

forum



forum

Das Forschungsmagazin der Fachhochschule Konstanz

Architektur

Informatik

Technik

Wirtschaft

ISSN 1611-3748

Ausgabe 2004/2005



Fachhochschule Konstanz
Hochschule für Technik,
Wirtschaft und Gestaltung
University of Applied Sciences

2000 Jahre

2.000 mm/sec

FESTO

**Jobs und Produkte bei Festo:
Verbindungen, die Geschichte schreiben.**

Neue Funktionsprinzipien sind die Säulen innovativer Produkte. Der pneumatische Muskel MAS beschreitet ein ganz neues Kraft-/Wegverhältnis. Nicht nur in klassischen Aufgabenfeldern der Automatisierung; auch schwierige Umgebungsbedingungen überdauert das hermetisch geschlossene System problemlos. Es müssen ja nicht gleich 2000 Jahre sein.

Keine 2000 Jahre, aber Perspektiven weit über das Jahr 2004 hinaus eröffnen wir engagierten AbsolventInnen der Ingenieurwissenschaften: Zwischen Forschung, Produktmanagement und hoch qualifizierten Vertriebsaufgaben alles, was ein internationaler Marktführer mit 53 Landesgesellschaften und 1,2 Mrd. Euro Jahresumsatz bieten kann.

Sind Sie bereit für epochale Ideen? Machen Sie mit uns Geschichte im Job:

www.festo.com/jobs

Informatik

Rechnen sich ERP-Systeme? Die Software allein ist nicht das entscheidende Erfolgskriterium 44

von Prof. Dr. Reiner Martin

"Instant Messaging" auf der Basis von Webservices 46

von Prof. Dr. Hans Albrecht Schmid unter Mitarbeit von Dirk Plate, Eugen Eissler, Andreas Müller, Henning Schäfer und Gunther Würz

Technik

Wohnraum für einen Zwei-Personenhaushalt in einer Kugel 52

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke und Dipl.-Ing. [FH] Thomas Böhringer

Baulicher Brandschutz als ingenieurmäßige Herausforderung 55

von Dipl.-Ing. [FH] Joachim Wollstädt, Prof. Klaus-Jürgen Mattern und Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer

Erdbeben – Eine beherrschbare Naturgewalt? 59

von Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle

Optimierte Drosselspulen für die moderne Leistungselektronik 65

von Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt, Dipl.-Ing. Alexey Dobrenko, Dr. Alexander Kirjuchin und Prof. Dr. Eugenie Komarov

Elimination von Schwermetallen aus industriellen Abwässern mit Hilfe von Mikroorganismen 69

von Dr. rer. nat. Rainer Kreikenbohm, Dipl.-Ing. [FH] Daniel Schiller und Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

Zum Einfluss der Oberflächenqualität auf das Korrosions- und Reinigungsverhalten von nichtrostenden Stählen 75

von Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel und Prof. Dr. Thomas L. Ladwein

Motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser 82

von Dipl.-Ing. Catalin Scafaru, Dipl.-Ing. [FH] Stefan Thomas und Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar

Wirtschaft

Kundenvertrauensindex im Relationship Marketing 85

von Dr. Frank Dornach und Prof. Dr. Leo Schubert

Fachhochschule Konstanz

Projekte 92

Impressum

Herausgeber:

Fachhochschule Konstanz - Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung, Prorektor für Forschung, Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt [v.i.S.d.LPrG.]
www.fh-konstanz.de, ©Fachhochschule Konstanz

Redaktion:

Dipl.-Volksw. Sibylle Mühleisen, Dipl.-Ing. [FH] Andreas Burger, Referent für Forschung & Entwicklung

Fotos:

Archiv, privat

Anschrift:

fhk-forum, Fachhochschule Konstanz,
Brauneggerstraße 55, D-78462 Konstanz,
Tel. +49 [0]7531 206-325,
Fax +49 [0]7531 206-436

Gestaltung und Anzeigenverwaltung:

bbv nuber visuelle kommunikation,
Tägermoosstrasse 11, D-78462 Konstanz,
Tel. +49 [0]7531 18047
Fax +49 [0]7531 18045
nuber@bbv-design.com, www.bbv-design.com

Druck und Weiterverarbeitung:

werk zwei GmbH,
Max-Stromeyer-Straße 180, D-78467 Konstanz
gedruckte Auflage: 5.000 Exemplare
Printausgabe: ISSN 1619-9812, Ausgabe 2004/2005
Internetausgabe: ISSN 1611-3748

Fachhochschule Konstanz

Vorwort 4

von Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt

EU-Forschung 6

von Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle

Beispiel für ein Technologietransferprojekt 10

von Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar, Dipl.-Ing. Catalin Scafaru und Dipl.-Ing. [FH] Andreas Burger

Studiengänge an der Fachhochschule Konstanz 12

Experten der Fachhochschule Konstanz [Auszug] 13

Architektur

Die Zeche Zollverein in Essen Ein Beispiel für konstruktiven Denkmalschutz 23

von Prof. Cengiz Dicleli

Traditionelle Architektur in Togo als Beispiel für klimagerechtes Bauen in den Tropen 28

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Lauber

Kostenplanung Pflicht und Kür 31

von Prof. Dr.-Ing. Rolf Neddermann

Von der Vision zur Frage der Umsetzbarkeit - eine Zwischenbilanz zur Bodenseestadt 36

von Prof. Raimund Blödt, Prof. Frid Bühler, Dipl.-Ing. [FH] Jörg Seifert und Dipl.-Ing. [FH] Faruk Murat

Soziologische Befindlichkeitsstudie "Wohnen im Bodenseeraum" im Rahmen des Projektes "Entwicklung urbaner Prototypen – Realisierungsstudie Bodenseestadt" 40

von Dr. Jürgen Schmitt, Dr. Jörg Dombrowski und Dipl.-Sozialarbeiter Thomas Geyer

Vorwort

von Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt, Prorektor für Forschung

Forschung und Lehre an Fachhochschulen sind anwendungsorientiert. Die Forschung ist neben Lehre und Weiterbildung eine wesentliche Hauptaufgabe an Fachhochschulen. Die FH Konstanz leistet ihren Beitrag im deutschen Wissenschaftssystem, indem sie mit den Forschungseinrichtungen der erkenntnis- und anwendungsorientierten Forschung zusammenarbeitet. Sie stellt ihre Ergebnisse aus ihrer anwendungsbezogenen Forschung der Gesellschaft und der Wirtschaft zur Verfügung und unternimmt Weiterentwicklungen in Kooperation mit der Wirtschaft und anderen Forschungseinrichtungen. Die Themen der Forschungsarbeiten ergeben sich aus der Zusammenarbeit mit Partnern aus Industrie und Hochschulen auf Basis der an der Fachhochschule Konstanz vorhandenen hohen fachlichen Kompetenz.

Partner in Forschungsprojekten sind kleine und mittelständische Unternehmen der Region und international tätige Firmen, die sich durch Initiierung, Förderung und Mitarbeit in die Projekte einbringen. Basis für eine erfolgreiche Forschungstätigkeit sind exzellente fachliche Kompetenz der beteiligten Partner, Entwicklung für Freiräume der Forschungsinstitutionen und hinreichende apparative und personelle Ausstattung. Hier konnten in den letzten Jahren an der FH Konstanz durch kontinuierliche erfolgreiche Forschungsförderung wichtige Voraussetzungen geschaffen werden.

Zunehmend legen öffentliche Förderer Wert auf die Bildung von Forschungsverbänden mit mehreren Hochschulen und Unternehmen zur Erweiterung von Kompetenzen und Ressourcen. Die erfolgreiche öffentliche Einzelprojektförderung wird derzeit von wesentlichen Drittmittelgebern, wie dem Bundesministerium für Bildung und For-

schung, als abgeschlossene Anschubfinanzierung angesehen. Die Forschungsförderung des Landes Baden-Württemberg lässt hingegen noch die notwendige Einzelprojektförderung zu. Einzelprojekte können weiterhin Projekte des Technologietransfers, industriell geförderte Auftragsforschung oder Arbeiten in langfristigen Kooperationsvereinbarungen zwischen Unternehmen und FH sein.

Die Stellung der Forschung an Fachhochschulen kann mit der laufenden Studienreform durch die Einführung der gestuften Studienabschlüsse Bachelor und Master verändert werden. Im ersten berufsqualifizierenden Studium wird die Bachelorthesis als Abschlussarbeit in kürzerer Zeit angefertigt als die Diplomarbeit in den bisherigen Diplomstudiengängen. Damit werden verstärkt auch Studierende nicht nur in der Industrie betreut werden, sondern auch an der Fachhochschule in Forschungsarbeiten mitarbeiten können. Weiterqualifizierende Masterstudiengänge beinhalten zum großen Teil Projektarbeiten, die wiederum auch Teilaspekte in Forschungsthemen abdecken können. Damit ist eine personelle Stärkung der Forschungsaktivitäten möglich. Gleichzeitig wird die wissenschaftlich anwendungsorientierte Ausbildung der Studierenden durch die Mitarbeit in Forschungsprojekten verbessert und insbesondere im Bereich der Masterausbildung auf höchstem Niveau gehalten. Die mögliche Ausgestaltung von forschungsbasierten Masterabschlüssen mit Anteilen der Ausbildung in wissenschaftlicher Methodik und fachspezifischer theoretischer Ausbildung, einer Schwerpunktbildung aber in Kenntnissgewinn durch Mitarbeit in Forschungsprojekten sollte hier unbedingt genutzt werden. Durch diese verstärkte Einbindung von Studierenden in die Forschungsarbeit wird neben den

durch Drittmittel geförderten Projekten eine hochschulintern finanzierte Forschungstätigkeit entstehen können, die sich im Sinne einer Lehrforschung selbstverständlich an ähnlichen Kriterien wie die bisherige Forschungstätigkeit messen lassen muss.

Öffentliche Drittmittel für die Projektförderung an Fachhochschulen stammen in der Regel aus Programmen, in denen die geförderten Projekte in wissenschaftlichen Begutachtungsverfahren wettbewerblich ermittelt werden. Dennoch wird die qualitative Bewertung von Forschungsleistung zunehmend auch an Fachhochschulen diskutiert. Dabei sind auf Grund der unterschiedlichen Ausrichtung der Fachhochschulforschung als anwendungsorientiert und der universitären Forschung als grundlagenorientiert unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe anzulegen. Entsprechend dieser Bewertung kann eine weitere leistungsorientierte Forschungsförderung erfolgen. Als "Impact Faktor" kann für die Forschung an Fachhochschulen die erfolgreiche Einbindung von Unternehmen sowie die mittelfristige Beeinflussung von umgesetzten Technologien herangezogen werden. Kriterien wie die reine Anzahl von Veröffentlichungen oder die Höhe der Zitierhäufigkeit stellen hier wie allgemein eine stark in Frage zu stellende Größe dar.

Das vorliegende Forschungsmagazin "forum" in seiner 4. Ausgabe stellt Ergebnisse und Zwischenergebnisse von Forschungsarbeiten an der FH Konstanz dar. Ebenso sind Zusammenstellungen von vorhandenen Ressourcen in Forschungseinrichtungen beschrieben. Großer Wert gelegt wird auf die Präsentation der gesamten fachlichen Breite möglicher Forschungsaktivitäten vor der Darstellung aller an der FH Konstanz bearbeiteten Projekte.

ALTANA Pharma

Innovation – Unsere Orientierung.

Bessere Therapien

ALTANA Pharma ist eine internationale Firmengruppe, die sich auf die Forschung, Herstellung und den Vertrieb hochwirksamer Medikamente spezialisiert hat.

Einen neuen Wirkstoff zu finden, dauert oft Jahre. Bis daraus ein Medikament wird, nochmals. Und häufig ist der Erfolg vorab ungewiss. Trotzdem forschen wir für Sie und investieren rund 20 % unserer Erlöse in die Pharmaforschung, um Ärzten und Patienten auch in Zukunft mit neuen, wirksamen Arzneimitteln helfen zu können.

ALTANA Pharma
Therapeutika, Imaging,
Selbstmedikation (OTC)



ALTANA Pharma AG
Konstanz

www.altanapharma.com

Forschung

EU-Forschung

von Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle, Wissenschaftlicher Direktor
des Instituts für Angewandte Forschung der Fachhochschule Konstanz

1. Strategische Ziele

Die Politik der Europäischen Union im Bereich Forschung und technologische Entwicklung hat das Ziel, den Europäischen Forschungsraum zu verwirklichen. Durch Vernetzung und intensive Zusammenarbeit der über den Kontinent verstreuten Forschungseinrichtungen sollen diese gestärkt und ihre Leistungsfähigkeit verbessert werden. Der Europäische Forschungsraum stellt somit ein Äquivalent zum gemeinsamen Markt für Waren und Dienstleistungen in der EU dar. Er fördert eine bessere Koordinierung der Forschungsarbeiten und die Konvergenz der Forschungs- und Innovationspolitik der Mitgliedstaaten und der Europäischen Union.

Forschung und innovative technologische Entwicklungen sind mitentscheidend für die wirtschaftliche Lebensfähigkeit von Industrieländern. Letztendlich sollen die Forschungsmaßnahmen der EU einen entscheidenden Beitrag zur Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie leisten. Darüber hinaus soll die Lösung wichtiger gesellschaftlicher und EU-politischer Fragen unterstützt werden.

EU-Forschungsförderung wird in mehrjährigen Forschungs-Rahmenprogrammen umgesetzt, die die Kooperation zwischen Hochschulen, Forschungszentren und Firmen fördern und finanziell unterstützen. Derzeit aktuell ist das sechste Rahmenprogramm.

2. Sechstes EU-Rahmenprogramm

Das sechste Rahmenprogramm hat eine Laufzeit von 2002 bis 2006 und ist mit 17,5 Mrd. € dotiert. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Themen und Förderungsbereiche.

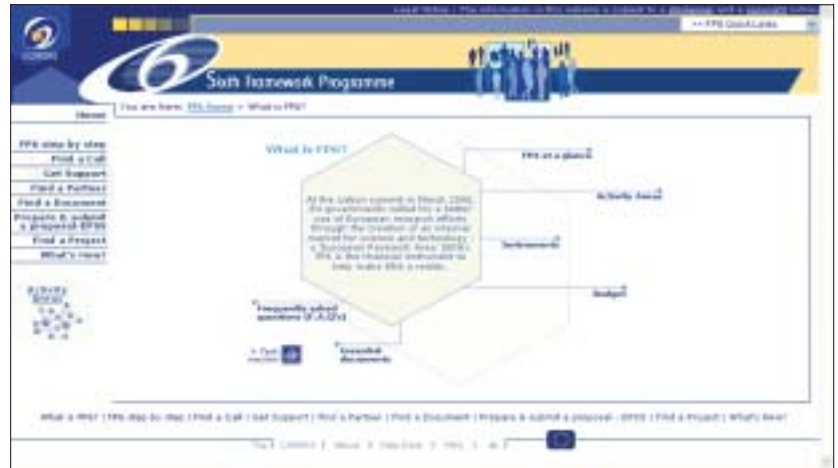


Abb. 1: Web-Auftritt des sechsten EU-Rahmenprogramms

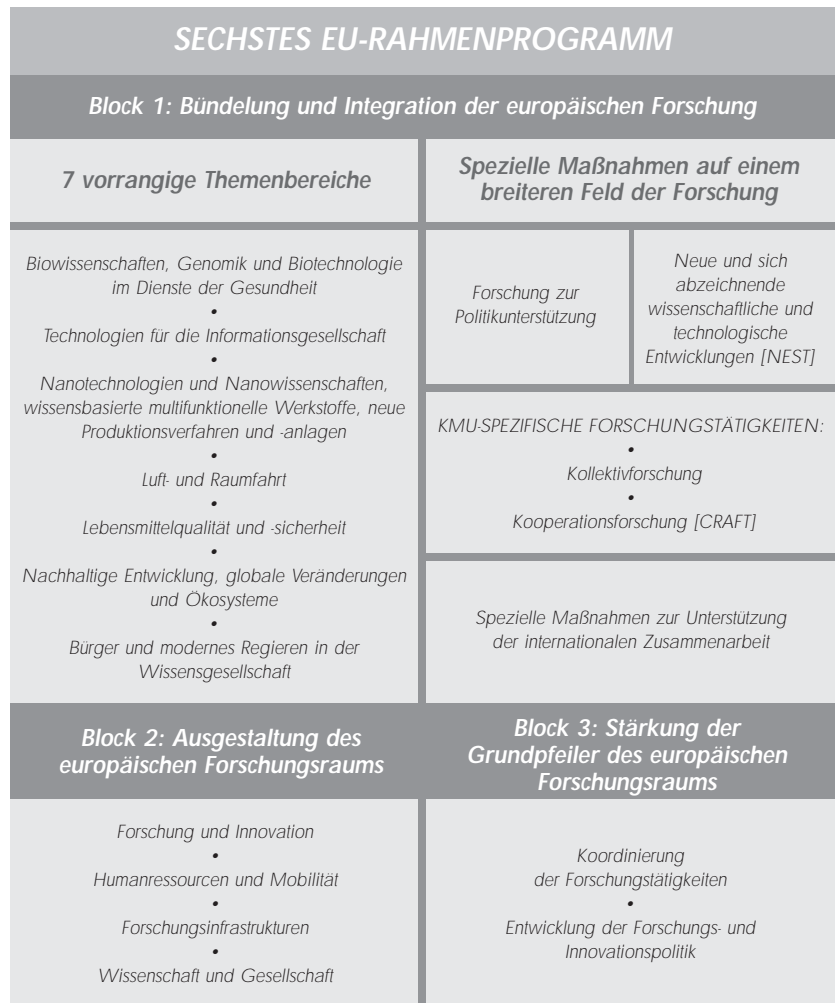


Abb. 2: Aufbau des sechsten EU-Rahmenprogramms

Den Hauptteil der Förderungsmaßnahmen bildet das spezifische Programm des Blocks 1 "Bündelung und Integration der europäischen Forschung". Hier werden eine begrenzte Anzahl vorrangiger Themenbereiche festgelegt, die für die Innovationskraft und mittelfristige Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Wirtschaftsraums von außerordentlichem Interesse sind. Anträge, die nicht in diese Themenbereiche fallen, können hier nicht gestellt werden.

Auf die speziellen Bedürfnisse kleiner und mittlerer Unternehmen [KMU] ist der Themenbereich "KMU-spezifische Forschungstätigkeiten" ausgerichtet. Dieser ist für alle Themen offen und in die beiden Bereiche "Kollektivforschung" und "Kooperationsforschung" [CRAFT] gegliedert.

Im Themenbereich "Neue und sich abzeichnende wissenschaftliche und technologische Entwicklungen [NEST]" sollen unkonventionelle, visionäre Forschungsarbeiten unterstützt werden, die neue Betätigungsfelder für Wissenschaft und Technologie eröffnen können.

Darüber hinaus werden die Vernetzung sowie gemeinsame Maßnahmen nationaler und europäischer Initiativen für Forschung und Innovation und Fragen der Gemeinschaftspolitik gefördert.

Die Blöcke 2 und 3 behandeln Förderungsmaßnahmen zur Behebung struktureller Schwächen der europäischen Forschung und zur kohärenten Gestaltung der Forschungs- und Innovationspolitik in Europa. Hierzu zählen beispielsweise die Förderung des Aufbaus von Forschungsnetzwerken, der Austausch von Wissenschaftlern, die Schaffung von EU-Forschungsberatungsstellen und Beratungstools, aber auch Maßnahmen zur Förderung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft und zur Unterstützung der Forschungspolitik.

Entsprechend der Ausrichtung der EU-Forschung auf den Europäischen Forschungsraum sind EU-Projekte immer

länderübergreifend. Ein Forschungsantrag wird von einem Konsortium mit Partnern aus unterschiedlichen Mitgliedstaaten und assoziierten Ländern gestellt. Auch Mobilitäts- und Ausbildungsmaßnahmen werden nur grenzüberschreitend gefördert.

Für die Antragsteller von EU-Projekten bedeutet dies einen erheblichen Aufwand zur Bildung des transnationalen Netzwerks, zur inhaltlichen Vorbereitung und zur gegenseitigen Abstimmung im Vorfeld der Antragstellung. Hierbei werden potentielle Antragsteller durch von der EU autorisierte Kontakt- und Beratungsstellen unterstützt. Eine Reihe von IRC's [Innovation Relay Centre] vermitteln Kontakte zu Firmen in anderen EU-Ländern zur Bildung eines Netzwerks. Dies ist auch im Internet durch Suche in der EU-Datenbank <http://www.cordis.lu/> möglich.

Die Anträge werden im Rahmen von terminierten Calls for Proposals bei der EU eingereicht. Die Auswahl der geförderten Projekte erfolgt in einem wettbewerblichen Verfahren auf der Grundlage von Gutachterprüfungen.

Beim Management ihres Projekts haben die Konsortien große Autonomie. Ein Projektteilnehmer muss die Koordinierung übernehmen. Dieser ist auch für die Verwendung der von der EU bereitgestellten Finanzmittel und deren Verteilung an die anderen Teilnehmer verantwortlich. Der Koordinator ist auch für die Abgabe der Berichte zuständig. Um die Einzelheiten der Beziehungen zwischen den Teilnehmern festzulegen, schließen die Teilnehmer in der Regel eine Konsortialvereinbarung ab.

Eine ausführliche Darstellung des sechsten Rahmenprogramms befindet sich auf der Website www.cordis.lu/fp6/.

Antragsteller zu den sieben vorrangigen Themenbereichen sind typischerweise große Firmen und Forschungszentren. Nachfolgend wird ausschließlich über das CRAFT-Programm berichtet. Aufgrund von dessen spezifischer Ausrichtung auf die Koopera-

tion von kleinen und mittleren Unternehmen mit Forschungseinrichtungen erscheint es für die anwendungsorientierte Forschung an Fachhochschulen besonders geeignet.

3. CRAFT

Das EU-Programm CRAFT [Co-operative Research Action for Technology] ist auf innovative KMU ausgerichtet, die F&E-Aufgaben von externen Forschungseinrichtungen durchführen lassen möchten. Das Programm fördert die vorwettbewerbliche Forschung und Entwicklung und ist für alle Themen offen. Das CRAFT-Programm ist mit 320 Mio € dotiert. Es soll zur transnationalen F&E-Kooperation zwischen KMU beitragen sowie KMU zur Kooperation mit europäischen Forschungseinrichtungen ermuntern. Die Rechte an den F&E-Ergebnissen gehören den beteiligten KMU. Einzelheiten werden in der Konsortialvereinbarung festgelegt.

Antragsteller ist ein Konsortium, das sich aus mindestens drei voneinander unabhängigen KMU aus zwei EU-Ländern oder assoziierten Staaten und aus mindestens zwei F&E-Dienstleistern aus zwei EU-Ländern oder assoziierten Staaten zusammensetzt [Abb. 3]. Mindestens ein KMU sowie mindestens ein F&E-Dienstleister müssen aus einem EU-Mitgliedsland sein. Ein Konsortium besteht also aus mindestens 5 Partnern.

Die Zugangsvoraussetzungen für ein beteiligtes KMU sind gegeben, wenn das Unternehmen nicht mehr als 250 Mitarbeiter hat und über einen Jahresumsatz von maximal 40 Mio € und eine Jahresbilanzsumme von 27 Mio € verfügt. Es darf nicht zu mehr als 25% im Besitz eines Nicht-KMU sein. F&E-Dienstleister können Hochschulen, IAF's aber auch Steinbeis-Zentren und private Forschungseinrichtungen sein.

CRAFT-Projekte haben eine Laufzeit von mindestens einem und höchstens zwei Jahren. Das Projektvolumen liegt zwischen 500.000 € und 2.000.000 €. Die Kosten der F&E-Dienstleister und die Kosten für das Projektmana-



Abb. 3: Kooperationsforschung im Rahmen des CRAFT-Programms

gement werden in voller Höhe übernommen, während die KMU ihre Aufwendungen selbst finanzieren.

Einen Überblick mit den aktuellen Terminen für die Abgabe von Anträgen gibt die Website von CRAFT unter <http://sme.cordis.lu/craft/home.cfm>.

4. Steinbeis-Europa-Zentrum

Um möglichst vielen Unternehmen den Zugang zu den EU-Mitteln zu erleichtern, wurden neben der nationalen Kontaktstelle bei der AiF in Köln auch regionale Beratungsstellen eingerichtet. Eine solche Beratungsstelle ist das Steinbeis-Europa-Zentrum [SEZ] in Stuttgart. Neben der Unterstützung von KMU beim transnationalen Technologietransfer übernimmt das SEZ auch das Projektmanagement bei EU-

Projekten. Als IRC [Innovation Relay Centre] der EU hilft es, Unternehmen international zusammenzubringen. Weitere Informationen finden sich im Internet unter <http://www.steinbeis-europa.de> [Abb. 4].

Finanziert wird das Steinbeis-Europa-Zentrum durch das Land Baden-Württemberg, durch die EU [im Rahmen seiner Aufgabe als IRC] sowie durch einen Eigenanteil, der beispielsweise durch das Projektmanagement von EU-Projekten erbracht wird.

Ein mögliches Szenario eines CRAFT-Projekts könnte so aussehen: Der Projekt-Initiator hat die Projektidee und sucht hierfür 2-3 KMU und eine weitere Forschungseinrichtung als Partner. Das SEZ berät bei der Antragstellung und hilft bei der Suche nach weiteren

Partnern in anderen EU-Ländern. Bei erfolgreicher Beantragung des Projekts übernimmt das SEZ das Projektmanagement. Dadurch werden die Teilnehmer des Konsortiums von den durchaus umfangreichen organisatorischen Aufgaben zur Koordination und wirtschaftlichen Abwicklung des Projekts entlastet.

