitt vorweisen. Je eher die Formteilgeometrie einer Rechteckform ähnelt, desto exakter werden die Viskositätswerte. Die Wakeboard Finne und auch andere beliebige Spritzgießteile besitzen jedoch keinen eindeutig rechteckigen Querschnitt. In Abbildung 4 ist der Querschnitt der Finne anhand einer Füllbildsimulation gezeigt. Jede Linie zeigt die Schmelzfront während der Füllung an konstanten Zeitschritten. Es ist zu erkennen, dass der Füllvorgang nicht gleichmäßig stattfindet. Der Fließkanal weitet sich vom Anguss an stark auf und besitzt keinen gleichbleibenden Querschnitt. Für die Messung sind dies schwierige Voraussetzungen. Im praktischen Versuch soll gezeigt werden, ob dennoch mit diesen Randbedingungen Viskositätswerte berechnet werden können.

6 MESSERGEBNISSE

Die Versuchsreihe soll zeigen, ob eine Viskositätsmessung bei der Wakeboard Finne möglich ist. Um dies zu untersuchen, wurden Messungen unter gleichbleibenden Voraussetzungen durchgeführt. Dafür

wurden sämtliche Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Feuchtigkeit oder Maschinenparameter unter Laborbedingungen konstant gehalten. Unter diesen Messbedingungen konnte die eigentliche Funktion der Online-Viskositätsmessung und deren Stabilität untersucht werden. Nach dem Fixieren der Bedingungen wurde die Viskosität von mehreren unterschiedlichen Kunststoffen gemessen. Um eine statistische Auswertung zu erhalten, wurden je Material 50 Messzyklen angefertigt. Die so gemessenen Viskositäten (η) sind in Abbildung 5 aufgezeigt.

Es ist zu erkennen, dass sich die Messwerte der einzelnen Kunststoffe unterscheiden. Die Sensorik ist in der Lage, unterschiedliche Viskositäten zu erkennen. Selbst bei Bauteilen wie der Finne funktioniert das Prinzip der Online-Viskositätsmessung. Durch den nicht rechteckigen Querschnitt der Finne können die Online-Viskositäten jedoch nicht mit den Viskositäten eines Kapillarviskosimeters verglichen werden [5]. Wichtiger als dieser Vergleich ist jedoch die Erkenntnis, dass die Viskositäten relativ zueinander messbar sind und dies bei einer hohen Messstabilität.

Im Diagramm sind die geringen Standardabweichungen an den Indikatoren zu erkennen. Durch die Konstanz der Messwerte können reproduzierbare Messungen erreicht werden.

Im nächsten Teil der Versuchsreihe wurde der Einfluss von Störgrößen bzw. von ändernden Umgebungsbedingungen auf die Online-Viskosität untersucht. Dazu wurden unter anderem Bedingungen wie die Einspritzgeschwindigkeit der Schmelze verändert. Durch die schnellere bzw. langsamere Füllgeschwindigkeit des Werkzeugs ändern sich die Schergeschwindigkeit des Materials und damit auch die Viskosität. Bei Thermoplasten ist dieser Effekt als strukturviskoses Verhalten bekannt. Je höher die Einspritzgeschwindigkeit, desto geringer ist die Viskosität. Im Versuch wurde genau dieser Effekt nachgebildet. Dazu wurden bei dem Kunststoff Polypropylen verschiedene Einspritzgeschwindigkeiten gefahren. In Abbildung 6 sind die Ergebnisse der Messung dargestellt. Aufgezeigt sind die tatsächlich gemessenen Werte (η_{Messung}) und die daraus resultierende Kurve (η_{Kurve}). Das strukturviskose Verhalten des Kunststoffes ist klar zu erkennen. Die

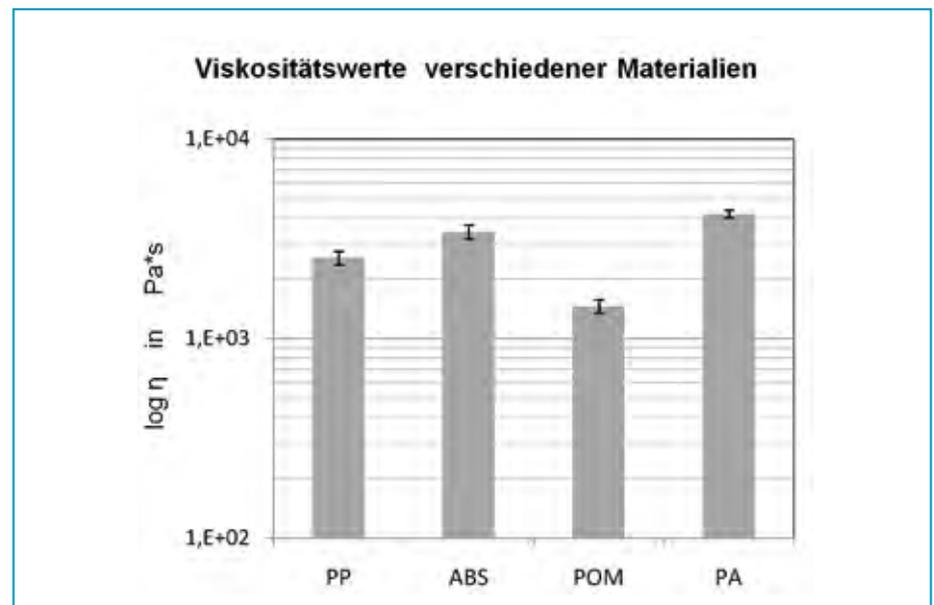


ABB. 5: Viskositätswerte verschiedener Materialien

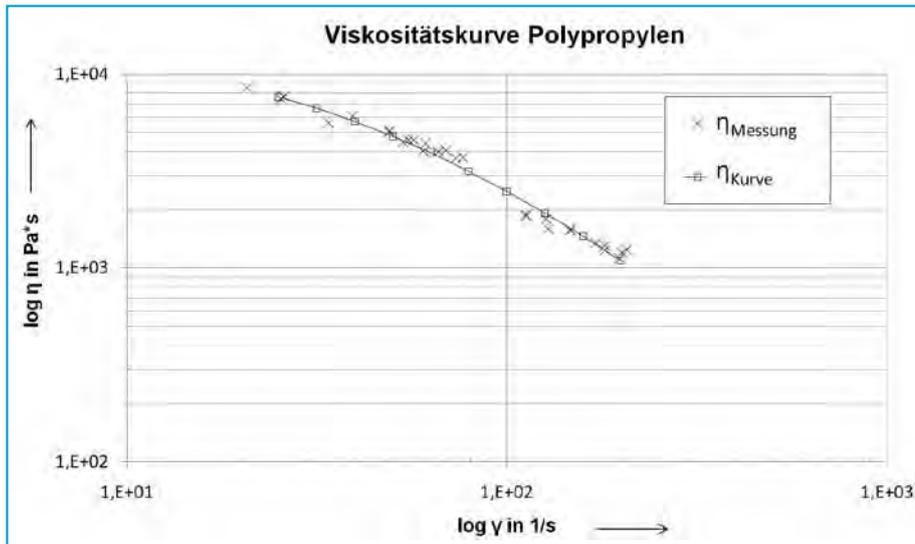


ABB. 6: Viskositätskurve Polypropylen

Viskositätskurve fällt mit zunehmender Schergeschwindigkeit ab. Die Messung bildet das Fließverhalten des Kunststoffes treffend ab.

In weiteren Versuchen konnten auch andere Einflüsse wie z.B. die Feuchtigkeit des Kunststoffes nachgewiesen werden. Bei steigender Feuchtigkeit sinkt die gemessene Viskosität.

Durch diese Versuchsreihen konnte gezeigt werden, dass die Online-Viskosität als Prozesskennzahl geeignet ist. Zum einen besteht die Möglichkeit, die Viskosität zu überwachen. Damit kann die Qualität der Bauteile unter Kontrolle gehalten werden. Zum anderen besteht die Möglichkeit, die Viskosität aktiv zu regeln. Die Regelung kann die Maschinenparameter über eine Leitrechnerschnittstelle verändern und somit den ursprünglichen Viskositätswert wieder erreichen. So kann z.B. das Einspritzprofil solange geregelt werden, bis die Schergeschwindigkeit und damit die gewünschte Viskosität wieder erreicht sind.

Die ergänzend durchgeführten Versuchsreihen, aber auch detaillierte Messergebnisse, können bei Interesse gerne über das Kunststofflabor der Hochschule bezogen werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Online-Viskosität über Druck- und Temperatursensoren im Werkzeug gemessen werden kann. Die besten Messergebnisse liefern Bauteile, die einer Rechteckgeometrie gleichen. Es reicht dabei

schon aus, wenn die Sensoren auch nur abschnittsweise in einem rechteckigen Kanal im Bauteil positioniert werden. Aber auch bei Bauteilen wie der Finne funktioniert das Prinzip der Online-Viskositätsmessung.

Durch die prozessnahe Gewinnung der Viskosität, aus der Perspektive des Werkzeuges, können Maschinenregelungen aufgebaut werden. Es können Einflüsse wie z.B. schwankende Feuchtigkeiten oder ändernde Schergeschwindigkeiten überwacht und geregelt werden. Dadurch kann eine gleichbleibende Qualität der Bauteile mit Minimierung des Ausschusses erreicht werden.

DANKSAGUNG

Ein Dankeschön gilt der Firma PRIAMUS, für die Bereitstellung der Sensorik. Ein herzliches Dankeschön gilt Herrn Marco Lammer für die Betreuung seitens PRIAMUS.

Dieses Projekt wurde gefördert durch das SRP (Small Reserch Project) „Prozesssicherheit für Kleinserien mittels Online-

Viskositätsmessung (OVM)“. Die Ergebnisse wurden im Rahmen der Master-Thesis „Machbarkeitsanalyse und Marktbetrachtung einer Druck- und Temperatursensorik zur Online-Viskositätsmessung“ erarbeitet.

LITERATUR

- [1] Johannaber, F./Michaeli, W., Handbuch Spritzgießen, 1. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2001
- [2] Bader, Christopherus, Patent WO 2009/040077 A1, Verfahren und Vorrichtung zum Überwachen, Dokumentieren und/oder Regeln einer Spritzgießmaschine, PRIAMUS Systems Technologies AG, 09/2008
- [3] Bader, Christopherus/König Erwin, Wir regeln das schon – Qualitätssicherung, Kunststoffe 06/2012, Carl Hanser Verlag, München
- [4] Werschler, Marco/u.a., Modulares Spritzgießwerkzeug mit Online-Viskositätsmessung, HTWG Konstanz Labor für Kunststofftechnik, Sommersemester 2010 bis Wintersemester 2010/11
- [5] Schramm, Gebhard, Einführung in Rheologie und Rheometrie, 2. Auflage, Thermo Electron (Karlsruhe) GmbH, Karlsruhe 2004

Kunststofflabor der HTWG Konstanz

Das Labor für Kunststofftechnik zeichnet sich durch die Ausschöpfung der Potenziale im Bereich der Polymertechnologie in Lehre und Forschung aus. Die Studierenden werden in den Vorlesungen Werkstoffkunde und Fertigungsverfahren II an die Vielfaltigkeit dieser Disziplin herangeführt und für eine spätere Verwendung in diesem Segment vorbereitet. Über den engen Kontakt zur Industrie werden neben der Werkstoffanalytik auch kompetente Beratung, Schulung und Hilfestellung rund um das Thema Kunststoff angeboten. Möglichkeiten gibt es vor allem durch industrienahen Forschungsprojekte.

REGIONALE KLIMAFOLGEN FÜR DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IN BADEN-WÜRTTEMBERG – EINE MODELLGESTÜTZTE ANALYSE VON KONKURRIERENDEN WASSERNUTZUNGEN AM NECKAR

Benno Rothstein, Margret Johst



Prof. Dr. Benno Rothstein

hat seit diesem Wintersemester die Professur für Geowissenschaftliches

Ressourcenmanagement an der Fakultät Bauingenieurwesen der HTWG Konstanz inne. Zuvor war der Geowissenschaftler knapp fünf Jahre Professor für Ressourcenökonomie an der Hochschule für Forstwirtschaft in Rottenburg. Dort war er u.a. Leiter des Studiengangs Bio-Energie. Prof. Rothstein hat an der Universität Würzburg in der Geographie zum Thema „Elektrizitätswirtschaft als Betroffene des Klimawandels“ habilitiert. Nach seinem Studium der Umweltwissenschaften und der Promotion in den Geowissenschaften an der Universität Trier war er beim Verein Deutscher Ingenieure (VDI) in Düsseldorf sowie beim Europäischen Institut für Energieforschung (EIFER) in Karlsruhe beschäftigt.



Dr. Margret Johst

ist seit September 2012 Projektmitarbeiterin an der HTWG (Fakultät Bau-

ingenieurwesen). Zuvor war sie drei Jahre im Forschungs- und Consultingbüro UDATA (Umweltschutz und Datenanalyse) in Neustadt/Wstr. tätig. Nach Ihrem Studium der Hydrologie an der Universität Freiburg promovierte sie an der Universität Trier zum Thema Hochwasserentstehung und Bodenfeuchtemesstechnik.

1 EINFÜHRUNG

Niedrige Flusswasserstände können in Trockenzeiten zu Konflikten zwischen den verschiedenen Wassernutzern, z.B. der Kühlwassernutzung (Abbildung 1), Bewässerung und Nutzung als Schifffahrtsstraße, führen. Der Neckar ist hiervon aufgrund seines eher trockenen Einzugsgebiets, der dichten Besiedelung und starken industriellen Nutzung sowie der großen Bedeutung der energiewirtschaftlichen Wassernutzung besonders betroffen.

Infolge des Klimawandels ist nicht nur eine Erhöhung der Lufttemperatur, sondern auch mitunter eine Verschärfung der Wassernutzungskonkurrenzen zu erwarten. Die Erarbeitung von Szenarien zu zukünftig potenziellen Wassernutzungskonkurrenzen ist Gegenstand unseres im Februar 2012 gestarteten Projekts KLIMOPASS, das in diesem Beitrag vorgestellt werden soll.



ABB. 1: Kraftwerk Altbach/Deizasau (oben), Heizkraftwerk Heilbronn (unten); beide am Neckar
Quelle: eigene Fotos

2 DAS FORSCHUNGSVORHABEN KLIMOPASS

Das Programm KLIMOPASS („Klimawandel und modellhafte Anpassungen in Baden-Württemberg“, Projektträger: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Projektlaufzeit: 2012–2014) ist Teil der Zukunftsoffensive III des Landes Baden-Württemberg. In unserem Teilprojekt werden unter Berücksichtigung der Energiewende die Auswirkungen des Klimawandels auf die Energiewirtschaft am Neckar analysiert. Vor dem Hintergrund des hohen Kühlwasserbedarfs thermischer Kraftwerke sollen potenziell auftretende Wassernutzungskonkurrenzen erkannt und modellhaft Handlungsstrategien zum Umgang mit kritischen Niedrigwassersituationen erarbeitet werden. Hierbei werden neben der energiewirtschaftlichen Wassernutzung (Kühlwassernutzung thermischer Kraftwerke, Wasserkraftwerke, Kohletransport) auch die Nutzung durch die Industrie (Prozesswasser) und die Landwirtschaft (Bewässerung, verstärkter Energiepflanzenanbau) sowie die Nutzung als Vorflut für die Abwasserentsorgung betrachtet. Analog zu den zugrunde gelegten Klimawandelszenarien sollen Zukunftsszenarien bis in das Jahr 2050 entwickelt werden.

3 AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF DIE ENERGIEWIRTSCHAFT

Die Jahresmitteltemperatur wird entsprechend verschiedener Klimawandelszenarien bis zum Jahr 2050 zwischen 0,8 und 1,7 °C zunehmen im Vergleich zum Bezugszeitraum 1971–2000 (UM & LUBW 2012, KLIWA 2010). Hitzetage mit einer Maximaltemperatur von mindestens 30 °C dürften dann sogar doppelt so häufig auftreten. Für das Neckar-Einzugsgebiet sind im Gegensatz zum Rhein-Einzugsgebiet geringere Klimawandel bedingte Veränderungen des Wasserhaushalts zu erwarten (KLIWA 2009, LUBW 2010 und 2011): Da

die Winterniederschläge in Zukunft eher zunehmen werden, dürfte der Grundwasserstand, je nach tatsächlich eintretender Lufttemperaturzunahme, klimatisch bedingt nicht oder nur sehr wenig absinken. Die Niedrigwassersituation könnte sich jedoch infolge der Wechselwirkung zwischen erhöhter Lufttemperatur und erhöhter Wassernutzung (z.B. höherer Bewässerungsbedarf der Landwirtschaft, höherer Kühlwasserbedarf, höherer Trinkwasserbedarf) verschärfen.

Thermische Kraftwerke (z. B. Kohle, Kernenergie) benötigen das Kühlwasser für die Abfuhr der Kondensationswärme des Speisewasserkreislaufs. Die Wärme wird hierbei indirekt an das Flusswasser und, bei Einsatz eines Kühlturms, an die Luft abgegeben. Werden wasserrechtlich vorgegebene Grenzwerte (Wassertemperatur: 28 °C bzw. Niedrigwasserabfluss am Pegel Lauffen: 25 m³/s) erreicht, müssen die Kühlwasserentnahme und damit die Kraftwerksleistung gedrosselt werden. In der Vergangenheit wurde der Wassertemperatur-Grenzwert am Neckar beispielsweise in den Hitzesommern 2003 und 2006 erreicht, womit es zu Leistungseinschränkungen der thermischen Kraftwerke kam und die Gefahr eines Energie-Versorgungsengpasses bestand (Strauch 2011).

Der Wirkungsgrad thermischer Kraftwerke ist dann am höchsten, wenn die Differenz der Dampf-Eintritts- und Dampf-Austritts-Temperatur vor und nach der Turbine möglichst hoch ist. Die Dampf-Austritts-Temperatur wird durch die Temperatur des Kühlwassers bestimmt. Folglich ist mit einer starken Zunahme der Hitzetage und damit verbundenen höheren Kühlwasser-Temperaturen eine Wirkungsgradverringerung der thermischen Kraftwerke verbunden (Rothstein et al. 2008a und 2008b und Rothstein & Parey 2011).

Auch für Laufwasserkraftwerke ist die Leistung bei Niedrigwasser geringer als bei

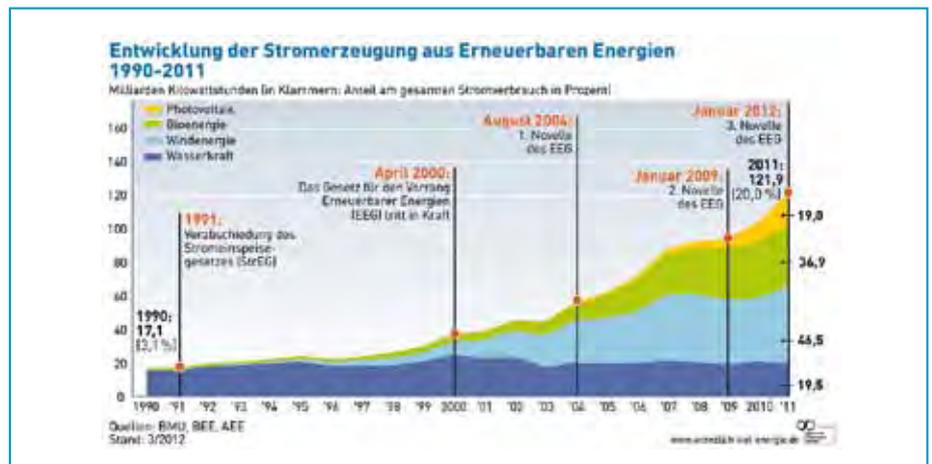


ABB. 2: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (Quelle der Grafik: www.unendlich-viel-energie.de)

Mittel- oder Hochwasser: Trotz steigender Fallhöhe nimmt die Elektrizitätsproduktion mit sinkenden Abflüssen wegen der geringeren Durchflussmenge ab (Rothstein & Halbig 2010).

Niedrige Flusswasserstände schränken die Schifffahrt und damit den Kohletransport ein. Durch die 27 Staustufen am Neckar kann der Niedrigwasserabfluss sehr gut gestützt werden, so dass es hier nur sehr selten zu eingeschränkten Fahrverhältnissen kommt. Der Neckar kann jedoch nur über den Rhein erreicht werden, an dem es in den vergangenen Jahren infolge von Niedrigwasser mehrmals zu Transportengpässen kam.

4 BERÜCKSICHTIGUNG DER ENERGIEWENDE

Die Nuklearkatastrophe von Fukushima vom März 2011 und die dadurch verursachten Umbrüche in der Energiepolitik veränderten die energiewirtschaftliche Perspektive drastisch. Laut baden-württembergischem Landesumweltminister Untersteller (Pressemitteilung vom 09.01.2012) sollen in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2020 rund 38 % des Energiebedarfs durch Erneuerbare Energien erzeugt werden. Ende 2011 lag der

Anteil der Erneuerbaren Energien bundesweit bei 20 % (Abbildung 2). Für die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Klimawandel und zukünftiger Wassernutzungskonkurrenz ist die Berücksichtigung der Energiewende folglich von großer Bedeutung.

Die Prognosen der letzten Jahre zum zukünftigen Energiebedarf sind vor dem Hintergrund der Energiewende fraglich. Das höhere Energiespar-Bewusstsein, die verstärkte Entwicklung und Anwendung von energiesparenden Technologien und möglicherweise auch die Abwanderung von energieintensiven Unternehmen dürften in Zukunft zu einem weniger steigenden Energiebedarf führen, als dies bisher angenommen wurde. Diese veränderten Energiebedarfsperspektiven werden in unserem Projekt bei der Entwicklung von Zukunftsszenarien berücksichtigt.

Den Zusammenhang zwischen der Photovoltaik- bzw. Wind-Energieerzeugung und dem Kühlwasserbedarf thermischer Kraftwerke haben wir beispielhaft für Juli–Dezember 2011 untersucht. Hierzu wurden Daten der Photovoltaik- bzw. Wind-Stromeinspeisung und der Netzlast aufbereitet. Die Steuerung der Neckar-Kraftwerke wurde mithilfe zweier unter-

schiedlicher Modellansätze simuliert, die sich hinsichtlich der Fahrweise der einzelnen Kraftwerke bzw. hinsichtlich der Hinzunahme von Spitzenlastkraftwerken unterscheiden. Den Simulationsergebnissen zufolge lag die Kühlwassereinsparung im Sommer im Mittel bei 12 % und für einen Einzeltag bei maximal 41 % (Raiber 2012 und Kammer 2012).

5 AKTUELLE WASSERNUTZUNG AM NECKAR

Der Neckar ist einer der am intensivsten genutzten Flüsse Europas (Abbildung 3). Niedrigere Zustrommengen und/oder höhere Entnahme- bzw. Verdunstungsmengen könnten in Zukunft zu kritischen Niedrigwassersituationen und ökologisch nicht tragbaren hohen Wassertemperaturen führen, mit denen im Extremfall Wassernutzungsverbote und damit erhebliche wirtschaftliche Schäden verbunden wären. Zur aktuellen Wassernutzung und zu Zukunftseinschätzungen führen wir derzeit eine Befragung von Klärwerksbetreibern, industriellen Wassernutzern und landwirtschaftlichen Bewässerungsbetrieben durch. Kernfragen sind, wie viel Wasser aktuell benötigt wird bzw. wie viel Wasser in den Neckar eingeleitet wird, welche Folgen Wassernutzungs-Einschränkungen für die Betriebe hätten und wie die zukünftige Entwicklung eingeschätzt wird.

Bei Niedrigwasser setzt sich der Abfluss des Neckars aus Grundwasser (inkl. des Zustroms über die Seitenflüsse) und dem Abwasser der dicht besiedelten Metropolregion Stuttgart zusammen (Abbildung 3). Das Abwasser stammt originär nicht aus dem Neckar-Einzugsgebiet, sondern wird diesem über Fernwasserleitungen (Bodensee-Wasserversorgung und Landeswasserversorgung) zugeführt.

Die größten Wassermengen werden zur Kühlung der thermischen Kraftwerke entnommen. Bei der sogenannten Durchlaufkühlung wird das Wasser jedoch nahe-



ABB. 3: Einflussfaktoren auf den Niedrigwasserstand am und Ansprüche an den Neckar (schwarze Pfeile: Mengenzunahme bzw. -abnahme durch Zu- und Abfluss; graue Pfeile: Mengenveränderung)

zu vollständig in den Fluss zurückgeleitet. Die Erwärmung des Wassers führt hier zu einer erhöhten Gewässerverdunstung und damit zu geringen Wasserverlusten. Größer ist der Wasserverlust bei Hinzuschalten eines Kühlturms, über den Wasserdampf entweicht. Hierbei ist zu bemerken, dass die größten thermischen Neckar-Kraftwerke erstens mit Kreislaufkühlsystemen ausgestattet sind, bei denen das Wasser in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert und nur bei Hinzuschalten eines Kühlturms Wasser durch Verdunstung verloren geht. Zweitens nutzen die beiden größten Kraftwerke Altbach/Deizisau und Neckarwestheim sogenannte Hybridkühltürme, bei denen deutlich weniger Wasser verdunstet als bei den verbreitet eingesetzten Naturzug-Kühltürmen (z. B. Heizkraftwerk Heilbronn). Die Kraftwerksbetreiber haben sich also bereits an die eingeschränkte Wassernutzungssituation am Neckar angepasst.

Weitere Wasserverbraucher sind in geringem Maße die Wasserversorgungsunternehmen, die Industrie und die Landwirtschaft. In Zukunft dürften steigende Wassermengen für die Bewässerung von vorwiegend Gemüse und Kartoffeln aber auch zur Ertragssteigerung von Energie-

mais benötigt werden. Das Bewässerungswasser wird entweder den Neckar-Seitenflüssen oder dem Grundwasser entnommen.

6 AUSBLICK

Ausgangspunkt der Zukunftsszenarien sind auf verschiedenen Klimawandelszenarien aufsetzende Wasserhaushaltssimulationen bis zum Jahr 2050 (LUBW 2010 und LUBW 2011). Die darin simulierten Neckarabflüsse liegen in einer zeitlichen Auflösung von Tagesschritten vor. Ausgehend von unseren Recherche- und Befragungsergebnissen werden für ausgewählte simulierte Niedrigwasserphasen konkrete mögliche Zukunftssituationen zu Energiebedarf, Abwasserentsorgung und Bewässerungsbedarf durchgespielt und in Rücksprache mit Akteuren und Entscheidungsträgern Handlungsoptionen für konkrete kritische Wassernutzungssituationen entwickelt. Hier ist zu betonen, dass Zukunftsszenarien keine Vorhersagen sind, sondern mögliche Eintritte in der Zukunft unter definierten Annahmen. Mithilfe solcher Szenarien können Anpassungsoptionen an potenzielle zukünftige Konfliktsituationen frühzeitig erarbeitet werden.

LITERATUR

- Kammer, H. (2012): Kühlwassereinsparung durch Photovoltaik-Einspeisung. Modell zur Simulation der verminderten Leistungsabgabe konventioneller Kraftwerke durch die Photovoltaik-Einspeisung und die dadurch vermiedene Kühlwasserentnahme entlang des Neckars. Bachelorarbeit an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg.
- KLIWA (2009): Auswirkungen des Klimawandels auf Niedrigwasserverhältnisse in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz, KLIWA-Berichte, Heft 14.
- KLIWA (2010): 4. KLIWA-Symposium am 3. und 4. Dezember 2009 in Mainz – Fachvorträge, KLIWA-Berichte, Heft 15.
- LUBW (2010): Wasserhaushaltssimulati-

on mit COSMO-CLM-Daten (Version 4.2) und mit WETTREG-Daten für das Rhein-Einzugsgebiet bis zum Pegel Worms. Auftragsstudie HYDRON.

LUBW (2011): Wasserhaushaltssimulation mit COSMO-CLM-Daten Version 4.8 für das Rhein-Einzugsgebiet bis zum Pegel Worms. Auftragsstudie HYDRON.

Raiber, S. (2012): Kühlwassereinsparung durch Windkrafteinspeisung. Modell zur Simulation der verminderten Leistungsabgabe konventioneller Kraftwerke durch die Windkrafteinspeisung und die dadurch vermiedene Kühlwasserentnahme entlang des Neckars. Bachelorarbeit an der Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg.

Rothstein, B., Müller, U., Greis, S., Schulz, J., Scholten, A. & Nilson, E. (2008a): Elektrizitätsproduktion im Kontext des Klimawandels. Korrespondenz Wasserwirtschaft (1), Nr. 10, S. 555–561.

Rothstein, B., Scholten, A., Müller, U., Greis, S., Schulz, J. & Nilson, E. (2008b): Auswirkungen des Klimawandels auf die Elektrizitätsproduktion – unter besonderer Berücksichtigung des Aspekts Wasser. Schriftenreihe „Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung“. Heft 24.08. 193–214. Hennef.

Rothstein, B. & Halbig, G. (2010): Weather Sensitivity of Electricity Supply and Data Services of the German Met Office. In: Troccoli, A. (Hrsg.): Management of Weather and Climate Risk in the Energy Industry. NATO Science Series. Springer Academic Publisher. Dordrecht. S. 253–266.

Rothstein, B. & Parey, S. (2011): Impacts of

and Adaptation to climate change in the electricity sector in Germany and France. In: Ford, J. D. & Ford, L. B. (Hrsg.): Climate change adaptation in developed nations. Springer. Netherlands. S. 231–241.

Strauch, U. (2011): Wassertemperaturbedingte Leistungseinschränkungen konventioneller thermischer Kraftwerke in Deutschland und die Entwicklung rezenter und zukünftiger Flusswassertemperaturen im Kontext des Klimawandels. Würzburger Geographische Arbeiten, Heft 106.

UM & LUBW (2012): Klimawandel in Baden-Württemberg. Fakten – Folgen – Perspektiven. Herausgegeben vom Umweltministerium und der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg.

Aptar



START YOUR CAREER
Wir brauchen Sie.

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.

Wir freuen uns über Ihre aussagekräftige Initiativbewerbung per Post oder E-Mail in einer pdf-Datei an: kariere.rdl@aptar.com. Für Fragen stehen wir Ihnen unter Tel. 07732/801-0 gerne zur Verfügung.

Wir sind ein Mitglied der Aptargroup.

Aptar Radolfzell GmbH | Öschlestraße 54-56 | 78315 Radolfzell | www.aptar.com



Alexander Diener

2007–2011 Studium der Wirtschaftsinformatik an der HTWG Konstanz.

2011–2012 Masterstudium Informatik mit Schwerpunkt Software Engineering ebenfalls an der HTWG Konstanz. Seit Abschluss des Studiums wissenschaftliche Hilfskraft im Projekt „Transparente Integration von NAT-Traversierungstechniken in Java“.



Prof. Dr. Oliver Haase

Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe, danach Promotion zum

Dr.-Ing. an der Universität Siegen. 1998–2005 Industrieforschung, zuerst bei NEC Europe in Heidelberg, dann bei den Bell Labs in Holmdel, New Jersey. Seit Sept. 2005 Professor für Verteilte Systeme und Software Engineering an der Fakultät Informatik der HTWG Konstanz. Zahlreiche Konferenz- und Zeitschriftenpublikationen, Patente, Bücher und Buchkapitel. Seit März 2011 Leiter des Informations- und Medienzentrums der HTWG.



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Wäsch

Studium der Informatik und Wirtschaftswissenschaften an der Universität Kaisers-

lautern. 1993–1999 GMD-Forschungszentrum Informationstechnik GmbH in Darmstadt. 1998–1999 externer Berater bei der Software AG. 1999 Promotion an der TU Darmstadt. 2000–2003 Bereichsleiter bei der e-pro solutions GmbH in Stuttgart. Seit 2004 Professor für E-Business Technologien und Datenbanksysteme an der HTWG Konstanz. 2008 Forschungsemester bei der SAP AG. Seit 2009 Studiendekan und Prodekan der Fakultät Informatik sowie Studiengangsleiter Wirtschaftsinformatik.



Thomas Zink

erhielt 2002 ein Diplom in Wirtschaftsinformatik von der ASW Saarland. Danach

arbeitete er bis Herbst 2004 als Network Security Engineer bei einer IT Sicherheitsfirma. Nach einer Babypause kam er 2006 an die Universität Konstanz, um ein Studium zum M.Sc. in Computer Science durchzuführen, welches er im Frühjahr 2009 abschloss. Seither Promotionsstudent an der Universität Konstanz und seit Oktober 2011 an der HTWG als akademischer Mitarbeiter beschäftigt.

ADAPTIVE NAT-TRAVERSIERUNG

Alexander Diener, Oliver Haase, Jürgen Wäsch, Thomas Zink

Einleitung und Motivation

Die Kommunikation zwischen Rechnern im Internet basiert auf dem Internet Protokoll (IP). Ursprünglich und auch heute noch vorwiegend wird IPv4 eingesetzt. Da immer mehr Endgeräte eine IP-Adresse benötigen, wird die Anzahl der verfügbaren IPv4-Adressen in naher Zukunft zu Ende gehen. Aus diesem Grund wurde bereits 1995 der Nachfolger IPv6 definiert, der deutlich mehr IP-Adressen ermöglicht. Zur Überbrückung des Adress-Problems bis zur globalen Verbreitung von IPv6 wird Network Address Translation (NAT) eingesetzt. Mit diesem Prinzip können sich mehrere Rechner eine gemeinsame IP-Adresse teilen. Jedoch wird dadurch das Ende-zu-Ende Prinzip des Internets gebrochen und nicht jeder Rechner ist direkt adressierbar. Besonders in Peer-to-Peer (P2P) Netzwerken ist dies ein großes Problem, da sich hier die Peers meist hinter einem NAT befinden. Auch bei einer globalen Verbreitung von IPv6 werden die NAT-Geräte nicht verschwinden, da sich mit der Zeit viele Einsatzmöglichkeiten, wie die Abschottung von ganzen Netzwerken, ergeben haben. Diese tragen dazu bei, dass NAT auch weiterhin eingesetzt werden wird.

Um die Erreichbarkeit von Rechnern hinter einem NAT trotzdem zu ermöglichen, wurden verschiedene NAT-Traversierungstechniken vorgeschlagen. Der Erfolg einer solchen Technik ist abhängig von der konkreten NAT-Situation. Unter dem Begriff NAT-Situation wird die Kombination der NAT-Geräte verstanden, die sich zwischen den Peers befinden. Das NAT-Verhalten bezeichnet hingegen das NAT-Gerät, hinter dem sich ein einzelner Peer befindet. Um zu entscheiden, welche Traversierungstechniken erfolgreich eingesetzt werden können, sind fundierte Kenntnisse über die NAT-Situation und die Funktionsweise der Traversierungstechniken notwendig. Meist sind diese Kenntnisse jedoch nicht vorhanden. Aus diesem Grund ist ein Connectivity Manager notwendig,

der die aktuelle NAT-Situation untersucht und optimale NAT-Traversierungstechniken auswählt. Die Anwendung bzw. der Benutzer benötigen keinerlei Kenntnisse über diesen Prozess, denn er geschieht für sie vollkommen transparent.

1 NETWORK ADDRESS TRANSLATION

Mittels NAT können verschiedene Adressräume miteinander verbunden werden. Innerhalb der einzelnen Adressräume werden für die Adressierung IP-Adressen verwendet, deren Gültigkeiten auf die jeweiligen Räume beschränkt sind. Die Verbindung dieser Bereiche geschieht durch ein NAT-Gerät, das Zuordnungen der Adressen erstellt und Adressinformationen im Header der Datenpakete entsprechend anpasst. Da das NAT in den meisten Fällen sowohl die IP-Adresse als auch die Portnummer verändert, wird von Network Address and Port Translation (NAPT) gesprochen. Jedoch werden die Begriffe NAT und NAPT in der Regel synonym verwendet.

Das NAT-Verhalten wird in Mapping- und Filterverhalten unterteilt. Das Mappingverhalten beschreibt den Umgang mit ausgehenden Verbindungen, so zum Beispiel die Strategie bei der Zuweisung von Portnummern. Das Filterverhalten gibt den Umgang mit eingehenden Verbindungen an. Es beschreibt, unter welchen Bedingungen sie erlaubt oder verboten werden. Prinzipiell können die Verhaltensweisen jeweils in die vier Strategien

- Endpoint-Independent,
- Address-Dependent,
- Address- and Port-Dependent und
- Connection Dependent

unterteilt werden. Das Verhalten hängt jedoch stark vom Hersteller und dessen Implementierung ab. Ursprünglich wurde NAT nur für einen vorübergehenden Einsatz konzipiert, weshalb weitestgehend auf eine Standardisierung verzichtet wurde. Aus diesem Grund ist es auch möglich, dass sich das Verhalten im Laufe der Zeit und unter Last verändert [1].

2 NAT-TRAVERSIERUNG

Um trotz der Präsenz von NAT-Geräten eine direkte Verbindung zwischen Peers aufbauen zu können, bedarf es spezieller Techniken. Diese führen jedoch nur in bestimmten NAT-Situationen zum Erfolg. Jede bisher entwickelte Technik zur NAT-Durchdringung benötigt eine öffentlich erreichbare Instanz, den Mediator, um den Verbindungsaufbau zu koordinieren und die Endpunkte zwischen den Peers auszutauschen. Aus diesem Grund ist eine bestehende Verbindung zum Mediator für den Einsatz der Techniken zwingend erforderlich. Die hier vorgestellten NAT-Traversierungstechniken wurden bereits im Rahmen des Projektes „Universal Connection Establishment“ der HTWG Konstanz realisiert [2].

2.1 Relaying

Relaying ist eine Traversierungstechnik, die in allen NAT-Situationen zum Erfolg führt. Sie umgeht die NAT-Geräte, indem die Peers mit einem Relay-Server eine Client-Server-Verbindung aufbauen und dieser die Daten zwischen den Peers weiterleitet [3]. Durch die Beteiligung einer externen dritten Partei ist diese NAT-Traversierungstechnik allerdings sehr „teuer“, da die Latenz im Gegensatz zu einer direkten Verbindung vergrößert wird und die Ressourcen des Relay-Servers beansprucht werden. Aus diesen Gründen eignet sich Relaying nur als Fallback-Technik. Sie wird nur eingesetzt, wenn mit keinem anderen Verfahren eine direkte Verbindung aufgebaut werden kann.

2.2 Connection Reversal

Befindet sich nur der Server hinter einem NAT und der Client ist öffentlich erreichbar, kann eine Verbindung mittels Connection Reversal hergestellt werden. Dabei tauschen Client und Server die Rollen und der Server baut eine Verbindung mit dem erreichbaren Client auf [3].

2.3 Hole Punching

Mit Hole Punching kann eine Verbindung zwischen zwei Peers aufgebaut werden, obwohl sich beide hinter einem NAT befinden. Dazu versuchen beide Seiten, gleichzeitig eine direkte Verbindung aufzubauen. Durch die ausgehenden Verbindungsversuche werden Mappings in den NAT-Geräten angelegt, es werden sozusagen Löcher in das NAT geschlagen. Verbindungsversuche des jeweils anderen Peers interpretiert das NAT als Antwort auf die zuvor ausgehende Verbindung. Allerdings führt dieses Vorgehen nicht bei allen Verhaltensweisen zum Erfolg. In [4, 5] wird die Funktionsweise von Hole Punching ausführlich erläutert sowie verschiedene Vorgehensweisen verglichen.

3 AUSWAHL OPTIMALER NAT-TRAVERSIERUNGSTECHNIKEN

Eine optimale NAT-Traversierungstechnik ist geeignet für die aktuelle NAT-Situation und konform zu den Anforderungen, die an sie gestellt werden. Um die optimalen NAT-Traversierungstechniken auswählen zu können, müssen zunächst Kriterien definiert werden. Anhand dieser Kriterien wird ein Auswahlprozess durchgeführt.

3.1 Kriterien

Die Auswahlkriterien können in gegeben und beeinflussbar unterteilt werden. Die gegebenen Kriterien werden durch die vorliegende NAT-Situation charakterisiert und können weder von der Anwendung, noch durch den Einsatz einer bestimmten Traversierungstechnik verändert werden. Für den Erfolg oder Misserfolg einer Traversierungstechnik sind

- das **Mappingverhalten** und
- das **Filterverhalten**

der NAT-Geräte entscheidend. Die konkrete Strategie kann mit Hilfe eines STUN-Servers gemäß [6] bestimmt werden.

Beeinflussbare Kriterien werden von der Anwendung oder den NAT-Traversierungstechniken vorgegeben.

- Anhand der **Dauer der Verbindung** kann entschieden werden, ob sich ein Wechseln der Verbindungen nach dem Auswahlprozess lohnt oder nicht. Als Grenze zwischen kurz und lang dauernden Verbindungen können 30 Sekunden angesehen werden.
- Die **ConnectionSetupTime** ist ein Maß für die Dauer eines Verbindungsaufbaus mit einer bestimmten Technik. Dazu dient die Anzahl an mindestens und maximal versendeten Nachrichten während dem Aufbau. Diese Anzahl ist im Gegensatz zu einer Messung in einer Zeiteinheit unabhängig von anderen Gegebenheiten wie zum Beispiel der Latenz.
- Die **Service-Klasse** orientiert sich an den Differentiated Services [7] und macht es möglich, verschiedene Quality-of-Service für eine Verbindung zu definieren. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Art der Anwendung ziehen.
- Das Kriterium **Fallback-Technik** gibt für eine NAT-Traversierungstechnik an, ob es sich um eine Technik handelt, die in jeder NAT-Situation eine Verbindung herstellen kann. Diese Techniken stellen allerdings eine indirekte Verbindung her.

3.2 Auswahlprozess

Die Auswahl optimaler NAT-Traversierungstechniken findet in mehreren Schritten statt. Der Prozess ist in Abbildung 1 veranschaulicht. Zunächst wird, falls verfügbar, mit einer Fallback-Technik eine Verbindung zwischen den Peers hergestellt. Dadurch kann ein Datenaustausch ohne lange Wartezeit starten. Parallel dazu wird das Mapping- und Filterverhalten der NAT-Geräte zwischen Client und Server untersucht. Mit diesen Informationen kann mit einem Entscheidungsbaum bestimmt werden, welche NAT-Traversierungstechniken für die vorliegende NAT-Situation geeignet sind. Diese Menge von Techniken

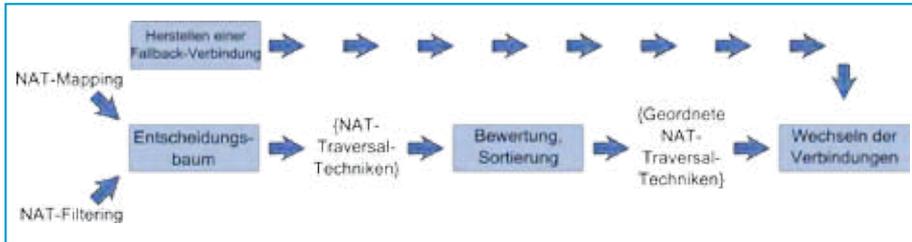


ABB. 1: Auswahlprozess optimaler NAT-Traversierungstechniken

wird anhand der `ConnectionSetupTime` und anhand von Statistiken bewertet und sortiert. Das Ergebnis ist eine geordnete Liste mit NAT-Traversierungstechniken, die sequentiell abgearbeitet wird, bis eine Verbindung zu Stande gekommen ist. Sobald dies der Fall ist, wird die Fallback-Verbindung durch die direkte Verbindung, die mittels einer NAT-Traversierungstechnik hergestellt wurde, ausgetauscht. Dieser Austausch der Socket-Verbindungen wird in [10] erläutert.

3.3 Entscheidungsbaum

Mit einem Entscheidungsbaum, wie in Abbildung 2, kann anhand einer gegebenen NAT-Situation eine Auswahl geeigneter Traversierungstechniken durchgeführt

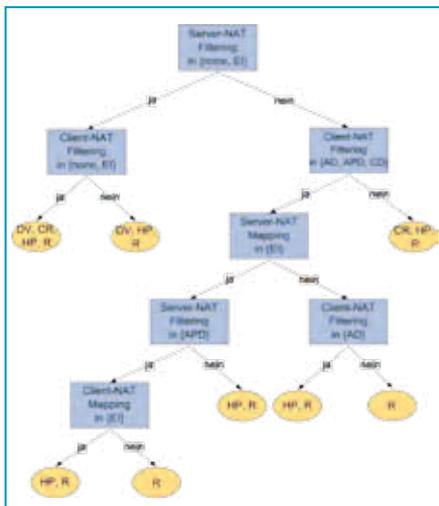


ABB. 2: Beispielhafter Entscheidungsbaum zur Auswahl geeigneter Traversierungstechniken; Abkürzungen: El: Endpoint-Independent, AD: Address-Dependent, APD: Address- and Port-Dependent, CD: Connection-Dependent, DV: Direktverbindung, CR: Connection Reversal, HP: Hole Punching, R: Relaying

werden. Genau betrachtet wird eine Klassifikation durchgeführt, deren Ergebnis eine Menge von NAT-Traversierungstechniken ist. Die Entscheidungen, die dabei getroffen werden, beziehen sich auf die NAT-Situation.

Durch die Generierung des Entscheidungsbaumes ist es möglich, nachträglich NAT-Traversierungstechniken hinzuzufügen und den Baum neu zu generieren. Die Generierung des Baumes erfolgt mit einer Menge von Trainingsdatensätzen, die von den Techniken selbst geliefert werden.

3.4 Bewertung und Sortierung

Das Ergebnis des Entscheidungsbaumes ist eine Menge von geeigneten NAT-Traversierungstechniken für die aktuelle NAT-Situation. Prinzipiell ist es möglich, mit diesen Verfahren parallel Verbindungsversuche durchzuführen. Dies erzeugt allerdings einen unnötigen Nachrichten-Overhead und eine hohe Ressourcenauslastung, denn einige Techniken sind schneller als andere und werden in der gegebenen NAT-Situation immer zuerst erfolgreich eine Verbindung aufbauen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Techniken zu bewerten und zu sortieren und die resultierende Liste sequentiell abzuarbeiten.

Die Bewertung und Sortierung der Menge erfolgt anhand der `ConnectionSetupTime` und anhand von Statistiken. Dafür werden zwei Rangfolgen erstellt. Eine spiegelt die `ConnectionSetupTime` wider, die andere basiert auf Statistiken und somit auf Erfahrungswerten. Für jede dieser beiden Rangfolgen kann die Anwendung

bzw. der Benutzer eine Gewichtung angeben. Anhand der Rangfolgen und der Gewichtungen wird eine kombinierte Rangfolge berechnet. Diese wird sequentiell abgearbeitet, bis eine direkte Verbindung zwischen den Peers besteht. Die Berechnung der Rangfolgen wird in Abbildung 3 verdeutlicht.



ABB. 3: Berechnung der kombinierten Rangfolge

Die theoretische Betrachtung einer NAT-Traversierungstechnik und der Einsatz in einer realen Umgebung können unterschiedliche Ergebnisse hervorbringen. Um dies auszugleichen, werden Statistiken berücksichtigt. Jedoch ist die Berücksichtigung von Statistiken erst sinnvoll, wenn eine entsprechend große Datenbasis zur Verfügung steht. Bei einer lokalen Lösung, bei der jeder Peer für sich Erfahrungswerte sammelt, ist dies erst mit zunehmender Aktivität möglich. Neue Peers müssen komplett ohne diese Daten auskommen. Um auch ihnen Zugriff auf gesammelte Erfahrungswerte zu geben, können die Daten in einer globalen Lösung allen Peers zur Verfügung gestellt werden. Dies kann durch Ablegen in einer zentralen Instanz, wie dem Mediator, oder in einer verteilten Hashtabelle geschehen.

3.5 Uninformierter Auswahlprozess

Bisher wurde davon ausgegangen, dass Informationen über die NAT-Situation verfügbar sind. Ein besonderer Fall tritt deshalb ein, wenn diese nicht zur Verfügung stehen, zum Beispiel wenn keine Verbindung zu einem STUN-Server hergestellt werden kann. In diesem Fall muss der Auswahlprozess ohne die Bestimmung von geeigneten Verfahren mittels Entscheidungsbaum erfolgen. In dieser Situation

ist es sinnvoll, alle vorhandenen NAT-Traversierungstechniken anhand der `ConnectionSetupTime` zu sortieren und diese Liste abzarbeiten.

3.6 Lokalisierung

Nachdem der Auswahlprozess definiert wurde, stellt sich die Frage, wer ihn ausführt. Dafür kommen grundsätzlich die drei Parteien, Client, Server und Mediator, in Frage. Jedoch wird bei der Betrachtung des Ende-zu-Ende Prinzips deutlich, dass die Auswahllogik in einem der Peers liegen muss und nicht beim Mediator, als Vermittler, liegen darf.

Führt der Server den Auswahlprozess durch, benötigt der Client keinerlei Logik. Jedoch hat dies eine enorme Belastung für den Server zu bedeuten, falls dieser viele Clients bedienen muss.

Eine parallele Ausführung beim Client und beim Server führt durch die identische Logik zum selben Ergebnis. Durch die Verteilung wird der Prozess fehleranfälliger und schwerer nachzuvollziehen.

Eine Verlagerung des Prozesses auf den Client hat den Vorteil, dass der Server nicht weiter belastet wird. Außerdem hat der Client ein Interesse daran, sich mit dem Server zu verbinden, und der Prozess wird dadurch weniger komplex. Nach der Berechnung des Ergebnisses teilt der Client über den Mediator dem Server mit, welches Verfahren anzuwenden ist.

Bei allen vorgestellten Möglichkeiten müssen vor dem Auswahlprozess die verfügbaren NAT-Traversierungstechniken von Client und Server abgeglichen werden. Dies stellt sicher, dass nur Techniken eingesetzt werden, die beide Seiten unterstützen.

4 SICHERHEIT

Anwendungen, die mit sensiblen Daten umgehen und diese übermitteln müssen, stellen nicht nur Anforderungen an den Verbindungsaufbau, sondern auch an

die Sicherheit einer Verbindung. Sicherheit in einem Netzwerk umfasst viele Bereiche und Aspekte. Jedoch sind in diesem Kontext nur solche von Interesse, die sich mit dem Verbindungsaufbau bzw. der Verbindung selbst befassen. Dies sind

- Authentizität,
- Integrität und
- Vertraulichkeit.

Die hier beschriebenen Konzepte zur Realisierung werden auf Anwendungsschicht (ausgehend vom OSI-Modell) ausgeführt. Dies ist allerdings nur notwendig, wenn auf den tieferen Ebenen unverschlüsselt kommuniziert wird. Bei Verwendung von IPSec wird grundsätzlich jede Kommunikation verschlüsselt, da IPSec auf einer niedrigeren Schicht arbeitet. Insofern ist eine redundante Sicherung der Verbindung auf Anwendungsschicht nicht mehr notwendig.

4.1 Authentizität

Die Authentizität sichert zu, dass ein Kommunikationspartner der ist, für den er sich ausgibt. In den meisten Fällen geschieht dies mittels Zertifikaten. Um diese nutzen zu können, muss allerdings eine entsprechende Infrastruktur in einem Netzwerk bereitgestellt sein. Zentrale Stellen müssen Zertifikate ausstellen und diese signieren.