5. Ausblick

Die für F&E-Aufgaben an den Fachhochschulen Baden-Württembergs akquirierten Drittmittel stagnieren in den vergangenen 3-4 Jahren, nachdem sie zuvor über viele Jahre hinweg einen kontinuierlichen Anstieg aufwiesen. Wenn auch die Gründe hierfür sicherlich vielfältig sind, so legt dies doch nahe, nach weiteren Ressourcen Ausschau zu halten. Gerade kleine und mittelständige Unternehmen kommen als "natürliche F&E-Partner" der Fachhochschulen mit ihrem anwendungsorientierten Profil in Betracht. Die Vergabe von Forschungsaufträgen wiederum ist für viele Mittelständler zu kostspielig. Hier helfen F&E-Programme zur Kooperation zwischen KMU und Forschungseinrichtungen weiter, wie sie im europäischen Bereich das CRAFT-Programm darstellt. In den vergangenen Jahren lag der Anteil der EU-Förderung bei ca. 10% des Gesamtanteils der F&E-Drittmittel der Fachhochschulen Baden-Württembergs, wobei das CRAFT-Programm nur geringe Bedeutung hat. Der Anteil der EU-Förderung lässt sich bei Ausschöpfung aller Möglichkeiten von Programmen wie CRAFT sicherlich zukünftig deutlich erhöhen. <

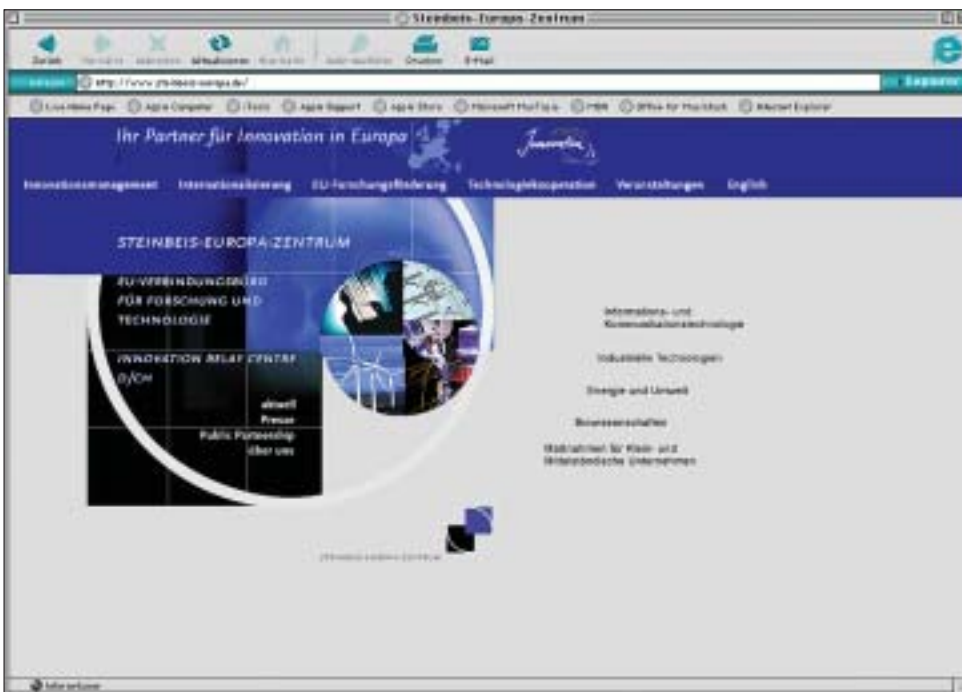


Abb. 4: Web-Auftritt des SEZ

Technik zum Fahren.
Auf höchstem Niveau und
mit dem größten
Vergnügen.

Faszinierende Mobilität
durch Technik von ZF.

www.zf.com



Forschung

Entwicklung eines "Mobilen Reinigungsgerätes"

Beispiel für die Durchführung eines

Technologietransferprojektes

von Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar, Dipl.-Ing. Catalin Scafaru und Dipl.-Ing. [FH] Andreas Burger

Die Fachhochschule Konstanz ist mit dem Institut für Angewandte Forschung - IAF - der Kooperationspartner der Wirtschaft für Beratung, Auftragsforschung und Technologietransfer. Im Folgenden wird anhand eines abgeschlossenen Projektes geschildert, wie ein konkretes Technologietransferprojekt durchgeführt wurde.

Die beteiligten Partner waren die Fachhochschule Konstanz mit ihrem Institut für Angewandte Forschung und die Fa. Theo KREBS AG, Kreuzlingen. Der Kontakt kam über den damaligen Prorektor für Forschung, Prof. Dr. Paul Gümpel, zustande, der als Ansprechpartner an der Hochschule den Forschungsreferenten, Andreas Burger, nannte. Dieser vereinbarte einen Termin in der Fa. KREBS AG mit dem Technischen Geschäftsführer Heinz Kohlert und dem Leiter Entwicklung, Abraham Koller, seitens der Firma sowie Prof. Dr. Peter Kuchar, Fachbereich Maschinenbau, Studiengang Konstruktion, weiterhin Prof. Dr. Paul Gümpel und ihm selbst Ende Februar 2003.

Die KREBS AG ist ein Hersteller von industriellen Reinigungsgeräten für Textilien, eines der Reinigungsgeräte ist das "KREBS System 2000" in Abbildung 1.

Fa. KREBS AG schilderte die Aufgabe, ein mobiles Reinigungsgerät für Textilien, beispielsweise für die Anwendung in Hotels und Gastronomie, zu entwickeln. Die grundsätzliche Funktion ist derart, dass ein Reinigungsmittel mit einem Sprühkopf auf die verschmutzte Stelle von oben aufgebracht und nach unten abgesaugt wird. Die Fachhochschule Konstanz nahm die Aufgabe an und erarbeitete ein Angebot mit einem Forschungs- und Entwicklungsvertrag, in dem die beiderseitigen Rechte und Pflichten geregelt wurden und der ein Lastenheft enthielt



Abb. 1: KREBS System 2000

[Tabelle 1]. Dieser Vertrag wurde Ende April 2003 unterzeichnet und das Entwicklungsteam bestehend aus Prof. Dr. Peter Kuchar als Projektleiter sowie Dipl.-Ing. Catalin Scafaru und Dipl.-Ing. [FH] Stefan Thomas als Entwickler gebildet. Die Aufgabe des Konstanzer Entwicklungsteams war es nun die bewährte Technologie der traditionellen Geräte in ein mobiles, handliches und vor allem preiswertes Gerät umzusetzen.

Die Strategie des Entwicklungsteams bestand hauptsächlich in der Auswahl von Komponenten aus der Großserie und der Dimensionierung eines geeigneten Netzteils zur Stromversorgung mit 12 V Gleichspannung als auch

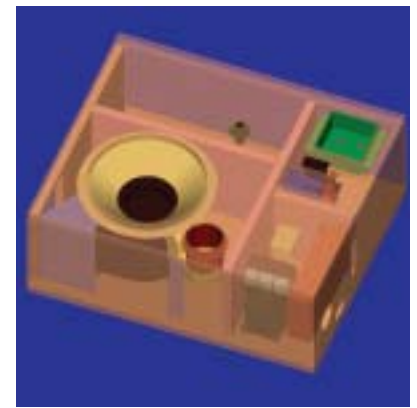


Abb. 2: CAD-Zeichnung des Funktionsmusters ohne Deckelklappe

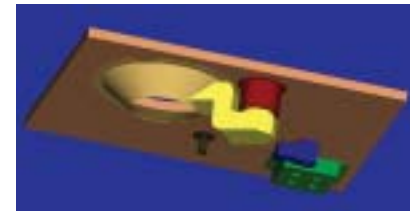


Abb. 3: CAD-Zeichnung der Deckelklappe des Funktionsmuster

Entwicklungsschritt	Zeitraum
Entwicklung eines Lastenheftes mit den technischen Daten und Abmessungen	25.04.2003-15.05.2003
Vorstellung eines ersten Entwurfes mit der Anordnung der Hauptkomponenten	15.06.2003
Einarbeitung von Änderungen gemäß dem Besprechungstermin vom 15.06.2003	15.07.2003
Vorstellung des überarbeiteten Entwurfes	30.07.2003
Freigabe der Einzelteilzeichnungen zur Fertigung in der Werkstatt der FH Konstanz	15.08.2003
Bestellung der restlichen Zukaufteile	20.08.2003
Fertigstellung der CAD-Unterlagen	15.09.2003
Abgabe der CAD-ProE-Zeichnungen nebst einer CD	30.09.2003

Tab. 1: Lastenheft des Technologietransferprojektes

24 V Wechselspannung. Damit konnten für die restlichen Komponenten Teile aus der Großserie des PKW-Zuliefermarktes eingesetzt werden, ein Umstand der sowohl Preisvorteile als auch Baugrößenvorteile bietet. Das Endergebnis, ein Funktionsmuster [siehe Abb. 2 bis 5], wurde anlässlich der regelmäßigen Besprechungen optimiert und mit den Vertretern der Fa. Theo KREBS AG getestet.



Abb. 4: Funktionsmuster geöffnet

Das Projekt ist auf der Grundlage des Angebotes nach dem Lastenheft mit nur geringer Verzögerung abgearbeitet worden. Fertigstellungstermin nach dem Angebot war Ende September 2003, der letzte Besprechungstermin zu dem Projekt, nebst Übergabe des abgenommenen Funktionsmusters, war am 8. Oktober 2003.

Die Fa. Theo KREBS AG hat das gesamte Wissen bezüglich der Reinigungstechnologie sowie serienmäßig eingesetzte Baugruppen in einem Klima des gegenseitigen Vertrauens bereitgestellt. Die Umsetzung des Lastenheftes erfolgte durch die Fachhochschule, auch aufgrund der örtlichen Nähe, in enger Absprache. Die Konstruktionsunterlagen sind mit dem CAD-System ProE an der Fachhochschule Konstanz erstellt und das Funktionsmuster gemäß den CAD-Unterlagen mit Hilfe der hochschuleigenen Werkstatt angefertigt worden. Die Kosten für die Projekterstellung als auch für den Bau des Funktionsmusters hat die Fa. Theo KREBS AG übernommen, das Projekt hat keine öffentliche Förderung erfahren.

Die gesteckten Ziele ein kostengünstiges, mobiles Reinigungssystem zu entwickeln sind erreicht worden, das Projekt wurde erfolgreich abgeschlossen.

Kontakt:
 Fachhochschule Konstanz
 Institut für Angewandte Forschung
 Brauneggerstr. 55
 D - 78462 Konstanz

Tel. +49 [0]7531 206-325
 Fax +49 [0]7531 206-436
 e-Mail: burger@fh-konstanz.de
 www.forschung.fh-konstanz.de

<



Abb. 5: Funktionsmuster, Ansicht von oben

Studien- angebot

Bachelor-/Diplom-Studiengänge

- Angewandte Weltwirtschaftssprachen / Chinesisch
- Angewandte Weltwirtschaftssprachen / Indonesisch
- Architektur
- Bauingenieurwesen
- Betriebswirtschaftslehre
- Elektrotechnik und Informationstechnik
- Kommunikationsdesign
- Maschinenbau / Produktion
- Maschinenbau / Konstruktion und Entwicklung
- Maschinenbau / Verfahrenstechnik und Umwelttechnik
- Projekt-Ingenieur Elektro- und Informationstechnik
- Software-Engineering
- Technische Informatik
- Wirtschaftsinformatik
- Wirtschaftsingenieurwesen [Bau]
- Wirtschaftsingenieurwesen [Maschinenbau]

Master-Studiengänge

- Architektur
- Business Administration in Human Capital Management
- Business Information Technology
- Communication Systems Engineering
- Elektrische Systeme
- Ingenieurbau [Konstruktion, Wasser und Verkehr]
- Kommunikationsdesign
- Mechanical Engineering and International Sales Management
- Mechatronik



EIN BISSCHEN
METZELER STECKT
IN JEDEM TRAUM.

Kaum etwas fasziniert die Menschen so sehr wie die Mobilität. Eine Faszination, die Metzeler seit 140 Jahren mit immer neuem Leben erfüllt – auch wenn wir uns in Millionen von Automobilen eher im Hintergrund halten: Metzeler Automotive Profile Systems sind weltweit führend in Entwicklung und Herstellung von Karosserie-Dichtungssystemen und Fensterführungstechnologien. 34 Produktionsbetriebe in 13 Ländern beschäftigen mehr als

7.500 Mitarbeiter, unsere Wurzeln haben wir dabei aber nie verloren: Sitz der European Division von Metzeler Automotive ist Lindau am Bodensee. Mit über 1.000 Arbeitsplätzen allein im Werk Lindau gehören wir zu den großen Arbeitgebern der Region. Und damit das auch in Zukunft so bleibt, sind uns die Ingenieure von morgen heute schon herzlich willkommen. Dabei laden wir Sie ein, mit Praktikas, Studien- oder Diplomarbeiten wertvolle

Erfahrungen in einem erfolgreichen Weltunternehmen zu sammeln – und im Idealfall nach Ihrem Abschluss als Dipl.-Ing. mit uns gemeinsam in wegweisende Lösungen umzusetzen.

Wenn Sie Interesse haben, mit uns in Zukunft faszinierende Träume auf die Straße zu bringen, dann melden Sie sich noch heute via E-Mail bei: info@maps-eu.com oder im Internet unter www.metzeler-profiles.com

Experten

Auszug aus den Expertenprofilen nach jeweils eigenen Angaben

Architektur und Gestaltung

Prof. Peter Andermatt

Lehrgebiete: Grundlagen der Gestaltung, freies Zeichnen, Illustration
Forschungsgebiete: spezielle Illustrationsmethoden
Spezielles Fachwissen: Corporate Design, Plakatgestaltung, Buchgestaltung
Tel.: +49 [0]7531 50103

Prof. Dr.-Ing. Immo Boyken

Lehrgebiete: Architekturgeschichte, Architekturtheorie, Bauaufnahme und Entwerfen
Forschungsgebiete: Forschungen zur Entstehung der modernen Architektur
Spezielles Fachwissen: Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts, Bauaufnahme
Tel.: +49 [0]7531 206-199
e-Mail: boyken@fh-konstanz.de

Prof. Constantin Boytscheff

Lehrgebiete: Digitale Medien, Architekturdarstellung
Forschungsgebiete: Einsatz des Computers für die Planung, Integration von Umweltgesichtspunkten in die Planungstools, Erforschung und Entwicklung von Virtual-Reality-Systemen für die Planung, Virtuelle Welten und Interaktionen [3-D-Cave vorhanden]
Spezielles Fachwissen: Virtual-Reality-Systeme, Virtuelle Welten und Interaktionen
Tel.: +49 [0]7531 206-619
e-Mail: boytscheff@fh-konstanz.de

Prof. Cengiz Dicleli

Lehrgebiete: Tragkonstruktionen
Forschungsgebiete: Geschichte des Ingenieurbaus
Spezielles Fachwissen: Tragwerksentwurf
Tel.: +49 [0]7531 206-180
e-Mail: dicleli@fh-konstanz.de

Prof. Bernd Jahnke

Lehrgebiete: Grundlagen Kommunikations-Design, Corporate Communication, Marketing, Diplombetreuung
Forschungsgebiete: Corporate Communication
Spezielles Fachwissen: Corporate Design, Corporate Communication, Analyse und Bewertung von Kommunikationsmitteln und -medien, Messe- und Ausstellungswesen, Orientierungs- und Leitsysteme, Interaktive Systeme, Virtual Reality
Tel.: +49 [0]7531 206-850
e-Mail: jahnke@fh-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 206-188
e-Mail: jos.lenz@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Rolf Neddermann

Lehrgebiete: Baumanagement mit den Bereichen: Bauwirtschaft, Baubetrieb und -durchführung, Baukonstruktion
Spezielles Fachwissen: Baukostenplanung, kostengünstiger Wohnungsbau, Kosten- und Leistungsrechnung für Architekten und Ingenieure, Fachveröffentlichungen, Fortbildungen
Tel.: +49 [0]7531 206-688
e-Mail: nedderma@fh-konstanz.de

Prof. Stephan Romero

Lehrgebiete: Entwurf, Darstellung, Gestaltung
Spezielles Fachwissen: Gebäudeplanung, Stadtplanung, Objektplanung nach HOAI [alle Leistungsphasen]
Tel.: +49 [0]7531 206-196
e-Mail: romero@fh-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 206-183
e-Mail: leonhard.schenk@fh-konstanz.de

Prof. Horst Teppert

Lehrgebiete: Entwerfen und Baukonstruktion
Forschungsgebiete: Entwurfskonzepte für alle Gebäudetypologien, Konstruktion und Detail, Realisierung von Bauten
Spezielles Fachwissen: Kommunale Bauten [Schulen, Rathäuser, Bürgerhäuser, Frei- und Hallenbäder, Kirchliche Bauten], Bauten für die Industrie [Verwaltungsbauten und gewerbliche Bauten]
Tel.: +49 [0]7531 206-195
e-Mail: teppert@fh-konstanz.de

Bauingenieurwesen

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, Nicht lineare Berechnungen [Gesamtstabilität, Biegedrillknicken, Plattenbeulen], Transiente Einwirkungen

Tel.: +49 [0]7531 206-217

e-Mail: francke@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Hirschmann

Lehrgebiete: Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hydromechanik/Hydraulik, Ökologie und Raumplanung, Geo-Informationen-Systeme [GIS]

Forschungsgebiete: Ökologischer Gewässerausbau, Retention, Strömung in Gewässern und Rohrleitungen

Spezielles Fachwissen: Wasserwirtschaftliche Planung, Ökologischer Gewässerausbau, Wasser- und Baurecht einschl. Genehmigungsverfahren, Raumplanung, Hydraulik

Tel.: +49 [0]7531 206-219

e-Mail: hirschma@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Bernd Jödicke

Lehrgebiete: Physik, Lichttechnik

Forschungsgebiete: Lichttechnik / Beleuchtung [Tageslicht, Licht und Mensch, Messung von Licht]

Spezielles Fachwissen: Lichttechnik / Beleuchtung, Wärmeübertragungsmessung

Tel.: +49 [0]7531 206-345

e-Mail: joedicke@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Klaus-Peter Meßmer

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Baustatik

Forschungsgebiete: Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalenträgwerken

Spezielles Fachwissen: Nichtlineare Berechnung von Platten- und Schalenträgwerken

Tel.: +49 [0]7531 206-207, -212

e-Mail: messmerk@fh-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 206-224

Prof. Dr.-Ing. 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 Bausanie- rung bzw. im Bautenschutz

Tel.: +49 [0]7531 206-225

e-Mail: stuermer@fh-konstanz.de

Prof. Dieter Vormstein

Lehrgebiete: Mathematik für Elektrotechniker, Wirtschaftsmathematik, Physik

Forschungsgebiete: Mathematik für Ausländer

Tel.: +49 [0]7531 206-356, -360

e-Mail: vormstein@fh-konstanz.de



Prof. Dr. Horst Werkle

Lehrgebiete: Baustatik und Baudynamik, Bauinformatik

Forschungsgebiete: Finite-Element-Methode, Bauinformatik [Ingenieur-Informatik]

Spezielles Fachwissen: Finite-Element-Berechnungen, Baudynamische Berechnungen, Softwareentwicklung/CAD

Tel.: +49 [0]7531 206-164

e-Mail: werkle@fh-konstanz.de

Prof. Franz A. Zahn, Ph.D.

Lehrgebiete: Stahlbetonbau, Spannbetonbau, Betontechnologie

Forschungsgebiete: Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken

Spezielles Fachwissen: Spannbeton, Verbundbau, Erdbebensicherung von Bauwerken

Tel.: +49 [0]7531 206-216

e-Mail: fzahn@fh-konstanz.de

Prof. Eberhart Zoller

Lehrgebiete: Baubetrieb, Bauvertragswesen, Kalkulation, Projektsteuerung

Forschungsgebiete: Schalungssysteme im Baubetrieb, Patent zur Betonverschalung, Rationalisierung in der Bauwirtschaft, Auslandsbau

Spezielles Fachwissen: Bauprojektplanung, Bauprojektsteuerung, Bauprojektkontrollen, Bauschadensanalysen, Baugutachten, Bauvorlageberechtigung, Ausbildungsberechtigung, Ausführungsberechtigung von statischen und konstruktiven Unterlagen

Tel.: +49 [0]7531 206-221

e-Mail: zoller@fh-konstanz.de

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 Diagnose-systemen

Tel.: +49 [0]7531 206-239

e-Mail:

thomas.birkhoelzer@fh-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 206-368

e-Mail: fromm@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Manfred Gekeler

Lehrgebiete: Leistungselektronik, Elektrische Antriebstechnik, Energiewandlung

Forschungsgebiete: Leistungselektronik, Power Factor Correction [PFC], Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control

Spezielles Fachwissen: Leistungselektronik, Power Factor Correction [PFC], Solarwechselrichter, Soft Switching, Vector Control, Stromrichter, Frequenzumrichter, Stromversorgungen, Schaltnetzteile [SMPS], Permanentmagnet-Motoren

Tel.: +49 [0]7531 206-220, -258

e-Mail: gekeler@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Matthias Gollor

Lehrgebiete: Raumfahrttelektronik, Elektronik, Hochspannungstechnik, Projektmanagement, Elektrotechnik

Forschungsgebiete: Elektronische Systeme für Raumfahrtanwendungen, Hochspannungs- und Hochleistungssysteme (insbesondere auch für Raumfahrt)

Spezielles Fachwissen: Elektronik und Systeme der Raumfahrt, Hochspannungsimpulstechnik

Tel.: +49 [0]7531 206-271

e-Mail: gollor@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Werner Kleinhempel

Lehrgebiete: Signalverarbeitung, Simulation, Rechnergestützter Schaltungsentwurf

Forschungsgebiete: Entwurf, Konzeption und Simulation von nachrichtentechnischen Systemen, Entwicklung von Verfahren der digitalen Signalverarbeitung [Filteralgorithmen, Verfahren zur Spektralanalyse, Multiraten-Signalverarbeitung], Entwurf und Realisierung digitaler Filter

Spezielles Fachwissen: Entwurf, Konzeption und Realisierung der digitalen Signalverarbeitungskomponenten von Funksystemen und von Radarsystemen

Tel.: +49 [0]7531 206-260

e-Mail: wkl@fh-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 206-269

e-Mail: kremer@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Richard Leiner

Lehrgebiete: Mikrocontroller, CAE [analog]

Forschungsgebiete: Steuerung, Regelung über Internet, "Virtuelle Labors", Fernlehre, Telematik

Spezielles Fachwissen: CAE [analog], Filterentwicklung [analog], Steuerung, Regelung mit Mikrocontroller, "Virtuelle Labors"

Tel.: +49 [0]7531 206-244

e-Mail: leiner@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin

Lehrgebiete: Werkstoffe der Elektrotechnik, Elektrische Messtechnik, Erneuerbare Energiesysteme

Forschungsgebiete: Multivalente Energiesysteme zur Strom- und Wärmeversorgung, Optimierung der Betriebsführung [Energiemanagement], Integrale Systemplanung für die Energieversorgung [Integration nachhaltiger Energieträger], Betriebswirtschaftliche Systemoptimierung, Solarantriebe für Wasserfahrzeuge

Spezielles Fachwissen: Solarelektrisch angetriebene Wasserfahrzeuge, Multivalente Energieversorgungsanlagen [Strom und Wärme], Energiemanagement in Energieversorgungsanlagen, Wirtschaftlichkeitsberechnung für Energieversorgungsanlagen, Entwicklung von Simulationssoftware für Energiesysteme

Tel.: +49 [0]7531 206-240, -248

e-Mail: schaffrin@fh-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 206-257

e-Mail: skupin@fh-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 206-510, -112
e-Mail: gvoigt@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Klaus Weigelt

Lehrgebiete: Elektrische Maschinen, Kraftwerkstechnik

Spezielles Fachwissen: Entwicklung von Spezialmaschinen, Sondermaschinen, Kraftwerksgeneratoren, Schaden- und Fehleranalysen, FE-Berechnungen [mechanisch, thermisch, magnetisch, elektrisch], Entwicklung von Anlagenmonitoringsystemen

Tel.: +49 [0]7531 206-245
e-Mail: weigelt@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Roland Weischedel

Lehrgebiete: Regelungstechnik, Sensoren und Aktoren

Spezielles Fachwissen: Analyse, Identifikation und Simulation dynamischer Systeme, Fuzzy-Regelung

Tel.: +49 [0]7531 206-266
e-Mail: weischedel@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Werner Wolff

Lehrgebiete: Grundlagen der Elektrotechnik, Übertragungstechnik, Datenübertragung, Optische Nachrichtensysteme

Tel.: +49 [0]7531 206-270
e-Mail: wolff@fh-konstanz.de

Informatik

Prof. Dr. Oliver Bittel

Lehrgebiete: Programmieretechnik, Algorithmen und Datenstrukturen, KI-Programmierung, Neuronale Netze und 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 und Fuzzy Logic in Navigationssystemen [GPS, Loran-C]

Tel.: +49 [0]7531 206-626
e-Mail: bittel@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Heiko von Drachenfels

Lehrgebiete: Software-Entwicklung, Programmieretechnik [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 Alllasten

Spezielles Fachwissen: verteilte Systeme, Software-Architektur, Software-Engineering, 10 Jahre Praxiserfahrung damit in der Postautomatisierung

Tel.: +49 [0]7531 206-643
e-Mail: drachenfels@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Wilhelm Erben

Lehrgebiete: Statistik, Logisches Programmieren, Genetische Algorithmen, Data Mining

Forschungsgebiete: (Meta-)Heuristiken für Optimierungsaufgaben, Evolutionäre Algorithmen

Spezielles Fachwissen: (Meta-)Heuristiken für Optimierungsaufgaben, Evolutionäre Algorithmen

Tel.: +49 [0]7531 206-507
e-Mail: erben@fh-konstanz.de

Prof. Dr. habil. Jürgen Garloff

Lehrgebiete: Analysis, Numerische Mathematik

Forschungsgebiete: Globale Optimierung, Wissenschaftliches Rechnen mit automatischer Ergebnisverifikation, Matrix-Analysis, Numerische Lineare Algebra, Robuste Stabilität

Spezielles Fachwissen: Rundungsfehlerkontrolle, Matrix-Analysis, Robuste Regelung, Polynomiale Gleichungs- und Ungleichungssysteme, restringierte globale Optimierung

Tel.: +49 [0]7531 206-597, -627
e-Mail: garloff@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Michael Grütz

Lehrgebiete: Betriebliche Systemanalyse / Systemplanung, Betriebliche Systemforschung / Operations Research / Logistik, Informationssysteme 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 206-398, -502
e-Mail: gruetz@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Klaus Hager

Lehrgebiete: Software-Entwicklung
Spezielles Fachwissen: Objektorientiertes Programmieren mit C++

Tel.: +49 [0]7531 206-150
e-Mail: hager@fh-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 206-508

e-Mail: hdstueck@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Eduard Klein

Lehrgebiete: Softwareentwicklung, objektorientierte Software, Internet-Software, C++/Java/PHP, Internet-Datenbanken

Forschungsgebiete: Visualisierung von Programmstrukturen, E-Learning

Spezielles Fachwissen: Kommerzielle Softwareentwicklung, Data Warehousing, Business Intelligence

Tel.: +49 [0]7531 206-512

e-Mail: klein@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Ralf Leibscher

Lehrgebiete: Rechner- und Systemarchitektur, Betriebssysteme, Rechnernetze, Verteilte Systeme

Forschungsgebiete: Verteilte Systeme, Internet-Anwendungen

Spezielles Fachwissen: CORBA, Enterprise Java Beans, SAP-SW-Technologie [BAPIs, SAP-Internet-Anwendungen, ALE]

Tel.: +49 [0]7531 206-657

e-Mail: leibscher@fh-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 206-509

e-Mail: martin@fh-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 206-648

e-Mail:

juegen.neuschwander@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Hans Albrecht Schmid

Lehrgebiete: Software-Engineering, objektorientiertes Software-Engineering, Benutzeroberflächen, Realzeitsysteme

Forschungsgebiete: Komponentearchitekturen, Frameworks und Entwurfsmuster für verteilte technische und Business-Softwaresysteme, Web-Anwendungen für E-Business

Spezielles Fachwissen: Komponentearchitekturen, Frameworks und Entwurfsmuster für verteilte technische und Business-Softwaresysteme, Web-Anwendungen für E-Business

Tel.: +49 [0]7531 206-631

e-Mail: schmidha@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Gert Voland

Lehrgebiete: Digitaltechnik, Digitale Schaltungsentwicklung, Elektronik, ASIC -Designmethodik

Forschungsgebiete: Designmethodik digitaler, analoger und gemischter integrierter Schaltungen

Spezielles Fachwissen: Entwurf FPGA basierter Schaltungen, Entwurf integrierter Schaltungen, Simulationssoftware für digitale, analoge und gemischte Systeme; Hochsprachen basierte Design Flows; Co-Autor: Handbuch der Electronic Design Automation, Hanser, 2001

Tel.: +49 [0]7531 206-644

e-Mail: voland@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Paul Wenzel

Lehrgebiete: Allgemeine BWL, Marketing, Betriebliche Softwareanwendungen, z.B. SAP-R/3, SAP-B1, Lexware-Fin., Navision-Fin.