Generell ist das Thema Authentizität in Netzwerken ein Problem. Besonders in P2P-Netzen existiert die notwendige Infrastruktur meist nicht. Jede bisher entwickelte NAT-Traversierungstechnik benötigt eine dritte Instanz. Die Peers müssen dieser Instanz vertrauen und davon ausgehen, dass die gelieferten Informationen, wie die Endpunkte, korrekt und nicht manipuliert sind.

4.2 Integrität

Integrität bezeichnet die Unversehrtheit einer Nachricht. Die Überprüfung geschieht mittels Keyed-Hash Message Authentication Code (HMAC). Dazu wird

auf Basis einer kryptografischen Hash-Funktion, einem gemeinsamen geheimen Schlüssel und der Nachricht eine Prüfsumme berechnet. Diese Prüfsumme kann von beiden Peers berechnet und verglichen werden.

4.3 Vertraulichkeit

Eine Verbindung ist vertraulich, wenn die übermittelten Nachrichten nur von befragten Peers gelesen werden können. Um dies zu realisieren, werden die Nachrichten verschlüsselt. Dazu dient ein symmetrischer geheimer Schlüssel. Der Austausch dieses Schlüssels geschieht mit dem Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch. Dieser ermöglicht es, einen symmetrischen Schlüssel sicher über ein unsicheres Medium auszutauschen. Der hier verwendete Schlüssel kann auch zur Berechnung des HMAC genutzt werden.

5 SOFTWAREARCHITEKTUR UND -DESIGN

Vor der Konzeption von Client, Server und Mediator stellt sich zunächst die Frage, wie Einsatzszenarien für den Connectivity Manager aussehen können. Beim Entwurf der Softwarearchitektur müssen besonders die Erweiterbarkeit um neue NAT-Traversierungstechniken und die Transparenz für eine Anwendung beachtet werden.

5.1 Einsatzszenarien

Der Connectivity Manager kann in zwei unterschiedlichen Szenarien eingesetzt werden. Zum einen ist dies das Einbinden als externe Bibliothek in eine bestehende Software und zum anderen die Bereitstellung als Service in einem lokalen Netzwerk.

Bei der Verwendung als Bibliothek muss der Connectivity Manager in jede Software eingebunden werden, die ihn verwenden möchte. Im Quellcode muss die Erzeugung der Sockets entsprechend der Bibliothek angepasst werden. Dieses Szenario bildet die Grundlage für die weitere Konzeption.

Mit einem Wrapper um die zuvor beschriebene Bibliothek kann der Connectivity Manager in einem lokalen Netzwerk als Service bereitgestellt werden. Alle Anwendungen nutzen dieselbe Instanz und müssen sich bei dieser registrieren. Der Wrapper übernimmt dabei die Verwaltung der registrierten Anwendungen. Der Service stellt für die Anwendungen Verbindungen zu anderen Peers her und fungiert somit selbst als Relay.

5.2 Kommunikationsprotokoll

Basis für die Kommunikation zwischen Client, Server und Mediator ist das Session Traversal Utilities for NAT (STUN) Protokoll, das in [8] definiert wird. Dieses erweiterbare Nachrichtenprotokoll macht es möglich Type-Length-Value-Kodierungen zu übertragen. Damit können auch eigene Attribute, wie die einzusetzende NAT-Traversierungstechnik, definiert werden.

5.3 Client

Der Client verfügt über alle Komponenten, die zum Verbindungsaufbau notwendig sind. Abbildung 4 stellt die Softwarearchitektur in der FMC-Blockdiagramm Notation dar. Jedoch sind nicht alle Komponenten für einen Verbindungsaufbau zwingend erforderlich. Ohne die optionalen Komponenten ist ein uninformatierter Auswahlprozess, wie in Abschnitt 3.5 beschrieben, möglich.

Jede Komponente erfüllt eine fest definierte Aufgabe.

- Die **UCE Connection** stellt Sockets und Fabriken bereit, über die eine Anwendung den Connectivity Manager nutzen kann. Dadurch bleiben Logik und Funktionsweise für die Anwendung transparent.
- Der **Connection Manager** ist für die Koordinierung aller Aktivitäten zuständig.
- Der Wechsel von Socket-Verbindungen ist Aufgabe des **Socket Switcher**.

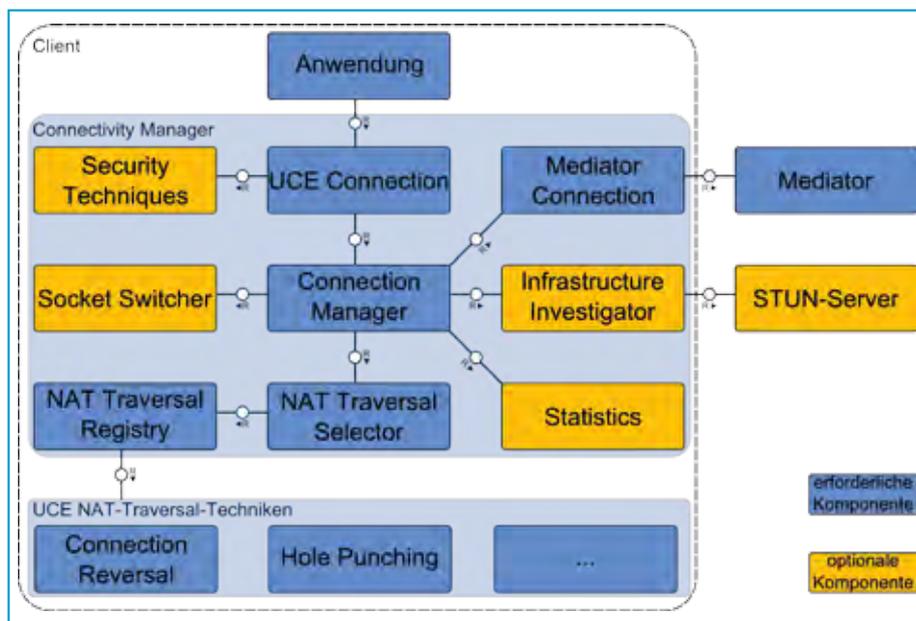


ABB. 4: Softwarearchitektur des Clients in der FMC-Blockdiagramm Notation.

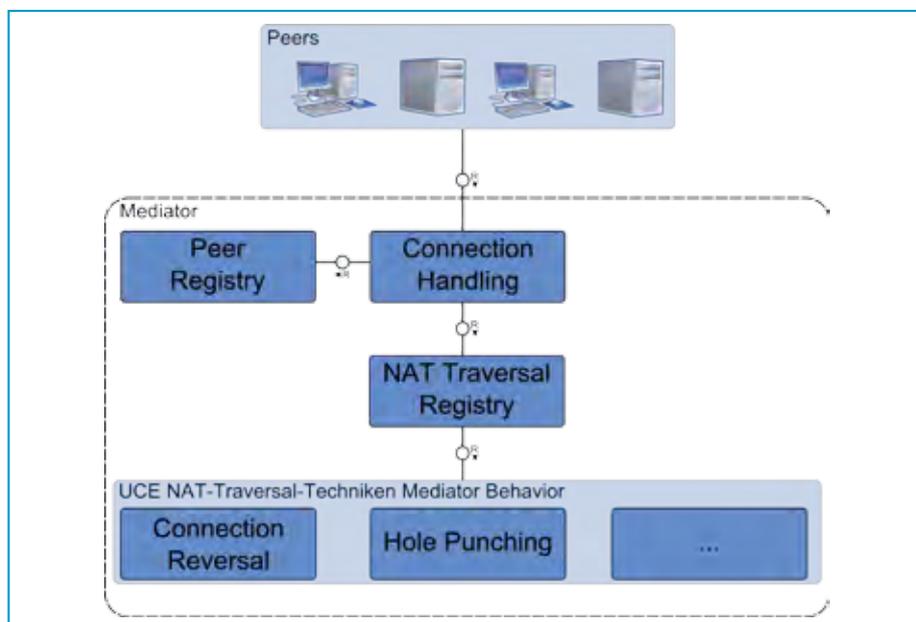


ABB. 5: Softwarearchitektur des Mediators in der FMC-Blockdiagramm Notation.

- Verbindungen zum Mediator werden über die **Mediator Connection** hergestellt.
- Der **Infrastructure Investigator** untersucht das NAT-Verhalten und kommuniziert dazu mit einem öffentlich erreichbaren STUN-Server.
- Die **NAT Traversal Registry** verwaltet verfügbare NAT-Traversierungstechniken und liefert einen einheitlichen Zugriff darauf.
- In der Komponente **Statistics** werden Erfahrungswerte gesammelt und ausgewertet.

- Techniken und Methoden zur Bereitstellung von sicheren Verbindungen werden in der Komponente **Security Techniques** zusammengefasst.

5.4 Server

Die Softwarearchitektur des Servers unterscheidet sich nur minimal von der des Clients. Lediglich die Komponenten **NAT Traversal Selector** und **Statistics** zur Auswahl optimaler NAT-Traversierungstechniken fallen weg, da der Auswahlprozess vom Client durchgeführt wird. Trotzdem gibt es keine separate Server-Bibliothek, da der Server wiederum in der Rolle eines Client einen anderen Server kontaktieren kann. In diesem Fall benötigt er die Komponenten für den Auswahlprozess.

5.5 Mediator

Abbildung 5 veranschaulicht die Softwarearchitektur des Mediators. Wie auch der Client und der Server muss der Mediator um neue NAT-Traversierungstechniken erweiterbar sein. Dies hat den Grund, dass das Verhalten des Mediators abhängig von der eingesetzten NAT-Traversierungstechnik ist.

5.6 Einbindung in Java RMI

Das Einbinden des Connectivity Manager in Java RMI erfolgt über Custom Socket Factories. Sie schreiben vor, welche Sockets, in diesem Fall ein UCE-Socket, für die RMI-Kommunikation verwendet werden. Abbildung 6 zeigt die Einbindung mittels Custom Socket Factories. Mit dieser Vorgehensweise kann der Connectivity Manager auch in die P2P-RMI integriert werden, die in [11] beschrieben wird. Es ist aber auch möglich, den Connectivity Manager direkt in einer Anwendung zu nutzen.

6 EVALUATION

Die Evaluation hat das Verhalten des Connectivity Manager in einer möglichst realen Umgebung gezeigt. Dazu wurde eine Testumgebung entwickelt, denn

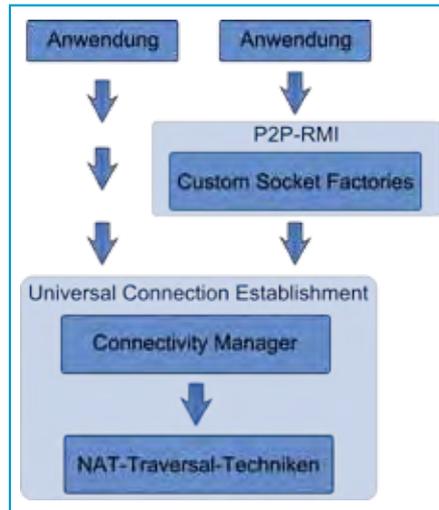


ABB. 6: Möglichkeiten zur Einbindung des Connectivity Manager

bestehende Umgebungen zur automatischen Simulation von verteilten Systemen stellen öffentlich erreichbare Knoten zur Verfügung. Sie blenden damit das Problem des Verbindungsaufbaus komplett aus.

6.1 Umgebung

Abbildung 7 zeigt die Umgebung für die Evaluation. Client und Server laufen je in einer virtuellen Maschine, aber auf unterschiedlichen Rechnern. Jeder Rechner besitzt zwei virtuelle Netzwerkschnittstellen, von denen eine als interne und eine als externe Schnittstelle verwendet wird. Dazu wird die Kommunikation der internen Schnittstelle über die externe Schnittstelle

umgeleitet. Die Konfiguration des NAT-Verhaltens erfolgt mit iptables [9]. Zwei Demoanwendungen stellen mit dem Connectivity Manager eine Verbindung zueinander her und tauschen zur Überprüfung der Verbindung eine Kontrollnachricht aus.

6.2 Parameter

Für die Evaluation wurden verschiedene NAT-Verhalten verwendet. Diese sind

- ein NAT mit Endpoint-Independent Mapping und Filterung,
- ein NAT mit Endpoint-Independent Mapping und Address-Dependent Filterung,
- ein NAT mit Endpoint-Independent Mapping und Address- und Port-Dependent Filterung,
- ein NAT mit Connection-Dependent Mapping und Connection-Dependent Filterung und
- ein öffentlich erreichbarer Peer ohne NAT.

Evaluert wurden alle 25 möglichen NAT-Situationen, die sich daraus bilden lassen. Für jedes Verfahren wurde ein Timeout von 30 Sekunden gesetzt. Wird innerhalb dieser Zeitdauer keine Verbindung aufgebaut, gilt der Versuch als gescheitert und die nächste NAT-Traversierungstechnik wird angewandt. Während der Evaluation wurde kein Wechseln der Socket-Verbindungen durchgeführt und auch auf den Einsatz von Statistiken verzichtet.

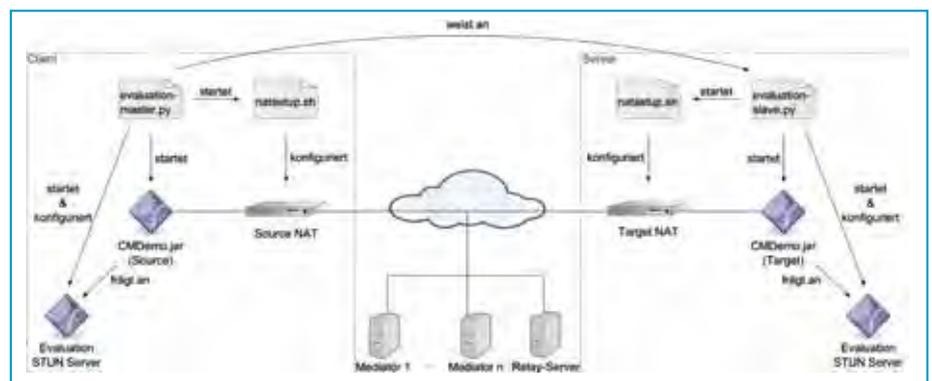


ABB. 7: Umgebung für die Evaluation

6.3 Ergebnisse

In der Evaluation wurde in allen Fällen erfolgreich eine Verbindung hergestellt. Der Grund dafür ist natürlich die Verfügbarkeit einer Fallback-Technik. Das Diagramm in Abbildung 8 zeigt die Erfolgsquote des Verbindungsaufbaus in Abhängigkeit des Versuches. In 60 % der Fälle konnte mit der ersten, vom Connectivity Manager berechneten, NAT-Traversierungstechnik erfolgreich eine Verbindung aufgebaut werden. Spätestens nach dem zweiten Versuch konnte in 88 % der Fälle erfolgreich eine Verbindung aufgebaut werden.

Im Durchschnitt dauerte der Verbindungsaufbau 7,6 Sekunden. Bei der Evaluation wurde kein Wechseln von Verbindungen durchgeführt, was bedeutet, dass die Anwendung in dieser Zeit gewartet hat. Bei der Betrachtung dieses Wertes muss allerdings die geringe Latenz zwischen Client und Server beachtet werden, wodurch die Verweildauer von Mappings in den NAT-Geräten zu keinem Problem wurde. Die Zeitdauern für den Verbindungsaufbau betragen zwischen 0,5 und über 40 Sekunden. Dies resultiert aus dem Timeout von 30 Sekunden, der für jede NAT-Traversierungstechnik gesetzt wurde.

7 FAZIT

Mit dem Connectivity Manager ist es möglich, ohne Kenntnisse über NAT-Traversierungstechniken und die aktuelle NAT-Situation eine Verbindung zwischen Peers aufzubauen. Ist eine Fallback-Technik verfügbar, ist dies sogar in jeder denkbaren NAT-Situation möglich. Die Vorgehensweise und die eingesetzte NAT-Traversierungstechnik bleiben dabei für die Anwendung bzw. den Benutzer transparent. Durch die Erweiterbarkeit des Connectivity Manager ist es möglich, nachträglich neue, noch nicht bekannte NAT-Traversierungstechniken einzubinden und zu verwenden.

Die Evaluation hat dies bestätigt und es konnten wichtige Erkenntnisse über die

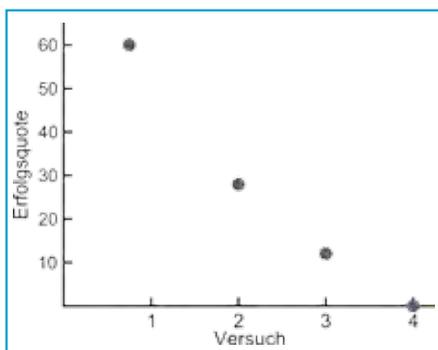


ABB. 8: Erfolgsquote in Abhängigkeit des Versuches

Möglichkeiten und den Einsatz in einer realen Umgebung gewonnen werden. Generell ist das Testen von verteilten Systemen schwierig. In diesem Fall lag dies besonders daran, dass es keine Testumgebungen gibt, die den Fokus auf den Verbindungsaufbau setzen. Dieses Problem wurde mit der Entwicklung einer eigenen Umgebung gelöst, die genau dieses Problem adressiert.

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde im Kontext des FHprofUnt-Projekts „Transparente Integration von NAT-Traversierungstechniken in Java“ durchgeführt, das vom BMBF und der Firma Seitenbau GmbH, Konstanz, gefördert wird. Projektpartner sind die HTWG Konstanz, Seitenbau GmbH und die Universität Konstanz.

LITERATUR

- [1] P. Srisuresh, B. Ford, D. Kegel: „State of Peer-to-Peer (P2P) Communication across Network Address Translators (NATs)“. RFC 5128, Internet Engineering Task Force, März 2008. Online: <http://tools.ietf.org/html/rfc5128>
- [2] HTWG Konstanz: „Universal Connection Establishment“. Online: <http://ice.in.htwg-konstanz.de/>
- [3] B. Ford, P. Srisuresh, D. Kegel: „Peer-to-peer Communication across Network Address Translators“. In: USENIX Annual Technical Conference, 2005, S. 179–192.

[4] D. Maier, O. Haase, J. Wäsch, M. Waldvogel: „A comparative analysis of NAT hole punching“. In: Forum, Forschungsmagazin der Hochschule Konstanz, 2011, S. 40–48.

[5] D. Maier, O. Haase, J. Wäsch, M. Waldvogel: „NAT Hole Punching Revisited“. In: Proceedings of the 36th IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN), Bonn, Germany, October 4-7 2011.

[6] D. MacDonald, B. Lowekamp: „NAT Behavior Discovery Using Session Traversal Utilities for NAT (STUN)“. RFC 5780, Internet Engineering Task Force, Mai 2010. Online: <http://tools.ietf.org/html/rfc5780>

[7] J. Babiarz, K. Chan, F. Baker: „Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes“. RFC 4594, Internet Engineering Task Force, August 2006. Online: <http://tools.ietf.org/html/rfc4594>

[8] J. Rosenberg, R. Mahy, P. Matthews, D. Wing: „Session Traversal Utilities for NAT (STUN)“. RFC 5389, Internet Engineering Task Force, Oktober 2008. Online: <http://tools.ietf.org/html/rfc5389>

[9] R. Spenneberg: „Linux Firewalls mit Iptables & Co“. Pearson Deutschland GmbH, 2006.

[10] S. Böckle: „Tauschen bestehender JavaSocket Verbindungen“. Bachelorarbeit, HTWG Konstanz, 2012.

[11] T. Zink, O. Haase, J. Wäsch, M. Waldvogel: „P2P-RMI: Transparent Distribution of Remote Java Objects“. In: International Journal of Computer Networks & Communications, 2012, S. 17–34.

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



BPM@CLOUD-LAB – OPEN INNOVATION PLATFORM ZUR ENTWICKLUNG UND EVALUATION EINES AGILEN GESCHÄFTS-PROZESSMANAGEMENTS

Marco Mevius, Peter Wiedmann



Prof. Dr. Marco Mevius

ist Projektleiter des BPM@Cloud-Labs an der Fakultät Informatik der HTWG und

Gründungsmitglied des Konstanzer Instituts für Prozesssteuerung (KIPS).



Peter Wiedmann

ist Akademischer Mitarbeiter am KIPS. Er hat seinen Master of Science

(M.Sc.) in Business Information Technology an der HTWG erworben und promoviert im Rahmen des BPM@Cloud-Labs im Themenspektrum der innovativen Gestaltung von cloudbasierten Geschäftsprozessen.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Das anwendungsorientierte Forschungsprojekt „BPM@Cloud-Lab“ beschäftigt sich mit aktuellen und zukünftigen Herausforderungen für das innovative Gestalten von Geschäftsprozessen. Die systematische Integration und Anwendung von Konzepten und Methoden der Informatik, wie beispielsweise der Serviceorientierung oder der agilen Softwareentwicklung, bieten eine Möglichkeit, diese sich permanent ändernden Herausforderungen zu bewältigen. Im Rahmen des Artikels werden eine agile Methode und ein korrespondierendes Toolset eingeführt, die eine unmittelbare Erfassung, schnellere Implementierung und bessere Anpassungsfähigkeit von Geschäftsprozessen ermöglichen. Auf Basis einer spezifisch entwickelten Referenzarchitektur, bei welcher vor allem die Vorteile von Cloud Computing zum Tragen kommen, werden die einzelnen Phasen des Zyklus – Modellierung, Ausführung und Monitoring – weitgehend unabhängig und effizient durchlaufen. Eine Open Innovation Plattform des Konstanzer Instituts für Prozesssteuerung (KIPS), der AXON ACTIVE AG, Fujitsu München, GBTEC Software + Consulting AG unterstützt dabei die Entwicklung und Evaluation der Methode und der Werkzeuge.

2 EINFÜHRUNG

2.1. Motivation

Für Unternehmen wird es immer mehr zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor, Geschäftsprozesse schnell und effektiv an neue Einflussfaktoren anpassen zu können (vgl. exemplarisch [Bunger 2010, Bekele 2011]). Zudem setzt sich die Erkenntnis bei Unternehmen durch, dass für ein erfolgreiches Business Process Management (BPM) passende Werkzeuge notwendig sind [Kopperger 2011, Chaudhry 2012]. Cloud Computing (vgl. [Mell 2012]) besitzt in diesem Zusammenhang spezifische Eigenschaften, die für die Prozessbeteiligten gegenüber

dem klassischen BPM zu signifikanten Verbesserungen führen. Diese Vorteile betreffen sowohl die Entwicklung als auch die Anwendung von BPM-Werkzeugen. Exemplarisch dafür lassen sich eine mögliche Kostensenkung bei der Ausführung der Geschäftsprozesse durch verbrauchsabhängige Verrechnung [Sondermann 2011, Terplan 2011] oder eine höhere Skalierbarkeit [Metzger 2011] nennen. [Slama 2011] unterteilt die Werkzeuge zum Management von Geschäftsprozessen in Business-BPM und IT-BPM, wobei sich die Werkzeuge des IT-BPM in folgende Sparten gliedern: Modellierung, Simulation, Automatisierung und Monitoring. Diese Gliederungsweise entspricht dem allgemein anerkannten Geschäftsprozessmanagementzyklus (vgl. exemplarisch [Weske 2010]) und dient als Grundlage dieses Artikels.

Neben und durch die stetige Entwicklung von BPM und Cloud Computing, wächst die Bedeutung der Serviceorientierung und agilen Softwareentwicklung. Dies fördert eine flexible, anwenderspezifische Komposition der BPM-Werkzeuge. In [Abelein 2009] wird beispielsweise die Möglichkeit der besseren Prozessorientierung durch höhere Dynamik und Agilität der einzelnen unterstützenden IT-Services hervorgehoben. Die im dritten Abschnitt dieses Artikels eingeführte Methode BPM(N)^{Easy} beschreibt, wie die Potenziale der serviceorientierten Kombination von BPM und Cloud Computing systematisch genutzt werden können. Die Methode wird durch ein agiles, serviceorientiertes Toolset zum effizienten und effektiven BPM unterstützt.

2.2. Forschungstransferprojekt – Open Innovation Plattform

Das geschilderte Spannungsfeld zwischen Cloud Computing und BPM bildete die Motivation zur Entwicklung und Erprobung der im Folgenden vorgestellten Methode „BPM(N)^{Easy}“ im Rahmen des anwendungsorientierten Forschungsprojekts „BPM@Cloud-Lab“¹. Zusätzlich wer-

den Fragestellungen wie beispielsweise „Bewirkt das Cloud-Paradigma eine organisatorische Umgestaltung und Neuausrichtung der klassischen (IT-)Abteilung?“ oder „Wie kann bestehende und zukünftige Cloud-Technologie im Zusammenhang mit BPM genutzt werden?“ untersucht. Über die wissenschaftlichen Aspekte hinaus arbeitet, im Rahmen einer Open Innovation Plattform, das KIPS gemeinsam mit starken Partnern aus der Industrie (derzeit Axon Active AG Schweiz, Fujitsu München, GB-TEC Software + Consulting AG) an anwendungsorientierten Lösungen.

3 GESCHÄFTSPROZESSMANAGEMENT UND CLOUD COMPUTING

Die rasante informationstechnische Entwicklung im Rahmen der Einführung und des Betriebs von cloudbasierten Anwendungsarchitekturen stellt Unternehmen vor neue grundsätzliche Herausforderungen. Insbesondere unternehmensübergreifende, kollaborative Geschäftsprozesse besitzen dabei hohe Optimierungspotenziale aufgrund der systematischen Kombination von Cloud Computing und BPM. Ein wesentlicher Verknüpfungspunkt ist der Anspruch auf hohe Flexibilität und Agilität (vgl. [Trifu 2010]). Zum einen unterstützen serviceorientierte Architekturen die Realisierung und systematische Verwaltung von Geschäftsprozessen [Josuttis, 2011], zum anderen erhöht eine agile Herangehensweise die Kommunikation und Transparenz innerhalb der BPM-Projekte [Wolf 2011]. Das Paradigma des Cloud Computings kann als „Enabler“ einer verbesserten Kombination gesehen werden, wobei technische als auch wirtschaftliche Aspekte betrachtet werden müssen.