Forschungsgebiete: E-Learningsysteme für BWL und Softwareanwendungen

Spezielles Fachwissen: Betriebliche Softwareanwendungen, z.B. SAP-R/3, SAP-B1, Lexware-Fin., Navision-Fin.

Tel.: +49 [0]7531 206-506

e-Mail: wenzel@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Bernd Widmann**

Lehrgebiete: Kommunikationsnetze und Kommunikationsprotokolle [Vorlesungen Planung und Betrieb von Netzen, Nachrichtentechnik], Grundlagenvorlesungen Elektronik und Rechnerarchitektur [Hardware- und Systemgrundlagen]

Forschungsgebiete: Satellitengestützte IP-Netze, Architektur von Datennetzen
Spezielles Fachwissen: Entwicklung von Routern und Gateways, Auslegung von Datennetzen [Network Engineering], Satellitenkommunikationsnetze; Netzmanagement

Tel.: +49 [0]7531 206-647

e-Mail: widmann@fh-konstanz.de

Maschinenbau

Prof. Dr. Helmut Altmann

Lehrgebiete: Kinematik, Kinetik, Schwingungslehre, Höhere Mechanik, FEM, Regelungstechnik

Forschungsgebiete: Auslegung von Regelkreisen für elektrische Antriebe, Simulation dynamischer Systeme

Spezielles Fachwissen: Flugregelung und Navigation, Trägheitssensorik, Auslegung von Regelkreisen, Simulationen

Tel.: +49 [0]7531 206-319

e-Mail: altmann@fh-konstanz.de

Prof. Hans-Peter Blank

Lehrgebiete: Mathematik, Qualitätsmanagement

Forschungsgebiete: Qualitätsmanagement [Einführung von QM-Systemen, EFQM-Modell / Malcolm-Baldrige-Assessment u.a., Werkzeuge wie DOE / FMEA+FTA / QFD u.a., Q-Richtlinien in der EU, z.B. Maschinenrichtlinie u.a.m.]

Spezielles Fachwissen: Systemanalysen zur Automatisierungstechnik, Vorbereitung von Zertifizierungen

Tel.: +49 [0]7531 206-288

e-Mail: blank@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Peter Blohm

Lehrgebiete: Konstruktionslehre

Forschungsgebiete: Anlagenbau, Walzwerkstechnik, Maschinenelemente

Spezielles Fachwissen: Blechbearbeitung, Blechschneiden, Anlagenbau

Tel.: +49 [0]7531 206-560

e-Mail: blohm@fh-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 206-277

e-Mail: domm@fh-konstanz.de

Prof. Dr. 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 206-344

e-Mail: durst@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Ludwig Eicher

Lehrgebiete: Thermodynamik, Wärmeübertragung, Strömungslehre

Spezielles Fachwissen: Klimatechnik, insbesondere Luftentfeuchtung und Wassermanagement, Thermalanalyse, Systems-Engineering im Raumfahrtbereich

Tel.: +49 [0]7531 206-282

e-Mail: eicher@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. 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 206-316

e-Mail: guempel@fh-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 206-593

e-Mail: hofacker@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Peter Kuchar

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Konstruktionslehre

Forschungsgebiete: Kommunalmaschinen, Fahrzeugbau, Zwei- und Dreiradfahrzeuge, Fahrradprüfungen und Fahrradkomponenten-Prüfungen nach DIN 79100-2

Spezielles Fachwissen: Kommunalmaschinen, Fahrzeugbau, Zwei- und Dreiradfahrzeuge, Fahrradprüfungen und Fahrradkomponenten-Prüfungen nach DIN 79100-2

Tel.: +49 [0]7531 206-321

e-Mail: kuchar@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Burkhard Lege

Lehrgebiete: Konstruktionslehre, Maschinenelemente, CAD

Forschungsgebiete: Schienenfahrzeugtechnik [im Aufbau]

Spezielles Fachwissen: Schienenfahrzeugtechnik, Automatisierung von Schienenfahrzeugen, Lokomotivbau, Fahrwerksberechnung, internationale Zulassungsanforderungen für Schienenfahrzeuge

Tel.: +49 [0]7531 206-309

e-Mail: lege@fh-konstanz.de



Prof. Dr. Christian Liess

Lehrgebiete: Strömungslehre, Strömungsmaschinen [inkompressibel]

Forschungsgebiete: Strömungsprobleme [experimentell und CFD-Simulation], Nachlaufwirbel, Ventilatorentwicklung

Spezielles Fachwissen: Strömungsangeregte Schwingungen, Wasserturbinen, Pumpen, Radialventilatoren

Tel.: +49 [0]7531 206-229

e-Mail: liess@fh-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 206-292

e-Mail: manz@fh-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 206-290, -276

e-Mail: roland.naegele@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Antonius Sax

Lehrgebiete: Konstruktion / Konstruktionslehre, Werkzeugmaschinen

Spezielles Fachwissen: Verzahnungen / Getriebe

Tel.: +49 [0]7531 206-279

e-Mail: sax@fh-konstanz.de

**Prof. Dr. Dieter Schaal**

Lehrgebiete: Physik, Programmierertechnik

Spezielles Fachwissen: UNIX-Betriebssysteme

Tel.: +49 [0]7531 206-598, -452, -348

e-Mail: schaal@fh-konstanz.de

Prof. Eberhard Schiller

Lehrgebiete: Technische Mechanik, Statik, Methode der finiten Elemente

Spezielles Fachwissen: Statik, "Festigkeit", Methode der finiten Elemente

Tel.: +49 [0]7531 206-280

e-Mail: schiller@fh-konstanz.de

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner

Lehrgebiete: Verbrennungsmotoren, Kraft- und Arbeitsmaschinen, Mathematik

Forschungsgebiete: Biodiesel auf dem Bodensee, Gasmotoren auf dem Bodensee, Motordiagnose, Motorsimulation

Spezielles Fachwissen: Motorsimulation, Motordiagnose, Verbrennungsentwicklung, Common-Rail

Tel.: +49 [0]7531 206-307

e-Mail: schreiner@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Dieter Schwechten

Lehrgebiete: Konstruktionslehre, Apparatebau, CAD, Mechanik, Technisches Zeichnen

Spezielles Fachwissen: Feststoffverfahrenstechnik, insbes. Mahlen und Sichten; Herstellung, Veredelung und Analyse feiner und feinsten Partikel [trocken, nass]; Sortiertechnik und Aufbereitung, Recycling; Konstruktion verfahrenstechnischer Apparate, insbesondere Pharma und lebensmittelgerechtes Design; On-line-Partikelmess-technik zur Steuerung und Regelung von Mahl- und Sichtenanlagen; Probenahme [kontinuierlich / diskontinuierlich], auch pneumatisch zur On-line-Analyse

Tel.: +49 [0]7531 206-535

e-Mail: schwechten@fh-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 206-283

e-Mail: willige@fh-konstanz.de

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 206-426

e-Mail: bakker@fh-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 206-251

e-Mail: beutel@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Jochen Benz

Lehrgebiete: Logistik [insbes. 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 206-125

e-Mail: benz@fh-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 206-396

e-Mail: franklin@fh-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 206-341

e-Mail:

michael.hadamitzky@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Konstantin Hassemer

Lehrgebiete: Internationales Management, Supply Chain Management, Strategie und Kultur

Forschungsgebiete: Strategie und Kultur, Supply Chain Management in developing economies

Spezielles Fachwissen: Internationales Marketing, Beschaffungsmanagement

Tel.: +49 [0]7531 206-331

e-Mail: hassemer@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Klaus Kohlöffel

Lehrgebiete: Strategische Planung

Spezielles Fachwissen: Strategisches Management, Internationale Strategieentwicklung, Coaching von Führungskräften

Tel.: +49 [0]7531 206-407

e-Mail: kohl@fh-konstanz.de

Prof. Christian Krekeler

Lehrgebiete: Deutsch als Fremdsprache, Fachsprache der Wirtschaft für Studierende des Studienkollegs

Forschungsgebiete: Fremdsprachenunterricht, Computereinsatz im Fremdsprachenunterricht, Sprachtests

Spezielles Fachwissen: Lehrerfortbildungen in der Moderationsmethode

Tel.: +49 [0]7531 206-395

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 206-550

e-Mail: akroener@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Bernd Richter

Lehrgebiete: Allgemeine BWL, Organisation und Führung, Kommunikation

Spezielles Fachwissen: Führung, Personal, Kommunikation

Tel.: +49 [0]7531 206-333

e-Mail: bwl@fh-konstanz.de

Prof. Dr. Jan-Dirk Rosche

Lehrgebiete: Veranstaltungen im Themenbereich Personal, Organisation, Führung, Projekt-, Team- und Selbst-Management, Inhouse- und Outdoor-Veranstaltungen

Forschungsgebiete: Unternehmerisch orientierte Humancapital-, Leadership- und Organisationsentwicklung und -beratung, Orientierungs-/Assessment-Center, Life- und 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 206-403

e-Mail: rosche@fh-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 206-338

e-Mail: schiffel@fh-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, insbesondere 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 Niedrigsteuergebieten [CH]

Tel.: +49 [0]7531 206-405

e-Mail: volz@fh-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 Integritätsmanagement [aktuelles Projekt: USA/Deutschland - Vergleich zum Wertemanagement 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 Deutschen Gesellschaft für 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 Rotenburg-Stuttgart]; u.a.

Tel.: +49 [0]7531 206-404

e-Mail: wieland@fh-konstanz.de

Prof. Dr. phil. Sharon Zaharka

Lehrgebiete: Wirtschaftsenglisch, Technisches Englisch, Interkulturelle Kommunikation, Landeskunde USA

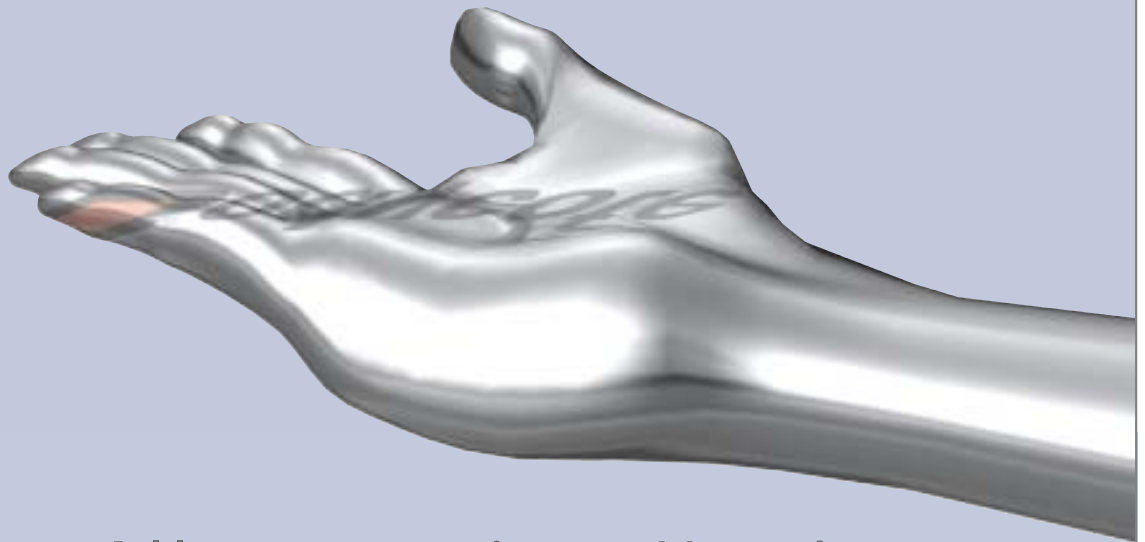
Forschungsgebiete: Fremdsprachendidaktik: Fachsprache Wirtschaft an Hochschulen; Interkulturelle Kommunikation

Spezielles Fachwissen: Fachsprache Wirtschaft, Interkulturelle Kommunikation bezogen auf USA

Tel.: +49 [0]7531 206-487

e-Mail: zaharka@fh-konstanz.de

Bodycote



Alles aus einer Hand

In der Central European Group bietet Bodycote eine Vielzahl von Dienstleistungen in den Bereichen:

- Wärmebehandlung und Fügechnik
- Materialprüfung

- Heiß-Isostatisch Pressen
- Beschichtung



Das Bodycote Netzwerk der Central European Group setzt sich aus 37 Betrieben zusammen, die in Deutschland, den Niederlanden, der Schweiz, Österreich, Liechtenstein, Tschechien und Ungarn rund 1.200 Mitarbeiter beschäftigen. Weltweit koordiniert die Zentrale in Macclesfield/England 240 Standorte in 21 Ländern.



Neben klassischen Wärmebehandlungsverfahren wie Härten (z.B. Einsatzhärten oder Vakuumwärmebehandlung) und Vakuum-Hochtemperaturlöten setzt Bodycote Verfahren wie **Corr-I-Dur®** und exklusiv das **Kolsterisieren®** ein.



Im Bereich Heiß-Isostatisches Pressen kommt das **Densal®**-Verfahren zum Einsatz. **Tribologische Schichten** und **CompCote®** ermöglichen neue Perspektiven beim Beschichten unterschiedlicher Werkstoffe in variablen Einsatzgebieten.

Das umfangreiche und exklusive Spektrum an Verfahren, ein flächendeckendes Netzwerk und nicht zuletzt die Kompetenz der Bodycote-Spezialisten machen die Dienstleistungen der Central European Group europaweit zu einem der qualitativ und ökonomisch hochwertigsten Produkte.

BODYCOTE **WÄRMEBEHANDLUNG** GMBH

Buchwiesen 6
73061 Ebersbach
Germany

Tel.: +49-7163-103-0
Fax: +49-7163-103-200
E-Mail: info@bodycote.de

<http://ceg.bodycote.com>

Architektur

Die Zeche Zollverein in Essen

Ein Beispiel für konstruktiven Denkmalschutz

von Prof. Cengiz Dicleli

Die Welterbekommission der UNESCO hat auf ihrer Sitzung am 14. Dezember 2001 die Zeche und die Kokerei Zollverein in Essen-Katernberg, die im Ruhrgebiet mit ihrem 55m hohen Doppelbock-Fördergerüst und ihren kubischen Tagebauten bekannt ist, in die Liste des Kultur- und Naturerbes der Welt aufgenommen [Abb. 1].

Die Zeche Zollverein, die 1847 in Betrieb genommen wurde, wurde nach dem 1834 von 18 deutschen Staaten gegründeten Zoll- und Handelsverein benannt. Um die Arbeitsabläufe bei den Tagesanlagen weiter zu rationali-



Abb. 1: Zollverein XII, Fördererturm

sieren, entschloss sich die Vereinigte Stahlwerke AG 1928 eine Zentralschachtanlage zu errichten. Die Förderung und Aufbereitung der Kohle sowie die Energieversorgung wurde somit im Zollverein XII konzentriert, wobei die Ein- und Ausfahrt und die Versorgung der Kumpel von den anderen Schachtanlagen übernommen wurde.

Martin Schupp [1896-1974] und Fritz Kremmer [1894-1945], die "Zollvereinarchitekten", haben diese Anlage von vorn herein als ein Gesamtkunstwerk angelegt und bei aller Funktionalität auch als ein repräsentatives Denkmal der Arbeit und der Industrialisierung geplant. Die von den Betriebsingenieuren vorgegebene Anordnung der Bauten und die einzelnen Funktionsabläufe wurden nach architektonischen Prinzipien der Achse und der Symmetrie geordnet und das Ensemble durch Grünflächen und Höfe strukturiert [Abb. 2]. Im Jahre 1932 wurden die Tagesanlagen und die Schachtförderung in Betrieb genommen. Insgesamt bestand das Areal aus einer Förderanlage, einer Kohlenwäsche, einem Feinkohlenverladeturm, einer Freiluft-Umspannanlage, einem Kesselhaus und mehreren Werkstätten. Fritz Schupp wurde später auch mit der Planung der Kokerei beauftragt. Die Kokerei Zollverein, die in den Jahren 1957 bis 1961 errichtet wurde, galt lange als modernste Kokerei Europas.

1986 wurde die Kohleförderung im Baufeld Zollverein eingestellt. Seitdem werden lediglich zwei Schächte für die zentrale Wasserversorgung weiter betrieben. Die Schachtanlage XII wurde unter Denkmalschutz gestellt und vom Land NRW angekauft. Seit 1998 koordiniert und organisiert die vom Land NRW und der Stadt Essen gegründete Stiftung Zollverein die Aktivitäten auf der Schachtanlage XII. Die



Prof. Cengiz Dicleli

geboren in Istanbul, Studium des Bauingenieurwesens an der TU Berlin, von 1970 bis 1975 Mitarbeiter im Ingenieurbüro für Bauwesen Prof. Polonyi in Berlin, von 1975 bis 1986 wiss. Mitarbeiter an der Universität Dortmund an den Lehrstühlen für Tragkonstruktionen und Stahlbau. Seit 1986 Professor für Tragkonstruktionen an der Fachhochschule Konstanz im Fachbereich Architektur und Gestaltung, zahlreiche Veröffentlichungen und Vorträge zur Geschichte des Ingenieurbaus und zur Geschichte der Gestaltung von Ingenieurbauten sowie zur Geschichte der Architektur in der Türkei.

gesamte Anlage wurde nach einem vorbildlichen Erhaltungsplan saniert. Insbesondere an den Fachwerkfassaden wurden alle korrosionsgeschädigten Träger und Pfosten erneuert, die Ausfachung mit Mauerwerk an schadhafte Stellen ersetzt bzw. ausgebessert. Seit Anfang der 90er Jahre haben sich auf Zollverein über zwanzig Institutionen aus Kunst, Kultur, Design und Neue Medien angesiedelt. Unter anderem zog das renommierte Designzentrum NRW in das vom Londoner Architekturbüro Foster umgebaute Kesselhaus ein. Im Turbinenhaus hat sich das Gourmetrestaurant "Casino Zollverein" etabliert, im Salzlager der Kokerei wurde die Installation von Ilja Kobakovs "Haus der Träume" installiert. In der großen Lesebandhalle, wo früher Gesteinsbrocken aus der Kohle gelesen wurden, finden heute Konzerte statt.



Abb. 2: Zollverein XII, Achse Schachthalle

Am 31. August 2002 wurde die Weltkulturerbeplakette feierlich überreicht. Auf Initiative der Stiftung Zollverein wurde das Gesamtwerk von Schupp und Kremmer 2002 in einer Ausstellung im Zollverein gewürdigt. Die Ausstellung ist in diesem Jahr im UNESCO Hauptquartier in Paris zu sehen.

Zollverein XII wurde zu einem Zeitpunkt errichtet, als der Stahlbau in Deutschland in einem starken Wandlungsprozess begriffen war. Etwa um 1930 wurde der Übergang von den Niet- zu Schweißkonstruktionen eingeleitet, und zwar auch bei dynamisch beanspruchten Tragelementen wie Brücken oder Fördergerüsten. Man ging dazu über, große und weitgespannte Träger nicht mehr aus einzelnen Stäben zu Fachwerken zusammen zu setzen sondern aus vollwandigen Blechen zu schweißen. Ebenfalls um diese Zeit wurden die Stahlqualitäten genormt und korrosionsträge Stahlsorten entwickelt. Alle diese Neuerungen finden in den Zollvereinsgebäuden ihren Niederschlag, was zusätzlich zur Bedeutung dieser bemerkenswerten Architektur beiträgt.

Für die Haltung von Schupp ist bezeichnend, dass er in Bezug auf die Ingenieure eine eher partnerschaftliche Haltung einnimmt. Seiner Meinung nach sollte der Architekt im Industriebau die künstlerische Fähigkeit haben, die Gegebenheiten in eine höhere Ordnung zu bringen. Sache des Architekten sei es, die vom Ingenieur in der Reihenfolge ihrer betrieblichen Funktion nebeneinander gestellten Bauten zusammen zu ordnen. Schupp versuchte nicht Dominanz auszuüben; er war eher bemüht, die Arbeit des Ingenieurs zu ergänzen und zu veredeln [1], [2].

Somit bestand auch bei der Planung der Schachtanlage Zollverein XII zwischen Architekten und Ingenieuren eine klare Arbeits- und Kompetenzteilung. Die technischen Anlagen wurden nach Maßgabe der von den Ingenieuren vorgegebenen Abläufe geordnet. Allen wurde dann eine gemeinsame Hülle -das "Eisenfachwerk"- überge-

stülpt. Was die tragende Konstruktion anbetrifft, ist die Einflussnahme der Architekten nur bei den von außen sichtbaren Konstruktionen, wie z.B. bei den Fördertürmen, nachhaltig spürbar, während die vom Eisenfachwerk umhüllten Tragkonstruktionen eher den ausführenden Firmen überlassen wurden.

Die Stahlfachwerkkonstruktionen, die für die Fassaden der Industriebauten gewählt wurden, waren keine Erfindung von Schupp und Kremmer. Diese wurden bereits sowohl in Deutschland als auch im Ausland mehrfach eingesetzt. Schupp und Kremmer zeichneten sich jedoch durch eine seltene Konsequenz aus, die Grenzen dieser Bauweise auszuloten und über Jahrzehnte hinweg ihre Gestalt zu perfektionieren.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts geht im Industriebau in Deutschland eine ganz entscheidende Veränderung vor. Mit der Umstellung vom Transmissionsbetrieb auf den elektrischen Einzelantrieb von Maschinen wird eine Neuorganisation der Arbeitsabläufe und der Fabrikationsbedingungen eingeleitet [3]. Die Kraft der Dampfmaschinen, die als Energiequelle dienen, musste bis dahin mit Hilfe von mechanischen Übertragungselementen wie Rädern, Wellen und Riemen bis an die einzelnen Maschinen herangeführt werden. Dies hatte zur Folge, dass die Decken- und Dachkonstruktionen auch diese Elemente mit aufnehmen mussten. Der Wegfall der Transmissionsaggregate hat unmittelbare Einwirkungen auch auf die Konstruktion und die Architektur der Industriebauten. Befreit von den dynamischen Lasten, muss das Tragwerk nicht mehr so massiv ausgelegt werden. Leichtere Stahlkonstruktionen führen zu höheren, helleren und geräumigeren Hallenbauten.

In den 20er und 30er Jahren des 20. Jahrhunderts werden viele Skelettbauten mit vorgehängten oder vorgestellten Fassaden aus Mauerwerk gebaut. Bei den meisten Skelettbauten aus dem ersten Viertel des Zwanzigsten Jahrhunderts wird die Tragkonstruktion

nach außen hin nicht gezeigt; sie wird durch vorgestellte Mauerwerks- und Glasfassaden umhüllt. Man kann vielfach nicht erkennen, dass es sich hier nicht um Massivbauten handelt. Oft wird die hinter dem Mauerwerk versteckte Skelettstruktur durch eine entsprechende Gliederung der Fassaden nach Außen angedeutet. Die besten Beispiele lassen sich in der "Siemensstadt" und bei den Bauten der AEG in Berlin studieren. Das mehrgeschossige "Kleinbauwerk" [für Schalter, Steckdosen und Fassungen] des Architekten Karl Janisch [Baubeginn 1905] besteht aus einem Stahlskelett mit aus [-Profilen zusammengesetzten und an der Fassade vollständig eingemauerten Rahmenstützen. Auch das Wernerwerk II von Karl Janisch und Hans Hertlein für die Fabrikation von Messinstrumenten [1916] und das Schaltwerkhochhaus [1916] [Abb. 3] sowie der 1928 fertig gestellte Wernerwerk-Hochbau von Hans Hertlein sind bekannte Beispiele dieser Gattung.



Abb.3: Siemens Schaltwerkhochhaus, Hans Hertlein, Baubeginn 1916, [Quelle: Maier-Leibnitz, Der Industriebau, Berlin 1932]

Gleichzeitig beginnt man verstärkt, ausgemauerte Fachwerkfassaden aus Stahl von außen sichtbar vor die tragende Stahlkonstruktion zu stellen; so wie bei dem Wasserturm von Pölzig in Posen 1911 [Abb. 4] und ebenfalls im gleichen Jahr bei der Porzellanfabrik von Peter Behrens in Henningsdorf. Die Verwandtschaft mit den Fassaden der Übertagebauten von Schupp und Kremmer ist bei der Stoßstromprüfanlage von Hans Hertlein aus dem Jahre 1927 am deutlichsten zu erkennen [Abb. 5].



Abb. 4: Wasserturm in Posen, Pölzig 1911



Abb. 5: Siemens Stoßstromprüfanlage, Hertlein 1927 [Quelle: Maier-Leibnitz]



Abb. 6: Zeche Zollern 2 in Dortmund Bövinghausen, 1902. [Quelle: Archiv Diceli]

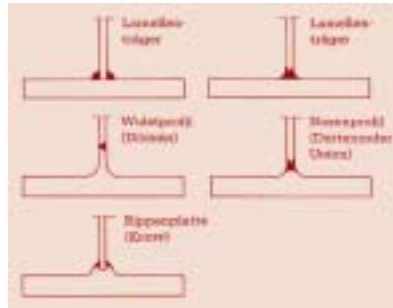


Abb. 7: Gurtprofile für Schweißträger [Quelle: Maier-Leibnitz]



Abb. 8: Isometrische Darstellung der Anlage Zollverein 12 [Quelle: DER BAUINGENIEUR, 1932, Heft 21/22, S. 297]

Ein Bauwerk in Dortmund Bövinghausen sticht in diesem Zusammenhang ganz besonders hervor: Die Maschinenhalle der Zeche Zollern 2, das Werk des Architekten Bruno Möhring und des Bauingenieurs Reinhold Krohn [Abb. 6]. Bei dem 1902 fertig gestellten Bauwerk, dessen stählerne Tragkonstruktion zum Teil noch Jugendstilverzierungen aufweist, liegt die Ausmauerung in der Ebene der tragenden Konstruktion, die im Gegensatz zu den Zollverein Gebäuden dadurch innen und außen voll sichtbar bleibt. Die aussteifenden Diagonalstäbe, die sonst in die Konstruktionsachse gelegt werden, müssen wegen der Ausmauerung ebenfalls innen und außen angeordnet werden.

So wie man zu Beginn des Eisenbaus bereits bekannte Tragsysteme des Holzbaus eingesetzt hatte, werden für die Stahlverbindungen ebenfalls Verbindungsarten des Holzbaus und des Schmiedehandwerks gewählt: Niete, Schrauben, Feuerverschweißung, Keile und Klemmen. Hat man sich bei guss-

eisernen Konstruktionen wegen der Sprödigkeit des Materials für Schraubverbindungen entschieden, so setzen sich mit der Zunahme von Walzprofilen Nietverbindungen, später Schweißverbindungen durch.

Die ersten I-Profile werden in Deutschland um 1858 gewalzt. 1880 kommt das "Deutsche Normalprofilbuch" für Walzeisen heraus [T, [und]- Formen]. Bereits 1876 werden auf der Pariser Weltausstellung 1,0 m hohe Walzträger vorgestellt. Profile mit größeren Höhen können durch Schrauben, Niete oder Schweißen aus Blechen und]- Profilen zusammengestellt werden. Beim Zusammenschweißen von Gurt- und Stegblechen von I-Profilen treten jedoch Probleme auf. Die Bleche verformen sich infolge ungleichmäßiger Erwärmung und es entstehen so genannte "Schrumpfspannungen". Damit beim Schweißen die Stegbleche genau mittig auf den Gurtblechen sitzen und die Schweißnaht etwas Abstand vom Gurtblech hat, entwickeln die Stahlbauunternehmen verschiedene Lösungen: Die "Nasenprofile" der Firma Dortmunder Union, die "Wulstprofile" von Dörnen und die "Rippenplatten" von Krupp [Abb. 7]. Solche Profile werden selbstverständlich auch bei den Zechenbauten eingesetzt.

Die technischen Anlagen der Zechenbauten werden nach Maßgabe der von den Ingenieuren vorgegebenen Abläufe geordnet, dabei bleibt der Inhalt der einzelnen Gebäude unangetastet. Allen Anlagen wird dann eine gemeinsame Hülle - das "Eisenfachwerk"-übergestülpt [4]. Was die tragende Konstruktion anbelangt, ist die Einflussnahme von Schupp und Kremmer nur bei den von außen sichtbaren Konstruktionen, wie z.B. bei den Fördertürmen, nachhaltig spürbar, während die vom "Eisenfachwerk" umhüllten Tragkonstruktionen eher den ausführenden Firmen überlassen werden [Abb. 8].

Die stählernen Fachwerkfassaden, die von Schupp und Kremmer eingesetzt werden, müssen außer ihrem Eigengewicht und den horizontalen Windla-

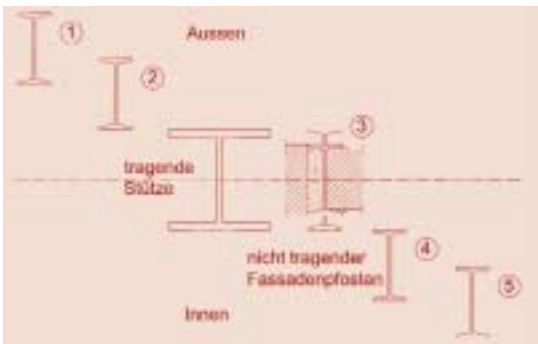


Abb. 9: Möglichkeiten der Anordnung der nichttragenden Fachwerkfassaden in Bezug auf die tragende Konstruktion [Dicleli]



Abb. 10: Korrosionsschaden bei nichtbündiger Ausführung von Stahlprofil und Mauerwerk bei Fachwerk-wänden.
[Archiv Dicleli: Zollverein XII, Halle 8: Kompressorenhaus, Aufn. Mai 2002]

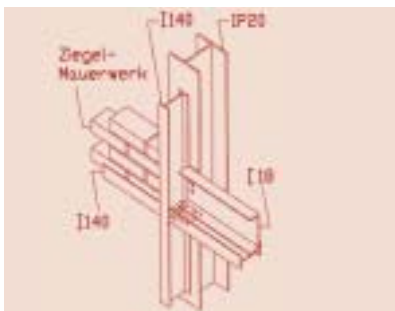


Abb. 11: Typisches Fassadendetail beim Zollverein XII
[Quelle: Dicleli n. Zoepke]

sten keine anderen Gebäudelasten übernehmen. Sie bestehen lediglich aus einer Umrahmung aus I- oder]-Profilen, die mit Mauerwerk, Verglasung oder geeigneten Plattenwerkstoffen ausgefüllt ["ausgefacht"] sind [Abb. 9]. Die Größe der einzelnen Felder der Ausfachtung wird durch die Intensität der Windbelastung begrenzt.

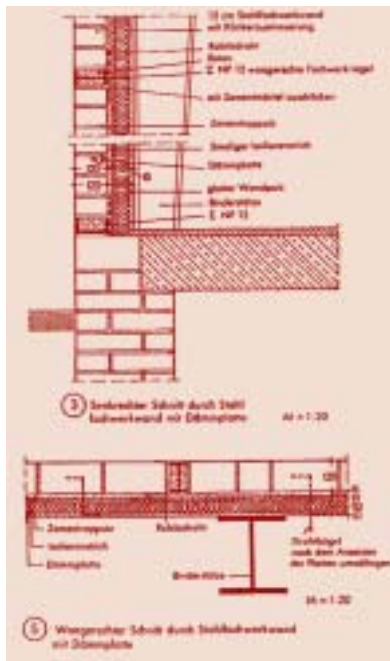


Abb. 12: Vertikal- und Horizontalschnitt durch Stahlfachwerkwand mit Dämmplatte, Schupp [Quelle: Henn, Walter, Bauten der Industrie, Bd. 2, München 1955]

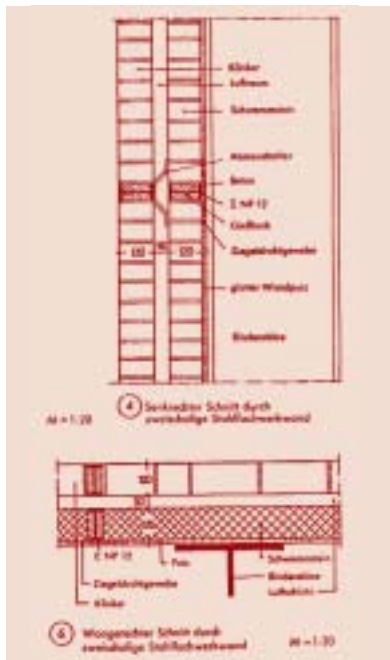


Abb. 13: Vertikal- und Horizontalschnitt durch zweischalige Stahlfachwerk-wand, Schupp [Quelle: ebd.]

Bei größeren Höhen wird die Ausfachtung wegen der Zunahme des Winddrucks mit zusätzlichen Bewehrungsstäben in den Fugen verstärkt. Die Ausmauerung besteht ursprünglich aus 12 cm starken Ziegeln, die in 14 cm hohe

[- oder -Profile eingelegt werden; eine damals allgemein übliche Lösung, die auch einige Nachteile hat. Im Bergsenkungsgebiet sind Risse im Mörtelbett nicht zu vermeiden [5], wodurch Wasser leicht in die Kammer der Stahlprofile eindringen kann [Abb. 10]. Die erheblichen Korrosionsschäden führen zu einer Korrektur dieser Ausführung. Man wählt später 12 cm hohe Profile, füllt deren Kammer mit Mörtel aus und kann so die Ziegelausfachtung bündig ausführen [Abb. 11,12,13]. Das "Eisenfachwerk" kann weitgehend unabhängig vom Raster des jeweiligen Tragsystems vor oder in die Ebene der Tragstruktur gestellt oder gehängt werden und kann dadurch den inneren betrieblichen Erfordernissen gut angepasst werden, da man diese Felder je nach Bedarf offen lassen, ganz oder teilweise verglasen, mit Wärmedämmung versehen bzw. auch zweischalig ausführen kann. Schupp bleibt diesem Prinzip fast 30 Jahre lang treu, bis in den 60er Jahren Trapezbleche, großformatige Platten und Sandwichelemente als Dach- und Fassadenabdeckung sich auf dem Markt durchsetzen. Die gesamte Schachthanlage Zollverein XII ist überwiegend in Flusstahl 37 erbaut. Lediglich für die stärker korrosionsgefährdeten Teile, wie z.B. das Fördergerüst und die Verbindungsbrücken, wird der so genannte "Patina-stahl" St 37 mit 0,35% Kupferzusatz verwendet. Für das untere Gestell der Wäsche und des Feinkohlenturmes werden bis zu einer Höhe von 17,30 m Stahlbetonrahmen gewählt, weil man noch der Meinung ist, dass für diese extrem hoch belasteten Bauteile die Verwendung von Stahl zu riskant sei. Für die Hallen sieht man Zwei- und Dreigelenkrahmen vor [Abb. 14]. Das Dach und die Zwischenböden werden massiv ausgeführt. Diese Scheiben leiten die Windlasten auf die verschiedenen Rahmen und Windverbände ab. Sämtliche Transportbrücken werden wegen den zu erwartenden Bodensenkungen statisch bestimmt als Balken auf zwei Stützen mit je einem festen und einem beweglichen Lager ausgebildet. Für die unteren Teile der Ecktürme werden geschweißte Rahmen gewählt [Abb. 15].

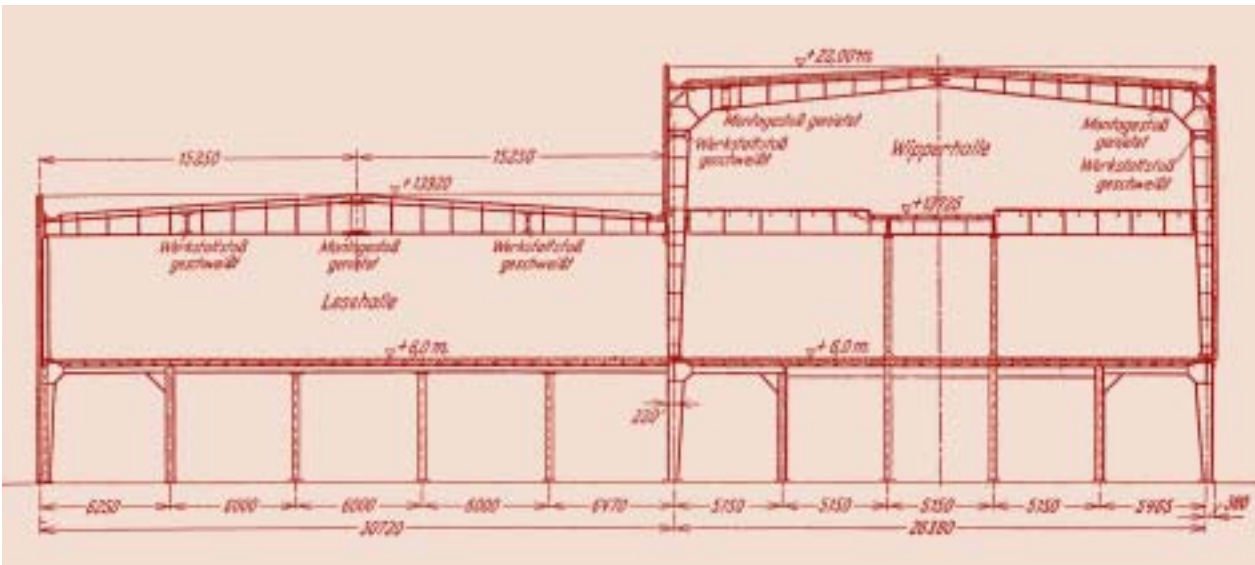


Abb. 14: Die Tragkonstruktion der Wipperhalle, Zollverein XII [Zoepke]



Abb. 15: Der untere Rahmenteil des Eckturms [Archiv Dicleli]

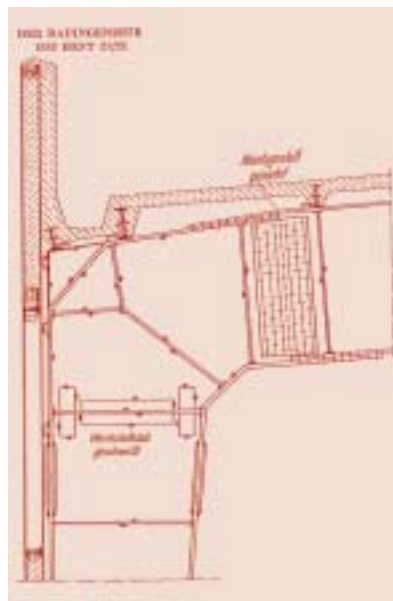


Abb. 16: Geschweißte Rahmenecke mit genietetem Montagestoß [Zoepke]

Obwohl die großen Rahmenkonstruktionen mit bis zu 110 cm hohen Riegeln ursprünglich als genietete Konstruktionen konzipiert werden, entscheidet man sich aus wirtschaftlichen Erwägungen [Gewichtersparnis] doch für eine geschweißte Konstruktion. Dipl.-Ing. Zoepke, der bei der Konzeption und Durchführung maßgeblich beteiligt war, vermutet, dass sie die größte Schweißkonstruktion ist, die bis dahin in Europa ausgeführt worden ist [6]. Die einzelnen Teile werden in der Werkstatt in transportablen Größen zusammengeschweißt und auf der Baustelle nach dem Zusammenbau

genietet [Abb. 16]. Nur die Rahmen des Kohleckturms werden verschraubt. Bei dem Fördergerüst traut man sich wegen der dynamischen Lasten doch noch nicht, es ganz zu schweißen. Zoepke berichtet, dass nach Abschluss der im Gang befindlichen Untersuchungen die Zeit nicht mehr fern sei, wo man auch die Fördergerüste geschweißt ausführen wird.

Die Stahlkonstruktion wird von den Werken Dortmunder Union und Wanheim der Vereinigte Stahlwerke A.G. geliefert und montiert. Die Schweißar-

beiten führt die Gesellschaft für Elektroschweißung m.b.H. Dortmund aus.

Literatur

- [1] Schupp, Fritz: Architekt gegen oder und Ingenieur. Berlin 1929.
- [2] Schupp, Fritz: Architekt und Ingenieur im Industriebau, Berlin 1933.
- [3] Rogge, Henning: Fabrikwelt um die Jahrhundertwende, Köln 1983.
- [4] Schupp [1], S.22.
- [5] Busch, Wilhelm: Stahlfachwerkarbeit, der Beitrag des Bergbaus zur modernen Architektur. In Biecker, Johannes und Buschmann, Walter: Bergbauarchitektur, Bochum 1986, S. 115-134.
- [6] Zoepke: Geschweißte Konstruktionen bei den Übertagebauten einer Großschachtanlage. DER BAUINGENIEUR 21/22 (1932), S.297 ff. <

Traditionelle Architektur in Togo als Beispiel für klimagerechtes Bauen in den Tropen

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Lauber



**Prof. Dr.-Ing.
Wolfgang Lauber**

lehrt im Studiengang Architektur und Gestaltung der Fachhochschule Konstanz.

Spezialgebiet: Architektur der Tropen. Seine Forschungsarbeiten befassen sich mit traditioneller und deutscher Kolonialarchitektur in Westafrika sowie mit "klimagerechtem Bauen in der Dritten Welt".

Stolz überragt das "Hotel du 2. Février" alle anderen Gebäude der togoischen Hauptstadt Lomé. Das Prestigeobjekt aus den achtziger Jahren ist Zeugnis für den damaligen Eifer, den Anschluss an die globale Welt zu erreichen – offenbar bedenkenlos. Denn was im gemäßigten Klima Europas noch sinnvoll sein mag, wird im tropischen Klima zur energiepolitischen Katastrophe: Die Klimaanlage des 22-stöckigen vollverglasten Hochhauses, das auch noch falsch zur aufheizenden Abend- und Morgensonne ausgerichtet ist, verschlingt heute knapp 16 Prozent des Strombedarfs der Millionenstadt Lomé.

Solchen Bausünden begegnete ich immer wieder auf meinen Studienreisen in der Dritten Welt der Tropen. Deshalb befasste ich mich schon Jahrzehnte lang mit traditionellen Bauweisen in verschiedenen afrikanischen Staaten, die für mich beispielhaft sind für eine klimagerechte und menschenwürdige Architektur. In mehreren Büchern wurden die Ergebnisse meiner Forschungsarbeiten veröffentlicht. Nach Arbeiten über die traditionelle Architektur in Kamerun und Mali

sowie über die traditionelle deutsche Kolonialarchitektur in Afrika erscheint nun eine weitere Untersuchung über die traditionelle Architektur Togos in einem neuen Lehrbuch mit dem Titel "Tropical architecture".

Das Forschungsprojekt über diese traditionelle Architektur wurde von der DFG als eines der wenigen Architekturprojekte an deutschen Hochschulen genehmigt. In Zusammenarbeit mit der EAMAU Universität in Lomé wurde das Projekt mit der Feldforschungsphase im November 2003 begonnen. Elf Studenten unserer Hochschule und fünf togoische Studenten haben unter meiner Leitung die wichtigsten Beispiele aufgemessen und analysiert.

Die traditionelle Architektur Togos ist auf Grund ihrer geographischen Ausdehnung vom feuchtheißen Klimaraum der Küste bis zum trockenheißen Klimaraum der Savanne im Norden für ihre Auseinandersetzung mit dem Klima beispielhaft.

Die Forschungszusammenarbeit mit der EAMAU in Lomé hat wesentliche Aspekte des wissenschaftlichen Dialoges zwischen den beiden Hochschulpartnern eröffnet.

Inhalt der Untersuchung sollen die Zusammenhänge zwischen Klima und Bautypologie, Siedlungsform und Gesellschaft, Baustoff, Konstruktion und architektonischer Form sein im Sinne eines Vorbildes für eine neue klimagerechte nachhaltige Architektur in den afrikanischen Tropen, angesichts einer Vielfalt negativer Beispiele des heutigen Bauens in den tropischen Ländern der Dritten Welt im Sinne einer entwicklungspolitischen Maßnahme.

Die feuchtheiße Klimazone der afrikanischen Küstenländer am Beispiel Togo

Das Klima ist geprägt durch eine hohe Luftfeuchtigkeit und einem vorherrschend aus Südwest wehendem Seewind. Die Struktur der Siedlungen und der Bauten berücksichtigt diese Klimafaktoren durch Offenheit der Siedlungsform ähnlich den Siedlungen im feuchten Bergland von Kamerun.

Die Bauten sind offen konstruiert, oft nur mit einem isolierenden Grasdach gedeckt mit weiten überhängenden Dachtraufen als Schutz vor den stürmischen Sommerregen. Der Sichtschutz wird durch leichte luftdurchlässige Mattenwände gegeben, so dass die kühlende Seebrise die Räume belüften kann. Pflanzliche Baustoffe wie Bambusrohr, Grasmatten und





Das Beispiel einer Schule: Eine offene querbelüftete sonnengeschützte Versammlungshalle mit klimatisch richtiger Raumkonzeption und konstruktiv vorteilhafter Materialwahl für das isolierende grasgedeckte leichte Bambusdach



Eine Schule in traditioneller Holz- und Bambusbauweise und ein neues Entwicklungshilfeprojekt



Ein offener freistehender Küchenraum schafft angenehme Arbeitsbedingungen durch die Querlüftung und Abzug der Rauchgase durch die transparente leichte Sichtschutzwand aus gespaltenen Bambusstäben

Palmlattrispen ergeben leichte Raumhüllen die sich nicht in der Tageshitze aufheizen, sondern für behagliche Klimawerte in den Abendstunden sorgen.

Der Bau ist richtig Ost-West angesiedelt. Dadurch kann das leichte isolierende Grasdach, auf der Südseite weit abgehängt, den Aufenthaltsraum angenehm beschatten. Durch die offenen hohen Giebel durchlüftet der vorherrschende Ostwind den Schulraum. Im Gegensatz dazu ist die benachbarte neue Schule wohl konzeptionell richtig Ost-West gestellt, zeigt offene

Nord-Süd querbelüftete Klassenräume mit zu geringen verschattenden Dachüberständen. Jedoch ist die Konstruktion aus Beton und nicht isolierenden Sandzementsteinen zu bemängeln. Angesichts solcher benachbarter positiver und negativer gebauter Beispiele wird der "Verlust der Tradition", der Erfahrungen der anonymen Architektur gegenüber einer "offiziellen" Architektur besonders deutlich.

Die trockenheiße Klimazone der Savanne im Norden von Togo

Im Gegensatz zur feuchtheißen Küste bestimmt die Trockenheit das Klima, das nur in der kurzen Regenzeit der Sommermonate durch Gewitter mit starken Regenfällen unterbrochen wird. Aus dem wolkenlosen Himmel des Hochdruckgebietes am nördlichen Wendekreis erhitzt die Sonne die bewuchsarme Savannensteppe auf über 40° Grad, im Gegensatz dazu sind die Wintermonate sehr kalt, bedingt durch die nächtliche Abstrahlung in den blanken Himmel und die geringe Bodenfeuchtigkeit. Die traditionelle Architektur passt sich diesem extremen Klima an durch intelligente Bauformen, welche durch die Geschlossenheit der massiven Lehm-bauweise geprägt ist, mit ihrer isolierenden und durch die Masse speichernden Wirkung: Im Winter die Tageswärme für die Behaglichkeit der innenliegenden Wohn- und Schlafräume, im Sommer die Nachtkühle für die Wohnräume.

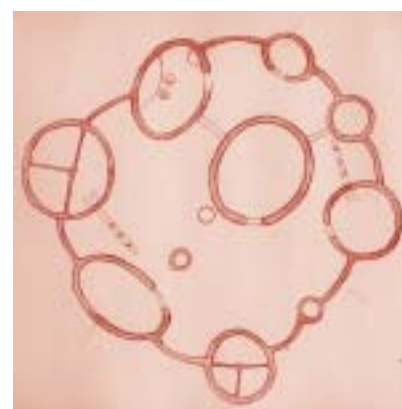
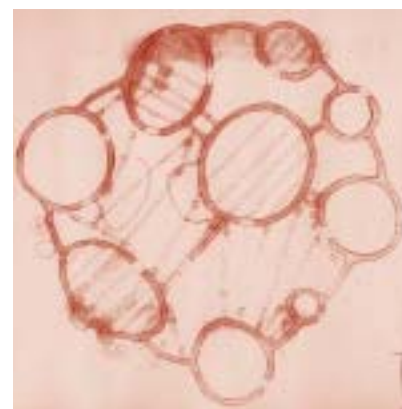
Besonders eindrucksvoll sind die Tatas der Tanberma. Die mehrgeschossigen Bauten sind in der wehrhaften abweisenden Form von Burgen errichtet, auf Pfeilwurfweite von den Nachbarn entfernt.

Dadurch konnten sich die Tanberma-Bauern in den alten Zeiten gemeinschaftlich verteidigen, wenn sie als geschätzte Sklaven von den nördlichen Reiterstämmen des heutigen Burkina Faso gejagt wurden.