Aus technischer Sicht können drei Dimensionen identifiziert werden, welche für eine erfolgreiche Konzeption, Implementierung und Betrieb von (BPM)-Werkzeugen in Cloud-Umgebungen als Grundlage dienen: **Programmierung**, **Integration** und **Sicherheit** (in Anlehnung an [Briscoe 2009,

Fehling 2011]). Komplexe und verteilte Systeme sind heutzutage in betrieblichen IT-Landschaften allgegenwärtig. In Kombination mit dem Wunsch nach immer mehr Benutzerfreundlichkeit und höherer Flexibilität ergeben sich daraus schnell neue Anforderungen an das Software Engineering. Um diese Anforderungen zu befriedigen, ist der Einsatz von alternativen oder neuen Programmiersprachen nötig. Diese Programmiersprachen müssen in Kombination mit innovativen Konzepten und Techniken den Entwicklungsaufwand adäquat reduzieren, um dadurch die IT-Landschaft beherrschbar zu machen.

Die Dimensionen der Integration und Sicherheit haben in verschiedenen Szenarien Relevanz. Beispielsweise können bereits existierende Geschäftsprozesse mit neuen Cloud-Services kommunizieren. Im Rahmen eines anderen Szenarios kann eine cloudbasierte Geschäftsprozess-Engine zur Steuerung unterschiedlicher Aktivitäten eingesetzt werden. Diese breite Auswahl von Einsatzmöglichkeiten erfordert zum einen, das Anwenden von definierten technischen Schnittstellen und Managementplattformen auf verschiedenen Ebenen, um eine reibungslose Instanziierung (unternehmensübergreifender) Geschäftsprozesse zu gewährleisten. Zum anderen werden Spezifikationen bzgl. der Sicherheit von Funktionen, Informationen und Daten (vgl. [Eckert 2009]) benötigt, um beispielsweise den Schutzbedarf der zu verarbeitenden prozessbezogenen Daten zu sichern [Budzus 2011].

In Anlehnung an [Metzger 2011] werden zur wirtschaftlichen Betrachtung vor allem zwei Dimensionen herangezogen: Verfügbarkeit und Investitionssicherheit. Services, welche über eine cloudbasierte Infrastruktur „bezogen“ werden, stehen unmittelbar zum BPM zur Verfügung. Das flexible Anpassen an die vorhandenen Anwendungen wird durch eine höhere Abstraktion der Programmier Ebene signifikant vereinfacht. Ebenso wird die Inbetriebnahme für den Endanwender erheblich beschleunigt. Im Rahmen von

unterschiedlichen Abrechnungsmodellen, wie beispielsweise Pay-per-Transaction, also einer Zahlung im Fall der tatsächlichen Nutzung, entstehen bei Betrieb von cloudbasierten Infrastrukturen Gebühren. Diese Gebühren enthalten alle relevanten Kosten (Server-, Systemwartungs-, Supportkosten etc.). Investitionskosten, beispielsweise von Fachabteilungen zur Beschaffung einer geschäftsprozessunterstützenden Applikation, können somit signifikant reduziert werden.

Des Weiteren ergibt sich die äußerst anspruchsvolle Problemstellung der zielgerichteten Auswahl der adäquaten Geschäftsprozesse. Diese müssen im Rahmen einer cloudbasierten Infrastruktur sinnvoll erfasst und serviceorientiert betrieben werden können. Mögliche Risiken, wie beispielsweise die Abhängigkeit zum Cloud-Service-Anbieter durch unzureichende Integrationsmöglichkeiten oder Programmierschnittstellen, sind sowohl aus technischer als auch wirtschaftlicher Sicht unbedingt zu berücksichtigen.

4 DIE METHODE

Um BPM cloud- und servicebasiert durchführen zu können, wird eine integrierte Methode benötigt, die die Komplexität des Themenfelds beherrschbar macht und den technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gerecht wird.

4.1 BPM(N)^{Easy}

Die entwickelte Methode BPM(N)^{Easy} hat zum Ziel, die Potenziale für das Geschäftsprozessmanagement durch einen konsequenten Einsatz von cloud- und serviceorientierten Infrastrukturen zu nutzen. Dabei werden die vorgestellten technischen und wirtschaftlichen Dimensionen als Grundlage berücksichtigt. Die Methodenstruktur lässt eine Einteilung in zwei Phasen und drei Schritte zu und verbindet Aspekte aus der agilen Softwareentwicklung mit dem „klassischen“ BPM-Zyklus. Die Phasen stellen dabei den zeitlichen

Rahmen für die Durchführung der drei Schritte dar.

Ein Fokus der BPM(N)^{Easy}-Methode liegt bei der Anwendung von Methoden der agilen Softwareentwicklung (vgl. exemplarisch [Schwaber 2010]) auf das Geschäftsprozessmanagement. Die mobile Erfassung von Geschäftsprozessen vor Ort und die integrierte und durchgängige Werkzeugunterstützung über den kompletten BPM-Zyklus unterstützen diesen Einsatz. Des Weiteren beinhaltet die Methode eine Beschreibung, die die Themen der Prozessverwaltung und -veröffentlichung spezifiziert. Das in [Kurniawan 2012] diskutierte Problem von unstrukturiert wachsenden Geschäftsprozess-Repositories wird durch die vereinheitlichte Eingliederung aller relevanten Ressourcen erheblich vermindert. Zudem werden die erstellten (ausführbaren) Geschäftsprozesse, nach Durchlauf einer Anzahl von sogenannten „Sprints“ – ähnlich wie in [Stemmer 2011/W. van der Aalst 2011] erläutert – auf einer Cloud-Marktplatzplattform bereitgestellt. Durch die Verfügbarmachung auf dem Cloud-Marktplatz können Geschäftsprozesse (oder Teile davon) als serviceorientierte Komponenten in bestehende Geschäftsprozessarchitekturen eingebunden werden. Abbildung 1 zeigt einen Überblick über die Anordnung der Phasen und Schritte der Methode BPM(N)^{Easy}:

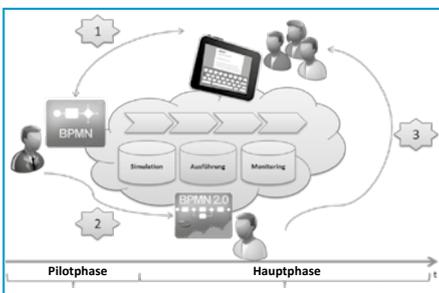


ABB. 1: BPM(N)^{Easy}-Methode

Innerhalb der Schritte von BPM(N)^{Easy} wird grundlegend beschrieben „WAS getan werden muss“, die Phasen dienen hingegen zur Beantwortung der Frage „WANN und WIE etwas getan werden muss“.

4.2 Schritte

Die Schritte der Methoden bilden im Ganzen den BPM-Zyklus ab und beschreiben das Vorgehen in drei Kategorien:

- **Prozessaufnahme (1)**

Die initiale Prozessaufnahme, sofern noch keine geeigneten Geschäftsprozessmodelle vorhanden sind, wird durch die Modellieren mit Hilfe von standardisierten Informationsermittlungstechniken und auf Basis von Beobachtungen vor Ort mobil durchgeführt. Die BPM(N)^{Easy}-Methode beschreibt dazu zusätzliche eine Notation, welche den BPMN 2.0 Standard² auf die wichtigsten Kontrollflusselemente reduziert und es ermöglicht, gleichzeitig wertvolle Informationen auf verschiedene Art zu erheben und abzuspeichern. Die aufgenommenen Modelle werden im cloudbasierten Geschäftsprozess-Repository gehalten, wodurch die Modelle jederzeit abrufbar, analysierbar und anpassbar sind.

- **Prozessanreicherung (2)**

Neue Geschäftsprozessmodelle im Geschäftsprozess-Repository werden automatisch zur Anreicherung vorgeschlagen. Diese Anreicherung besteht aus zwei Schritten: der Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion, durch Erstellung von User Interfaces und der Einbindung nötiger Services. Dabei werden modernste Konzepte des Software Engineerings genutzt, wie beispielsweise Bibliotheksmechanismen, lose Kopplung oder „Overwriting“. Das Ergebnis sind teil-automatisierte oder automatisierte Geschäftsprozesse.

- **Prozessmonitoring (3)**

Das Prozessmonitoring wird in zwei Kategorien aufgeteilt. Zum einen werden technische Daten überwacht, exemplarisch dafür können

dafür die Zugriffszeiten auf integrierte Systeme oder die Nutzung von Programmschnittstellen genannt werden. Zum anderen muss das Prozessmonitoring auf Basis von spezifischen Kennzahlen zur Effizienz- bzw. Effektivitätsmessung unterstützt werden. Dieses soll durch ein Drill-Down bis auf niedrigster Aktivitätsebene der Geschäftsprozesse relevante Informationen liefern. Beide Kategorien sind an den zuvor diskutierten technischen und wirtschaftlichen Sichten ausgerichtet.

4.3 Phasen

Das klassische Durchlaufen der einzelnen Phasen des BPM führt häufig dazu, dass wichtige Anforderungen am Anfang des BPM-Projekts nicht berücksichtigt oder nicht ausreichend beschrieben worden sind. Auch werden technische Problemstellungen oft erst während der Prozessimplementierung identifiziert und führen so zu einer erheblichen Kostensteigerung des gesamten BPM-Projekts. BPM(N)^{Easy} hingegen beruht auf der Annahme, dass komplexe BPM-Projekte nicht vollständig am Anfang planbar sind. Folglich ist der Ansatz von BPM(N)^{Easy} **empirisch, inkrementell** und **iterativ**, um die Vorhersehbarkeit der Prozessqualität zu steigern und Risiken zu minimieren. Ziel ist immer, in einem zuvor definierten Zyklus eine lauffähige Version der Geschäftsprozesse auszuliefern, um möglichst frühzeitig Feedback zu bekommen. Grundlegende Prinzipien der agilen Methode sind Transparenz, Überprüfung und Anpassung.

Die Phasen der BPM(N)^{Easy}-Methode legen fest, in welchen zeitlichen Abständen und mit welchen begleitenden Aktivitäten die Schritte Prozessaufnahme, Prozessanreicherung und Prozessmonitoring ausgeführt werden. In Abbildung 2 wird der zeitliche Zusammenhang der Schritte und Phasen schematisch dargestellt:

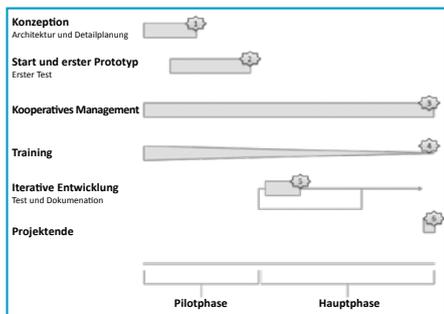


ABB. 2: Methodenphasen – Pilot- und Hauptphase

Die hohe Parallelität der auszuführenden Aufgaben hat zum Ziel, den BPM-Zyklus von Beginn an konsequent und systematisch durchlaufen zu können. Die Aufgaben ergeben sich mit der Abarbeitung der Schritte, d.h. die Phasenabschnitte (1–6) innerhalb der Pilot- und Hauptphase stehen in Zusammenhang mit den Methodenschritten:

(1) Die Konzeption beschreibt die Aufnahme der Geschäftsprozesse und den Aufbau der Systemarchitektur.

(2) Kurz nach Beginn und vor dem ersten Sprint der Hauptphase sollen die Anwender bereits eine testfähige Applikation vorfinden, d.h. der Zyklus (Schritte) wird bereits einmal komplett durchlaufen. Dies erhöht das beidseitige Verständnis von Fach- und IT-Abteilung.

(3) Das „Kooperative Management“ wird als unterstützende Aktivität über beide Phasen ausgeführt. Hierzu gehören beispielsweise das Koordinieren der Beteiligten und das Verfassen des Backlogs – einer Anforderungsliste der zu erledigenden Umsetzungsanforderungen.

(4) Typischerweise müssen neue Anwendungen über einen gewissen Zeitraum den Anwendern zur Verfügung gestellt werden, sodass diese selbstständig agieren können. Dieses „Training“ unterstützt den Abstimmungsprozess von Prozessentwickler und Prozessanwender entscheidend.

(5) Über die Hauptphase hinweg wird pro Sprint der Zyklus einmal durchlaufen. Sind Aufgaben in einem Schritt bereits erfüllt, beispielsweise das Erfassen des Geschäftsprozess, wird dieser ausgelassen.

(6) Das Ende definiert sich durch ein Enddatum und einen abschließenden Test. Dabei müssen das Cloud-Repository gepflegt und die Applikation ohne Einschränkungen zugänglich sein.

• Pilotphase

In der Pilotphase erfolgt die Erstellung der Detailspezifikation der Lösungsarchitektur. Sehr früh nach dem Start wird mit der Aufnahme von Geschäftsprozessen und Implementierung der ersten Pilot-Prozessanwendung in prototypischer Art begonnen. Begleitend dazu werden verschiedene Trainingseinheiten durchgeführt, um sofort das Kernteam und die Anwender Schritt für Schritt an ein selbständiges Bedienen des Systems heranzuführen. Aus diesen frühen ersten Prototypen, welche zu einem gewissen Grad gegebenenfalls bereits produktiv genutzt werden können, werden weitere Designkriterien und Komponenten abgeleitet. Diese Komponenten stehen für die weiteren Sprints fertig zur Verfügung und beschleunigen die Entwicklung. Der ständige Kontakt durch kooperatives Management stellt zudem eine hohe Akzeptanz der späteren Anwender sicher.

• Hauptphase

Die Hauptphase besteht aus Sprints. Ein Sprint beschreibt ein zeitlich begrenztes Intervall, in dem die Umsetzungsverantwortlichen eine zu Beginn jedes Sprints erstellte Aufgabenliste abarbeiten. Die Aufgabenliste ist dabei nicht an sequenzielle Entwicklungsabschnitte gebunden, sondern enthält Aufgaben, die das zu entwickelnde Produkt – den Geschäftsprozess – im Ganzen weiter aufbauen. Durch dieses iterative Vorgehen besteht wiederum die Möglichkeit, dass entstandene Prototypen sofort durch die späteren Nutzer des Systems projektbegleitend und durchgängig getestet werden können. Parallel zu dem Ziel der schnellen, iterativen Entwicklung können die Sprints der Hauptphase die Kommunikation zwischen Fachbereich und IT erheblich verbessern und typische Barrieren minimieren. Des Weiteren wird die finale Abnahme wesentlich vereinfacht, da der Endanwender über die kompletten Schritte der Methode in die Prozessimplementierung eingebunden ist. Durch diese unmittelbare Kopplung von Entwicklerteam und Anwendern kann das Risiko von Um-

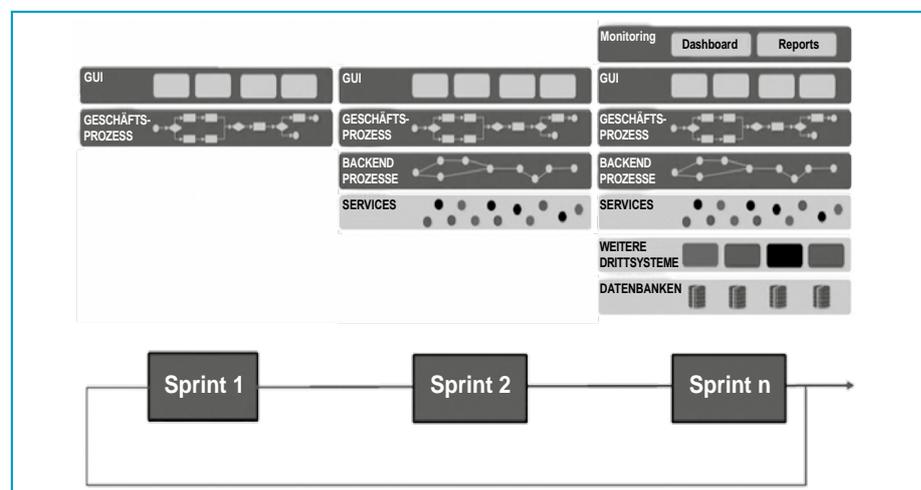


ABB. 3: Schematische Darstellung des Sprintzyklus

setzungsfehlern durch fehlende Abstimmungsprozesse oder Missverständnisse erheblich vermindert werden.

Die Abbildung 3 veranschaulicht, wie die automatisierten bzw. teil-automatisierten Geschäftsprozesse im Rahmen der BPM(N)^{Easy}-Methode entstehen. Wie bereits eingeführt, ist es von zentraler Bedeutung, dass pro Sprint immer das letzte Ziel des BPM-Projektes im Fokus bleibt. Bereits nach dem ersten Sprint ist es Ziel, den Geschäftsprozess von der „Quelle in die Senke“ durchlaufen zu können. Die Bereitstellung der vollständigen Funktionalität der einzelnen Prozessaktivitäten wird dabei zunächst vernachlässigt. Am Ende von Sprint n steht ein System zur Verfügung, welches die definierten Anforderungen vollständig abdeckt. In der Abbildung 3 ist exemplarisch ein System dargestellt, welches einen durch verschiedene Ebenen angereicherten Geschäftsprozess zeigt.

4.4 Referenzarchitektur und Umsetzung

Im Rahmen einer betrieblichen Anwendung der Methode BPM(N)^{Easy} wurden eine methodenunterstützende Referenzarchitektur entwickelt und verschiedene Komponenten zur technischen Unterstützung hinzugezogen.

Um eine adäquate Basis für die Methode BPM(N)^{Easy} bereitzustellen, wurde die in Abbildung 4 dargestellte generische Referenzarchitektur einer cloudbasierten BPM-Infrastruktur entwickelt (in Anlehnung an [Jiang 2011]).

Die generische Referenzarchitektur basiert auf systemorientierten Services, wobei die Cloud-typischen Layer Software-as-a-Service(SaaS), Platform-as-a-Service (PaaS) und Infrastructure-as-a-Service (IaaS) unterschieden werden [BSI 2011]. Unter IaaS werden Ressourcen, wie zum Beispiel die Netzwerkanbindung oder Rechenleistung, als Service verstanden. Die Infrastruktur verfügt dabei über flexible

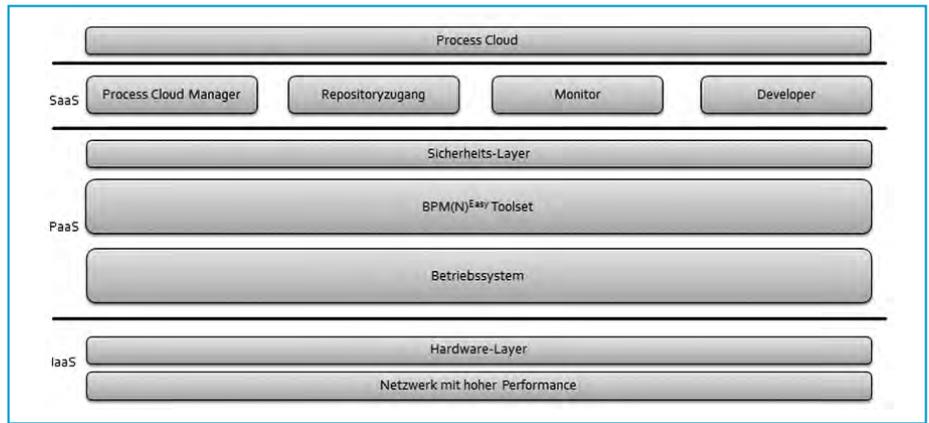


ABB. 4: Methodenunterstützende Referenzarchitektur

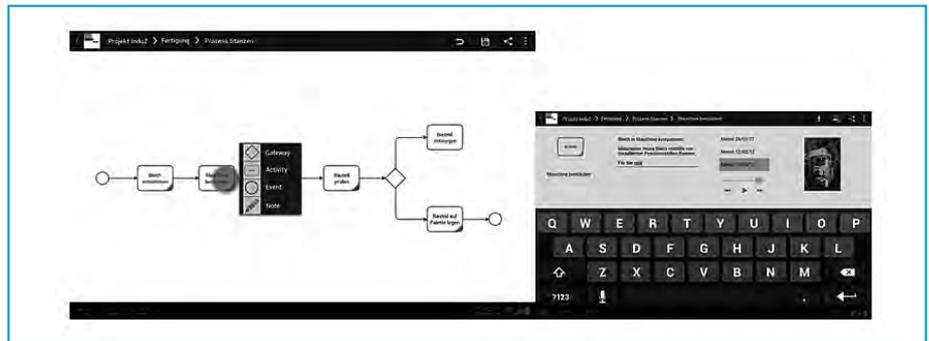


ABB. 5: BPM(N)^{Easy}-Mobileapplikation

Ressourcen und kann je nach Auslastung dynamisch gesteuert werden. In der Ebene PaaS wird eine standardisierte Plattform (z.B. ein Betriebssystem) ausgeführt. Die Ebene PaaS ist nötig, um die verschiedenen Produkte aus dem Toolset als SaaS (passend zum Methodenschritt) zu laden. Die SaaS-Ebene enthält die notwendige Software, um Services und Benutzeroberflächen zur Administration, Ausführung und Monitoring anbieten zu können. Als oberster Layer kann eine Process Cloud angesiedelt werden. Dieser Layer umfasst im ersten Schritt die Sammlung von verschiedenen Business Processes as a Service (BPaaS), also einer Sammlung ausgelagerter Prozesse bzw. Prozessschritte [Wang 2010]. Im Allgemeinen müssen für alle Ebenen die bereits diskutierten technischen Aspekte – Programmierung, Integration und Sicherheit berücksichtigt werden. Als Beispiele dafür können der separate Sicherheits-Layer auf Ebene von PaaS genannt werden, der die Kernarchitektur schützt oder die separate Developer-Schnittstelle, die zur einfachen Entwicklung späterer Applikationen dient.

Da der modulare Aufbau der Referenzarchitektur einen hohen Grad der Integrationsfähigkeit besitzt, kann gewährleistet werden, dass die Auswahl der Geschäftsprozessapplikation und des korrespondierenden

Toolsets herstellerunabhängig erfolgen kann.

5 ANWENDUNGSBEISPIEL

Basierend auf der generischen Referenzarchitektur, wurden im Rahmen eines spezifischen Anwendungsprojektes innerhalb des BPM@Cloud-Labs am KIPS verschiedene Komponenten hinzugezogen und die Methode anhand ausgewählter Geschäftsprozesse getestet.

- **Mobile Easy Tool**

Eine eigens am KIPS entwickelte Mobilapplikation auf Basis von Android³ wurde genutzt, um interaktiv die ausgewählten Geschäftsprozesse zu erfassen. Die Applikation ermöglicht durch das Bereitstellen von wenigen BPMN 2.0 Elementen per Drag&Drop Geschäftsprozesse intuitiv zu modellieren und die einzelnen Schritte/Aktivitäten mit Metainformationen unmittelbar vor Ort anzureichern (Videos von Interviews oder realen Geschäftsprozessen, Bilder etc.). Hierfür werden Tablets mit Kamerafunktion eingesetzt. Einen Eindruck der sehr benutzerfreundlichen („Easy“) On-Click-Technologie vermittelt Abbildung 5.

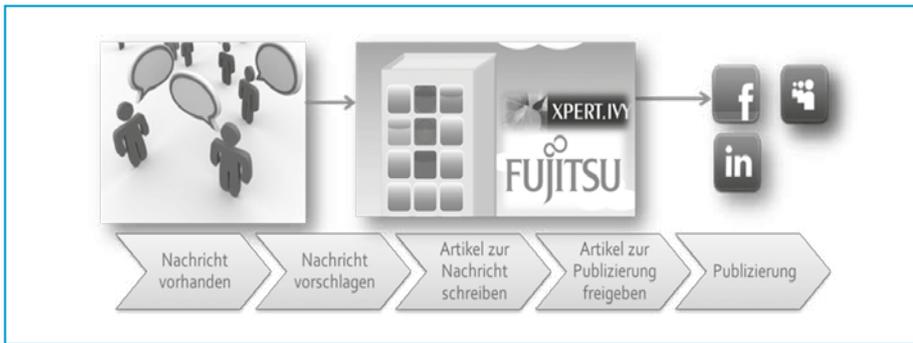


ABB. 6: BPM(N)^{Easy}-Test-Prozess

Android-native Funktionen erleichtern des Weiteren die Bedienung der Applikation. Beispielsweise können alle Freigabemöglichkeiten, wie E-Mail, Google+ oder MMS, angewendet werden.

- **Xpert.ivy**

Die Xpert.ivy Suite der Axon Active AG⁴ wurde zur Entwicklung des Prozessmodells genutzt. Verbunden mit einem Cloud-Repository ist es möglich, einen hohen Grad von Strukturierung wiederverwendbare Module anzulegen und gleichzeitig die Ausführung des erstellten Prozesses, versionsverwaltet, über das Web bereitzustellen. Das Xpert.ivy Modul „Monitor“ bietet dabei Funktionen zur Echtzeitmessung von Prozessparametern und -status. Auf Basis dieses Moduls werden ebenso ein Service Level Monitoring und Reporting unterstützt.

- **Fujitsu Cloud + Fujitsu Cloud Store**

Das Angebot von Fujitsu wurde sowohl auf Basis der Infrastructure/Platform-as-a-Service (IaaS/PaaS)-Ebene genutzt, um das eigene Cloud-Repository anzulegen, als auch auf Basis der Software-as-a-Service(SaaS)-Ebene, um den releasefähigen Prozess sofort auf dem Fujitsu Cloud Store zur Verfügung stellen zu können. Beispielsweise enthält die SaaS-Ebene Komponenten, über die User die erfassten Geschäftsprozesse betrachten, überwachen oder ausführen können.