Die Geschlossenheit der massiven Lehmaußenwand mit wenigen Belüftungsöffnungen und Pfeilauswurf-löchern, die gleichzeitig Licht ins Dämmer des Innenraumes bringen,



Eine traditionelle Tata mit ihrem hochliegenden Schlaf- und Speichergeschoss



Aufsicht auf eine Tatagruppe unterhalb des vor dem Ostwind schützenden Bergzuges



stellt eine hervorragende Klimakonzeption dar. Der Wohnraum im Erdgeschoss ist klimatisch geschützt durch die umgebenden "Pufferräume" der Schleuse des Eingangsfoyers, der Küchen und der Kleintierställe. Das darüberliegende Schlaf- und Speichergeschoss schützt isolierend die darunterliegende Wohnhalle ebenfalls und bietet mit den Schlafzellen auf der brüstungsumwehrten Dachterrasse einen geschützten Bereich für Frauen und Kinder, der im hochliegenden Obergeschoss durch den auch nachts ständigen Hochdruckwind aus Nordost behaglich gekühlt wird. Die Getreidespeicher mit Erdnüssen, Hirse und Mais sind raubgeschützt durch ihre Hochlage und die sie umgebenden bewachenden Schlafräume.

Die Rundformen aus dem mit Kalkriesel ausgesteiften Lehm, bedingt durch die Lage am Fuße eines abwitternden Kalksteinbergzuges, sind durch ihre Rundform im statischen Sinne schalenartig ausgesteift nach dem Prinzip der Eierschale, obwohl sie nur 15-18 cm dick aufgemauert werden. <



Grundriss Erdgeschoss / Obergeschoss und Schnitt einer Tata

Architektur

Kostenplanung

von Prof. Dr.-Ing. Rolf Neddermann

Pflicht und Kür

Die wirtschaftliche Krise der Bundesrepublik ist allgegenwärtiges Thema in den Medien. Allen voran befindet sich die deutsche Bauwirtschaft in ihrer bisher schwersten Krise und der schon seit 4 Jahren anhaltende Auftragsrückgang ist deutlich: In einem Jahr sind 93.000 Arbeitsplätze weggefallen und die Zahl der Wohnungsfertigstellungen sank um 32% von 423.000 Wohnungen im Jahr 2000 auf 289.000 Wohnungen im Jahr 2002. Die Baukosten werden als Mitverursacher immer häufiger genannt. Auch die Diskussion um die Novellierung der HOAI zielt in die Richtung, Maßnahmen zur Kostensicherheit Planungsaufgaben werden zu lassen. Die noch verbleibenden Bauaufgaben werden von SF-Unternehmen und in PPP-Modellen gebaut, da die Auftraggeber wenig Vertrauen in die Kostenaussagen der ArchitektInnen haben. Diesen Markt gilt es durch Kompetenz wieder zurück zu gewinnen.

Grundlagen

Eingangs möchte ich mit einigen Vorurteilen aufräumen.

- Kostenplanung ist nicht gleichbedeutend mit "billig bauen", sondern bedeutet, jederzeit zu wissen, wie viel die geplante Maßnahme kosten wird.
- ArchitektInnen "machen" keine Baupreise, sondern ermitteln sie.

- Baukosten lassen sich nicht steuern. Ferner umfasst eine ganzheitliche Kostenplanung mehr als nur die 9 Leistungsphasen der HOAI. Sie beginnt schon vor der Grundlagenermittlung mit der Projektvorbereitung und endet nicht mit dem Bezug des Gebäudes, da die Nutzungskosten einer Immobilie ein Vielfaches der Baukosten erreichen können. Der folgende Beitrag beschränkt sich jedoch auf die Herstellungskosten.

Einfluss auf die Kosten

Der Einfluss auf die Kosten nimmt im Planungs- und Bauverlauf sehr stark ab: Den größten Einfluss auf die Baukosten haben die Beteiligten in der Projektvorbereitung, da hier Entscheidungen über die Größe, Volumen des Projektes etc. gefällt werden. Im weiteren Bauverlauf lassen sich die Baukosten nur noch in abnehmendem Umfang beeinflussen. Eine effiziente Kostensteuerung wird deshalb immer versuchen, den Hebel in den frühen Leistungsphasen anzusetzen. Eine Steuerung der Kosten, die erst in der Werkplanung mit der Wahl der Materialien beginnt, wird keine nennenswerten Erfolge erzielen. Umgekehrt verhält sich der Geldfluss, der in der Vorbereitungsphase noch sehr gering ist und in Schritten ansteigt [Abb. 1].

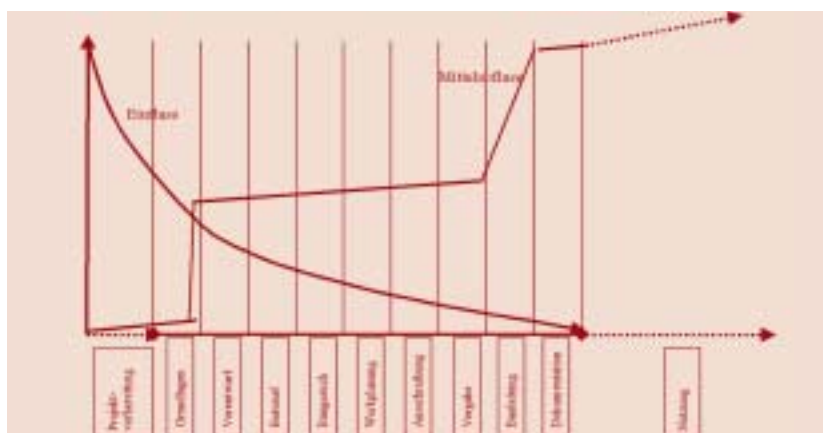


Abb. 1



**Prof. Dr.-Ing.
Rolf Neddermann**

freier Architekt, Regierungsbaumeister, Büro für Architektur und Baukostenplanung in Remshalden.

Nach dem Studium der Architektur an der Universität Stuttgart und einem anschließenden Baureferendariat beim Innenministerium Baden-Württemberg seit 1988 selbständig als freier Architekt. Schwerpunkte sind die kostensichere Altbaumodernisierung und der kostengünstige Wohnungsbau. 1993 Promotion über das Thema "Kostenermittlung von Bauerneuerungsmaßnahmen". Autor mehrerer Veröffentlichungen zum Thema Baukostenplanung. Professor im Studiengang Architektur im Fachgebiet Planungs- und Baumanagement an der Fachhochschule Konstanz.

Inhalte der Kostenermittlungen

Nach DIN 276 müssen alle Kostenermittlungen folgenden Inhalt haben:

- Aussage zu den Kosten aller Kostengruppen
 - Baubeschreibung
 - Kostenstand
 - Angabe zur Mehrwertsteuer
 - Datum der Kostenermittlung
 - Verweis auf die zugehörige Planung.
- Die DIN 276 gliedert die Kosten horizontal in 7 Kostengruppen und vertikal in 3 Ebenen, wodurch die in Abbildung 2 gezeigte Kostenstruktur entsteht. Abweichend von dieser Gliederung lässt sie aber auch ausführungsorientierte Gliederungen zu [Abb. 3].

Fehlerquellen

Im Planungsverlauf lauern auf die ArchitektInnen Fehlermöglichkeiten, die bei Kenntnis vermeidbar sind:

- Man erliegt dem Wunschdenken, die Kosten nieder halten zu können, um den Auftrag nicht zu gefährden oder den Bauherren nicht zu schockieren.
- Einzelne Kostenermittlungen werden nicht oder zu spät erstellt.
- Fehler in der Berechnung oder beim Kostenansatz.
- Fehlende Kostenfortschreibung. Im Falle einer Kostenüberschreitung werden die nachträglichen Sonderwünsche der Bauherren in den Topf der von den ArchitektInnen verursachten Kostenüberschreitung geworfen werden.
- Fehlende Beschreibung des Objektes und der Ansätze; die ArchitektInnen hatten einen einfachen Standard angesetzt, der Auftraggeber erwartet jedoch eine luxuriöse Ausführung.
- Einzelne Kostengruppen fehlen.
- Wie gewohnt wird mit Netto-Preisen gerechnet, der Bauherr geht von Brutto-Preisen aus. Fehler derzeit: 16%.
- Die ArchitektInnen erstellen ordnungsgemäß die Kostenermittlungen, informieren jedoch ihren Auftraggeber nicht.

Pflicht

Die HOAI verpflichtet die ArchitektInnen zu vier Kostenermittlungen im Planungs- und Bauverlauf. Diese Kosten-

Kostengruppe			Beschreibung
1.Ebene	2.Ebene	3.Ebene	
100			Grundstück
200			Herrichten
300			Baukonstruktion
	↳	310 ...	- Baugrube
	↳		311 ... - - Baugrube herstellen
400			Bautechnik
500			Außenanlagen
600			Ausstattung
700			Nebenkosten

Abb. 2

Kostengruppe			Beschreibung
1.Ebene	2.Ebene	3.Ebene	
100			Grundstück
200			Herrichten
300			Baukonstruktion
	↳	012 ...	- Maurerarbeiten
	↳		012.111 - - HIZ- Mauerwerk der Innenwand Steinart: HLz 12/1,6 Mörtelgruppe: II Wanddicke: 11,5 cm
400			Bautechnik
500			Außenanlagen
600			Ausstattung
700			Nebenkosten

Abb. 3

ermittlungen sind nach § 15 [2] HOAI als Grundleistungen definiert und werden von den Kommentatoren als zentrale Grundleistungen mit besonderer Wichtigkeit gesehen, wonach das Unterlassen einer Kostenermittlung rechtlich fatale Folgen hat. Die Kostenermittlungen sind im Einzelnen:

Die Kostenschätzung wird beschrieben als "überschlägige Ermittlung" der Baukosten. Sie ist unverrückbar der Leistungsphase 2 "Vorplanung – Projekt und Planungsvorbereitung" zugeordnet, weshalb eine Kostenschätzung, die erst mit dem Baugesuch vorgelegt wird, falsch ist. Grundlagen für die

Kostenschätzung sind:

- Ergebnisse der Vorplanung, ggf. auch Strichskizzen.
- Mengenberechnung von Bezugseinheiten der Kostengruppen wie Grundflächen oder Rauminhalte.
- Erläuternde Angaben, Baubeschreibung.
- Angaben zu Baugrundstück und Erschließung.

Die Kostenschätzung soll die Gesamtkosten nach Kostengruppen in der 1. Ebene enthalten und hat somit mindestens 7 Kostendaten [Abb. 2]. Die geforderte Baubeschreibung sollte dem Informationsstand des Vorentwurfs entsprechen, z.B.: "... Decken und Stahlbeton, Erd- und Obergeschoss Massivbauweise, Holzdachstuhl ...".

Die Kostenberechnung wird definiert als eine "angenäherte Ermittlung" der Kosten und ist unverrückbar an die Leistungsphase 3 "Entwurfsplanung" gebunden. Grundlagen für die Kostenberechnung sind:

- Planungsunterlagen, vollständige Entwurfs- oder Vorentwurfszeichnungen, ggf. Details.
- Mengenberechnung von Bezugseinheiten der Kostengruppen wie Bauteile etc.
- Beschreibungen, die für die Beurteilung und Berechnung der Kosten von Bedeutung sind.

Die Kostenberechnung soll die Gesamtkosten nach Kostengruppen bis zur 2. Ebene der Kostengliederung ermitteln und enthält 40 Einzelkostendaten. Die Baubeschreibung soll dem differenzierteren Informationsstand der Entwurfsphase entsprechen und könnte lauten: "... UG: Stahlbeton-Außenwände, Perimeterdämmung, Mauerwerk-Innenwände ...; EG: Außenwände aus Ziegelmauerwerk, Wärmedämmverbundsystem, Innenputz, usw. ...". Die Kostenberechnung kann alternativ auch nach Leistungsbereichen gegliedert werden, die dann formal der 2. Ebene der Kostengliederung entspricht [Abb. 3].

Der Kostenanschlag ist eine "möglichst genaue Ermittlung" der Kosten und nach HOAI in der Leistungsphase 7, der "Mitwirkung bei der Vergabe" zu

erstellen. Aufgrund seiner Position im Planungsverlauf kommt dem Kostenanschlag eine bedeutende Rolle zu, da er die letzte Kostenermittlung vor Baubeginn ist.

Grundlagen für den Kostenanschlag sind:

- die endgültigen, vollständigen Ausführungszeichnungen, Details etc.
- Berechnungen für Standsicherheit, Wärmeschutz etc.
- Mengenberechnung von Bezugseinheiten der Kostengruppen oder Leistungspositionen.
- Baubeschreibung und Erläuterungen zur Bauausführung und
- Zusammenstellung von Angeboten, Aufträgen und bereits entstandenen Kosten.

Der Kostenanschlag soll die Gesamtkosten nach Kostengruppen bis zur 3. Ebene der Kostengliederung erfassen, was 218 Einzeldaten entspricht. Alternativ können hier auch die Leistungspositionen der Ausschreibung in den einzelnen Gewerken aufgeführt sein, was dann formal der 3. Ebene der Kostengliederung entspricht. In Praxis wird der Kostenanschlag auf der Grundlage der Leistungspositionen erstellt. Sinn des Kostenanschlages ist es, vor Baubeginn [Leistungsphase 7] eine Kostenermittlung auf der Grundlage von "Angeboten, Aufträgen und bisher entstandenen Kosten" zu errechnen. Das bedeutet, dass alle Angebote vorliegen müssen und mit dem Bau noch nicht begonnen sein darf, denn nur so besteht die Möglichkeit zur Kostensteuerung und Korrektur.

Die Praxis sieht oft anders aus: Die Ausschreibung der Rohbauarbeiten wird als erstes erstellt, vergeben und mit dem Bau begonnen. Mit einem entsprechenden Vorlauf werden dann die weiteren Leistungsbereiche geschrieben und beauftragt. Dadurch wird der eigentliche Kostenanschlag nach DIN 276 unmöglich und jede Möglichkeit zur Kostensteuerung geht verloren, denn erst bei den letzten Gewerken wird festgestellt, dass die geplanten Baukosten überschritten werden. Eine Kostensteuerung greift dann nicht mehr, da die kostenintensivsten Leistungsbereiche vielleicht schon gebaut sind. Daher empfiehlt sich, den

Kostenanschlag vor Baubeginn mit Angebots- oder Auftragspreisen zu erstellen. Sollte dies aus exogenen Gründen nicht möglich sein, müssen andere, zusätzliche Kostenermittlungen den Verlust an Kostensicherheit kompensieren [vgl. Kür].

Die dem Kostenanschlag zugehörige Baubeschreibung entspricht dem Planungsstand und hat im Planungsverlauf den höchsten Detaillierungsgrad. Es ist i.a.R. die Leistungsbeschreibung der Leistungsverzeichnisse.

Die Kostenfeststellung hat keine Planungs- und Steuerungsfunktion und wird deshalb hier nicht weiter ausgeführt.

Kostenkontrolle und -steuerung: Die HOAI verpflichtet die ArchitektInnen neben den jeweiligen Kostenermittlungen auch zur Kostenkontrolle. Das heißt, dass z.B. das Ergebnis der Kostenberechnung mit dem der Kostenschätzung verglichen, dokumentiert und dem Auftraggeber vorgelegt werden muss. Ergeben sich Abweichungen, die der Auftraggeber nicht akzeptiert, müssen die Kosten gesteuert werden. Die Maßnahmen zur Kostensteuerung müssen dem jeweiligen Planungsstand entsprechen: Eine Kostenschätzung kann durch Korrekturen des Objektvolumens, eine Kostenberechnung durch Änderung der Konstruktion und Ausführungsarten und ein Kostenanschlag u.a. durch Änderung des Materials korrigiert werden.

Kür:

Kostenplanung im Vorplanungsstadium

Den frühen Leistungsphasen kommt bezüglich der Kostenplanung sehr große Bedeutung zu. Schon vor ersten Kostenaussagen lässt sich die Wirtschaftlichkeit eines Entwurfs anhand einiger Parameter mittels benchmarking überprüfen. Folgende Fragen können geprüft werden: Ist der zusätzliche Raum, ist die geforderte Größe notwendig, lassen sich Flächen verringern, wie groß sind sie bei vergleichbaren Projekten? Die Regelgröße ist in diesem Planungsstadium das Volumen, die Größe des Objektes.

Eine weitere Steuerungsmöglichkeit besteht in der Vorentwurfsphase, indem z.B. die Verhältniszahlen der Flächenarten beurteilt und mit anderen Objekten verglichen werden. Sinnvolle Parameter sind die Flächenwerte nach DIN 277 wie Hauptnutzflächen, Nebennutzflächen etc. Eine aussagekräftige Kennzahl ist z.B. das Verhältnis von Verkehrsflächen zu Nutzflächen oder Bruttorauminhalt zu Nutzfläche. In der Literatur [z.B. BKI-Baukosten, Kostenkennwerte für Gebäude] finden sich hierfür geeignete Vergleichsobjekte. Im Geschosswohnungsbau wäre ein Verhältnis von 35% Verkehrs- zu Nutzfläche ein Indiz, dass das geplante Objekt unwirtschaftlich ist, da bei vergleichbaren Gebäuden das Verhältnis zwischen 5% und 29% liegt.

Verbesserung der Kostenermittlungen durch "upgrade"

Wie bereits erwähnt, gibt die DIN 276 für jede Kostenermittlung eine entsprechende Tiefe der Kostengliederung vor: Kostenschätzung bis in die 1. Ebene der Kostengliederung mit 7 Einzelkostendaten, Kostenberechnung in die 2. Ebene mit 40 Einzeldaten und Kostenanschlag bis in die 3. Ebene mit 218 Einzeldaten.

Bekannt ist, dass die Sicherheit einer Kostenaussage mit der Anzahl der Einzelkostendaten steigt, weshalb versucht werden sollte, die Kosten über möglichst viele Einzeldaten zu ermitteln. Das erhöht die Sicherheit, jedoch auch den Aufwand. Eine Kostenschätzung, die die Kosten für die Kostengruppen Baukonstruktion und Bautechnik mit ein und demselben Kostenkennwert [z.B. m^3 Bruttorauminhalt] errechnet, birgt ein recht großes Fehlerpotenzial. Außerdem berücksichtigen globale Kostenkennwerte wie Bruttorauminhalt oder Bruttogrundfläche nicht die geometrischen Eigenarten des Entwurfes.

Mit geringem Mehraufwand können Kostenschätzungen in die 2. Ebene der Kostengliederung vertieft werden, und die Kosten für das Bauwerk nach Bauteilen errechnet werden. Allein eine Vertiefung der Kostengruppen Baukonstruktion und Bautechnik in die 2.

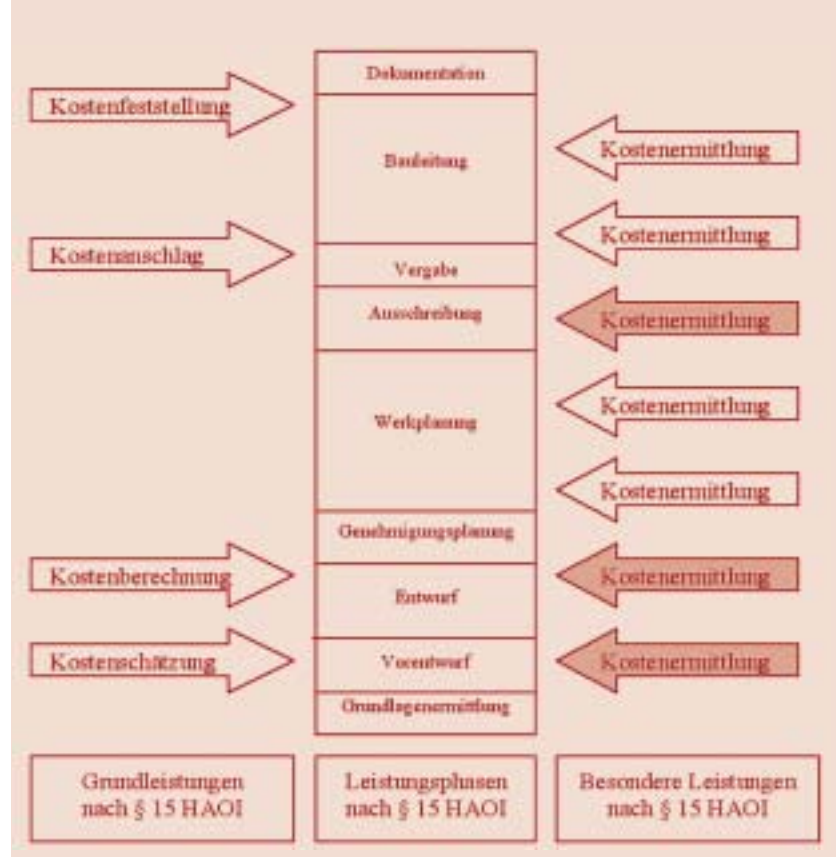


Abb. 4

Ebene ergibt insgesamt 22 Einzelkostendaten und berücksichtigt die Gebäudegeometrie und die Art der Installation des Objektes. Der hierfür erforderliche relativ geringe Rechenaufwand rechtfertigt immer das verbesserte Ergebnis, abgesehen davon, ist er als "besondere Leistung" honorarfähig. Mit geeigneten EDV-Programmen [z.B. dem Baukostenplaner des BKI] lassen sich die vertieften Kostenermittlungen ohne großen Aufwand berechnen. Eine Kostenschätzung wird dann in der 2. Ebene entsprechend einer DIN-konformen Kostenberechnung, eine Kostenberechnung in der 3. Ebene entsprechend einem Kostenanschlag und ein Kostenanschlag über Leistungspositionen ermittelt.

Zusätzliche Kostenermittlungen

Auffällig an der Position der geforderten Pflicht-Kostenermittlungen im Planungsverlauf ist deren Häufung in den Entwurfsphasen und der lange Zeitraum ohne Kostenermittlungen zwischen der Kostenberechnung und dem Kostenanschlag, wodurch für 46% der Planungsleistungen keine Kostenausgaben vorgesehen sind [Abb. 4]. Jede zusätzlich erstellte Kostenermittlung verbessert die Sicherheit. Wann im Planungsverlauf diese zusätzlichen Kostenermittlungen erfolgen, liegt im

Erkennen der ArchitektInnen und den Erfordernissen der Aufgabenstellung. Es bestehen keine normierten Anforderungen an diese zusätzlichen Kostenermittlungen, sie sollten aber sinnvollerweise dem Informations- und Planungsstand entsprechen. Da diese zusätzlichen Kostenermittlungen keine Grundleistungen nach HOAI sind, sind sie grundsätzlich honorarfähig. Empfehlenswert ist, die lange Arbeitsphase von der "Werkplanung" bis zur "Mitwirkung bei der Vergabe" mit zusätzlichen Kostenermittlungen zu bestücken, z.B. mit Kostenvoranschlägen.

Der Kostenvoranschlag

Die Bezeichnung "Kostenvoranschlag" findet sich weder in der HOAI noch der DIN 276, er bezieht sich darauf, dass er vor dem eigentlichen Kostenanschlag eingefügt wird. Der Begriff Kostenvoranschlag birgt eine gewisse Gefahr, da in der Praxis fälschlicherweise oft alle Kostenermittlungen als Kostenvoranschläge bezeichnet werden. Zwischenzeitlich gibt es am Markt ausreichend Anbieter von mit Einheitspreisen versehenen Leistungsbeschreibungs-Texten [SIRADOS, Heinze, DBD, REWI], so dass sich in der Werkplanung bereits planungsbegleitend die Kosten für verschiedene Ausführungsarten und Materialien generieren lassen. Dadurch können vor der

Nummer	Beschreibung	Einheitspreis /ME			Faktor	ME	Elementpreis		
		von	mittel	bis			von	mittel	bis
024.111.111	Robboden reinigen	0,75	0,95	0,25	1	m ²	0,75	0,95	1,25
024.111.222	Dampfsperre	1,65	2,15	2,50	1	m ²	1,65	2,15	2,5
024.111.333	Mineralfaser 30/25mm	3,05	3,75	4,10	1	m ²	3,05	3,75	4,10
024.111.444	Randstreifen	0,40	0,60	0,80	0,25	m	0,10	0,15	0,20
024.111.555	Zementestrich ZE 20 V40	10,20	12,20	14,25	1	m ²	10,20	12,20	14,25
024.111.666	Bewehrung Glasfaser	1,90	2,25	2,90	1	m ²	1,90	2,25	2,90
017.111.111	Estrichwinkel	22,0	28,50	31,50	0,1	m	2,20	2,85	3,15
024.001	Schwimmender Zementestrich 20 V40, bewehrt, auf min. TSD 30/25, einschl. Einbauten					€/m²	19,85	24,30	28,35

Abb. 5

Ausschreibung bereits verlässliche Kostenaussagen, Kostenvoranschläge, getroffen werden. Liegen diese innerhalb des zulässigen Kostenrahmens, könnte z.B. planungsbegleitend mit dem Bau begonnen werden, noch bevor der eigentliche Kostenanschlag vorliegt.

Elementmethode

All den bisher genannten Kostermittlungen ist ein grundsätzliches Problem gemein: Mit jeder Kostermittlung wechselt die Bezugseinheit. Die Kostenschätzung wird mit z.B. m³/Bruttorauminhalt, die Kostenberechnung nach m²/Bauteil und der Kostenanschlag nach Leistungspositionen berechnet. Eine Kostenkontrolle kann folglich nur über die Endsummen erfolgen; eine spezifizierte Leistungspositionsscharfe Kostenkontrolle ist nicht möglich, da sich der Preis für den angebotenen Kubikmeter Stahlbeton aus dem Preis je Kubikmeter Bruttorauminhalt nicht herauslösen und vergleichen lässt.

Eine Lösung bietet die Elementmethode, die für jede Kostermittlung anwendbar ist, sich immer auf die gleichen Bezugseinheiten bezieht, sehr genau und einfach zu handhaben ist und außerdem eine Grundlage für die Ausschreibung bietet.

Ein Element wird definiert als ein Bündel von Einzelleistungen, die notwendig werden, ein Bauteil zu erstellen. In diesem Bündel -Element- sind alle Haupt- und Nebenleistungen enthalten. Die o.g. Datenliteratur bildet die Voraussetzung hierfür und bietet Leistungspositionen mit Einheitspreisen an, mit denen sich synthetische Elemente für alle erdenklichen Bauteile zusammenstellen lassen [Abb. 5].

Will man die Elementmethode für eine Kostenberechnung nach DIN 276 [oder eine Kostenschätzung mit erhöhten Anforderungen in der 2. Ebene] einsetzen, wird aus einem Elementekatalog auf Elemente zugegriffen, die z.B. das Bauteil "Decke" als Ganzes beschreiben. Das Element ist beschrieben mit: "Stahlbetondecke mit schwimmendem Zementestrich, Holzparkett, Untersicht verputzt und gestrichen". Im Hintergrund dieses Elementes sind alle Einzelleistungen zusammengeführt und verwaltet, die zur Herstellung dieser Decke notwendig sind: Von der Versiegelung des Parketts, über den Stahlbeton der Decke bis zum unterseitigen Anstrich der Tapete.

Sinnvoll ist, auf vorgefertigte Elemente zurückzugreifen [SIRADOS oder büroeigene], da ein planungsbegleitendes Zusammenstellen von Elementen in der Hektik des Projektes zu Fehlerquellen führen würde. Wer denkt schon in der Entwurfsphase an die Estrichwinkel?

Formal werden mit geringem Mehraufwand die Anforderungen der DIN 276 übererfüllt, außerdem ist die Kostensicherheit der Methode unübertroffen, da im Hintergrund eines Elementes viele Einzelleistungen verwaltet werden, was zu einer sehr hohen Zahl von Einzelkostendaten und großer Sicherheit führt. Bei einem Einfamilienhaus können es bis zu 1000 oder mehr Einzelkostendaten werden, wobei sich der Aufwand mit vorgefertigten Elementekatalogen und AVA-Programmen, die die Elementroutine unterstützen, in Grenzen hält. Mit der Anwendung der Elemente werden auch für Altbauten sehr gute Ergebnisse erzielt.

Intelligente AVA-Programme können ferner aus Elementgestützten Kostermittlungen die Einzelleistungspositionen herauslösen, sortieren, mit der Menge des Elements multiplizieren und zu [fast] fertigen Leistungsverzeichnissen zusammenstellen.

Da jede Elementgestützte Kostermittlung auf dieselben Bezugseinheiten zurückgreift - die Leistungspositionen- können die Angebote mit dem Kostenvoranschlag, der Kostenberechnung und sogar der Kostenschätzung verglichen werden. Damit wird eine effiziente und durchlässige Kostenkontrolle und Kostensteuerung möglich.

Schluss

Das System der Kostenplanung ist unkompliziert, wenn, wie gezeigt, die Grundlagen bekannt sind. Mit Kenntnis der Methodik und einem geringen Mehraufwand lassen sich die Ergebnisse wesentlich verbessern und sichern. Es müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden damit die Kostenplanung nicht zum ungesteuerten freien Fall wird, sondern zum gelenkten Flug mit abschließender Punktlandung. Die alleinige Erfüllung der Anforderungen der HOAI und der DIN 276 wird in Zukunft den gehobenen Ansprüchen an die Kostensicherheit nicht mehr gerecht werden. Der sichere Umgang mit den Baukosten ist somit auch eine Frage der Existenzsicherung unseres Berufsstandes. <



Von der Vision zur Frage der Umsetzbarkeit - eine Zwischenbilanz zur Bodenseestadt

von Prof. Raimund Blödt, Prof. Frid Bühler, Dipl.-Ing. [FH] Jörg Seifert und Dipl.-Ing. [FH] Faruk Murat



Prof. Raimund Blödt

Architekt BDA Fachbereich Bauingenieurwesen,
Projektleiter Bodenseestadt [IAF]



Prof. em. Frid Bühler

Architekt BDA/UIA, Fachbereich Architektur, Pro-
jektleiter Bodenseestadt [IAF]



**Dipl.-Ing. [FH]
Faruk Murat**

Projektbearbeiter Bodenseestadt [IAF]



**Dipl.-Ing. [FH]
Jörg Seifert**

Projektbearbeiter Bodenseestadt [IAF]

Hervorgegangen aus der Initiative "Nachdenken über den Bodensee-raum" hat sich seit nunmehr vier Jahren die Forschungsgruppe Bodenseestadt am Institut für Angewandte Forschung der FH Konstanz etabliert. Nach einer ersten Reihe von Veranstaltungen im Zeitraum 1998/99 wurde seit Anfang 2000 aufbauend auf dem Netzstadtkonzept¹ von Franz Oswald die "Vision Bodenseestadt" als städtebauliches Leitbild für die Region entwickelt und der Öffentlichkeit zur Diskussion gestellt. Letzteres geschah in Form einer interaktiven Ausstellung sowie von drei begleitenden Kolloquien in Singen, Konstanz und Radolfzell.² Das Projekt wurde – wie bereits die Arbeit der "Nachdenken-Initiative" – durch Drittmittel in Form eines Hochschulsponsorings der Gasversorgung Süddeutschland GmbH finanziert.

Die "Vision Bodenseestadt" ist jetzt zusammengefasst und ergänzt durch einige theoretische Beiträge in Buchform erschienen [s. Abbildung]. Damit ist die Arbeit am Leitbild der Region weitgehend abgeschlossen. Bei den hieran anknüpfenden Forschungen wird es nun um die Frage der Umsetzbarkeit von Teilaspekten gehen. Unter der Überschrift "Realisierungsstudie Bodenseestadt" wurde daher ein Forschungsfeld abgesteckt, das perspektivisch in den nächsten 5-10 Jahren mit verschiedenen Projekten und Partnern bearbeitet werden soll.

Als Hochschule mehr Verantwortung übernehmen

Bei der Definition des künftigen Arbeitsbereichs der Forschungsgruppe Bodenseestadt wurde auch dem Paradigmenwechsel hinsichtlich der Rolle der Hochschulen in der Gesellschaft Rechnung getragen. Nach Ansicht von Experten führt der Rückzug des Staates



Publikation: *Vision Bodenseestadt. Städtebauforschung zwischen Utopie und Machbarkeitsstudie. Mit Theoriebeiträgen von Bart Lootsma, Jörg Seifert, Jürgen Schmitt, Franz Oswald, Thomas Sieverts, Pierre Strittmatter.* VDG Weimar, 1. Auflage 2003, 160 Seiten, 40 Abb. Farbe, Broschur, ISBN 3-89739-355-7, Ladenpreis: Euro 16,80

aus der Prozesskontrolle der Hochschulen zu einer wachsenden Verantwortung der Hochschulen sowie einem komplexeren Geflecht von Entscheidungsstrukturen, Steuerungs- und Vermittlungsinstanzen auf der Hochschul- wie auch auf der makrogesellschaftlichen Ebene.³ "Lassen sich die Hochschulen vom [...] wachsenden Kampf der verschiedenen Akteure untereinander an den Rand drängen oder reklamieren sie in offener Kommunikation ihre Dispositionsspielräume?" fragen Evelies Mayer, Hans-Dieter Daniel und Ulrich Teichler vom Zentrum für Berufs- und Hochschulforschung der Universität Kassel. Nach ihrer Ansicht werden die Hochschulen nur erfolgreich sein, "[...] wenn es ihnen gelingt, die gewonnenen Frei-

heiten in ihrem Verantwortungsbereich gestaltend zu nutzen."

Genau bei dieser gestaltenden Wahrnehmung von Verantwortung im gesellschaftlichen Bereich setzen wir jetzt – wenngleich nicht ausschließlich aus hochschulpolitischen Gründen – verstärkt an. Zwar war es bereits Ziel der 1998 ins Leben gerufenen "Nachdenken-Initiative", eine Plattform für lokale und regionale Akteure anzubieten, die Diskussion um die Zukunft des Bodenseeraums anzuregen und – beispielsweise durch Vortragsveranstaltungen – fachliche Inputs zu liefern. Vor dem Hintergrund des angesprochenen Paradigmenwechsels ist es nunmehr jedoch erklärtes Ziel der Forschungsgruppe Bodenseestadt, nicht nur als punktueller Impulsgeber, sondern in Form prozesshafter Interaktion nachhaltig positiven Einfluss auf die Planungsaktivitäten der Bodenseeregion zu nehmen.

Instrumentarium Bauausstellung

Das konkrete perspektivische Ziel besteht dabei in der exemplarischen Umsetzung konzeptueller Überlegungen, die im Verlaufe des vorangegangenen Projekts "Vision Bodenseestadt" vorwiegend mittels Szenariotechnik gewonnen wurden⁵. Als geeignetes Mittel wird hierfür das Instrumentarium einer Bauausstellung angesehen. Wenngleich möglicherweise der Begriff der Bau-Ausstellung zu fälschlichen Assoziationen führen könnte, so haben Siedlungen wie auch Einzelgebäude als Forschungsinstrument eine lange Tradition. Erwähnenswerte Beispiele in diesem Zusammenhang sind u.a. die Forschungssiedlung Berlin Haselhorst⁶, die Ende der Zwanziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts unter der Mitwirkung von Walter Gropius entstand, sowie der niederländische Expo-Pavillon⁷ in Hannover, den die Architekten MVRDV als Mittel zur Überprüfung ihrer Hypothesen eines verdichteten Städtebaus ansehen.

Da hier kein fertiges Serienprodukt "ausgestellt" wird, wäre eigentlich die Bezeichnung "Bau-Experiment" treffender, das immer dann sinnfällig

erscheint, wenn strukturelle Defizite einer Region oder andere veränderte Parameter die Suche nach neuen Lösungen erforderlich machen. Dabei hat jede Bauausstellung den gegebenen Umständen entsprechend individuelle Schwerpunkte. Als Extrembeispiel ist in diesem Zusammenhang die IBA Fürst-Pückler-Land zu nennen, bei der nicht Gebäude, sondern landschaftsarchitektonische Konzepte im Vordergrund stehen.⁸ Für eine mögliche Bauausstellung im genannten Kontext soll die "Realisierungsstudie Bodenseestadt" die Grundlagen erarbeiten – bis hin zu konkreten Handlungsempfehlungen für die beteiligten Akteure, beispielsweise in Form von Kriterien für Architektenwettbewerbe, welche dann die beteiligten Kommunen ausloben können.

Innovativ an der Konzeption einer "Bauausstellung Bodensee" wäre in diesem Fall die Tatsache, dass die Initiative hierzu erstmalig vom akademischen Bereich in Gestalt einer Hochschule ausginge, was vom erwähnten aktuellen Paradigmenwechsel des akademischen Selbstverständnisses zeugt. Zwar hatte sich hierzu Rem Koolhaas bereits 1990 an der Architectural Association in London geäußert: "Er forderte Institutionen wie die AA dazu auf, sich von ihren selbstgesetzten Zielen zu trennen und sich den Aufgaben zu stellen, die ihnen aus der wirtschaftlichen Entwicklung erwachsen."⁹ Allerdings

schiene bis noch vor kurzem auch international renommierte Hochschulen wie beispielsweise das Berlage Institut Rotterdam nur sehr zögerlich auf diese Forderung zu reagieren.

Strategien und Standorte: Ein IBH-Projekt

Vor diesem Hintergrund sind jetzt im Wintersemester zwei neue Forschungsprojekte angelaufen. Zum einen handelt es sich hierbei um ein Vorhaben, das an der Internationalen Bodenseehochschule angesiedelt ist und aus EU-Mitteln des Programms Interreg IIIA finanziert wird. Für dieses Projekt konnten in Gestalt der Schweizer Fachhochschulen St. Gallen und Winterthur zwei neue Kooperationspartner gefunden werden. Besonders erfreulich dabei ist, dass die jeweiligen Dekane der Fachbereiche Architektur, Professor Gérard Butz und Professor Stephan Mäder, die Zusammenarbeit zu ihrer eigenen Sache gemacht haben.

Gemeinsam mit den neuen Partnern sowie im verstärkten Austausch mit den Akteuren der trinationalen Bodenseeregion sollen in diesem Projekt Antworten auf die Frage nach möglichen Strategien gefunden werden und ferner eine gezielte und detaillierte Standortsuche erfolgen. Bei der Erarbeitung von Strategien wird zu klären sein, wie sich eine Bauausstellung unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltigen



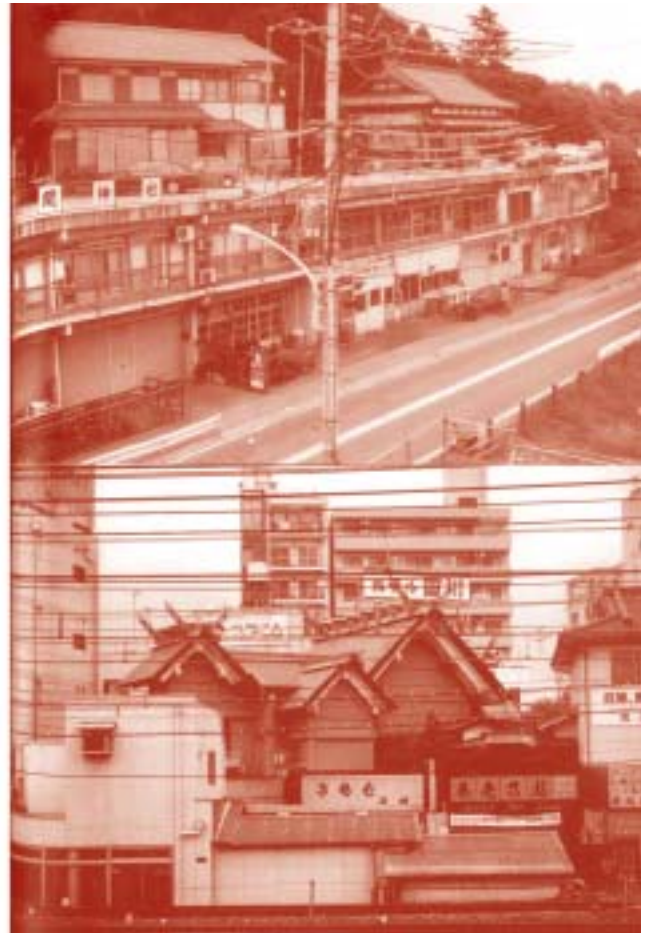
Projektbezogene Kooperation mit Schweizer Partnern.

V.l.n.r.: Prof. Stephan Mäder [Zürcher Hochschule Winterthur, Leiter Departement Architektur, Gestaltung und Bauingenieurwesen], Prof. Frid Bühler [FH Konstanz], Prof. Raimund Blödt [FH Konstanz], Prof. Gérard Butz, [Fachhochschule St. Gallen, Fachbereichsleiter Bauwissenschaften]. [Foto: Jörg Seifert]



21 神社ビル shrine building

- function: shrine + shops / offices
 site: Denen-choju, Ota-ku
 - near Tenjagawa station, Toyoko and Mekuro lines
 - the shrine precinct is an artificial ground on a rooftop
 - the lower levels contain rented commercial space,
 on the rooftop is the shrine, and carpentry
 - a similar example of shrine over a restaurant building is in Negishi, Tama-ku



Städtebaulicher Input: Im Rahmen der Suche nach innovativen Funktionsüberlagerungen werden auch Beispiele aus anderen Regionen der Welt – wie hier z.B. Japan – in die Analyse mit einbezogen. [Bildquelle: Kaijima Momoyo/Kuroda, Junzo/Tsukamoto, Yoshiaru: Made in Tokyo, Tokio 2001, S. 82/83]

Strukturentwicklung organisatorisch und politisch durchsetzen lässt. Dabei werden Aussagen gemacht zu einer möglichen Organisationsstruktur, Rechtsform, potentiellen Kooperationspartnern [Kommunen, Regionalverbände, Fachverbände, Schirmherrschaft etc.], öffentlichen und privaten

Finanzierungsmöglichkeiten sowie zu einem realistischen Zeithorizont. In diesem Rahmen wird u.a. eine Analyse bisheriger Bauausstellungen [Stuttgart, Berlin, Ruhrgebiet, "Fürst Pückler-Land"] erfolgen¹⁰. Bestandteil der Arbeit wird ferner die Koordination und Abstimmung mit

den Planern der "IGA 2017" im Bodenseeraum sein. Ziel dieser Bestrebungen ist das Hinarbeiten auf Synergieeffekte, d.h. speziell der Versuch, eine Verzahnung zwischen Planungsaktivitäten im städtebaulichen und landschaftsgestalterischen Bereich in der Bodenseeregion herbeizuführen. Aufgabe wird es u.a. sein, den Akteuren der Region zu vermitteln, dass die mit einer Bauausstellung angestrebte Konzentration von Siedlungs- und ferner allgemein von Bautätigkeit in den Knoten der Netzstadt der dauerhaften Freihaltung wichtiger Landschaftsflächen dienen soll, was letztlich nur über die politische Ebene gewährleistet werden kann. Um dieses Anliegen in die Öffentlichkeit zu transportieren, wurde am 5. Mai mit den Planern der IGA ein gemeinsames Kolloquium unter dem Titel "Landschaftspark Bodenseestadt?" durchgeführt.



Nachhaltigkeitsimperativ des Netzstadtmodells: Ziel des zugrundegelegten Netzstadtmodells von Franz Oswald ist es, die Wechselbeziehungen zwischen bebauten und unbebauten Flächen [Stadt und Landschaft] als System zu betrachten und unausgewogenen Import-Exportbilanzen entgegenwirken zu können. [Bildquelle: Oswald, Franz/Baccini, Peter: Netzstadt. Einführung in das Stadtentwerfen, Basel/Boston/Berlin 2003, S. 189]

Schließlich gilt es zu klären, wie eine Flexibilität einer dezentral angelegten Bauausstellung gewährleistet werden kann, um zu ermöglichen, dass bestehende Planungen in das Konzept einer



Typologischer Input: Im Rahmen der Studie werden verschiedene realisierte Beispiele verdichteter Wohnstrukturen mit Einfamilienhausqualität analysiert, wie z.B. die Bebauung der Halbinsel Borneo Sporenburg in Amsterdam nach dem Masterplan von West 8 Anfang Ende der 90er Jahre [Bild oben] und die Schweizer Siedlungen Halen und Thalmatt, entworfen von Atelier 5 zwischen 1955 und 1974 [Bilder unten].

[Alle Fotos: Christoph Hild]

Bauausstellung integrierbar sind. Bei der Standortsuche soll ein Gegenstromprinzip zur Anwendung kommen, das eine deduktive Vorgehensweise mit einer induktiven verbindet und beide gegeneinander abgleicht.

Entwicklung urbaner Typologien: Ein aFuE-Projekt mit soziologischer Auftragsstudie

Bei dem zweiten, derzeit laufenden Projekt handelt es sich um ein mit aFuE-Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördertes Vorhaben zur Entwicklung städtebaulicher Prototypen, die gleichermaßen den Gegebenheiten der Region, den Lebensbedürfnissen ihrer Bewohner wie auch der Forderung der Nachhaltigkeit – vor allem hinsichtlich des Flächenverbrauchs – Rechnung tragen. Hergeleitet werden sollen diese Typologien aus folgenden Faktoren:

- einer Analyse der Wohnwünsche, die durch eine soziologische Auftragsstudie abgefragt werden [soziologischer Input].
- einer Analyse bisher realisierter und theoretisch entwickelter verdichteter Wohnformen seit der klassischen Moderne [architektonisch-gebäudetypologischer Input].
- einer Analyse möglicher Funktionsüberlagerungen [außer der Wohnfunktion] anhand existierender Beispiele verdichteter Städte [z.B. Japan]¹¹ sowie anhand theoretischer Überlegungen [z.B. Gedankenexperimente wie Metacity/Datatown, Functionmixer, 3D-City

von MVRDV – städtebaulicher Input]¹².

Aus den Ergebnissen dieser Analysen sollen als Synthese die speziellen, für die Bodenseeregion tauglichen Typologien herauskristallisiert werden. Dabei sollen Aussagen zu allen wesentlichen Kriterien gemacht werden, so dass ein Detaillierungsgrad erreicht wird, der es ermöglicht, Ausschreibungsprogramme für die Auslobung von Realisierungswettbewerben aufzustellen. Am weitesten vorangeschritten sind derzeit die Arbeiten an der soziologischen Befindlichkeitsstudie, welcher ein eigener Beitrag in dieser Ausgabe gewidmet ist.

Anmerkungen

[1] Vgl. hierzu Baccini, Peter/Oswald Franz: Netzstadt : Transdisziplinäre Methoden zum Umbau urbaner Systeme : Ergebnisse aus dem ETH-Forschungsprojekt Synoikos – Nachhaltigkeit und urbane Gestaltung im Raum Kreuzung Schweizer Mittelland, Zürich 1999.

[2] Weitere Informationen zu den bisherigen Veranstaltungen sind auf der Website nachzulesen: www.bodenseestadt.net

[3] Vgl. Mayer, Evelies/Daniel, Hans-Dieter/Teichler, Ulrich: Kommentar: Neuordnung des Verhältnisses von Staat, Gesellschaft und Hochschulen: ein deutscher "Sonderweg"? In: Dies. [Hrsg.]: Die neue Verantwortung der Hochschulen : Anregungen aus dem internationalen Vergleich, der Hochschulforschung und Praxisbeispielen,

Bonn 2003, S.129-132, hier: S.130.

[4] A.a.O., hier: S. 131.

[5] Vgl. hierzu Junker, Rolf/Zickwolf, Dorothee: Szenariotechnik in der Stadtplanung : Theorie und Anwendung, Dortmund 1985.

[6] <http://www.diegeschichteberlins.de/archiv/011/05.html>

[7] <http://www.mrvd.archined.nl/expo2000/index.php>

[8] Ziel ist es hier, bei der Rekultivierung ehemaliger Braunkohletagebaue in Brandenburg interdisziplinär-wissenschaftliche Konzepte zu erarbeiten und exemplarisch umzusetzen. Vgl. <http://www.iba-see.de>

[9] Schumacher, Patrick: Wirtschaft, Forschung, Architektur. Projekte des Design Research Lab, in: Lootsma, Bart [Hrsg.]: Forschungsbedarf: DAIDALOS: Architektur, Kunst, Kultur, H.69/70, Januar 1999, S. 34-45, hier: S. 34.

[10] Vgl. hierzu u.a. Cramer, Johannes/Gutschow, Niels: Bauausstellungen: eine Architekturgeschichte des 20. Jahrhunderts, Stuttgart 1984.

[11] Vgl. hierzu Kajijima Momoyo/Kuroda, Junzo/Tsukamoto, Yoshiaru: Made in Tokyo, Tokio 2001.

[12] Vgl. hierzu MVRDV: Metacity/Datatown, Rotterdam 1999 sowie Maas, Winy: 3D City: Multiplying urban capacities, in: Hunch: the Berlage Institut report, No.3, spring 2001, Rotterdam 2001, S. 94-131. <



Soziologische Befindlichkeitsstudie **"Wohnen im Bodenseeraum" im Rahmen** **des Projektes "Entwicklung urbaner Prototypen –** **Realisierungsstudie Bodenseestadt"**

von Dr. Jürgen Schmitt, Dr. Jörg Dombrowski und Dipl.-Sozialarbeiter Thomas Geyer



Dr. Jürgen Schmitt

Dipl.-Ing., Promotion in Stadtsoziologie. Erfahrung in der qualitativen Sozialforschung besitzt er u.a. aus seiner Tätigkeit am Institut für Soziologie der TU Chemnitz von 1996 bis 2001.

Derzeit arbeitet er als Projektleiter im Unternehmensbereich "Stadtentwicklung und Forschung" der Nassauischen Heimstätte in Frankfurt/Main.



Dr. Jörg Dombrowski

Dipl.-Ing., Promotion in Soziologie mit Erfahrung in der qualitativen Sozialforschung. Derzeit arbeitet er beim Landesverband "Arbeit und Leben" in Mainz.



**Dipl.-Sozialarbeiter
Thomas Geyer**

hält insbesondere Lehrveranstaltungen zur Stadtsoziologie an der FH Weingarten-Ravensburg und zur Qualitativen Sozialforschung an der BA in Villingen-Schwenningen.

Egal, wie gut ein neuer städtebaulicher Ansatz aus theoretischer, intellektueller und künstlerischer Sicht ist: Ob er auch angenommen wird – und das heißt nicht zuletzt marktfähig, also verkauf- oder vermietbar ist – hängt wesentlich davon ab, ob er auch den Wohnbedürfnissen seiner Zeit entspricht. Für die erfolgreiche Entwicklung neuer Wohntypen muss also die richtige Mischung zwischen einer innovativen Überwindung vorhandener Wohnstrukturen einerseits und einem Eingehen auf vorhandene Ansprüche und Wünsche andererseits gefunden werden. Aus diesem Grund beinhaltet das Projekt "Entwicklung urbaner Prototypen – Realisierungsstudie Bodenseestadt" auch eine soziologische Befindlichkeitsstudie zum "Wohnen im Bodenseeraum", die sich mit eben diesen Wohnbedürfnissen, -ansprüchen und -wünschen analytisch auseinandersetzt.

Auf den ersten Blick scheinen diese auf der Hand zu liegen: Aus älteren ebenso wie aus aktuellen Umfragen ergibt sich immer wieder bei einer soliden Mehrheit der Befragten der Wunsch nach dem Wohnen in einem freistehenden Ein- oder Zweifamilienhaus. Konkurrenz bekommt dieser Wunsch gerade bei jüngeren Umfragen allenfalls durch den Wunsch nach dem Wohnen in der City. So gab etwa bei einer Umfrage der Illustrierten stern und der Bausparkasse Schwäbisch Hall unter dem Motto "Wie wollen wir wohnen?" eine überwiegende Mehrheit der Befragten an, in der Innenstadt oder zumindest innenstadtnah wohnen zu wollen¹. Die wünschenswerteste Wohnstruktur wäre demnach das innerstädtische Ein- bis Zweifamilienhausgebiet – ein Ideal mit einem recht widersprüchlichen Charakter, verbinden sich doch mit dem Ein- bis Zweifamilienhaus und der Innenstadt eine

Reihe von Vorstellungen, die kaum miteinander vereinbar sind: Ruhe und Beständigkeit, aber auch Monotonie und Langeweile da, Erlebnisvielfalt und Spannung, aber auch Gefahr und Anonymität dort. Da die Sicherheit des Vertrauten, dort der Reiz der Begegnung mit dem Fremden. Da die Dominanz des Privaten, dort die Dominanz des Öffentlichen. Da Gartenzaun und -zwerg, dort Straßencafé und -strich. Dieser widersprüchliche Charakter besteht allerdings möglicherweise nur scheinbar, denn die geschilderten Gegensätze entstammen ja zunächst einmal dem Vokabular derjenigen, die sich als architektonische Gestalter, soziologische Erforscher oder publizistische Berichter professionell mit Wohnstrukturen beschäftigen. Dieses muss sich aber nicht mit den Vorstellungen der tatsächlichen Benutzer dieser Strukturen decken.