Als Geschäftsprozess wird in Abbildung 6 ein „überschaubarer“ Geschäftsprozess zur Genehmigung von Unternehmensneugigkeiten auf Social Media Plattformen (vgl. [Arns 2012]) skizziert. Dieser exemplarische Geschäftsprozess ermöglicht zum einen das Durchlaufen der Phasen und Schritte,

zum anderen ergeben sich Anforderungen, wie beispielsweise das kollaborative, mobile Verfassen von Nachrichten und der Integration von Drittsystemen. Im Rahmen des Genehmigungsprozesses müssen die vorgestellten, technischen Herausforderungen berücksichtigt und bewältigt werden.

Im Test wurde zuerst – über die Pilotphase hinweg – durch einfache und effiziente Modellierung in der BPM(N)^{Easy}-Notation das Geschäftsprozessmodell aufgenommen. Durch den Einsatz des Cloud-Repositories war zu jedem Zeitpunkt die Kommunikation zwischen Fachabteilung und IT gewährleistet, sodass die frühen Anwendertests agil durchgeführt werden konnten. Durch die Sprintzyklen wurden Schritt für Schritt einfache und nachvollziehbare Anpassungen erzielt, wobei das Ultimo, dass bei Beginn beschlossene Projektenddatum, stets höchste Priorität besaß. Aus technischer Sicht, war es zudem nötig, eine besondere, sicherheitsrelevante Mandantenverwaltung zu entwickeln, um automatisch einen Trigger auszulösen, sobald der beschriebene Geschäftsprozess über den Cloud-Marktplatz abonniert wurde. Dieser Trigger erwirkt auf der Applikationsebene des Ivy-Servers verschiedene Aktivitäten, wie beispielsweise das Erstellen von neuen Benutzern oder das Aktivieren von weiteren Funktionen (in Hinblick auf Basic/Premium-Versionen). Das serviceorientierte Anwenden von Drittsystemen (Social Media Plattformen) wurde über Webservices realisiert und kann jederzeit durch eine einfache Integration erweitert werden.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Der Einbindung von BPM-Werkzeugen oder kompletten Geschäftsprozessen (BPaaS) in eine Cloud-Umgebung kann ein hohes Potenzial zugewiesen werden. Kos-

tensenkung und Komplexitätsreduzierung repräsentieren grundsätzliche Ziele für BPM-Projekte. Aber auch die verbesserte Verteilung von Services bzw. Geschäftsprozessen, wodurch die ubiquitäre Verfügbarkeit von Geschäftsanwendungen erhöht wird, stellt eine signifikante Zielgröße dar.

Das Forschungstransferprojekt BPM@ Cloud-Lab wird am Konstanzer Institut für Prozesssteuerung (KIPS) in Zusammenarbeit mit unterschiedlichen industriellen Partnern aktuell durchgeführt. Die im Rahmen des Projekts entwickelte agile Methode BPM(N)Easy bewältigt die Komplexität von nicht oder ungenügend erfassten Geschäftsprozessen. Die Phasen und Schritte der agilen Methode bedürfen keiner strengen Planung zum Start des BPM-Projektes, sodass hochflexibel und in unmittelbarer Zusammenarbeit mit allen Prozessbeteiligten die erfolgreiche Implementierung der Geschäftsprozesse erreicht werden kann.

Die Erprobung der Methode erfolgte im BPM-Labor des KIPS und erzielte eine erfolgreiche Testumsetzung hinsichtlich der Einführung neuer Geschäftsprozesse. In weiterführenden Arbeiten wird aktuell untersucht, in wie weit BPM(N)Easy auch im laufenden BPM-Betrieb zur kontinuierlichen Geschäftsprozessverbesserung eingesetzt werden kann. Außerdem sollen zusätzliche cloudbasierte Services erstellt werden, die das methoden-unterstützende Toolset im Bereich von Social Media komplementieren werden. In diesem Zusammenhang ist aus Sicht der Autoren mit weiteren signifikanten Optimierungspotenzialen für Geschäftsprozesse zu rechnen.

FUSSNOTEN

- 1: <http://bpmcloud.in.htwg-konstanz.de/BpmCloud/index.php>
- 2: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>
- 3: <http://developer.android.com>
- 4: <http://www.axonactive.com>

LITERATUR

- [Arns 2012] Arns, T.: Social Media in deutschen Unternehmen, BITKOM, Berlin, 2012.
- [Abelein 2009] Abelein, U.; Becker, A.; Habryn, F.: Towards a Holistic Framework for Describing and Evaluating Business Benefits of a Service Oriented Architecture. 13th IEEE Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops, Auckland, 2009.
- [Bekele 2011] Bekele, T.M.; Weihua Zhu: Towards collaborative business process management development current and future approaches, Communication Software and Networks (ICCSN), 2011 IEEE 3rd International Conference on vol., no., pp.458–462, 2011.
- [Briscoe 2009] Briscoe, G.; Marinos, A.: Digital Ecosystems in the Clouds: Towards Community Cloud Computing. 3rd IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies, Istanbul, 2009.
- [BSI 2011] BSI: Cloud Computing Grundlagen. https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/CloudComputing/Grundlagen/Grundlagen_node.html, 2011.
- [Budszus 2011] Budszus, J.; Heibey, H.-W.; Hillenbrand-Beck, R.; Polenz, S.; Seifert, M.; Thiermann, M.: Orientierungshilfe – Cloud Computing Version 1.0. http://www.datenschutz-bayern.de/technik/orient/oh_cloud.pdf, 2012.
- [Bunger 2010] Bunger, R.: Mit Konvergenz mehr Effizienz. Wie Sicherheit und Anwenderkomfort vereinbar werden. In (F.A.Z.-Institut für Management, M.-u. M. G. Hrsg.): Security Management 2011 Handbuch für Informationsschutz, IT-Sicherheit, Standortsicherheit, Wirtschaftskriminalität und Managerhaftung, 2010.
- [Chaudhry 2012] Chaudhry, S.; Moller, C.: Advances in Enterprise Information Systems II, The role of BPM in the IT value-chain: Exploring how manging business processes can decouple business and IT, pp. 56–58, CRC Press/Balkema, AK Leiden, 2012.
- [Eckert 2009] Eckert, C.: IT-Sicherheit Konzepte – Verfahren – Protokolle. Oldenbourg Verlag, München, 2009.
- [Fehling 2011] Fehling, C.; Konrad, R.; Leymann, F.; Mietzner, R.; Pauly, M.; Schumm, D.: Flexible Process-based Applications in Hybrid Clouds. 2011 IEEE 4th International Conference on Cloud Computing, Washington, 2011.
- [Jiang 2011] Jiang, J.; Le, J.; Wang, Y.; Sun, J.; He, F.: The BPM Architecture Based on Cloud Computing, Knowledge Acquisition and Modeling, 4th International Symposium, Sanya, 2011.
- [Josuttis 2011] Josuttis, N.: Das SOA-Manifest – Kontext, Inhalt, Erläuterung, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg, 2011.
- [Kopperger 2011] Kopperger, D.; Stanisic-Petrovic, M.; Kicherer, F.: Marktüberblick Business Process Management. In (Spath, D. et al. Hrsg.): Business Process Management Tools 2011. Fraunhofer Verlag, 2011.
- [Kurniawan 2012] Kurniawan, T.; Ghose, A.; Le, L.; Dam, H.: On Formalizing Interprocess Relationships, BPM 2011 Workshops, Part II, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2012.
- [Mell 2011] Mell, P.; Grance, T.: The NIST Definition of Cloud Computing, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>, 2011, accessed 19th October 2012.
- [Metzger 2011] Metzger, C.; Reitz, T.; Villar, J.: Cloud Computing Chancen und Risiken aus technischer und unternehmerischer Sicht. Carl Hanser Verlag, München, 2011.
- [Schwaber 2011] Schwaber, K.; Sutherland, J.: The Scrum Guide, The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game, 2011, http://www.scrum.org/Portals/o/Documents/Scrum%20Guides/Scrum_Guide.pdf, abgerufen 21.11.2012.
- [Skok 2011] Skok, M.: Future of Cloud leadership panel. Version 2011–Jun-20.2 Future of Cloud Computing. <http://www.futurecloudcomputing.net/media-gallery/detail/91/286>, 2011.
- [Slama 2011] Slama, D.; Nelius, R.: Enterprise Business Process Management. Erfolgsrezepte für Unternehmensweites Prozessmanagement. dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg, 2011.
- [Sondermann 2011] Sondermann, K.: Cloud Computing – Wandel existierender Märkte, neue Potentiale für Unternehmen. In (Köhler-Schulte, C. Hrsg.): Cloud Computing: Neue Optionen für Unternehmen Strategische Überlegungen, Konzepte und Lösungen, Beispiele aus der Praxis. KS-Energy-Verlag, Berlin, 2011.
- [Stemmer 2011] Stemmer, M.; Holtkamp, B.; Königsmann, T.: Cloud-orientierte Service-Marktplätze Integrationsplattformen für moderne Dienstleistungen und IT-Dienste White paper, Fraunhofer ISST, Dortmund, 2011.
- [Terplan 2011] Terplan, K.; Voigt, C.: Cloud Computing. mitp, eine Marke der Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm GmbH, Heidelberg München Landsberg Frechen Hamburg, 2011.
- [Trifu 2010] Trifu, M.: SOA, BPM and Cloud Computing: Connected for Innovation in Higher Education. In (Jusoff, K.; Zhu, Z. Hrsg.): ICEMT 2010 2010 International Conference on Education and Management Technology. IEEE Verlag, Cairo, 2010.
- [Wang 2010] Wang, M.; Bandara, K. Y.; Pahl, C.: “Process as a service – Distributed Multi-tenant Policy-based Process Runtime Governance,” in IEEE International Conference on Services Computing. IEEE Computer Society, 2010, pp. 578–585.
- [W. van der Aalst 2011] W. van der Aalst, Business Process Configuration in The Cloud: How to Support and Analyze Multi-Tenant Processes?, Ninth IEEE European Conference on Web Services, 2011.
- [Weske 2010] Weske, M.: Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures, Springer Verlag, Berlin New York, 2010.
- [Wolf 2011] Wolf, H.; Roock, A.: Agile Softwareentwicklung – Ein Überblick, 3. Auflage, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg, 2011.



Bei Kendrion führen viele Wege zum Erfolg

Als innovatives, international aktives Unternehmen sind motivierte und qualifizierte Mitarbeiter die Basis unseres Erfolges. Durch die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen bieten wir vor allem jungen Menschen vielseitige und interessante Aufgaben mit Zukunftsperspektive. Sie sind engagiert, haben Teamgeist und

Lust auf eine Herausforderung?

Abschlussarbeiten

Wir bieten Ihnen die Möglichkeit, interessante Themen im technischen, ingenieurwissenschaftlichen oder betriebswirtschaftlichen Bereich zu bearbeiten. Fragen Sie in unserer Personalabteilung nach aktuellen Themen. Sie haben eigene Themenvorschläge? Ihre Bewerbung ist bei uns willkommen – gerne können wir über Ihre Vorschläge sprechen.

Praxissemester

Bei uns können Sie Ihre theoretischen Kenntnisse in die Praxis umsetzen. Sie arbeiten in verschiedenen Projekt-Teams mit und lösen Aufgabenstellungen eigenverantwortlich.

Werkstudententätigkeiten

Mehr Praxisbezug im Studienalltag lautet hier die Devise! Viele

Studenten legen den Grundstein für Ihre berufliche Zukunft durch eine Werkstudententätigkeit.

Nutzen Sie diese Gelegenheit!

Unser Angebot – Ihr Nutzen

Sie bieten uns die Möglichkeit, Ihr Potenzial aufzudecken. Wir stellen Ihnen unser Know-how zur Verfügung und bieten Ihnen die Gelegenheit, Ihre Fähigkeiten und Kenntnisse unter Beweis zu stellen.

Interessiert?

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbungsunterlagen.

Kendrion (Villingen) GmbH ■ Sabrina Schumacher
Wilhelm-Binder-Straße 4 ■ 78048 Villingen-Schwenningen
Telefon: +49 7721 877-1238
www.kendrion.com ■ career.villingen@kendrion.com

Kendrion LINNIG GmbH ■ Matthias Gesell
Riedheimer Straße 5 ■ 88677 Markdorf
Telefon: +49 7544 964-218
www.kendrion.com ■ career.markdorf@kendrion.com

DIE BEDEUTUNG VON COMPLIANCE-MANAGEMENT-SYSTEMEN ZUR SICHERSTELLUNG EINER INTEGRIEREN UNTERNEHMENSFÜHRUNG

Christine Schweikert, Maximilian Jantz, Stephan Grüninger



Christine Schweikert

Studium der Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Internationales

Management, Strategische Planung, Außenwirtschaft und Controlling an der HTWG Konstanz. Seit September 2008 wissenschaftliche Mitarbeiterin 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.



Maximilian Jantz

Studium der Rechtswissenschaft an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen,

Referendariat am Landgericht Ravensburg. Tätigkeit als Partner in einer Rechtsanwaltskanzlei mit wirtschaftsrechtlicher Ausrichtung. Zertifizierungsstudium im Bereich Projektmanagement in Port Elizabeth/Südafrika im Jahr 2004. Im Anschluss mehrjährige Tätigkeit als Syndikusanwalt und stellvertretender Einkaufsleiter in einem mittelständischen Unternehmen. Von 2010 bis 2011 Weiterbildung zum Certified Compliance Professional an der Frankfurt School of Finance & Management. Seit November 2011 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG) in dem Forschungsprojekt „Leitlinien für das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten“.



Prof. Dr. Stephan Grüninger

Professor für Allgemeine BWL mit Schwerpunkt Managerial Economics an

der Hochschule Konstanz und Direktor des Konstanz Institut für Corporate Governance (KICG). Zuvor Partner bei Ernst & Young im Bereich Fraud Investigation & Dispute Services.

1 ÜBERBLICK

Das Forschungsprojekt „Leitlinien für das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten“ [1] hat zum Ziel, dem Management von Unternehmen Empfehlungen zu geben, mit welchen unternehmerischen Maßnahmen sie die Erfüllung der von Seiten des Gesetzgebers an sie gestellten Organisations- und Aufsichtspflichten angemessen erfüllen können. Der Schwerpunkt der Betrachtung liegt dabei auf der Untersuchung von Compliance-Maßnahmen, die im Rahmen eines umfassenden Compliance-Management-Systems (CMS) implementiert werden und dazu dienen, Fehlverhalten der Mitarbeiter zu verhindern und eine redliche und regelgetreue Führung der Geschäfte sicherzustellen (sog. Business Conduct Compliance [2]). Der folgende Artikel gibt einen Überblick über die grundlegende Problemstellung des Forschungsprojekts und stellt erste Projektergebnisse dar.

2 PROBLEMSTELLUNG: DIE FRAGE NACH DER FUNKTIONSFÄHIGKEIT VON COMPLIANCE-MANAGEMENT-SYSTEMEN

Zahlreiche und teilweise spektakuläre Unternehmensskandale in den letzten Jahren, deren Hintergrund in einer Vielzahl der Fälle Korruption, Kartellverstöße sowie Betrugs- und Bilanzierungsdelikte waren, haben weltweit eine Welle der Regulierung und verschärfter Durchsetzung bereits vorhandener rechtlicher und regulatorischer Anforderungen ausgelöst. Vor allem große und börsennotierte Unternehmen haben auf diese Entwicklung mit der Einführung mehr oder weniger umfassender Compliance-Management-Systeme reagiert, die rechtlich sanktionierbarem Fehlverhalten im Unternehmensbereich vorbeugen und nicht zuletzt die Haftung für Unternehmen, Organe und Mitarbeiter vermeiden sollen. Compliance, d.h. die Einhaltung von gesetzlichen und regulatorischen

Anforderungen, von Soft Law sowie von internen Regelungen und Verhaltensstandards [3], sowie die Steuerung sich aus der Geschäftstätigkeit potenziell ergebender Compliance-Risiken, sind von essenzieller Bedeutung für den Fortbestand einer Unternehmung und somit mittels geeigneter Maßnahmen sicherzustellen. Compliance-Management ist Leitungsaufgabe der Unternehmensführung; die Einführung eines CMS bildet ein geeignetes Instrument für die Erfüllung der wesentlichen Organisations- und Aufsichtspflichten durch die Leitungsorgane eines Unternehmens sowie zur Haftungsvermeidung bzw. -milderung im Schadensfall. Zudem wirkt sich glaubwürdiges Compliance-Management positiv auf die Reputation sowie die Vertrauenswürdigkeit des Unternehmens und damit stabilisierend auf bestehende und potenzielle Kooperationsbeziehungen aus.

Die Bandbreite der Ausgestaltung von Compliance-Organisationen reicht dabei von relativ „schlanken“ Strukturen (d.h. dass z.B. Aufgaben im Bereich des Compliance-Managements durch Führungskräfte und Mitarbeiter zusätzlich zu bestehenden Rollen und Verantwortlichkeiten übernommen werden) bis hin zu umfassend angelegten Compliance-Strukturen in Großunternehmen und Konzernen, wie etwa bei der Siemens AG, in deren unternehmensweiten Compliance-Organisation rund 600 Mitarbeiter tätig sind. [4]

Die teilweise sehr unterschiedlichen Herangehensweisen an Compliance-Management und die Ausgestaltung von CMS werfen unmittelbar die Frage auf, welche Strukturen tatsächlich notwendig sind, um ein wirksames Compliance-Management sicherzustellen? Gibt es bestimmende Faktoren, die Einfluss darauf nehmen, wie umfangreich eine Compliance-Organisation für ein bestimmtes Unternehmen auszugestaltet ist? Diese Überlegungen zielen letztendlich darauf ab, festzustellen, wann ein Compliance-Management-System für eine bestimmte Organisation tatsächlich

wirksam ist. Die Frage der Wirksamkeit eines CMS beschäftigt die Unternehmen selbst (Vorstand, Aufsichtsrat), deren Abschlussprüfer und andere Prüfer, die das CMS eines Unternehmens prüfen können, aber insbesondere auch Staatsanwälte und Richter, die im Rahmen von Verfahren über vorgefallene Straftaten in einem Unternehmen untersuchen bzw. entscheiden müssen, ob und ggf. in wie weit zusätzlich zu einer etwaigen Straftat eines oder mehrerer Täter ein Organisationsverschulden des Managements vorliegt, weil die Ausübung von Aufsichts- und Sorgfaltspflichten (Organisationspflichten) nicht (in ausreichendem Maß) erfolgte. Genau das ist aber heute nur schwer möglich, weil nicht ausreichend detailliert beschrieben ist, wann hinreichende (i.S.v. angemessenen und funktionsfähigen) Compliance-Maßnahmen getroffen und installiert wurden.

Für die Beurteilung der Angemessenheit und Funktionsfähigkeit von CMS werden im Rahmen des Forschungsprojekts zunächst die konkreten Anforderungen zur Erfüllung der wesentlichen Organisationspflichten bei der Leitung und Überwachung von Unternehmen (Compliance & Corporate Governance) identifiziert sowie die Funktionsprinzipien der dazu erforderlichen Management-Maßnahmen untersucht, um darauf aufbauend Leitfäden für die Beurteilung der Organisations- und Aufsichtspflichten für Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexitätsstufen zu erarbeiten. Mit der Erarbeitung der Leitfäden soll eine Diskussion zu den Anforderungen an die Ausgestaltung von Compliance-Maßnahmen zwischen Unternehmen und Unternehmensverbänden, Rechtsanwaltskanzleien, Wirtschaftsprüfungsgesellschaften, Berufsfachverbänden sowie staatlichen Stellen (u.a. Justizministerien, Staatsanwaltschaften) angestoßen werden, mit dem Ziel, ein möglichst hohes Maß der Konkretisierung und Verbindlichkeit von Standards der Organisationspflichten in

diesem Bereich und damit eine erhebliche Steigerung der Rechtssicherheit zu erreichen.

3 ORGANISATIONS-, AUFSICHTS- UND SORGFALTPFLICHTEN IM UNTERNEHMEN

Die Erfüllung von Organisations- und Aufsichtspflichten gehört zu den wesentlichen Aufgaben des Managements einer Unternehmung. Die Betonung als Managementaufgabe signalisiert zum einen, dass die Geschäftsführung nicht nur selbst zu rechtmäßigem Verhalten verpflichtet ist (Legalitätspflicht), sondern auch für das rechtmäßige Verhalten des Unternehmens und seiner Mitarbeiter insgesamt Sorge tragen muss. Die Betrachtung als Managementaufgabe unterstreicht zum zweiten, dass Compliance, also die Sicherstellung rechtmäßigen und integren Verhaltens des Unternehmens und seiner Mitarbeiter, eine dauerhafte Aufgabe im Rahmen der strategischen und operativen Unternehmensführung darstellt, mit anderen Worten, eine Aufgabe, die in die Geschäftsprozesse und -routinen integriert werden muss, die unabwiesbares Kriterium in Entscheidungsfindungsprozessen zu sein hat und die als Bestandteil der Geschäftskultur zum Verhaltens- und Erfolgsmaßstab von Organmitgliedern und Mitarbeitern gemacht werden muss.

Um Empfehlungen für Maßnahmen im Rahmen eines angemessenen Compliance-Management-Systems geben zu können, ist in einem ersten Schritt zu untersuchen, welche Organisations- und Aufsichtspflichten das Management von Unternehmen zu erfüllen hat und von welchen Faktoren die Erfüllung bestimmter aus diesen Pflichten hervorgehenden Anforderungen gegebenenfalls abhängt.

Die verschiedenen Gesetze, die sich mit den unterschiedlichen Rechtsformen von Unternehmen und den daraus ergebenden Pflichten befassen (z.B. das BGB für die GbR

und ihre Gesellschafter, das HGB für Personengesellschaften, das GmbHG für Geschäftsführer, das AktG für Vorstände und Aufsichtsrat) enthalten nicht explizit die Begriffe **Organisations-**, **Aufsichts-**, oder **Kontrollpflichten**. [5] Die Begriffe **Sorgfalt** und **Sorgfaltspflicht** hingegen finden sich an unterschiedlichen Stellen in den Gesetzen wieder. [6] Aus diesen Sorgfaltspflichten leiten Rechtsprechung und Rechtslehre dann verschiedene Organisations- und Aufsichtspflichten ab. Der Begriff „Sorgfalt“ steht allgemein für **Genauigkeit**, **Gewissenhaftigkeit** [7] und drückt sich in der Verpflichtung zur Wahrung der Interessen anderer aus [8]. Bezogen auf die Ausführung einer Tätigkeit gibt das zugehörige Adjektiv „sorgfältig“ Auskunft darüber, in welcher Art und Weise die Tätigkeit ausgeführt wird – genau, gewissenhaft und achtsam. Daraus kann geschlossen werden, dass der Geschäftsleiter eines Unternehmens dann die erforderliche Sorgfalt walten lässt, wenn er genau und gewissenhaft seine Leitungsfunktion ausübt und nicht (nur) die eigenen Interessen, sondern die Interessen Dritter – nämlich die der Gesellschaft/des Betriebes – wahrt. Nach dem Gesetz ist der sog. Sorgfaltsmaßstab ein Verschuldensmaßstab und kann als ein Mindestmaß verstanden werden, mit dem die Sorgfalt ausgeübt werden muss. Für die Unternehmensleitung bedeutet dies, dass eine Verfehlung oder Unterschreitung dieses Maßstabs als Verletzung der Sorgfaltspflicht angesehen werden und somit zu einer Haftung der Unternehmensleitung führen kann.

Das Gesetz normiert den Sorgfaltsmaßstab an unterschiedlichen Stellen und kennt dabei verschiedene Stufen der Sorgfalt, die anzuwenden ist, um dem Vorwurf, schuldhaft gehandelt zu haben, zu entgehen. [9] Gruppentypische Sorgfaltsmaßstäbe kommen z.B. für den „ordentlichen“ Kaufmann (§ 347 Abs. 1 HGB), für Geschäftsführer („Sorgfalt eines ordentlichen Geschäftsmannes“ gemäß § 43 Abs. 1 HGB), für Vorstände und Aufsichtsratsmit-

gliedert („Sorgfalt eines ordentlichen und gewissenhaften Geschäftsleiters“ gem. § 93 Abs. 1 AktG für den Vorstand und gem. §§ 116, 93 Abs. 1 AktG für die Aufsichtsräte) in Betracht. Die juristische Literatur und Rechtsprechung haben zu den verschiedenen Sorgfaltsmaßstäben (§ 276 Abs. 2 BGB; § 347 Abs. 1 HGB, § 43 Abs. 1 GmbHG, § 93 Abs. 1 AktG) konkrete besondere Verpflichtungen (sog. Sorgfaltspflichten im engeren Sinne) wie z.B. **Organisations-, Aufsichts-, oder Überwachungspflichten** für Gesellschafter, Geschäftsführer, Vorstände und Aufsichtsräte abgeleitet und spezifiziert. Dabei gilt, dass der Sorgfaltsmaßstab bei Kapitalgesellschaften höher ist als der bei Personengesellschaften, was insbesondere darauf zurückzuführen ist, dass sowohl der Einzelkaufmann als auch in der Regel der/die Geschäftsführer von Personengesellschaften ihr eigenes Vermögen verwalten und dafür das volle Risiko tragen [10]. Der Geschäftsführer einer GmbH oder der Vorstand einer AG hingegen verwaltet fremdes Vermögen und hat dabei die Pflicht, zum Vorteil der Gesellschaft zu handeln und die Gesellschaft vor Schäden zu bewahren. Aus diesem Grund haben Vorstandsmitglieder und Geschäftsführer darüber hinaus allgemein die Pflicht zur Loyalität gegenüber der Gesellschaft und deren Interesse zu wahren [11]. Nach der Rechtsprechung folgt für Vorstände aus der Treupflicht die Verpflichtung, Geschäftschancen der Gesellschaft für diese zu nutzen, und zugleich das Verbot, solche Geschäftschancen selbst auszubehuten oder nahestehenden Dritten zu überlassen [12]. Die Treupflicht beinhaltet somit die beiden Grundsätze nämlich die Vermeidung von Interessenkonflikten und das Verbot von Sondervorteilen [13].