In unserer Studie möchten wir vor diesem Hintergrund untersuchen, was sich für die Benutzer hinter den Wünschen nach dem Wohnen im Ein- bis Zweifamilienhaus bzw. dem innerstädtischen Wohnen verbirgt: Wird am Einfamilienhaus vor allem die Möglichkeit der Gartennutzung, die Autonomie oder etwas ganz anderes gesucht? Und ergibt sich die Attraktivität der Innenstadt aus ihrer alltagserleichternden Infrastruktur, aus der Nähe von Kino, Kindertagesstätte, Kaufhaus und Kneipe oder aus ganz anderen Faktoren? Unsere These hierbei ist, dass für den Wunsch nach bestimmten Wohnstrukturen neben ganz alltagspraktischen Bedürfnissen auch tradierte und/oder medienvermittelte Klischees und Mythen eine Rolle spielen.

Forschungsmethodik

Aus dieser Fragestellung ergeben sich Konsequenzen für die Wahl der Forschungsmethodik. Denn sie legt einen Ansatz nahe, bei dem sich das Erkenntnisziel auf die Entdeckung von bisher unbekanntem Erklärungsmustern statt auf die Überprüfung bereits vorab formulierter, bestehender Erklärungsansätze für das untersuchte Feld richtet. Schließlich sollen ja gerade Phänomene entdeckt werden, die dem Forschungsteam aus Erfahrung oder Literatur bisher unbekannt sind. Diese Ausrichtung an einer entdeckenden statt an einer überprüfenden Forschungslogik entspricht der grundsätzlichen Herangehensweise der sogenannten qualitativen Sozialforschung². Die konkrete Erhebungsmethode, mit der sich der Fragestellung dabei genähert wird, ist das qualitative Interview, speziell das themenzentrierte Leitfadeninterview³. Im Gegensatz zu dem aus großangelegten Meinungsumfragen bekannten Fragebogeninterview wird hier weder die Fragestellung noch die Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Vielmehr sollen die Interviewten zum möglichst freien Erzählen gebracht werden. Sie werden dabei als Experten ihres eigenen Alltags angesprochen und die Befragung soll der kommunikativen Auseinandersetzung zwischen Interviewer und Interviewten über die Deutung ihrer Alltagssicht und -praxis dienen. Bei der Auswahl der Interviewpartner wird dabei darauf geachtet, möglichst viele unterschiedliche Kontexte abzubilden. Wir unterscheiden hier zum einen die Bewohnerinnen und Bewohner von Ein- bis Zweifamilienhaussiedlungen und jene von Innenstadtgebieten, zum zweiten Haushalte mit und Haushalte ohne minderjährige Kinder und zum dritten Wohnorte im deutschen, im Schweizer und im österreichischen Bodenseeraum. Daraus ergeben sich zwölf Kombinationsmöglichkeiten, die möglichst alle mit je einem Interview erfasst werden sollen.

Die in der qualitativen Forschungspraxis sehr etablierte Methode des Leitfadeninterviews wird in der vorliegenden Studie durch einen bisher nur ver-

gleichsweise wenig erprobten methodischen Baustein ergänzt, nämlich den Einsatz von Fotos zur Unterstützung des Interviews. In den USA gibt es zum Einsatz von Fotos in der Sozialforschung schon seit den 60er Jahren, vor allem aber seit den 80er Jahren eine intensive Diskussion, angeregt nicht zuletzt durch die Beiträge von Howard S. Becker und geprägt insbesondere durch die Beiträge von Norman K. Denzin und Douglas Harper. Mit etwas Verspätung gewinnt das Thema in den letzten Jahren nun auch in der deutschen Sozialforschung an Popularität und die vorhandene Skepsis gegen entsprechende Forschungsansätze scheint zu bröckeln.

Allerdings ist der Einsatz von Fotos in der qualitativen Sozialforschung tatsächlich nicht unproblematisch. Dem Vorteil, dass Fotos mittlerweile zur Alltagskultur gehören und daher der Umgang mit Fotos den allermeisten Menschen vertraut ist, steht nämlich eine entscheidende Tücke des Mediums gegenüber: Sie suggerieren eine Objektivität und Neutralität, die sie nicht erfüllen können. Denn Fotografien sind ja alles andere als objektive Abbildungen der Wirklichkeit, vielmehr liefern sie lediglich bildhafte Deutungen von Wirklichkeit. Das Kameraauge ist schließlich immer ein sehr selektives: In der Wahl des Motivs, des Ausschnitts etc. fließen Vorannahmen, Zuschreibungen, Interpretationen in das Foto ein. Für Douglas Harper sind daher "Fotos höchst merkwürdige Repräsentationen: Sie fangen die Welt anscheinend vor jeder möglichen Deutung ein, tun dies aber mit subjektiver Voreingenommenheit. Es gibt kein anderes Verfahren zur Erfassung der Welt, das mit solcher Ironie die eigene Inkonsistenz auf die Spitze treibt"⁴. Sinnvoll scheint der Einsatz von Fotos in der qualitativen Sozialforschung vor allem dann, wenn dieser ambivalente Charakter von Fotos positiv genutzt wird, um in eine Interaktion mit den Erforschten über deren subjektive Sicht zu treten. Bei einem solchen Vorgehen, das Harper "fotogeleitete Hervorlockung"⁵ nennt, verlieren die Fotos ihren Anspruch auf Objektivität

und dienen im Gegenteil dazu, die Subjektivität der Interviewten freizusetzen.

In unserer Studie kommen verschiedene Varianten der fotogeleiteten Hervorlockung zum Einsatz. Im ersten Teil des Interviews werden die Befragten zunächst gebeten, jeweils fünf Fotos von solchen Aspekten der eigenen Wohnstruktur zu fertigen, die sie ganz persönlich als Vorteile und ganz persönlich als Mankos empfinden. Die Fotos werden mit einer Digitalkamera gefertigt, so dass sie im anschließenden Interview auf einem Notebook gemeinsam angeschaut werden können. Die Fotos dienen dann dazu, die Interviewten zum Erzählen anzuregen. Über die Frage, warum bestimmte Aspekte und Motive gewählt wurden, soll sich den subjektiven Deutungen der eigenen Wohnstruktur genähert werden. Ein solcher Einsatz von Fotos hat für das Interview und die Interviewsituation eine ganze Reihe von positiven Auswirkungen. Fotos erleichtern zunächst einmal ganz praktisch die Interviewsituation: Weil das Erklären von Fotos eine vertrautere Situation als das einfache "Erzählen" ist, wirkt der Einsatz von Fotos auf die Interviewten entkrampfend, erleichtert ihnen die Artikulation, verringert Stress im Interview und erhöht die Motivation für die Teilnahme. Er hat aber darüber hinaus auch den Vorteil, dass er den Interviewten automatisch in die "Expertenrolle" bringt und damit einen weniger hierarchischen Dialog zwischen Forscher und Erforschten ermöglicht, gleichzeitig aber auch die Alltagssicht der Interviewten bereits abstrahiert und es ihnen somit erleichtert, den eigenen Alltag aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten.

Im zweiten Teil des Interviews wird dann noch eine andere Variante der fotogeleiteten Hervorlockung eingesetzt. Dabei werden den Interviewpartnern Fotos vorgelegt, die zuvor vom Forschungsteam erstellt worden sind. Es handelt sich dabei um Fotos von Wohnstrukturen, die jenen der Interviewten entgegengesetzt sind, also um solche von innerstädtischen Wohn-

strukturen bei den Bewohnern von Ein- bis Zweifamilienhaussiedlungen und umgedreht [siehe nebenstehende Abbildungen]. Hier werden die Interviewten gebeten, Werturteile abzugeben und die mutmaßlichen Vor- und Nachteile dieser Wohnsituation zu erläutern. Gerade durch die Kontrastierung der Fremdsicht auf bestimmte Wohnstrukturen mit der Sicht der Bewohner selbst auf die entsprechenden Strukturen sollen klischeehafte Sichtweisen deutlich werden.

Nutzen für die "Realisierungsstudie Bodenseestadt"

Es stellt sich zuletzt noch die Frage, in welcher Form die Ergebnisse in die "Realisierungsstudie Bodenseestadt" eingebracht werden können. Die Studie beschäftigt sich mit der Frage, woran sich Menschen im Bodenseeraum bei der Wahl ihrer Wohnstruktur orientieren bzw. orientiert haben. Über die Interpretation der konkreten Einzelfälle hinaus werden dabei in einem Prozess der Kategorisierung und Kontrastierung plausible Aussagen erarbeitet, in welcher Weise bestimmte Muster und Zusammenhänge auch für andere, ähnliche Fälle von Bedeutung sind. Das Ziel hierbei ist eine sogenannte Typenbildung⁶, d.h. die Bildung verschiedener Typen von "Wohnorientierten", die sich bei den Bewohnern von Ein- bis Zweifamilienhaussiedlungen bzw. bei jenen von Innenstadtbereichen im Bodenseeraum finden. Auf diese in der Studie entwickelten Typen und deren Ansprüche und Wünsche an das Wohnen kann wiederum bei der Entwicklung neuer städtebaulicher Wohnstrukturen konkret eingegangen werden. Dabei ist besonders die Differenz zwischen dieser Wohnorientierung und dem Wohnalltag interessant, d.h. die Frage, ob die Erwartungen, die an das Wohnen geknüpft sind, in der eigenen Wohnstruktur auch erfüllt werden. Gerade jene, bei denen der Deckungsgrad zwischen Wohnorientierung und Wohnalltag sehr gering ist, könnten sich nämlich für neue Wohnformen interessieren.



Fotogeleitete Hervorlockung: Bilder dienen als Einstieg in die Interviews zur subjektiven Deutung der eigenen Wohnstruktur. [Fotografien: Thomas Geyer]

Anmerkungen

[1] Vgl. <http://www.sternstadt.de>

[2] Zu den Grundlagen qualitativer Sozialforschung und ihren Unterschieden zur sogenannten quantitativen Sozialforschung, die sich an den Naturwissenschaften orientiert und vor allem mit zahlenmäßigen Messungen arbeitet, vgl. z.B. die Darstellungen bei: Brüsemeister, Thomas [2000]: Qualitative Forschung. Ein Überblick. Westdeutscher Verlag. Wiesbaden.

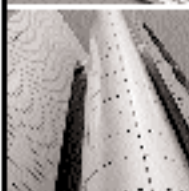
[3] Auch die methodischen Grundlagen des qualitativen Interviews können hier nicht ausgeführt werden. Vgl. hierzu z.B. die Ausführungen in Flick, Uwe [1998]: Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. Rowohlt. Reinbek bei Hamburg.

[4] Harper, Douglas [2000]: Fotografien als sozialwissenschaftliche Daten. In: Flick, Uwe/Kardorff, Ernst von/Steinke, Ines [Hrsg.]: Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Rowohlt Taschenbuch Verlag. Reinbek bei Hamburg. S. 403.

[5] Ebd., S. 414.

[6] Zur Typenbildung vgl.: Kelle, Udo/Kluge, Susann [1999]: Vom Einzelfall zum Typus. Leske + Budrich. Opladen.

<



Mit rund 630 Mio. € Jahresumsatz und 2300 Mitarbeitern ist die Alcan Singen GmbH einer der größten Standorte im weltweiten Konzernverbund der ALCAN INC.

Alcan Singen GmbH

Schon seit 1912 werden in Singen/Htwl. die positiven Eigenschaften des noch jungen Metalls Alu minium durch die Erschließung neuer Technologien und Anwendungen genutzt. Seitdem hat dieser Standort nicht nur den deutschen sondern auch den weltweiten Alu miniummarkt mit vielen innovativen Produkten beeinflusst.

Heute entwickelt, produziert und vertreibt Alcan Singen Walzprodukte, Pressprodukte, Verbundwerkstoffe, Komponenten, Systeme sowie Luftfahrtgeräte in Alu minium-Leichtbauweise. Durch ständige Weiterentwicklung und Innovationsbereitschaft genießen Aluminium- und Composite-Produkte aus Singen/Htwl weltweit einen hervorragenden Ruf. In den Märkten Verkehrstechnik, Automobil- und Maschinenbau, in der Elektrotechnik und im Bauwerk gehört Alcan Singen mit seinen Spezialitäten und Verbunden seit Jahren zu den führenden Lieferanten.

Alcan Singen GmbH
Alusingen-Platz 1, D-78224 Singen/Htwl.
Tel. 0 77 31 890-0, Fax 0 77 31 890-2222
www.alcan-singen.de

Innerhalb selbstständig organisierter Teams arbeiten Ingenieure, Kaufleute und Fachkräfte in einer lernenden Organisation an interessanten Aufgabefeldern mit attraktiven Entwicklungsmöglichkeiten. Professionalität und Engagement unserer Mitarbeiter sind das Fundament für die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit einer internationalen Kundschaft.

Durch eine nachhaltige Entwicklung – unter Berücksichtigung umweltrelevanter Aspekte in der gesamten Wertschöpfungskette – werden neue Lösungen für eine fortschrittliche Gesellschaft von morgen konzipiert. Dank Energieeinsparung durch Gewichtsreduzierung, kombiniert mit hervorragenden Recyclingeigenschaften von Alu minium, leisten wir einen relevanten Beitrag für eine bessere ökologische-ökonomische Zukunft. Ganz nach der Leitphilosophie: Alu minium für die Welt von morgen.



Wir sind ein erfolgsorientiertes Unternehmen, das im internationalen Markt der Prüf- und Messtechnik, in den Bereichen



- **Kabelfehlerortung**
- **Hochspannungsprüfung**
- **Kundendienst**
- **Isolierprüfung**

eine beherrschende Rolle einnimmt.

Unser Unternehmen lebt von zukunftsorientierten Ideen und von innovativen Lösungen. Engagement und Qualifikation der Mitarbeiter sind entscheidend für den Erfolg des Unternehmens. Es ist unsere erklärte Absicht, den Mitarbeitern die nötigen Freiräume zu geben und sie in ihrer beruflichen Entwicklung zu fördern.

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH

Raiffeisenstrasse 8, 6832-Subz/Austria

T +43/5522/4941-0, F +43/5522/4941-3, headoffice@baur.at, www.baur.at



Rechnen sich ERP-Systeme?

Die Software allein ist nicht das entscheidende Erfolgskriterium

von Prof. Dr. Reiner Martin



**Prof. Dr.
Reiner Martin**

lehrt Wirtschaftsinformatik mit den Schwerpunkten IT-Projekt-Management und Produktionslogistik an der Fachhochschule Konstanz, wo er zudem den Masterstudiengang Business Information Technology leitet.

[rmartin@fh-konstanz.de]

Daneben ist er Mitgründer und Aufsichtsratsvorsitzender der MQ result consulting AG, Tübingen und Reichenau am Bodensee.

Viele Unternehmen führten oder führen mit gewaltigem Aufwand unternehmensweit integrierte betriebswirtschaftliche Software ein, sogenannte Enterprise-Resource-Planning-[ERP-] Systeme. Doch rechnet sich dieser Aufwand für die Unternehmen?

Betrachtet man die Kosten einer ERP-Einführung, kann man sich, provokativ ausgedrückt, auf die externen Kosten konzentrieren. Dafür liegen dem Unternehmen Rechnungen vor. Zwar sind die internen Aufwendungen enorm, doch streng betriebswirtschaftlich können nur die echten Mehrkosten mit einbezogen werden. Die vor allem stattfindende Leistungsverdichtung während der System Einführung bekommen zwar alle im Unternehmen zu spüren, doch zählen im Grunde nur greifbare Zusatzkosten wie bezahlte Überstunden oder zusätzliche Einstellungen von Mitarbeitern. So eng betrachtet, investierten beispielsweise von mir untersuchte 176 Unternehmen in ihre ERP-Einführung [SAP R/3]

durchschnittlich 2,6 Millionen Euro, das waren rund 2% eines Jahresumsatzes.

Quantitativer und qualitativer Nutzen

Bei der Frage nach dem Output, sprich dem Nutzen, den ein Unternehmen durch ein ERP-System erzielt, wird es knifflig. Direkt monetär messbare Nutzeneffekte, wie Bestandssenkung, Durchlaufzeitverkürzung oder die Einsparung von Wartungskosten, reichen sicher nicht zur Begründung eines akzeptablen Return on Investment [RoI]. Beispielsweise konnten die von uns untersuchten SAP-Anwender im Laufe der Zeit ihre Lagerbestände von ca. 20 auf 18,5 Millionen Euro verringern; bei angenommenen Kapitalbindungssatz von 8 Prozent reduzieren sich dadurch die jährlichen Kapitalbindungskosten um durchschnittlich 120.000 Euro. Ein Großteil des Nutzens kann lediglich qualitativ gemessen werden; das bestätigen auch die erwähnten Untersuchungen. Die Unternehmen berichteten teilweise über substanziellen Mehrnutzen gegenüber der Situation vor der ERP-Einführung, beispielsweise bei der Liefertermin-Treue, der Prozessflexibilität oder der Prozesstransparenz. Doch leider können die qualitativ gemessenen Nutzenaspekte in eine klassische RoI-Berechnung nicht mit einbezogen werden.

RoI-Betrachtungen für alle von Nutzen

Sollen die bisherigen Ansätze weiter entwickelt werden, muss man sich zunächst die Frage stellen, was eigentlich das Ziel der RoI-Betrachtungen ist. Primär geht es bei der Anwendung des Verfahrens nicht darum, einer ERP-Einführung nachträglich Noten hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit zu erteilen. Die ex post Betrachtungen sollen dem

Unternehmen helfen gegebenenfalls beim Nutzen gezielt nachzubessern. Für Unternehmen, die in eine ERP-Investition einsteigen, sind Nutzenerfahrungen der anderen eine wertvolle Basis zur Ermittlung der eigenen RoI-Erwartungen. Aber auch die ERP-Hersteller profitieren; sie erhalten aus den RoI-Betrachtungen bei ihren Kunden äußerst nützliche Informationen für die Weiterentwicklung der Systeme, der Implementierungsstrategien und -werkzeuge. Letztlich gilt es für alle, durch die RoI-Betrachtungen die Basis für einen wirtschaftlicheren ERP-Einsatz zu schaffen. Dabei geht es aus Anwendersicht bei weitem nicht nur darum, die bestgeeignete ERP-Software auszuwählen, denn letztlich bestimmen der Implementierungsprozess und vor allem der unternehmensspezifische Einsatz der Software die Wirtschaftlichkeit. Diese Aspekte können in hohem Masse vom Anwendungsunternehmen selbst beeinflusst und geprägt werden. Es ist kein Geheimnis, dass vergleichbare Unternehmen mit der selben ERP-Software stark unterschiedlichen Nutzen erzielen. Leider mangelt es bis anhin an der methodischen Umsetzung dieser Erkenntnis.

Die Implementierung ist entscheidend

Was bereits abstrakt überzeugend tönt, wird auch durch die eingangserwähnte Untersuchungen bestätigt: Wenn es darum geht, die ERP-Nutzung auf einen maximalen wirtschaftlichen Beitrag im Unternehmen zu trimmen, kann das ERP-System allein es nicht richten. Betrachten wir zunächst die Nutzenkategorien, bei denen die Befunde der einzelnen Unternehmen vergleichsweise gering vom Durchschnittswert aller betrachteten Unternehmen abweichen, also mit geringer Varianz. Hier ist der gemessene Nutzen stark durch Merkmale geprägt, die allen Unternehmen gemeinsam sind:

Dazu zählt das ERP-System selbst. Durch die SAP-Einführung nahm der Nutzen im Bereich Unternehmenscontrolling stark zu, aber auch die Arbeitsbelastung der User stieg deutlich. Die Bestände konnten nur moderat gesenkt werden, die Kapazitätsauslastung wurde etwas verbessert und die EDV-Mannschaft wuchs geringfügig an. Schwieriger wird die Ursachenzuordnung für die Nutzenaspekte mit hoher Varianz. Hier wird offensichtlich: Das allen gemeinsame Merkmal SAP-Anwendung als nutzenbestimmendes Merkmal wird überlagert durch stark unterschiedliche Merkmale des Einführungsprozesses und der Softwareanwendung. Diese Merkmale gestalten maßgeblich die untersuchten Unternehmen selbst – oder zusammen mit einem Beratungsunternehmen: Dazu zählen die Nutzenkategorien Geschäftsprozesse, Kunden- und Marktorientierung und die Mitarbeitermotivation. Bei diesen Nutzenkategorien muss die Systemeinführung durch umfassende organisatorische Maßnahmen flankiert werden, damit ein hoher Nutzen für das Unternehmen entsteht. Die Chancen zur Bereinigung der Abläufe im Unternehmen, der Daten und der Zuständigkeit aufgrund der Einführung eines neuen Systems sollten nicht ungenutzt bleiben. Eine gut passende Standardsoftware macht dem Unternehmen quasi Vorschläge für optimierte Prozesse. Eine ordnende Methodik durch ein externes Beratungsunternehmen, die alle Beteiligten auf Kurs hält und moderierend den Prozess steuert, kann hier die Unternehmen unterstützen. Denn das größte Problem ist offensichtlich den großen Implementierungsaufwand überhaupt zu bewältigen.

Weiter Untersuchungen im Gange

Was kann das Unternehmen an flankierenden Maßnahmen zur Reorganisation zusätzlich noch verkraften? Es wurde deshalb untersucht, wie sich der organisatorische Umstrukturierungsaufwand vor, während und nach der Systemimplementierung auf den erzielten Nutzen ausgewirkt hat. Erstaunlicherweise wirkten sich weitere

Umstrukturierungen nach der ERP-Einführung am stärksten auf den Nutzen aus. Die Befunde legen folgenden Schluss nahe: Vor der Einführung muss vor allem das neue Prozessdesign erarbeitet werden und allen klar gemacht werden, wo das Unternehmen hin will. Umstrukturierungen in größerem Maß sind in dieser Phase nicht möglich, denn zu ihrer Umsetzung wird ein entsprechendes Informationssystem benötigt, dessen Implementierung ja erst ansteht. Während der Einführung verträgt ein Unternehmen nur ein begrenztes Maß an Umstrukturierungen, die schon vom System abgefordert werden, ein perfekter Zustand kann hier noch nicht erreicht werden. Deshalb besitzen wohl die Umstrukturierungen nach der Einführung diese hohe Wirkung auf den Nutzen. Weiteren Aufschluss über den Einfluss des ERP-Systems und des Einführungsprozesses auf den wirtschaftlichen Erfolg der ERP-Anwendung erhoffen wir uns durch unsere derzeit laufenden Untersuchungen bei Anwendern von drei weiteren, namhaften ERP-Systemen. Momentan werden die Daten von über 260 Unternehmen ausgewertet, die diese Systeme eingeführt haben. Erste Analysen zeigen, dass die ursprünglichen Nutzenerwartungen weitgehend mit denen der SAP-Anwender übereinstimmen, dass jedoch teilweise signifikante Unterschiede beim realisierten Nutzen bestehen. Wir erwarten weiteren Aufschluss über den Einfluss auf den Nutzen der Beteiligten. Umfassende Ergebnisse werden noch in diesem Jahr vorliegen.

Bereits die bisherigen Befunde verdeutlichen, wie wichtig für die Unternehmen eine methodische Unterstützung bei der ERP-Einführung bzw. der ERP-Einsatzoptimierung ist, die alle Beteiligten auf die Erzielung eines maximalen wirtschaftlichen Erfolges fokussiert. Interessanterweise stellte die Gartner Group fest, dass über 80 Prozent der von Unternehmensberatern unterstützten Projekte nach ihrem Start weder überwacht noch an den ursprünglichen Erwartungen gemessen werden. Nicht zuletzt deshalb gibt es junge Beratungsfirmen, die in der Wei-

terentwicklung der Methode und in der Unterstützung der Unternehmen bei der Anwendung in Praxis der ERP-Einführungen oder ERP-Optimierungen eine Marktnische sehen.

Erste Praxiserfahrungen zeigen, dass mit dieser Methode zur Wirtschaftlichkeitsfokussierung die Unternehmensleitung die Zügel in die Hand bekommt. Sie führt damit das gesamte am Projekt beteiligte "Gespann", den Softwarelieferanten, den Implementierungspartner und die unternehmensinternen Projektmitglieder an der kurzen Leine zum maximalen Rol. Für erfüllte – oder unerfüllte – Rol-Erwartungen ist eben nicht nur die Software entscheidend, von belang sind vielmehr die Hausaufgaben, welche alle Beteiligten und insbesondere das Unternehmen selbst bei der Implementierung und Anwendungsoptimierung machen müssen.

Literaturhinweis:

Reiner Martin, Peter Lempp, Heiko Mauterer: Wie Software wirklich Nutzen bringt. In: Harvard Businessmanager, H. 6, 2003, S. 71-77 [Sonderdruck über: <http://www.mqresult.com/de/publications/default.asp>].

Erstmalig erschienen: NZZ, 23.09.2003, Nr.220, S.66 <

"Instant Messaging" auf der Basis von Webservices

Informatik

von Prof. Dr. Hans Albrecht Schmid unter Mitarbeit von Dirk Plate,
Eugen Eissler, Andreas Müller, Henning Schäfer und Gunther Würz



**Prof. Dr.
Hans Albrecht Schmid**

war nach seinem Studium an der Universität Stuttgart, am Institut National Polytechnique de Grenoble und nach seiner Promotion mit einem Doktorandenstipendium der Studienstiftung des deutschen Volkes als Assistent an der Universität Karlsruhe, als Gastprofessor an der University of Toronto und als Forschungsgruppenleiter an der Universität Stuttgart tätig. Darauf war er zehn Jahre im IBM Entwicklungslabor Böblingen in verschiedenen leitenden technischen und Management-Positionen tätig, bevor er als Professor an die Fachhochschule Konstanz kam. Seine Forschungsschwerpunkte sind fortgeschrittene Softwaretechnologien in technischen und kommerziellen Anwendungsgebieten. Er hat eine größere Anzahl von Forschungsprojekten, darunter ein DFG-Projekt, durchgeführt und eine beträchtliche Anzahl international anerkannter Veröffentlichungen auf diesen Gebieten publiziert.