Die Unternehmensleitung hat bei ihrer gesamten Tätigkeit das Legalitätsprinzip zu beachten und durch entsprechende Vorkehrungen sicherzustellen, dass die besonderen spezifischen Pflichten wie die Organisations- und Aufsichtspflichten, Überwachungspflichten und Treuepflichten

erfüllt werden. Nach herrschender Meinung umfassen die Vorkehrungen zur Sicherstellung des Legalitätsprinzips insbesondere

- die Erfassung und Dokumentation sämtlicher für das Unternehmen maßgeblichen Vorschriften und Standards;
- die Verpflichtung der Geschäftsleitung und aller Mitarbeiter auf Einhaltung der Vorschriften, was voraussetzt, dass die Geschäftsleitung dafür Sorge trägt, dass sämtliche Mitarbeiter Kenntnis von den einschlägigen Normen haben;
- die Überwachung und laufende Kontrolle der Befolgung der maßgeblichen Regeln (Audits);
- die Disziplinierung und Ahndung von Verstößen. [14]

Die Frage, ob die Unternehmensleitung im Rahmen des Legalitätsprinzips verpflichtet ist, ein Compliance-Management-System einzurichten, wird kontrovers diskutiert. Da die Unternehmensleitung die Pflicht hat, für die Einhaltung gesetzlicher

Vorschriften zu sorgen [15], wird eine Verpflichtung der Unternehmensleitung hinsichtlich des „Ob“ angenommen – das heißt, dass ein Compliance-Management-System einzurichten ist. [16] Allerdings besteht nach herrschender Meinung keine Rechtspflicht zur Einrichtung einer umfassenden formalisierten Compliance-Organisation. [17] In großen Unternehmen dürfte jedoch in der Regel eine Pflicht der Unternehmensleitung zur Einrichtung eines Compliance-Management-Systems in Betracht kommen mit dem Argument, dass die Unternehmensleitung andernfalls kaum in der Lage sein dürfte, Verstöße gegen geltendes Recht und ethische Normen und Regeln bestmöglich zu vermeiden.

Zusammenfassend gibt Abbildung 1 einen Überblick über die Doppelfunktion des Sorgfaltspflicht-Begriffs: Sorgfaltsmaßstab und abgeleitete Sorgfaltspflichten im engeren Sinne. Mit Blick auf das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten, für das im Rahmen des Forschungsprojekts Leitlinien entwickelt werden sollen, ist festzustellen, dass die identifizierten Pflichten (Organisations-,

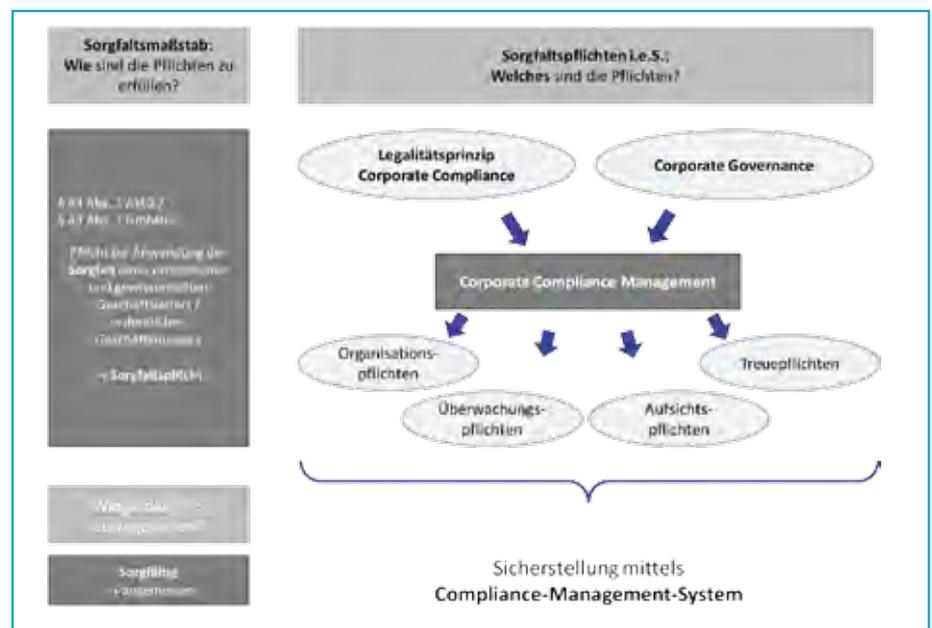


ABB. 1: Sorgfaltspflichten (eig. Darstellung)

Aufsichts-, Überwachungs- und Treuepflichten) unter Beachtung des Legalitätsprinzips sowie einer verantwortungsvollen Unternehmensführung (Corporate Governance) mittels eines umfassenden, integrierten Compliance-Management-Systems erfüllt werden können. Wie ein solches CMS in verschiedenen Unternehmenstypen angemessen auszugestaltet ist, soll im weiteren Projektverlauf untersucht und entwickelt werden.

4 CORPORATE GOVERNANCE-SPEZIFIKA UND COMPLIANCE-KOMPLEXITÄT VERSCHIEDENER UNTERNEHMENSTYPEN

Im Zusammenhang mit der Diskussion um Organisationspflichten der Unternehmensführung und insbesondere aufgrund vieler Fälle von Korruption und kartellrechtswidrigen Absprachen in den letzten Jahren – gelegentlich auch unter direkter Mitwirkung oder Duldung des Top-Managements – wird auch der Begriff **Corporate Governance** viel diskutiert. Corporate Governance kann definiert werden als der rechtliche und faktische Ordnungsrahmen für die Leitung und Überwachung eines Unternehmens. [18] In einer erweiterten Sichtweise bezeichnet Corporate Governance eine verantwortungsvolle Unternehmensführung, die auch die Wahrung und Adressierung legitimer Interessen von relevanten Stakeholdern mit einschließt. Dabei geht es zum einen um die Sicherstellung legalen Handelns des Unternehmens und seiner Mitarbeiter und zum anderen um die Übernahme gesellschaftlicher und ökologischer Verantwortung für die unternehmerischen Entscheidungen und Handlungen mit dem Ziel, bei den relevanten Stakeholdern Vertrauen in das Unternehmen zu generieren und dieses Vertrauen langfristig zu erhalten.

Die Frage nach Corporate Governance ist keine Frage nach dem „Ob“, sondern eine Frage nach dem „Wie“. Corporate Governance ist ein Thema, mit dem sich

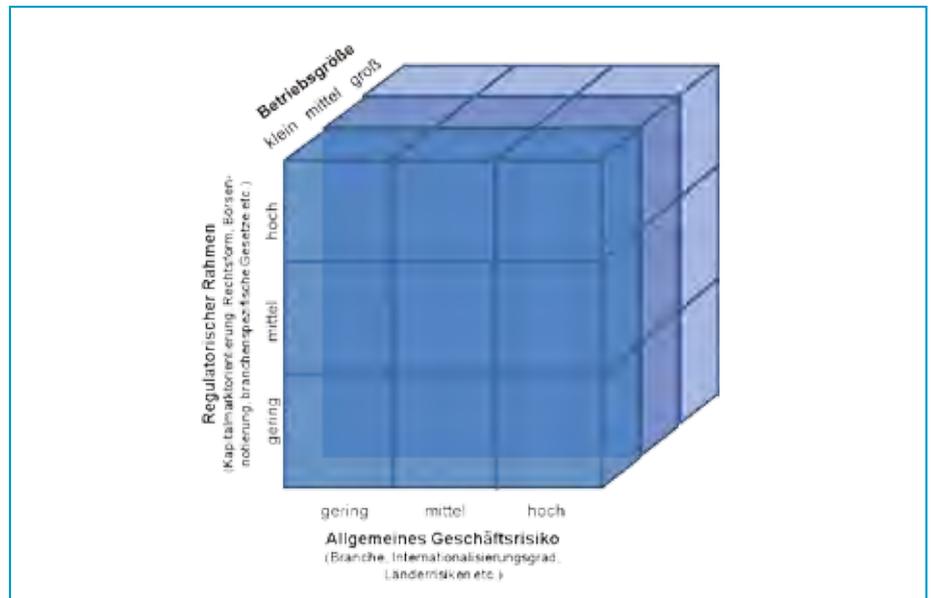


ABB. 2: Risk-Governance-Cluster-Cube (eig. Darstellung)

Unternehmen aller Typen, unabhängig ihrer organisationalen und strukturellen Gegebenheiten oder der Komplexität, auseinandersetzen müssen. Jedoch sind verschiedene Unternehmenstypen abhängig von ihrer jeweiligen Komplexität mit unterschiedlichen Corporate Governance-Herausforderungen und -Risiken konfrontiert. Um Unternehmen konkrete Empfehlungen für die Ausgestaltung einer **good** Corporate Governance geben zu können, ist es sinnvoll, Unternehmen entlang ihrer Organisationskomplexität in verschiedene Typen zu unterteilen. Als Kriterien für die Beurteilung der Organisationskomplexität und für eine darauf aufbauende Einteilung von Unternehmen in verschiedene Risk-Governance-Cluster können verschiedene Faktoren herangezogen werden, wie z.B. Rechtsform, Betriebsgröße, Umsatz, Internationalisierungsgrad, Branche. Anhand einschlägiger Literatur zum Thema sowie durch Gespräche mit Experten aus Compliance-Abteilungen und Beratungsunternehmen wurden im Projektverlauf insbesondere die drei Kriterien Betriebsgröße, regulatorisches Umfeld sowie das allgemeine Geschäftsrisiko als relevant für die Einteilung in verschiedene Risk-

Governance-Cluster identifiziert: Die Betriebsgröße (gemessen am Umsatz oder der Anzahl der Mitarbeiter) beeinflusst maßgeblich, mit welchem Ressourcenaufwand die einzelnen Compliance-Maßnahmen ausgestaltet werden können. Der regulatorische Rahmen bestimmt die wesentlichen anzuwendenden Vorschriften und Regulierungen, die sich z.B. aus der Kapitalmarktorientierung, der Rechtsform oder der Branchenzugehörigkeit ergeben. Das Kriterium des allgemeinen Geschäftsrisikos beinhaltet Länderrisiken, Branche, Internationalisierungsgrad etc. und nimmt ebenfalls Einfluss darauf, welche Compliance-Maßnahmen für ein bestmögliches Risikomanagement zu implementieren sind. Je nach Ausprägung dieser drei Kriterien können Unternehmen verschiedenen Risk-Governance-Clustern zugeordnet werden, wobei Unternehmen mit ähnlichen Merkmalen in einem Cluster zusammengefasst werden. Das sich aus dieser Zuordnung ergebende Modell des **Risk-Governance-Cluster-Cube** ist in Abbildung 2 grafisch dargestellt. Dabei stellt jedes Würfelsegment des Risk-Governance-Cluster-Cube ein spezifisches Risk-Governance-Cluster dar. Die dem

Modell zugrundeliegende Hypothese ist: Je größer ein Unternehmen ist, je stärker reguliert das Umfeld eines Unternehmens und je höher das allgemeine Geschäftsrisiko eines Unternehmens einzuschätzen ist, desto organisational aufwändiger und umfassender (inkl. formaler Strukturen) wird das CMS dieses Unternehmens auszugestalten sein.

Die Schwierigkeit für die Anwendbarkeit und Operationalisierbarkeit des Würfel-Modells liegt darin, die Vielzahl deutscher Unternehmen mit ihren spezifischen organisatorischen Ausprägungen und Merkmalen in die einzelnen Segmente einzuordnen. Da kein Unternehmen dem anderen gleicht und jedes Unternehmen hinsichtlich seiner Governance und der Compliance-Risiken spezifisch und einzigartig ist, sind unendliche viele Kombinationen in der Ausprägung der drei Würfeldimensionen denkbar. Jedoch sind ähnliche Strukturen sowohl in der Governance als auch in der Compliance-Risikoexposition zu beobachten, aufgrund derer verschiedene Unternehmen zusammengefasst und unterschiedlichen Risk-Governance-Clustern zugeordnet werden können. Die sich ergebenden Cluster werden anhand einer empirischen Überprüfung ihrer tatsächlichen Relevanz in der Unternehmenspraxis auf eine handhabbare Zahl von Compliance-Komplexitätsstufen verdichtet, für die dann im weiteren Verlauf spezifische Compliance-Komplexitäts-Leitfäden entwickelt werden.

Diese Leitfäden geben für Unternehmen der jeweiligen Komplexitätsstufe Empfehlungen für die Entwicklung und konkrete Ausgestaltung angemessener Maßnahmen zur Erfüllung von Organisations- und Aufsichtspflichten im Rahmen eines effizienten, nachhaltigen Compliance-Managements und können so einen Beitrag für die Umsetzung und Sicherstellung einer verantwortungsvollen Unternehmensführung leisten.

5 WEITERE VORGEHENSWEISE IM FORSCHUNGSPROJEKT

Als Grundlage für die Entwicklung geeigneter, angemessener Compliance-Maßnahmen für die verschiedenen Leitfäden wurde im Rahmen einer Unternehmensbefragung der Status Quo der implementierten Compliance-Management-Systeme ermittelt. Die Auswahl der befragten Unternehmen wurde so getroffen, dass die Unternehmen in ihrer Komplexität bzw. in Größe, Geschäftsrisiko und in Bezug auf den regulatorischen Rahmen unterschiedlich ausgeprägt sind und dass sich unter den befragten Unternehmen auch solche Unternehmen befinden, deren bestehende Compliance-Management-Systeme als umfassend, evtl. sogar als derzeitige Best Practice, bezeichnet werden können. Die Befragung erfolgte im Rahmen leitfadengestützter Interviews mit Fach- und Führungskräften aus den Bereichen Compliance/Integrity und wurde ergänzt durch einen formularbasierten Fragebogen, der den Gesprächspartnern im Nachgang des Interviews per E-Mail zur Bearbeitung zugesendet wurde. Die empirische Erhebung soll Aufschluss darüber geben, wie die Kooperationsunternehmen und insbesondere deren Leitungsorgane momentan versuchen, die Einhaltung ihrer Organisationspflichten sicherzustellen und wo Unklarheiten und Grauzonen bezüglich der Angemessenheit implementierter Maßnahmen bestehen. Die Ergebnisse der Befragung bilden gemeinsam mit den Erkenntnissen aus Fachliteratur und Standards des Compliance-Managements die Grundlage für die Entwicklung von Compliance-Maßnahmen für Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexität. Diese Maßnahmen werden anschließend einem Gremium von Experten aus Rechtsanwaltskanzleien und Wirtschaftsprüfungsgesellschaften zur Diskussion gestellt. Gemeinsam mit den Experten werden die Maßnahmen aus rechtlicher als auch aus betriebswirtschaftlicher Perspektive dahingehend analysiert, inwiefern

sie für Unternehmen einer bestimmten Compliance-Komplexitätsstufe als geeignet und angemessen für die Erfüllung der Organisationspflichten zu beurteilen sind. Die Analyse der Experten einerseits und Erkenntnisse aus der Literatur hinsichtlich Organisationspflichten andererseits fließen schließlich in die Entwicklung von Leitfäden für das Management von Organisations- und Aufsichtspflichten für die einzelnen Compliance-Komplexitätsstufen ein.

LITERATUR

- [1] Das Forschungsprojekt wird über eine Laufzeit von zwei Jahren gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Weitere Informationen zum Projekt sind abrufbar unter www.compliance-pflichten.de.
- [2] Vgl. hierzu Wieland, J., Grüninger, S. (2010): Die 10 Bausteine des Compliance Management: ComplianceProgramMonitor^{zfw}. In: Wieland, J., Steinmeyer, R., Grüninger, S. (Hrsg.): Handbuch Compliance-Management. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 112.
- [3] Vgl. Definition des Begriffs Compliance nach Grüninger, S. (2010): Werteorientiertes Compliance Management System. In: Wieland, J., Steinmeyer, R., Grüninger, S. (Hrsg.): Handbuch Compliance-Management. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 39.
- [4] Vgl. http://www.siemens.com/annual/09/de/corporate_governance/compliance.htm (31.10.2012).
- [5] Im BGB findet sich der Begriff „Aufsichtspflicht“ zwar an verschiedenen Stellen (z.B. §§ 832, 840, 1833), betrifft jedoch nicht eine unternehmerische Aufsichtspflicht.
- [6] Vgl. § 276 BGB; § 708 BGB [Haftung der Gesellschafter]; § 347 HGB; § 43 GmbHG [Haftung der Geschäftsführer]; § 93 AktG [Sorgfaltspflicht und Verantwortlichkeit der Vorstandsmitglieder].
- [7] Vgl. Digitales Wörterbuch der Deutschen Sprache (DWDS) der Berlin-Branden-

burgischen Akademie der Wissenschaften (abrufbar unter: <http://www.dwds.de/?qu=Sorgfalt>; 05.11.12).

[8] Vgl. Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Sorgfaltspflicht, online im Internet:

<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/15549/sorgfaltspflicht-v8.html> (05.11.2012).

[9] Vgl. Peltzer, M. (2008): In: Wellhöfer, W., Peltzer, M., Müller, W. (Hrsg.): Die Haftung von Vorstand, Aufsichtsrat, Wirtschaftsprüfer, 1. Auflage. München: Verlag C.H. Beck, § 16 Rn. 5.

[10] Vgl. Ockelmann, J., Pieperjohanns, S., Hölck, J. (2011): In: Bormann, M., Kauka, R., Ockelmann, J. (Hrsg.): Handbuch GmbH-Recht – Gestaltungspraxis, Rechtsgrundlagen, Steuern, 2. Auflage. Münster: ZAP Verlag, Kapitel 7 Rn. 151; OLG Zweibrücken, Urteil vom 22.12.1998 – 8 U 98/98 (LG Zweibrücken) in NZG 1999, 506.

[11] Vgl. Krieger, G., Sailer-Coceani, V. (2010): In: Schmidt, K, Lutter, M. (Hrsg.): Aktiengesetz Kommentar Band 1, 2. Auflage. Köln: Verlag Dr. Otto Schmidt, § 93 Rn. 16.

[12] Vgl. BGH vom 21.02.1983, II ZR 183/82 (Hamburg).

[13] Vgl. Fleischer, H. (2006): In: Fleischer, H. (Hrsg.): Handbuch des Vorstandsrechts,

1. Auflage. München: Verlag C.H. Beck, § 9 Rn. 9.

[14] Vgl. Wellhöfer, W. (2008): In: Wellhöfer, W., Peltzer, M., Müller, W. (Hrsg.): Die Haftung von Vorstand, Aufsichtsrat, Wirtschaftsprüfer, 1. Auflage. München: Verlag C. H. Beck, § 4 Rn. 165; Hölters, W. (2011): In: Hölters, W. (Hrsg.): Aktiengesetz, 1. Auflage. München: Verlag C. H. Beck, § 93 Rn. 99–110.

[15] Für börsennotierte Gesellschaften ausdrücklich in Ziff. 4.1.3 DCGK normiert.

[16] Für eine Verpflichtung zur Einrichtung eines CMS vgl. Zimmermann, R. (2011): Rechtliche Herausforderungen für Compliance Management. In: Grüninger, S., Fürst, M., Pforr, S., Schmiedeknecht, M. (Hrsg.): Verantwortung in der globalen Ökonomie gestalten – Governanceethik und Wertemanagement, S. 295–325; Wellhöfer, W. (2008): In: Wellhöfer, W., Peltzer, M., Müller, W. (Hrsg.): Die Haftung von Vorstand, Aufsichtsrat, Wirtschaftsprüfer, 1. Auflage. München: Verlag C. H. Beck, § 4 Rn. 163; Fleischer, H. (2010): In: Spindler, G., Stilz, E. (Hrsg.): Aktiengesetz, 2. Auflage. München: Verlag C.H. Beck, § 91. Rn. 50.

[17] Vgl. Spindler, G. (2008): In: Goette, W., Habersack, M., Kalss, S. (Hrsg.): Münchener Kommentar zum Aktiengesetz Band 2., 3.

Auflage. München: Verlag C.H. Beck, § 91 Rn. 36; Hölters, W. (2011): In: Hölters, W. (Hrsg.): Aktiengesetz, 1. Auflage. München: Verlag C. H. Beck, § 93 Rn. 92.

[18] Vgl. v. Werder, A. (2009): Ökonomische Grundfragen der Corporate Governance. In: Hommelhoff, P., Hopt, K.J., v. Werder, A. (Hrsg.): Handbuch Corporate Governance. Stuttgart/Köln: Schäffer-Poeschel/Verlag Dr. Otto Schmidt, 4.



+GF+

Georg Fischer Piping Systems Ltd.
8201 Schaffhausen/Switzerland
E-Mail: info@georgfischer.com
www.piping.georgfischer.com

INNOVATIVE TECHNOLOGIEN
Antriebe, Kugelhähne, Klappen, Membranventile,
Mess- und Regeltechnik für korrosionsfreie
Kunststoffrohrleitungssysteme.
Adding Quality to People's Lives

FAKULTÄT ARCHITEKTUR UND GESTALTUNG

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

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



BAER – BODENSEE-ALPENRHEIN-ENERGIEREGION

Das Fachgebiet Energieeffizientes Bauen erforscht die Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung des Bodenseeraumes im Rahmen der Bodensee-Alpenrhein-Energierregion (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

ENERGIEEFFIZIENTE BELEUCHTUNGSANWENDUNGEN MIT LEDS DURCH ANGEPASSTE OPTISCHE AUSKOPPELSYSTEME

Mit der Patentierung der Glühlampe legte Thomas Alva Edison im Jahre 1880 den Grundstein für die Einführung einer elektrischen Gebäudebeleuchtung. Deren Technologie ist nach wie vor die Grundlage für eine Vielzahl von Lösungen in der Beleuchtungstechnik. Die Glühlampe hat den Vorteil einer exzellenten Farbwiedergabe, der stufenlosen Dimmbarkeit und einem unproblematischen Ein- und Ausschaltverhalten. Die Energieeffizienz dieser Leuchtmittel ist jedoch sehr gering. Unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung wurde daher ein stufenweises Verkaufsverbot für Glühlampen innerhalb der Europäischen Union beschlossen. Alternative Leuchtmittel mit einer deutlich höheren Energieeffizienz sind beispielsweise Gasentladungs- oder Kompaktleuchtstofflampen (die sogenannten Energiesparlampen). Wenngleich diese als vollwertiger Ersatz für die Glühlampe propagiert werden, haben auch sie erhebliche Nachteile. Dies betrifft vor allem die Farbwiedergabe und das Einschaltverhalten. Ebenfalls nicht unproblematisch ist das in diesen Lampen enthaltene Quecksilber. Demgegenüber haben Leuchtdioden (LEDs) in den letzten Jahren eine erstaunliche Entwicklung erlebt. Eingeführt als einfarbige (monochrome) Lichtquellen kleiner Leistung, war ihre Anwendung zunächst auf Spezialgebiete, wie beispielsweise Anzeigen oder Skalenbeleuchtungen, beschränkt. Mit der Entwicklung der „weisen“ LED – zusammen mit einer erheblichen Leistungs- und Effizienzsteigerung haben diese Leuchtmittel nun das Potenzial, die obengenannten Alternativen zu ersetzen ohne dabei deren Nachteile zu übernehmen. Besonders interessant in diesem Zusammenhang sind die sogenannten Organischen LEDs (OLED). Diese Technologie befindet sich derzeit im Übergang von der Grundlagenforschung zur Anwendung und kann bereits in einigen Nischenbereichen (beispielsweise besonders brillante Displays von Mobiltelefonen) eingesetzt werden. Speziell diese Technologie besitzt das Potenzial, die Gebäudebeleuchtung grundlegend zu verändern. Es besteht daher ein großer

und aktueller Bedarf, LEDs und OLEDs auch und speziell für die Einsatzfelder Innen- und Außenbeleuchtung weiterzuentwickeln. Bislang werden LEDs und die zugehörige Auskoppel- und Lichtformungsoptiken im Wesentlichen unabhängig voneinander entwickelt. In diesem Projekt soll eine Methodik für den Bau energieeffizienter Innen- und Außenbeleuchtung entwickelt werden. Dazu gehören alle systemrelevanten Aspekte wie das Design und die Herstellung hocheffizienter Freiformoptiken, Thermomanagement, mechanische Randbedingungen, Materialverhalten aber auch Randbedingungen zur Integration in Gebäude und Anlagen mit deren Beleuchtungs- und Energiekonzepten.

Prof. Dr. Thomas Stark

Tel.: +49 (0)7531 206-191

E-Mail: thomas.stark@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 Wissensportal 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 Auftrag 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

SOLAR-DECATHLON 2012

Die Hochschule Konstanz erarbeitet einen Wettbewerbsbeitrag zum Solar Decathlon Europe 2012. Entsprechend den Regularien des Wettbewerbs wird ein energieautarkes Solarhaus mit Wohnnutzung entwickelt, in Konstanz gebaut, dann zerlegt nach Madrid transportiert und endgültig aufgebaut. Im Rahmen dieses Projektes wird das Ziel verfolgt, zukunftsweisende Ansätze für Null- und Plusenergiegebäude zu erforschen. Ein wichtiger Aspekt ist eine möglichst hohe Übertragbarkeit der realisierten Lösung auf andere Bauaufgaben. Ziel ist, ein Gebäude zu entwickeln, das über den Wettbewerbszeitraum hinaus eine wertvolle Funktion übernimmt. Im Anschluss an die Wettbewerbsphase wird das Haus als Lehr-, Demonstrations- und Forschungsgebäude für Energieeffizientes Bauen der HTWG Konstanz genutzt. Dies wird sowohl über die Struktur des Bauwerks (flexible Grundstruktur mit Umnutzungskonzept sowie „plug-and-play-Fassade“) als auch über den Standort (direkt am Campus) sichergestellt.

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 Wegeleit-systematik und entsprechende Visualisierungen für die Gemeinde Reichenau entwickelt.

Prof. Brian Switzer

Tel.: +49 (0)7531 206-853

E-Mail: switzer@htwg-konstanz.de

WE.SEARCH – COMMUNITY BASED RESEARCH PLATFORM

Im Projekt »We.search« werden Motivation, Arbeitsweise und soziale Hintergründe von Designforschern untersucht. Die Ergebnisse dienen dazu, eine internetbasierte Such- und Austauschplattform für Designforscher zu schaffen.

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

WEGGESTEUERTE ABNAHMEPRÜFUNGEN AN ZEMENTGEBUNDENEN 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

KLIMOPASS: MODELLHAFT ANPASSUNGEN AN DEN KLIMAWANDEL

Ziel des Projektes ist es, für die Energiewirtschaft – auf Basis der sich durch den Klimawandel ändernden Energiebereitstellung – gegenwärtige und zukünftige Wassernutzungskonkurrenzen im Einzugsgebiet des Neckars zu identifizieren, zu analysieren und zu vergleichen. In der Projektphase 1 wird eine zusammenfassende Darstellung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Energiewirtschaft vorgenommen und hinsichtlich der Relevanz für Baden-Württemberg untersucht und dargestellt. In der Phase 2 werden die Erkenntnisse hinsichtlich der energiewirtschaftlichen Wassernutzung weiterentwickelt. Hierfür werden eine Analyse und Projektion von Wassernutzungskonkurrenzen unter Klimawandelbedingungen vorgenommen. In der abschließenden Phase 3 erfolgen eine neue Abschätzung der Relevanz der zukünftigen energiewirtschaftlichen Wassernutzung in Baden-Württemberg sowie eine Erarbeitung von modellhaften Anpassungsoptionen an den Klimawandel.

Prof. Dr. Benno Rothstein

Tel.: +49 (0)7531 206-714

E-Mail: rothstein@htwg-konstanz.de

KLIWAS – AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS AUF WASSERSTRASSEN UND SCHIFFFAHRT – UNTERSUCHUNGEN ZUM UNTERNEHMERVERHALTEN AKTUELLER POTENZIELLER NUTZER DER BINNENWASSERSTRASSE ELBE

In dem von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BFG) finanzierten Projekt KLIWAS 4.01.4 Elbe werden die in den Jahren 2007 bis 2011 bereits am Rhein durchgeführten Untersuchungen bis Ende 2013 auf die Elbe übertragen. In einem interdisziplinären Ansatz werden hierbei die Auswirkungen des Klimawandels auf die Elbe, die Binnenschifffahrt auf der Elbe und die anliegende verladende Wirtschaft analysiert. Hierzu werden zum einen Unternehmensbefragungen, Medienanalysen, statistische Untersuchungen und Literaturanalysen durchgeführt, die Auskunft über die Entwicklung in der Vergangenheit und den Status quo geben. Zum anderen werden von der BFG errechnete Fahrrinnen-

tiefenänderungen herangezogen, um belastbare Abschätzungen über die zukünftige Entwicklung der Binnenwasserstraße Elbe zu erhalten. Zudem werden Vergleiche zu den Ergebnissen der Untersuchungen am Rhein gezogen, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die sehr unterschiedlich strukturierten Industrielandschaften an beiden Flüssen darzustellen.

Prof. Dr. Benno Rothstein

Tel.: +49 (0)7531 206-714

E-Mail: rothstein@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

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, Verwehrkästen (Abschalelemente mit Anschlussbewehrung), neu entwickelten Estrichen, Festigkeitsprüfungen an Gewebesclaufen, 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

ZUSTANDSERFASSUNG UND BEGUTACHTUNG VON BAUTEILEN UND BAUSTOFFEN DES HOCH- UND TIEFBAUS

Im Auftrag 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 dann ausgewertet und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Gebrauchs- bzw. Tragfähigkeit des Bauwerks bewertet.

Prof. Franz Zahn PhD

Tel.: +49 (0)7531 206-216

E-Mail: zahn@htwg-konstanz.de

FAKULTÄT ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

SIMULATION

Validierung und Weiterentwicklung von 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

3-STUFEN-PULSWECHSELRICHTER MIT ENTLASTUNGSNETZWERK

Im Projekt wird ein 3-Stufen-Pulswechselrichter mit einem neuartigen Entlastungsnetzwerk entwickelt. Mit der Schaltungsanordnung werden Schaltverluste vermieden und der Wirkungsgrad gesteigert.

Prof. Dr. Manfred Gekeler

Tel.: +49 (0)7531 206-220

E-Mail: gekeler@htwg-konstanz.de

DEVELOPMENT OF A WATTMETER DEVICE FOR MEASURING INDUCTOR LOSSES BY NONSINUSOIDAL CURRENT

Gegenstand des Projektes ist die Erarbeitung theoretischer Grundlagen zur Entwicklung und Erprobung eines Prototyps eines neuartigen Wattmeters (Leistungsmessgerätes) für die Ermittlung von Verlustleistung in induktiven Bauelementen bei nicht sinusförmiger Bestromung.

Dr. Alexander Kirjuchin

Tel.: +49 (0)7531 206-236

E-Mail: kirjuch@htwg-konstanz.de

INVESTIGATION OF THE MATERIAL OF PERMANENT MAGNETS AND DEVELOPMENT OF METHODS TO INCREASE THE RELIABILITY OF PREMAGNETIZATION OF INDUCTIVITIES

Aim of the project is to find out the maximum frequency and flux density for those magnetic materials, which are appropriate to premagnetization and maintain remanence.

Dr. Alexander Kirjuchin

Tel.: +49 (0)7531 206-236

E-Mail: kirjuch@htwg-konstanz.de

EIGENDIAGNOSE UND PROGNOSTIK FÜR MAGNETAKTUATOREN

Elektromagnetische Aktuatoren in Form von Hubmagneten oder Schaltventilen kommen in einer Vielzahl von technischen Anwendungen, z.B. in Aufzügen, Kraftwerken, hydraulischen Ventilen, Hochspannungsschaltern Gaswechselventilen etc., zum Einsatz. Wesentliches Merkmal ist, dass diese Aktuatoren eine immense Anzahl von Schaltzyklen durchlaufen müssen. Je nach Anwendungsgebiet können Hubmagnete einige Millionen, Schaltventile bis zu einer Milliarde Schaltspiele erreichen. Mechanische, thermische und elektrische Beanspruchungen sorgen dafür, dass die Aktuatoren einem gewissen

Verschleiß und damit einer begrenzten Lebensdauer unterliegen. Das Projekt dient der Erforschung von Merkmalen während des Betriebs leicht messbarer physikalischer Größen, die Aufschluss über den aktuellen Status (State of Health, SoH) des Aktuators geben. Als weiterer innovativer Aspekt sollen darüber hinaus Möglichkeiten untersucht werden, den weiteren Verlauf des SoH zu prognostizieren. Hierdurch wird der Übergang von einer reaktiven Instandhaltung zu wesentlich effizienteren, zustandsorientierten Wartungsstrategien ermöglicht, da diese Magnetaktuatoren die Fähigkeiten einer Selbstdiagnose erlangen. In sicherheitsrelevanten Anwendungen können dadurch intelligente Selbstschutzmechanismen implementiert und Störfälle minimiert werden. Neben einer signifikanten Senkung von Wartungskosten werden somit auch die Verfügbarkeit und Sicherheit ganzer Systeme erhöht. In zukünftigen Projekten können die Prognosemodelle und Analyseverfahren auf weitere magnetische Systeme, wie z.B. elektrische Antriebe, übertragen werden, um die Forschungsergebnisse auf eine höhere Anzahl von Anwendungen auszuweiten. Weiter kann eine Systematik aufgestellt werden, mit der die Diagnoseverfahren in die Struktur hoch integrierter Systeme eingebunden werden können, um systematische, zustandsorientierte Wartungsstrategien und Selbstschutzmechanismen aufstellen zu können.

Prof. Dr. Johannes Reuter

Tel.: +49 (0)7531 206-266

E-Mail: jreuter@htwg-konstanz.de

GNSS-GESTÜTZTES LOWCOST-MULTISENSORSYSTEM ZUR MOBILEN PLATTFORMNAVIGATION UND OBJEKTGEOREFERENZIERUNG

Ein Konsortium aus acht Unternehmen und den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in Karlsruhe und Konstanz hat sich zusammengeschlossen, um die nächste Generation an präzisen Low-cost-Navigationsplattformen zu entwickeln und neue Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen.

Prof. Dr. Johannes Reuter

Tel.: +49 (0)7531 206-266

E-Mail: jreuter@htwg-konstanz.de

NEUE VERFAHREN ZUR VERMEIDUNG VON SCHIFFSKOLLISIONEN 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 Aufmerk-



samkeit (1), Achtlosigkeit des Schiffsführers (2) sowie kein angemessenes Ausschauhhalten 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 Positionskordinaten 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 Relativbewegungen 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 GESCHWINDIGKEITSBESTIMMUNG 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 Farbdruck 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 aufgebrachtten 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 Magnetkodier-vorgang ab, so dass die Genauigkeit der Positionsschätzung direkt die

**Aus Ideen
Werte schaffen**



Ein entscheidender Schritt für Ihren Erfolg:

Erfindungs- und Patentmanagement

Unsere erfahrenen Spezialisten entwickeln maßgeschneiderte Lösungen für Ihre Erfindung:

- Beratung zum Erfindungs- und Patentmanagement
- Bewertung des Anwendungs- und Marktpotenzials Ihrer Erfindung
- Organisation des gesamten Patentierungsprozesses
- Wirtschaftliche Vewertung Ihrer Patente durch Lizenzierung und Verkauf weltweit

Profitieren Sie von unserer Erfahrung.

Rufen Sie uns an: 0721 79004-18

TLB

Technologie-Lizenz-Büro
der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH

www.tlb.de

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

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 Einspritzverläufe, um Resonanzen zu unterdrücken. Ein weiteres Einsatzfeld schnell schaltender Aktuatoren ist der Automobilbereich, wo für neue Brennvorgänge 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

BRENNSTOFFZELLENSCHIFF SOLGENIA MIT DREHSTROM-ANTRIEB

Ein Schiff mit optimiertem Rumpf wird mit Brennstoffzelle (BZ), H₂-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 technischen 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

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 Lokalisierungs-komponente. 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 (MDS). 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 Laborausstattung 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



BAUR wächst und wächst und wächst ...



ENSURING THE FLOW.

High-Tech mitgestalten. Deine Chance.

Stromnetze und Anlagen sind sensibel. Mit innovativer Prüf- und Messtechnik hilft BAUR sie zu schützen - weltweit. BAUR sucht Visionäre voll Energie. Wir suchen hochmotivierte junge Mitarbeiter, die sich für Elektronik, High-Tech und Naturwissenschaften wie Physik und Mathematik begeistern.

Arbeite mit. Damit der Strom fließt.
Werde Teil unseres dynamischen Wachstums.



www.baur.at

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH

Raiffeisenstraße 8 · A 6832 Sulz, Österreich · +43 5522 4941-0
headoffice@baur.at



mit unbekanntem 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 Antragstellers 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

CODIERUNGSVERFAHREN ZUR STEGANOGRAPHIE

Steganographie ist der Überbegriff für Verfahren zum Einbetten verborgener Informationen in Bilder oder Audio-Dateien. Die verborgenen Informationen dienen z.B. als Urheberschutz (Stichwort: digitale Wasserzeichen). In diesem Vorhaben sollen spezielle Verfahren für die Steganographie bei Sprachdaten entwickelt werden. Ziel ist dabei die Einbettung von Parametern zur Sprachcodierung in Sprachdaten, wie sie z.B. über das herkömmliche Telefonnetz übertragen werden. Mit den detektierten Parametern kann die Qualität der übertragenen Sprache auf der Empfangsseite deutlich verbessert werden. Durch das Einbetten der Information in die herkömmlichen Sprachdaten kann dies ohne Einfluss auf bestehende Netze und Endgeräte geschehen. Die Verfahren der Steganographie benötigen Methoden aus dem Bereich der Kanalcodierung. Eine zu versteckende Nachricht wird beispielsweise durch Verwendung von speziellen Spreizcodes in das Audiosignal encodiert, so dass die Veränderung für den Menschen nicht wahrnehmbar ist. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung geeigneter Spreizcodes für geringe Datenraten zur Einbettung der versteckten Nachricht. Diese Codes müssen robust gegen Fehler sein, die bei der Übertragung von Sprachdaten auftreten. Dies soll im Rahmen einer zweijährigen Untersuchung an der HTWG Konstanz durchgeführt werden. Dabei geht es vor allem darum, neue Wege zu finden, um die mathematischen und physikalischen Methoden aus dem Bereich der Zahlentheorie und Gruppentheorie zu kombinieren und neue Abbildungsvorschriften für die Codierung zu entwickeln.

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 Mikrofon-signale gewonnen. Die Kombination wird im Frequenzbereich durchgeführt. Falls ein Frequenz-Zeit-Punkt eines der Mikrofon-signale 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

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 206-647

E-Mail: jfreuden@htwg-konstanz.de

VERFAHREN ZUR SIGNALKOMBINATION VERTEILTER MIKROFONE

In vielen Anwendungen, wie beim Telefonieren mit Freisprecheinrichtungen oder bei der Sprachbedienung in Fahrzeugen werden die

durch Mikrofone aufgenommen Sprachsignale durch Geräusche und Raumhall überlagert. Diese Überlagerungen werden in der Regel als sehr störend empfunden, verschlechtern die Sprachqualität und Verständlichkeit. Daher werden schon heute vielfach mehrkanalige Verfahren zur Unterdrückung dieser Störungen eingesetzt. Die Mikrofone sind dabei in der Regel in sogenannten Beamformer-Arrays in relativ geringem Abstand angebracht. Durch eine Vergrößerung des Mikrofonabstands kann die Leistungsfähigkeit der Geräusch- und Hallunterdrückung erheblich gesteigert werden. Jedoch erschwert sich dadurch auch die Kombination der Mikrofon-signale. Im Bereich der Nachrichtenübertragung werden zur Kombination von Antennensignalen häufig Verfahren zum Diversity-Combining genutzt. Durch eigene Arbeiten zur mehrkanaligen Geräuschreduktion konnte gezeigt werden, dass sich Diversity-Combining auch gewinnbringend auf Sprachsignale anwenden lässt. Dabei werden gerade die unterschiedlichen Signalbedingungen ausgenutzt. Ziel dieses Vorhabens ist die Verallgemeinerung und Erweiterung der Diversity-Verfahren auf andere Anwendungsfelder. Es sollen Verfahren entwickelt werden, die ein oder mehrere gewünschte Sprachsignale aus den Mikrofon-signalen einer verteilten Mikrofonanordnung extrahieren. Dabei sind die Mikrofon-signale durch Raumhall und Geräusche gestört. Anwendungsfälle sind beispielsweise das Freisprechen in Fahrzeugen oder mit Telefonkonferenzsystemen und Hörgeräte.

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 Ergebnisse 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

SKYAPPS

Ziel des Vorhabens ist es, Softwaretools 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. SkyApps beinhaltet im Augenblick folgende Software: SkyCollab: SkyCollab ist eine Software zur Synchronisation von Daten zwischen Gruppen von Skype®-Benutzern. SkyGroups: Mit der SkyGroups Anwendung können gemeinsame Gruppen (Shared Groups) zwischen Skype®-Benutzern gebildet und synchronisiert werden. SkyGui: SkyGui ist eine C# Komponente, die es Entwicklern einfach macht, Skype®-konforme Anwendungen zu entwickeln.

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

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

TRANSPARENTE INTEGRATION VON NAT-TRAVERSIERUNGSTECHNIKEN 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 ei-



Die W3 Data GmbH entwickelt und betreibt leistungsfähige Webservices. Als junges Unternehmen mit namhaften Kunden bieten sich bei uns interessante Möglichkeiten für neugierige Entwickler mit Interesse an modernsten Technologien.

Wir suchen für unseren Standort in Konstanz:

Software- / Webentwickler (m/w)

Wir bieten:

- Ein angenehmes Arbeitsumfeld
- Möglichkeit zur persönlichen und fachlichen Weiterentwicklung
- Praktika
- Studienarbeiten
- Abschlussarbeiten
- Flexible Teilzeitjobs neben dem Studium

Ihre Aufgaben:

- Entwicklung moderner Webanwendungen
- Social Media und Cloud Computing

Ihr Profil:

- Studium der einschlägigen Fachrichtungen
- Lust auf Praxiserfahrung
- Gute Kenntnisse einer modernen Programmiersprache
- Erfahrung mit einer modernen Entwicklungsumgebung
- Grundkenntnisse Linux/Unix und Webserver
- Grundkenntnisse SQL und Datenbanken
- Kommunikativ, verantwortungsbewusst und ambitioniert

Ihre aussagefähigen Bewerbungsunterlagen senden Sie bitte an jobs@w3-data.de oder per Post an

W3 Data GmbH – Turmstrasse 16 – DE-78467 Konstanz

+49 (0) 7531 127 30 40 www.w3-data.de

nes 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

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

CLOUD-BASIERTE GESCHÄFTSPROZESSE

Für ein Unternehmen werden Methoden und Werkzeuge für die Einführung und den Betrieb von Cloud-basierten Geschäftsprozessen entwickelt.

Prof. Dr. Marco Mevius

Tel.: +49 (0)7531 206-515

E-Mail: marco.mevius@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG UND EVALUATION VON METHODEN ZUR IDENTIFIZIERUNG, BEWERTUNG UND STEUERUNG VON SCHATTEN-IT

Die meisten Unternehmen verfügen neben der offiziellen und vom IT-Bereich entwickelten und unterhaltenen IT-Infrastruktur noch über eine Vielzahl an Systemen, Prozessen und Mitarbeitern, die in den Fachabteilungen entwickelt, betrieben und gewartet werden beziehungsweise angesiedelt sind. Dies erfolgt in der Regel ohne Wissen und Unterstützung des IT-Bereiches. Die daraus resultierenden, autonom entwickelten Systeme, Prozesse und Organisationseinheiten werden auch als Schatten-IT bezeichnet. Die Schatten-IT Problematik ist kein neues Phänomen in den Unternehmen, jedoch sind Themen wie IT-Service Management, Compliance und Risikomanagement Treiber für die Auseinandersetzung mit dem Thema. Darüber hinaus können die Sozialisation jüngerer Mitarbeiter mit Informationstechnologie und neue Technologien wie Cloud Computing zu einem Wachstum von Schatten-IT führen. Aus dem Vorhandensein von Schatten-IT ergeben sich für die Unternehmen einige Problemstellungen beispielsweise im Hinblick auf Unternehmensrisiken, aber auch Chancen in der Umsetzung von Innovationen. Jedoch gibt es derzeit keine zusammenhängende und detaillierte Beschreibung des Phänomens selbst oder spezifische Methoden zum Umgang mit Schatten-IT. Diese Lücke soll mit dem beantragten Projekt geschlossen werden. Auf Basis der Ergebnisse dieses Projektes soll es Unternehmen dann möglich sein, ein in sich geschlossenes Methodenset zur Steuerung der Schatten-IT einzusetzen, um so die Risiken zu minimieren und die Effizienz der IT-Leistungserstellung zu sichern. Das Projekt hat dementsprechend zwei Themenschwerpunkte: erstens die Beschreibung und Kausalanalyse der Schatten-IT und zweitens die Entwicklung von Methoden für Unternehmen zur Erhebung, Bewertung sowie Steuerung der Schatten-IT.

Prof. Dr. Marco Mevius, Prof. Dr. Christopher Rentrop

Tel.: +49 (0)7531 206-515

E-Mail: marco.mevius@htwg-konstanz.de, rentrop@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

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

LASERUNTERSTÜTZTE CAD-KONSTRUKTION

Im Auto-, Modell- und Formenbau sowie in der Computergrafik werden CAD-Modelle für den Prototypenbau, für Simulationen oder die spätere Fertigung von Werkstücken und virtuellen Objekten in einem dreistufigen Verfahren konstruiert. Zuerst wird ein physikalisches Modell ohne Funktionalität (z.B. ein Tonmodell) gebaut, mit verschiedensten Digitalisierverfahren in fein aufgelöste 3D-Punkte-Datensätze überführt und anschließend im Wesentlichen von Hand in ein CAD-Modell konvertiert. Dieser Reverse-Engineering-Prozess ist sehr zeit- und kostenintensiv. In den letzten Jahren haben sich zur Digitalisierung Laser-Scanner etabliert, die manuell über das zu digitalisierende Objekt geführt werden und in kürzester Zeit mehrere Millionen 3D-Punkte vermessen können (ca. 20.000/sec). Mit Hilfe geeigneter online Triangulierungsmethoden, die den gemessenen Punktdatenstrom in Echtzeit verarbeiten, kann die Digitalisierung erheblich vereinfacht und verkürzt werden. Ziel des Forschungsprojektes ist es, während des Scanvorgangs nicht nur die Punkt-Daten, sondern auch gleichzeitig die Konvertierung zum CAD-Modell zu erzeugen. Ein solches Verfahren dient zur online-CAD-Konstruktion mit Hilfe eines Laserscanners im



Reverse-Engineering, das auch zur Erzeugung von Varianten eingesetzt werden kann. Durch eine solche lasergesteuerte Konstruktion können aufwendige, manuelle Nachkonstruktionen automatisiert und in Echtzeit durchgeführt werden.

Prof. Dr. Georg Umlauf

Tel.: +49 (0)7531 206-451

E-Mail: umlauf@htwg-konstanz.de

MOBILE MULTIMEDIALE MULTILIEFERANTEN-VERTRIEBSINFORMATIONSSYSTEME – 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

FAKULTÄT MASCHINENBAU

COMMUNITY OF PRACTICE FOR STRATEGIC MANAGEMENT ARCHITECTURES

Die Community of Practice for Strategic Management Architectures 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 206-310

E-Mail: gbaltes@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG EINES UMWELTFREUNDLICHEN VERFAHRENS ZUM PASSIVIEREN VON EDELSTAHL ZUR VERBESSERUNG DES KORROSIONSSCHUTZES

Die Community of Practice for Strategic Management Architectures 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 Forschungsergeb-

nisse 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 206-310

E-Mail: gbaltes@htwg-konstanz.de

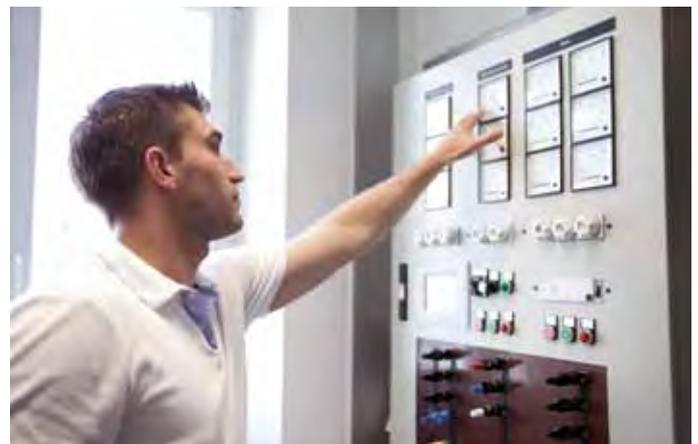
IPLANPRO – ENTWICKLUNG EINER GESAMTLÖSUNG FÜR DEN EINSATZ INTEGRIERTER STRATEGISCHER PLANUNG IM TECHNOLOGIENORIENTIERTEN MITTELSTAND

Strategische Kompetenz ist in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) wenig ausgeprägt, strategische Entscheidungen fallen informell und subjektiv – schnell werden so Veränderungen im Umfeld zur Existenzgefährdung. Die Implementierung formalisierter strategischer Planung kann jedoch die Überlebensfähigkeit dieser Unternehmen verbessern – dies kann empirisch insbesondere für Technologieunternehmen gezeigt werden. Großunternehmen haben darauf reagiert – dort werden integrierte strategische Planungssysteme teilweise genutzt. Die Übertragung auf KMU trifft jedoch auf Barrieren. Übergeordnetes Ziel ist es daher, eine auf KMU abgestimmte Lösung für integrierte strategische Planung zu entwickeln und diese für KMU nutzbar zu machen. Dafür werden bestehende Anwendungshürden adressiert und in einem integrierten Ansatz Aktivitäten des Risikomanagement miteinbezogen. Wissenschaftliches Ziel ist es, durch Übertragung von Erfahrungen aus der Großindustrie organisations- und ingenieurwissenschaftliche Erkenntnisse zur Gestaltung integrierter strategischer Planungslösungen zu gewinnen und damit einen empirisch fundierten Beitrag im konzeptionellen Rahmen der Dynamischen Fähigkeiten zu leisten.

Prof. Dr. Guido Baltes

Tel.: +49 (0)7531 206-310

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 Weiterentwicklung 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 Baltés

Tel.: +49 (0)7531 206-310

E-Mail: gbaltes@htwg-konstanz.de

DEMONSTRATION EINER HOCHGENAUEN OPTISCHEN ABSTANDS- UND WINKELMETROLOGIE ZUR DRALLFREIEN LAGEREGLUNG 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 störffreie 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

LANGZEITSTABILE OPTISCHE FREQUENZREFERENZ AUF BASIS VON MOLEKULAREM JOD BEI 532 NM

Unter der Leitung der Hochschule Konstanz (HTWG, Institut für Optische Systeme Konstanz (IOS), Prof. Dr. Braxmaier) wird in Kooperation mit der Humboldt-Universität zu Berlin (HUB, AG Quantenoptik und Metrologie, Prof. Peters, Ph.D.) erstmals eine kompakte und thermisch sowie mechanisch hochstabile optische Absolut-Frequenzreferenz, basierend auf molekularem Jod, auf EBB-Level aufgebaut und charakterisiert werden. In laufenden Laborexperimenten zeigen auf Übergänge in molekularem Jod stabilisierte Laser, wie sie auch Teil des LISA breadboarding Projektes (AEI 50OQ0601) sind, eine sehr hohe Frequenzstabilität und sollten sich schneller als alle alternativen Konzepte bis zur Einsatzreife für Weltraummissionen entwickeln lassen. Die Wahl der Kooperationspartner führt synergetisch die Expertisen in Wissenschaft und Weltraum-Technologie zusammen und bietet beste Voraussetzungen zur schnellen Realisierung einer flugfähigen Absolut-Frequenzreferenz, wie sie in einer Vielzahl von zukünftigen Missionen benötigt wird (Navigation & Ranging, Missionen zu fundamentalen Tests (z.B. LISA), zu Geowissenschaften (z.B. GRACE-C) und zu Erdbeobachtung und Astronomie). Ein raumfahrttauglicher optischer Frequenzstandard bei 532 nm ist eine erstrebenswerte Erweiterung für den von Tesat Spacecom entwickelten raumfahrttauglichen Nd:YAG Laser (z.T. DLR kofinanziert) und ermöglicht den zeitnahen Einsatz eines ultrastabilen optischen Oszillators für Raumfahrtmissionen mit einer angestrebten Stabilität von $1 \times 10^{-14} \tau^{-1/2}$ im Bereich von 1 s bis 10.000 s. Untersuchungen an optischen Frequenzreferenzen auf Basis von molekularem Jod an der HUB im Rahmen des LISA breadboarding Projekts haben gezeigt, dass diese eine Frequenzstabilität von 1×10^{-14} im Bereich von 1 s bis 1000 s erreichen. Diese ist hauptsächlich durch die mechanische Instabilität gewöhnlicher Breadboard-Aufbauten limitiert. Eine Verbesserung der mechanischen Stabilität des optischen Aufbaus durch die neue Bonding-Technologie aus Kon-



stanz und von Astrium könnte unmittelbar zu einer Verbesserung der Frequenzstabilität um bis zu einer Größenordnung führen. Dazu soll am IOS Konstanz unter Einbindung von Astrium ein thermisch und mechanisch ultrastabiler und kompakter optischer Aufbau entworfen und gefertigt werden. Hierbei ist eine Realisierung auf EBB-Level (mit EM-Design) das Ziel. Als Strukturmaterial ist Zerodur mit einem CTE von $2 \times 10^{-8} \text{ K}^{-1}$ vorgesehen; die zur Integration der optischen Komponenten notwendige Aufbau- und Verbindungstechnologie wurde in einer Zusammenarbeit der HTWG und der Astrium GmbH im LISA-Kontext entwickelt und in Umwelttests (thermische Beanspruchung, Schock, Vibration) nach ECSS-Standards erfolgreich erprobt. Zur Integration notwendige Justier-Vorrichtungen wurden dabei entwickelt und stehen zur Verfügung. Die Frequenzstabilität des Zerodur-gebundenen Aufbaus soll dann in einer Vergleichsmessung mit einem Referenzlasersystem an der HUB bestimmt werden. An der HUB soll die bestehende optische Frequenzreferenz hinsichtlich ihrer Frequenzstabilität weiter verbessert werden und als Frequenzreferenz für die Bestimmung der Stabilität des Zerodur-gebundenen Setups dienen. Die HUB hat langjährige Erfahrung im Aufbau und in der Charakterisierung von langzeitstabilen optischen Frequenzreferenzen und verfügt über eine Vielzahl verschiedener ultra-stabiler Frequenzreferenzen bei 1064 nm wie optische Resonatoren und eine Jod Frequenzreferenz, die zur Lang- und Kurzzeitstabilitätsbestimmung des hier entwickelten Jodstandards benutzt werden können.

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 taktile Fertigungsmesstechnik zur

Erfassung von Materialparametern, wie Oberflächenrauigkeit oder Tiefendefekte.

Prof. Dr. Claus Braxmaier

Tel.: +49 (0)7531 206-348

E-Mail: braxmaier@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

ENTWICKLUNG EINES NEUEN VERFAHRENS ZUR HERSTELLUNG VON DEKORATIVEN EDELSTAHLGERÄTEN 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 gebürstetem 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 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

KORRAGO – KORROSIONSVORHALTEN VON METALLISCHEN OBERFLÄCHEN BEI ABGASBEANSPRUCHUNG

Das Projekt beinhaltet 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

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.

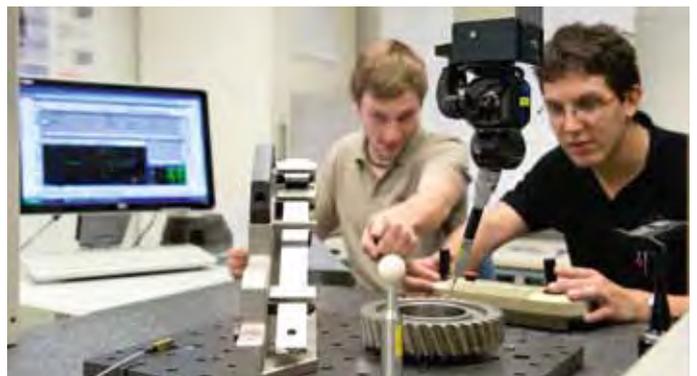
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel

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 Werk-



stoffe 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 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

ENTWICKLUNG EINES UMWELTFREUNDLICHEN VERFAHRENS ZUM PASSIVIEREN VON EDELSTAHL ZUR VERBESSERUNG DES KORROSIONSSCHUTZES

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Erhöhung des Korrosionsschutzes von Edelstählen, die z. B. in der Luftfahrtindustrie, der Medizintechnik oder in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Das Verfahren soll eine derartige Verbesserung des Korrosionsschutzes bewirken, dass Edelstähle eingesetzt werden können, die zwei bis drei Legierungsstufen unter den beim Stand der Technik eingesetzten Edelstahlsorten liegen. Hieraus ergeben sich erhebliche wirtschaftliche Vorteile. Des Weiteren sollen aggressive Passivierungslösungen, wie Salpetersäure und/oder chromathaltige Lösungen, durch eine ungiftige und biologisch vollständig abbaubare Passivierungslösung ersetzt werden.

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Paul Gümpel
 Tel.: +49 (0)7531 206-316
 E-Mail: guempel@htwg-konstanz.de

ANLAGEN- UND VERFAHRENTWICKLUNG ZUR SCHONEN- DEN 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 Verfahren soll im Gegensatz zum Stand der Technik erstmals die Temperatur des Trocknungsgutes als Führungsgröße nutzen und somit so effizient 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

AUFBEREITUNG VON LEBENSMITTELN DURCH WASSER- STRAHLSCHNITT

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. 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.

Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker

Tel.: +49 (0)7531 206-593

E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

ENTWICKLUNG EINES DIGITAL, NACH PRODUKTQUALITÄT UND -FEUCHTE GEREGLTEN TROCKNUNGSPROZESSES FÜR AGRAR- PRODUKTE – INNOBAND

Das Projektziel ist die Bereitstellung einer Technologie zur effizienten und kontinuierlichen Herstellung von Agrarprodukten höchster Qualität, unter Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Regelung und Optimierung des Herstellungsprozesses mittels Bilderkennung und -auswertung, digitaler Regelung und kontinuierlichem Qualitätsmonitoring. Die Technologie soll für verschiedene Produkte nutzbar und auch für kleine Mengen an Trocknungsgütern einsetzbar sein.

Prof. Dr.-Ing. Werner Hofacker

Tel.: +49 (0)7531 206-593

E-Mail: hofacker@htwg-konstanz.de

EMISSIONSARMER ELEKTRODRLADER

Mobile Radlader sind aktuell durchgängig mit Dieselmotoren und hydraulischen Komponenten ausgestattet. Diese Motoren belasten die Umgebung mit Abgasen und einem hohen Schallpegel. Dieses Antriebsprinzip setzt zudem voraus, dass der Dieselmotor zum Antrieb der Hydraulikkomponenten permanent laufen muss. Das Ziel des Projektes ist es, den Dieselmotor vollständig durch dezentrale energieeffiziente Elektroantriebe zu ersetzen. Die wesentlichen Teile sind dabei vier permanenterregte Synchronmotoren als Radnabenmotoren mit elektrischer Bremse und der Möglichkeit zur Rückgewinnung der Bremsenergie, eine elektromechanische Lenkung und eine elektrisch angetriebene Hydraulikpumpe für das Heben und Senken sowie das Kippen der Schaufel. Mit den elektromotorischen Antrieben sollen eine deutliche Reduzierung der Geräuschemissionen im Vergleich zum Dieselantrieb und die Vermeidung von Abgasemissionen vor Ort erreicht werden.

Prof. Dr. Uwe Kosiedowski

Tel.: +49 (0)7531 206-721

E-Mail: ukosiedo@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 hat im Jahr 2011 an der Challenge Bibendum, einem Wettbewerb für nachhaltige Mobilität, teilgenommen.

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 Verkaufsdokumentation. 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 206-0

E-Mail: lohmberg@htwg-konstanz.de

STRÖMUNGSUNTERSUCHUNGEN

Markteinführungsstudie eines Absauggerätes mit verschiedenen Aufstellungsvarianten in realitätsnaher Umgebung. Erstellung eines Berichtes über die Strömungsanalyse 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 er-

setzt 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

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 direkt einspritzender 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

RTM CAE/CAX

Das Projekt unter Leitung des Karlsruher Instituts für Technologie KIT befasst sich mit dem Aufbau einer durchgängigen CAE/Cax-Kette für das RTM-Verfahren vor dem Hintergrund der Herstellung von Hochleistungsfaserverbundwerkstoffen.

Prof. Dr. Philipp Steibler

Tel.: +49 (0)7531 206-727

E-Mail: philipp.steibler@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 Gewichtersparnis zum Zweck hat, ist sehr modern, denn es liefert einen der Lösungsansätze zum sparsamen Umgang mit den knapper werdenden 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 vermarktenden 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

FAKULTÄT WIRTSCHAFTS- UND SOZIALWISSENSCHAFTEN

WIRTSCHAFTSRECHT-DATENBANKSYSTEM

Im Projekt werden zunächst die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen für die Erstellung eines Wirtschaftsrecht-Datenbanksystems ermittelt und darauf basierend die Datenbank selbst erstellt.

Prof. Dr. Susanne Engelsing

Tel.: +49 (0)7531 206-746

E-Mail: susanne.engelsing@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

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 ver-



tenspsychologischen 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 Erkenntnissen. Das Forschungsprojekt will einen Beitrag zur Gestaltung wirksamer Anti-Fraud Maßnahmen und damit zur Existenzsicherung und zum Risikomanagement mittelständischer und Familienunternehmen leisten.

Prof. Dr. Stephan Grüninger

Tel.: +49 (0)7531 206-251

E-Mail: stephan.grueninger@htwg-konstanz.de

LEITLINIEN FÜR DAS MANAGEMENT VON ORGANISATIONS- UND AUFSICHTSPFLICHTEN

Das Forschungsprojekt hat zum Ziel, die Anforderungen zur Erfüllung der wesentlichen Organisationspflichten (Organisations- und Aufsichtspflichten) bei der Leitung und Überwachung von Unternehmen zu identifizieren, die Prinzipien der dazu erforderlichen Managementmaßnahmen zu untersuchen sowie daraus abgeleitete „Leitfäden zur Beurteilung der Organisations- und Aufsichtspflichten“ für Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexitätsstufen zu erstellen. Das Projekt ist dazu geeignet, einen für Forschung und Praxis im Bereich der Unternehmensführung und -aufsicht (Corporate Governance) gleichermaßen wesentlichen Beitrag zur Schließung der Lücke zu leisten, die sich zwischen einer Vielzahl rechtlicher Anforderungen – die notwendigerweise mit Hilfe unbestimmter Rechtsbegriffe formuliert sind (hier v.a. Organisationspflicht, Aufsichtspflicht, sonstige Sorgfaltspflicht) – und deren faktischen Interpretation und Umsetzung entsprechender Managementmaßnahmen in Unternehmen auf tut. Denn häufig sind weder für die Ausgestaltung von sog. Compliance-Management-Systemen noch für einzelne Rechtsgebiete (Korruption, Kartellrecht, Exportkontrolle, Arbeits- und Sozialstandards etc.) konkrete rechtliche Vorgaben vorhanden. Die u.a. von den Projektleitern in den letzten Jahren erarbeiteten generischen Modelle und Rahmenkonzepte haben zu einer ersten Konkretisierung der An-

In unserem Team kann ich
zeigen, was in mir steckt.
Gutes Gefühl – typisch Kübler!



forderungen an Compliance-Management-Systeme beigetragen. Mit dem geplanten betriebswirtschaftlich-juristischen Forschungsprojekt soll aufbauend auf diesen eigenen und fremden Vorarbeiten untersucht werden, welche Risikofelder im Bereich Compliance besonders relevant sind, wie Compliance-Maßnahmen zur Erfüllung von Organisationspflichten (Aufsichts- und Sorgfaltspflichten) in der Praxis umgesetzt werden, um daraufhin Prinzipien und Leitlinien für die Gestaltung von Compliance-Management-Systemen zur Sicherstellung der Erfüllung von Sorgfalts- und Aufsichtspflichten für Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexitätsstufen zu entwickeln. Hintergrund für diese Vorgehensweise ist, dass auch Staatsanwaltschaften und Gerichte bei einem zu überprüfenden Organisations- und Organverhalten, hier die Verletzung von Organisationspflichten, sich orientieren müssen an solchen Prinzipien und Leitlinien der Umsetzung von Compliance-Maßnahmen bezogen auf die Größe und Komplexität der Organisation. Das Problem für evaluierende Dritte (Richter, aber auch externe Wirtschaftsprüfer, sonstige Gutachter) sowie für Unternehmen selbst ist in diesem Zusammenhang, dass bislang Prinzipien und Leitlinien fehlen, die Orientierung geben, ob die Umsetzung einer Compliance-Maßnahme zum betreffenden Unternehmen passt, damit die Ziele des Compliance-Managements (z.B. Beiträge zur Vermeidung von Verstößen) erreicht werden können (Effektivität der Compliance). Das geplante Forschungsprojekt zielt auf die Realisierung dieses Forschungsdesiderates, damit der Unternehmens- und Rechtspraxis klarere Handlungsorientierungen und Interpretationsleitlinien zu den Anforderungen an Compliance-Maßnahmen (Compliance-Organisation, -Regeln, -Trainings, Hinweismöglichkeiten etc.), unterstützende Strukturen (z.B. Finanzbuchhaltung/Controlling, Interne Revision) und operative Kontrollen (z.B. Segregation of Duties, IT- Berechtigungskonzepte) für Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexitätsstufen gegeben werden können. Eine wesentliche Aufgabe in dem Projekt besteht in der Klassifizierung von unterschiedlichen Compliance-Komplexitätsstufen, in die Unternehmen eingeordnet werden können. Die Komplexitätsstufen werden in Abhängigkeit von Komplexitätsfaktoren gebildet (z.B. Umsatz, Anzahl der Mitarbeiter bzw. Anzahl der vom Compliance-System direkt betroffenen Mitarbeiter, Branche, Geschäftsmodell [z.B. bzgl. Vertriebswegen], Grad der Internationalisierung bzw. Anteil Auslandsgeschäft am Gesamtumsatz, Geschäftstätigkeit in Ländern mit erhöhtem Risiko zur Non-Compliance, generische Risikoexposition hinsichtlich Compliance-Verstößen [z.B. Korruptionsrisiko], Komplexität der Organisationsstruktur, dezentrale Entscheidungsbefugnisse bzw. Möglichkeiten zentraler Kontrolle, Fehlverhalten/Straftaten in der Vergangenheit). Die Vorgehensweise im geplanten Projekt beinhaltet die folgenden Arbeitsschritte: Risikoorientierte Identifikation von Sorgfaltspflichten durch Befragung von Unternehmen auf der Basis generischer Compliance-Risiken (Auswertung internationaler Literatur, Surveys etc.), Untersuchung der Begriffe Sorgfaltspflicht, Aufsichtspflicht, Organisationspflicht aus ökonomisch-betriebswirtschaftlicher und juristischer Perspektive (Auswertung internationalen Literatur), Entwicklung ei-

Wir bieten Praxissemester, Bachelor/Master-Thesis und Werkstudentenstellen in folgenden Bereichen an:

- **Auslandspraxissemester in China und Indien**
- **Entwicklung und Technologie**
- **Produktion und Qualitätsmanagement**
- **und in vielen kaufm. Bereichen wie SCM, IT, Marketing**

Ihre aussagekräftige Bewerbung richten Sie bitte an unser Personalwesen. Für Vorabinformationen rufen Sie auch gerne Stephanie Riesle an, Tel.: 07720 3903-16. Wir freuen uns auf Sie!

Erfolg steckt an. Die Kübler Gruppe ist ein weltweit führender Spezialist in der Positions- und Bewegungssensorik, Zähl- und Prozesstechnik sowie der Übertragungstechnik. Unsere Produkte finden Anwendung in Aufzügen bis hin zum Einsatz in Windkraftanlagen. Weltweit über 380 engagierte Menschen, davon 290 in Deutschland, ermöglichen unseren Erfolg. Kübler steht darüber hinaus für eine klare, langfristige Strategie als unabhängiges Familienunternehmen.



Kübler Group
Fritz Kübler GmbH
Schubertstr. 47
78054 VS-Schwenningen
Tel.: +49 7720 3903-0
jobs@kuebler.com

■■■ wir geben Impulse

www.kuebler.com



nes Modells der Compliance-Komplexitätsstufen auf der Basis der o.g. und ggf. weiteren Kriterien, Durchführung von Experteninterviews in ausgewählten Unternehmen zur Aufnahme der Ist-Zustände in Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexitätsstufen sowie die Ableitung von Prinzipien, Leitlinien und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung von Compliance-Maßnahmen zur Sicherstellung der Erfüllung von Sorgfalts- und Aufsichtspflichten in Unternehmen unterschiedlicher Compliance-Komplexitätsstufen. Alle Arbeitsschritte verfolgen einen interdisziplinären Forschungsansatz, wobei die juristische Expertise durch den Kooperationspartner WilmerHale, namentlich Herrn RAuN Dr. Roland Steinmeyer, sichergestellt ist. Praxisbezug und -transfer der Forschungsergebnisse werden durch die Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern ABB AG, BASF SE, Elma Hans Schmidbauer GmbH & Co KG, Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, PFISTERER AG, PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft und Wilmer Cutler Pickering Hale and Dorr LLP (WilmerHale) durch Befragungen und vertiefende Expertengespräche im Rahmen der Erhebung der Angemessenheit und Funktionsfähigkeit zur Erfüllung von Organisationspflichten im Compliance-Management und der Möglichkeit des Benchmarking des eigenen Systems mit den identifizierten Anforderungen an die jeweilige Compliance-Komplexitätsstufe sichergestellt.

Prof. Dr. Stephan Grüninger

Tel.: +49 (0)7531 206-251

E-Mail: 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

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 Kooperationsprojekt zwischen den Hochschulen Esslingen, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Offenburg, Reutlingen, Rottenburg, Stuttgart HDM und Ulm werden fachspezifische Studierfähigkeitstests 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

Jetzt günstige Traumreise buchen auf **www.reise.com**

Ihr persönliches Reiseportal im Internet

Ob spontan in den Last-Minute Urlaub, über das Wochenende in eine aufregende Stadt oder während den Semesterferien in die weite Welt - auf reise.com finden Sie das optimale Angebot.

- günstige Pauschal- und Last Minute-Angebote mit Best Preis Garantie
- große Auswahl an Unterkünften mit Bewertungen
- Flüge in die ganze Welt
- preiswerte Mietwagen
- Wertvolle Infos und Reiseberichte über beliebte Urlaubsregionen



Auf der Suche nach einem
Praktikum?

Dann senden Sie uns Ihre
Bewerbung an **jobs@reise.com**

Sie erwartet:

- ein spannendes und herausforderndes Praktikum in einem zukunftsorientierten Unternehmen.
- ein junges, motiviertes und sympathisches Team
- ein abwechslungsreicher und zukunftsorientierter Arbeitsbereich
- eine gute Bezahlung

**BEST
PREIS
GARANTIE**

NETZWERKE FÜR STUDIUM UND BERUF

Mit dem Projekt „Netzwerke für Studium und Beruf“ wird an der Hochschule Konstanz modellhaft eine umfassende Struktur zur Integration ausländischer Studierender geschaffen. Die Netzwerke sollen nach dem Ende des Projekts fortgeschrieben werden und nach der Evaluation anderen Fachhochschulen mit ähnlicher Größe und Struktur als Modell dienen.

Prof. Dr. Christian Krekeler

Tel.: +49 (0)7531 206-395

E-Mail: krekeler@htwg-konstanz.de

SCHREIBBERATUNG FÜR STUDIUM UND BERUF

An der Hochschule Konstanz wird eine Schreibberatung aufgebaut, umgesetzt und evaluiert. Die Hochschule reagiert damit auf Schwierigkeiten, die Studierende mit Schreibenforderungen im Studium haben. Damit wird zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis beigetragen und die Studierenden werden auf die Schreibenforderungen



Ihr Erfolg! Ihre Anzeige!

Werben Sie jetzt
für 2013/2014!

Dr.-Andler-Straße 28
78224 Singen/Htwl.
Tel. 0 77 31/9 12 31-0
Fax 0 77 31/9 12 31-30
www.hohentwielverlag.de

**HOHENTWIEL VERLAG
& INTERNET GMBH**

im Beruf vorbereitet. Die Schreibberatung nimmt folgende Aufgaben wahr: Kurse für Studierende im akademischen und professionellen Schreiben: Semesterkurse und Blockseminare in der vorlesungsfreien Zeit; individuelle Schreibberatung: Beratung bei Referaten, Präsentationen, Seminar- Haus- und Abschlussarbeiten, Beratung für Abschlusskandidaten, Bewerbungsberatung; Beratung für Lehrkräfte und Mitarbeitende: Hilfe bei der Erstellung fachspezifischer, didaktischer Konzepte zur Begleitung des studentischen Schreibprozesses.

Prof. Dr. Christian Krekeler, Prof. Dr. Volker Friedrich,

Prof. Dr. Gabriele Thelen

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 können. 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 Erweiterung 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

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

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 Netzwerk-governance 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



ENTWICKLUNG EINER STUDIE ZUR MESSUNG UND DARSTELLUNG DER KORRELATION ZWISCHEN CSR-ENGAGEMENT UND WETTBEWERBSFÄHIGKEIT VON UNTERNEHMEN IN DEUTSCHLAND

Im Projekt wird ein praktikables Indikatorenset entwickelt, das eine valide vergleichende Messung der Performance von Unternehmen, die CSR in ihrem Kerngeschäft implementiert bzw. nicht implementiert haben, ermöglicht. Es soll weiterhin untersucht werden, ob eine Korrelation zwischen CSR-Einsatz und dauerhaftem Unternehmenserfolg nachweisbar ist. Das Indikatorenset soll das gesamte Spektrum von CSR abbilden, einschließlich der Interaktion des Unternehmens mit seinen Stakeholdern.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland

Tel.: +49 (0)7531 206-404

E-Mail: wieland@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 5'000 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



ThyssenKrupp Presta Steering



ThyssenKrupp

wetter.com

WANTED

Im Internet und den neuen Medien zu Hause?
Dann sind Sie bei uns genau richtig!

Mit einem **studienbegleitenden Praktikum (m/w)** bei der wetter.com AG lernen Sie ein innovatives und zukunftsorientiertes Medienunternehmen kennen.

Die wetter.com AG mit Sitz in Singen (Bodensee) ist Betreiber des größten deutschen Wetter-Portals im Internet. Neben der erfolgreichen Internetplattform betreibt die wetter.com AG mit dem Deutschen Wetter Fernsehen den einzigen 24-Stunden-Wetterkanal im deutschen Fernsehen, produziert die Wettershows der ProSiebenSat.1-Gruppe und ist auch im Hörfunk sehr aktiv vertreten. Die wetter.com AG ist eine Mehrheitsbeteiligung der ProSiebenSat.1 Media AG, München.

Was Sie mitbringen sollten:

- Studium der Informatik oder einer vergleichbaren Fachrichtung und/oder praktische Erfahrungen im Bereich Programmierung
- Gute Kenntnisse in HTML, PHP, MySQL, JavaScript (weitere Programmiersprachen sind natürlich auch willkommen) und Webdesign-Basiswissen
- Kompetenzen in Microsoft Office, sehr gute Internetkenntnisse
- Lösungsorientierte Arbeitsweise, hohe Motivation und Eigeninitiative
- Teamfähigkeit
- Lernbereitschaft
- Spaß an der Arbeit

Was Sie erwartet:

- Ein spannendes und herausforderndes Praktikum in einem zukunftsorientierten Unternehmen
- Selbstständiges Arbeiten sowie gemeinsame Projekte im Team mit ständig wechselnden Aufgaben und Anforderungen
- Perfekte Möglichkeit der persönlichen und fachlichen Weiterentwicklung
- Ein junges, motiviertes und sympathisches Team
- Ein abwechslungsreicher und zukunftsorientierter Arbeitsbereich
- Gute Bezahlung
- Zeitraum nach Absprache

Nehmen Sie diese Herausforderung an? Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung unter jobs@wetter.com.

Weitere Informationen über unser Unternehmen erhalten Sie unter www.wetter.com