Webservices stellen ein neues Mittel zum Aufruf von Systemdiensten dar, das unabhängig von der verwendeten Plattform und Programmiersprache ist, und bei dem nur die Spezifikation, nicht aber die Implementierung der Dienste bekannt gemacht wird. In diesem Beitrag werden Webservices kurz eingeführt und es wird am Beispiel eines selbst entwickelten "Instant Messaging"-Systems gezeigt, wie man Webservices vorteilhaft zur Erstellung eines Systems nutzen kann. Die beschriebenen Arbeiten wurden zum Teil im Rahmen eines vom MWF Baden-Württemberg und vom BMBF durch die DLR geförderten Projektes zu Web-Applikationen [vergleiche [SR04]] durchgeführt.

1. Überblick über Webservices

Was ist ein Webservice? Ein Webservice stellt eine Menge von zusammengehörigen verbindungslosen Diensten dar, die von einem Web-Server bereitgestellt und auf ihm ausgeführt werden. Zum Beispiel könnte ein Online-Buchhändler auf einem Web-Server den Dienst "gib Preis zu ISBN-Nummer", der zu einer gegebenen ISBN-Nummer den Preis zurückgibt, und den Dienst "bestelle Buch mit ISBN-Nummer" in Form eines Webservice bereitstellen. Ein solcher verbindungsloser Dienst ist mit einem Funktionsaufruf einer Programmiersprache vergleichbar: Zum Aufruf wird keine Verbindung benötigt; nur die Spezifikation des Dienstes ist bekannt, und zwar sowohl die Syntax als auch die Parameter; es spielt jedoch keine Rolle, wie er implementiert ist.

Ein als Webservice angebotener Dienst kann sehr einfach über das Internet von einem entfernten Computer aus aufgerufen werden, ohne dass eine feste Verbindung vom Aufrufer zum Diensterbringer etabliert wird. Ein Programm oder eine Web-Seite in einem

Browser muss dafür nur einen HTTP-Aufruf [das HTTP-Protokoll stellt das grundlegende Internet-Kommunikationsprotokoll auf Anwendungsebene dar] über das Internet schicken und den Namen des Aufrufs, seine Parameter und Rückgabewerte in einem speziellen XML-Format [XML ist in den letzten Jahren zum grundlegenden Datenaustauschformat geworden], Simple Object Access Protocol [SOAP] genannt [siehe [SOAP]], codieren.

Zur Beschreibung eines Webservice dient die Web Service Description Language [WSDL] [siehe [WSDL]], die ein standardisiertes Format zur Beschreibung der Syntax eines Webservice, d.h. seines Namens, der Parameter und Rückgabewerte, und seiner Semantik, d.h. das was er macht, darstellt. Mit der WSDL kann der Online-Buchhändler das Format der von ihm bereitgestellten Dienste beschreiben und diese Beschreibung an alle Interessenten für seine Dienste weitergeben, so dass diese die erforderlichen HTTP/SOAP-Aufrufe an seinen Web-Server absetzen können. Will er seine Webservices allgemein bekannt machen, so kann er dies auf einer Art "Gelbe Seiten" tun, deren Format durch das Universal Description and Discovery Interface UDDI [siehe [UDDI]] beschrieben wird.

Lassen Sie uns an dem Beispiel einen der Vorteile, die sich durch die Benutzung von Webservices ergeben, aufzeigen. Angenommen der Online-Buchhändler liefert seine Bücher über einen Paketdienst aus. Sein Bestell- und Auftragsverwaltungssystem gibt die Lieferaufträge direkt an das System des Paketdienstes weiter. Wenn dieses System seine Dienste ebenfalls in der Form von Webservices anbietet, so kann der Online-Buchhändler zur Lieferungsverfolgung seinen Kunden einfach die Lieferungsnummer [inklusive Passwort oder ähnlicher Sicherheitsinformation], die er vom Paketdienst

erhält, geben. Auf diese Weise kann ein Kunde die Lieferung direkt über den Aufruf der Webservices des Paketdienstes verfolgen. Würde das System des Online-Buchhändlers die Dienste des Paketdienstes über eine andere Technologie zum entfernten Dienstaufruf wie zum Beispiel Java RMI und CORBA [CACM98] aufrufen, so könnte die Lieferungsverfolgung nicht direkt durch den Kunden ausgeführt werden. Weitere Vorteile und auch Nachteile von Webservices werden in der Folge anhand unseres Instant-Messaging-Systems beschrieben.

2. Das Instant Messaging System I³M

Das I³M-System [International Internet Instant Messaging] bietet in Chatrooms "Instant Messaging"-Dienste und in Konferenzen "Instant oder Delayed Messaging"-Dienste an. Es ist dem bekannten ICQ-System ähnlich, verbessert es aber in verschiedener Hinsicht, wie etwa automatischer Übersetzung der Nachrichten oder durch die Bereitstellung von Wandtafeln, auf denen entfernte Partner gemeinsam Zeichnungen erstellen können. Außerdem vermeidet es, da es auf HTTP als Kommunikationsprotokoll basiert, die Schwierigkeiten mit Firewalls, die bei der Benutzung von ICQ auftreten können. I³M wurde von Eugen Eisler, Andreas Müller, Dirk Plate, Henning Schäfer und Gunther Würz am Fachbereich Informatik der Fachhochschule Konstanz in einem Projekt entworfen und entwickelt, das unter Anleitung des Hauptautors vom Herbst 2002 bis zum Sommer 2003 durchgeführt wurde. In der Folge werden verschiedene Aspekte von I³M beschrieben.

3. Interoperabilität

Ein I³M-System besteht aus einem Server und mehreren Clients [siehe Abbildung 1]. Der I³M-Server, der auf einem HTTP-Applikations-Server installiert wird, speichert alle Benutzerdaten zentral und bietet die Dienste von I³M in der Form von Webservices den Clients an. Das in der Microsoft-Programmiersprache C# geschriebene Serverprogramm läuft auf einem Windows

2000 IIS Server mit C#. Das in Java mit dem von IBM stammendem GUI-Werkzeug IIS geschriebene Client-Programm kann auf jeder Java 2 JDK 1.4.1 Plattform laufen.

Der Server bietet für die Clients zwei relativ komplexe Webservice-Schnittstellen an, die etwa 30 Operationen enthalten. Eine Operation hat primitive Datentypen und auch öfters eine oder zwei von insgesamt acht Klassen als Parametertyp. Trotzdem konnten wir ohne Schwierigkeiten die Kommunikation zwischen dem C#-Programm auf dem Server, das die Webservices bereitstellt, und den Client-Programmen in Java, welche die Webservices aufrufen, durchführen. Ohne Webservices wäre dies recht schwierig und komplex, so dass wir viel mehr Entwicklungszeit und -aufwand investieren hätten müssen. Denn die Alternative wäre gewesen, entweder die Kommunikation auf den niederen Ebenen von TCP-Socket-Verbindungen durchzuführen, was die Definition eines eigenen Anwendungs-Kommunikationsprotokolls für jeden der 30 Dienste erforderlich gemacht hätte, oder sie durch eine Zusammenarbeit von Java RMI/CORBA und Microsoft DCOM mittels Adaptern durchzuführen.

4. Benutzersitzungen

Ein Benutzer muss bei einem I³M-Server mit seinem Namen, Passwort, Sprache und ähnlicher Information registriert sein. Dazu meldet sich ein Benutzer einmalig über den Client an [siehe Abbildung 2]. Ein registrierter Benutzer muss sich bei dem I³M-Server einloggen, um eine Sitzung zu etablieren. Nach dem Login kann er zwischen verschiedenen Funktionalitäten wählen: er kann sich das "Dilbert"-Comic des Tages anschauen, sich die Liste seiner Kumpels [Buddies] mit der Angabe, ob sie online oder offline sind, zeigen lassen, er kann sich in einem Chatroom oder an einer Konferenz beteiligen oder auf der Wandtafel Diagramme erstellen [siehe Abbildung 3]. Ein Chatroom ist für alle Benutzer offen, die online sind. An einer Konferenz sind nur eingeladene Kumpel beteiligt, die auch offline sein können, wobei sie



Abb. 1: I³M-System mit Server und 3 Clients in 2 Konferenzen

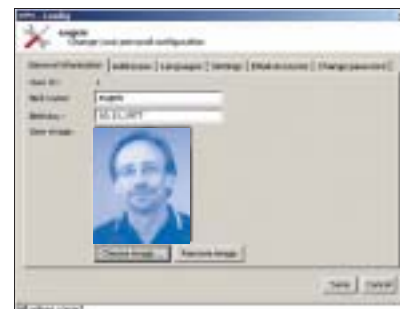


Abb. 2: Bildschirmmaske für Benutzeranmeldung



Abb. 3: I³M Haupt-Bildschirmmaske mit Wandtafel und Konferenz

dann die Konferenz-Nachrichten mit Verspätung erhalten, wenn sie wieder einloggen, oder auch ohne Verzögerung über Fax oder Email. Sowohl Chatroom- als auch Konferenz-Nachrichten werden in die Benutzersprache übersetzt.

Abbildung 4 gibt einen Überblick über den I³M-Server [unten] und die I³M-Clients [oben]. Ein Client besteht aus einer einzigen Programmkomponente, die aus einer größeren Anzahl von Java-Klassen besteht. Die beiden in Abbildung 4 gezeigten Clients haben jeweils das Login durchgeführt und eine Sitzung etabliert [welche durch den Tunnel vom Client zum Server dargestellt wird], und sich danach an Kon-

ferenzen und Chatrooms beteiligt. Ein Client ruft hauptsächlich Dienste der zentralen Server-Komponente auf, Core-Komponenten genannt, welche die Konferenz-, Chatroom- und einige andere Dienste bereitstellt.

Wenn ein Benutzer eine Nachricht eingibt, ruft der Client einen Webservice auf, um sie an den Server weiterzugeben. Dieser hält alle Zustandsinformationen zentral. Ein Client muss jedoch seinen Zustand [d.h. die angezeigten Nachrichten usw.] ändern, wenn er oder andere Benutzer, die an den gleichen Chatrooms oder Konferenzen beteiligt sind, eine neue Nachricht eingegeben haben. Die Standard-Lösung nach dem Beobachter-Entwurfsmuster [GHJV95] wäre, den Client zum Beobachter des Servers zu machen: Bei jeder Zustandsänderung würde der Server alle betroffenen Clients durch den Aufruf eines "Update"-Webservice darüber benachrichtigen. Wir sind diesem Ansatz nicht gefolgt, da dann jeder Client einen HTTP-Applikationsserver installieren müsste. Dies könnte zusätzlich zu logistischen und organisatorischen Problemen zu Firewall-Problemen für alle Clients, die hinter einem Firewall arbeiten, führen. Deswegen pollt ein Client in regelmäßigen Zeitabständen den Server, um zu ermitteln, ob in den Chatrooms oder Konferenzen, an denen er beteiligt ist, eine Zustandsänderung eingetreten ist.

Das I³M-System muss sicherstellen, dass nur ein Benutzer, der sich korrekt eingeloggt hat, die Nachrichten aus den Chatrooms oder Konferenzen erhält, an denen er beteiligt ist. Es muss ausgeschlossen werden, dass ein nicht-registrierter oder nicht erfolgreich eingelogger Benutzer die Webservices eines I³M-Servers aufruft, um auf die Nachrichten Zugriff zu erhalten, und ebenso, dass ein erfolgreich eingelogger Benutzer Nachrichten von Chatrooms oder Konferenzen erhält, an denen er sich nicht beteiligt hat. Zu diesem Zweck muss der I³M-Server eine Client-spezifische Sitzung für jeden Benutzer etablieren und ihren Zustand festhalten. Dies scheint auf den ersten Blick nicht möglich zu sein, da ein Webservice ein verbindungsloser Aufruf ist. Im Rahmen eines Applikati-

onserver lässt sich diese Forderung jedoch realisieren; wir können hier nicht darauf eingehen, wie das gemacht wird.

5. Fein-Granulare Server-Komponenten

Der I³M-Server besteht aus der Core-Komponente [siehe Abbildung 4 unten mitte] und verschiedenen anderen Komponenten wie der Benutzerverwaltungs-Komponente [User Administration], die ihre Dienste für die Core-Komponente über eine Webservice-Schnittstelle [im Gegensatz zu einer üblichen lokalen Programmiersprachenschnittstelle] bereitstellen. Wir beschreiben in der Folge die Verantwortlichkeiten dieser Komponenten zusammen mit den unterschiedlichen Gründen, warum ihre Zusammenarbeit innerhalb des Systems nicht, wie üblich, über lokale Programmiersprachenschnittstellen durchgeführt wird.

Die Benutzerverwaltungs-Komponente [siehe Abbildung 4 unten links] spielt zusammen mit der Core-Komponente eine zentrale Rolle im System. Die Core-Komponente ruft Dienste der Benutzerverwaltungs-Komponente zur Identifikation eines Benutzers beim Einloggen auf, und auch, wenn ein Benutzer Suchen nach anderen Benutzern durchführt. Der Hauptgrund dafür, dass wir diese beiden Verantwortlichkeiten in zwei Komponenten aufgeteilt haben, die über Webservice-Schnittstellen zusammenarbeiten, ist, dass dann auch ein Client die Benutzerverwaltungs-Komponente direkt aufrufen kann. Dies ist nämlich erforderlich, wenn sich ein Benutzer zum ersten Mal von einem Client aus registriert, weil die Core-Komponente nur Login-Anforderungen von registrierten Benutzern akzeptiert. Ein anderer Grund ist, dass auf diese Weise die Isolation der Benutzerverwaltungs-Kom-

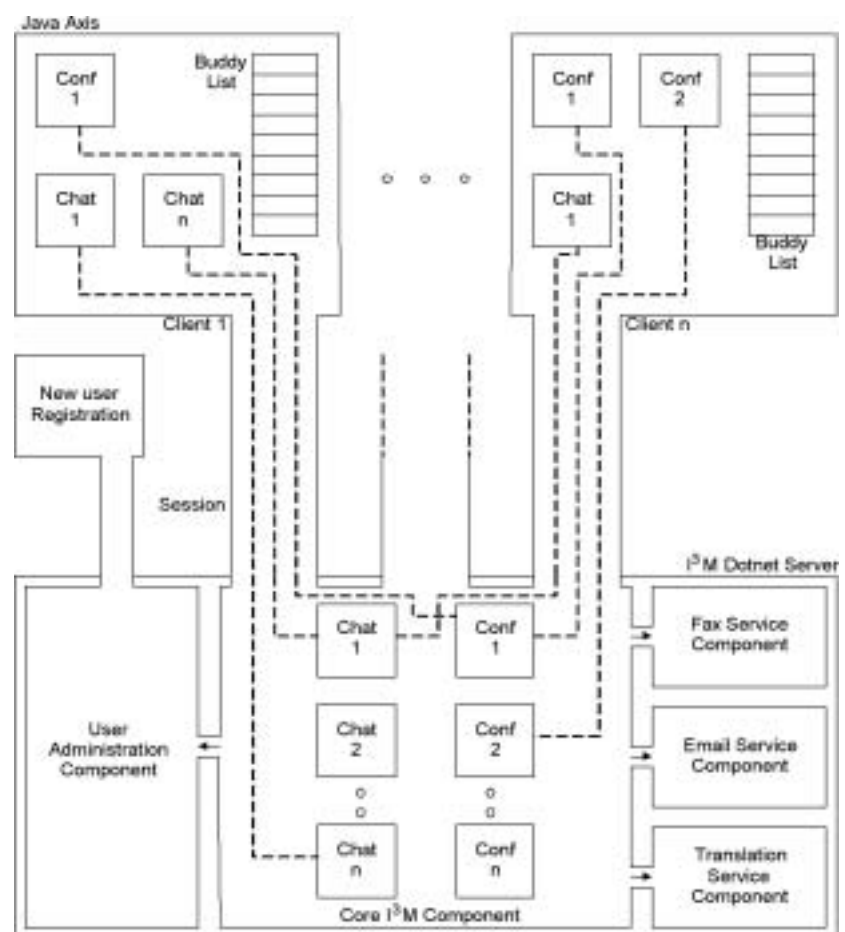


Abb. 4: Feingranulare Komponenten, aus denen I³M-Server [unten] und die I³M-Clients [oben] bestehen

ponente verbessert wird.

Diese Aufteilung hat jedoch zur Folge, dass wir garantieren müssen, dass kein anderes Programm vorgeben kann, die Core-Komponente zu sein, um so die Dienste der Benutzerverwaltungs-Komponente aufzurufen. Um dies zu vermeiden, benutzt die Core-Komponente ein Passwort und einen privaten Schlüssel, wenn sie die Dienste der Benutzerverwaltungs-Komponente aufruft.

Der Übersetzungsdienst [Translation Service, siehe Abbildung 4 unten rechts] wird von der Core-Komponente in "Realzeit" aufgerufen, wenn die an einem Chatroom oder einer Konferenz beteiligten Benutzer unterschiedliche Sprachen sprechen. Der Übersetzungsdienst kann entweder in Form einer Übersetzungsdienst-Komponente als integrierter Bestandteil eines I³M-Servers bereitgestellt werden, oder er kann von einem unabhängigen dritten Dienstanbieter erbracht werden. Die Core-Komponente ruft den Übersetzungsdienst über einen Webservice auf, um von dem tatsächlichen Anbieter und seiner Lokation unabhängig zu sein. Nach dem Stand vom Jahr 2003 bieten verschiedene Anbieter auf dem Internet Übersetzungsdienste an, wie etwa Babelfish [www.xmethods.net/sd/2001/BabelFishService.wsdl]. Ein Aufruf von Babelfish mit einigen Worten, die übersetzt werden sollen, kostet etwa 0.5 Sekunden Antwortzeit vom Netz der Fachhochschule Konstanz aus. Jeder Betreiber eines I³M-Servers kann einen unterschiedlichen Übersetzungsdienst benutzen und ihn nach seiner eigenen Wahl auswählen, basierend auf den Kriterien Preis und Übersetzungsqualität, ohne dass dies Änderungen des Programmcodes erforderlich machen würde.

Andere Dienste wie etwa der Fax- oder Email-Dienst werden auch über Webservice-Schnittstellen aufgerufen, aus den gleichen Gründen wie für den Übersetzungsdienst besprochen. Nach dem Stand vom Jahr 2003 gibt es einige Fax-Server mit Webservice-Schnittstelle auf dem Internet, so dass I³M die Dienste von einem von ihnen aufruft. Aber jeder Betreiber eines I³M-Servers kann einen unterschiedlichen Fax-

dienst benutzen und ihn nach seiner eigenen Wahl auswählen.

Diese Beschreibung hat gezeigt, dass der I³M-Server aus verschiedenen Komponenten besteht, die auch die Zusammenarbeit innerhalb des Systems mittels Webservice-Aufrufen durchführen, weil dies im Vergleich zur Zusammenarbeit über Programmiersprachenschnittstellen verschiedene Vorteile mit sich bringt.

6. Vorteile beim Aufruf von Diensten über Webservices

Lassen sie uns die Vorteile bei der Verwendung von Webservices zusammenfassen:

Wie das Beispiel der Benutzerverwaltungs-Komponente zeigt, können auch Komponenten außerhalb eines Teilsystems [wie z.B. der Client] oder Systems auf die Dienste von system-internen Komponenten zugreifen, wenn die system-interne Zusammenarbeit über Webservices erfolgt.

Wie das Beispiel der Übersetzungs- und Faxdienste zeigt, wird eine neue Art von Flexibilität erreicht, die im Prinzip keine Änderungen des Programmcode erfordert [auch wenn dies bei der Benutzung heutiger Werkzeuge noch nicht möglich ist]. Ein Systembetreiber hat die Wahl, ob er einen Dienst von einer system-internen Komponente oder von einem beliebigen externen Dienstanbieter erbringen lässt. Wie das Beispiel des Clients und Servers zeigt, wird eine Plattform- und Programmiersprachen-Unabhängigkeit erreicht. Ein Teilsystem kann auf Linux laufen, ein anderes auf Windows. Eine in Java programmierte Komponente versteht sich auch mit einer in C# programmierten Komponente.

Werden die Dienste eines Teilsystems über das Internet aufgerufen, so muss nur Port 80, der HTTP-Port, freigegeben sein. Damit gibt es keine Probleme mit Gateways und Firewalls, was allerdings auch negative Folgen haben kann. Weil Firewalls durch Benutzung des Port 80 umgangen werden, können diese auch nicht ihre Schutzfunktion wahrnehmen. Ein Trojaner, der Webservices verwendet, kann z.B. unbemerkt Daten senden und empfangen.

7. Nachteile beim Aufruf von Diensten über Webservices

Wenn Dienste über Webservices aufgerufen werden, muss man nach dem Motto: "Nichts ist umsonst" die Vergrößerung der Flexibilität mit einem Performanzverlust bezahlen. Wir haben Messungen durchgeführt, um die Größe der Performanzverluste zu ermitteln.

Die Kosten eines Webservice-Aufrufs für zwei Komponenten, die auf dem gleichen Computer allokiert sind, wurden in Form der Antwortzeit für den Aufruf von drei Webservices mit unterschiedlichen Parametern gemessen: Dienst 1 berechnet die Wurzel einer Integer-Zahl und gibt ein Integer-Resultat zurück; Dienst 2 konkateniert zwei String-Parameter und liefert ein String-Resultat zurück; Dienst 3 hat zwei Vektoren einer benutzer-definierten Vektorklasse als Parameter und gibt die Summe als Vektor zurück.

Ein kollozierter Webservice-Aufruf kostet nach dem Stand vom Jahr 2003 für Dienst 1, 2, und 3 auf einem Pentium III mit 800 MHz und Windows 2000 im Durchschnitt [siehe Abbildungen 5 und 6]:

- unter Windows 2000 IIS und C# [siehe Abbildung 5]: 8.8, 8.9 und 9.2 ms [Millisekunden]
- unter Java 2 JDK 1.3 mit Tomcat/Axis [siehe Abbildung 6]: 22, 19, und 22 ms
- unter Java mit Sun WSDP: 13, 10, und 11 ms.

Wie wir sehen, hat die Art und Anzahl der Parameter keinen direkten Einfluss auf die Antwortzeit und damit die Performanz-Verluste.

Ein lokaler Aufruf dieser Dienste über einen Methodenaufruf einer Klasse kostet zwischen 1.5 and 3.5 Mikrosekunden; ein CORBA-Aufruf [CACM98] zwischen kollozierten Objekten kostet etwa 0.5 Millisekunden und zwischen entfernten Objekten etwa 0.9 Millisekunden, wie unsere Messungen in der gleichen Systemumgebung ergeben haben.

Somit kostet der Aufruf eines Webservice auf der von uns benutzten Windows 2000 IIS Plattform etwa 9 Milli-

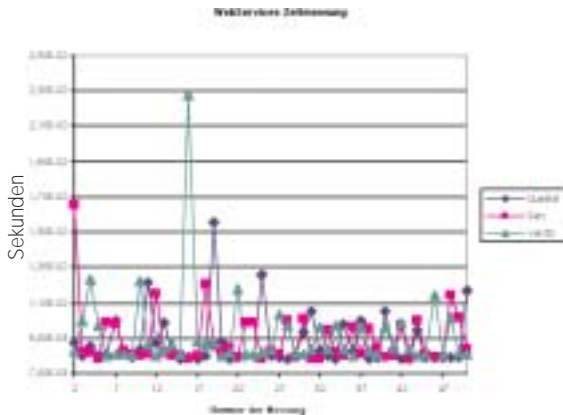


Abb. 5: Kosten [in Sekunden] von 50 lokalen Webservice Aufrufen unter Windows 2000 IIS mit C#



Abb. 6: Kosten [in Millisekunden] von 50 lokalen Webservice Aufrufen unter Java Tomcat mit Axis

sekunden Zusatzkosten im Vergleich zu einem lokalen Methodenaufruf und 8 Millisekunden im Vergleich zu einem CORBA-Aufruf. Diese Zusatzkosten sind der Preis, den man für die Plattformunabhängigkeit, Flexibilität und Einfachheit der Webservice-Aufrufe bezahlt.

8. Weiterführende Problemstellungen

Wir möchten noch kurz einige weiterführende Problemstellungen ansprechen, die in unserem Forschungsprojekt bearbeitet werden, auch wenn wir leider in diesem Beitrag nicht näher darauf eingehen können.

Die Performanzverluste bilden einen wichtigen Punkt: Kann man bei der Erstellung eines Systems, um die Vorteile von Webservices wie Flexibilitätsverbesserung usw. zu genießen, die Performanzverluste einfach so in Kauf nehmen? Diese Fragestellung ist deshalb von besonderem Interesse und Relevanz, weil zum Beispiel Anbieter

von "Business Suite"-Systemen wie etwa SAP Pläne haben, ihre Systeme unter Nutzung von Webservices zu restrukturieren. Siehe Bericht der Computer Zeitung [CZ04], nach dem SAP Pläne hat, die Business Suite Mysap in den beiden nächsten Jahren in eine Systemarchitektur aus fein-granularen Komponenten zu restrukturieren, die miteinander lose über Webservices gekoppelt sind. Das Ziel der Restrukturierung sei, die Individualisierung des Systems für einen Kunden einfacher und kostengünstiger zu machen. Ein Resultat unserer Forschungsarbeiten ist, dass man die Performanzverluste zumindest beim system-internen Aufruf von lokalen Diensten nicht so einfach in Kauf nehmen sollte, da sie in diesem Fall besonders stark zum Tragen kommen. Wir haben am Beispiel von I³M ermittelt, dass sich sein Durchsatz um über 80% vermindern kann, wenn ein einziger Aufruf eines internen Dienstes nicht lokal über eine Programmiersprachenschnittstelle, sondern über einen Webservice erfolgt. Es wurde auch ein patentiertes bzw. zum Patent angemeldetes Verfahren erfunden, wie man die Performanzverluste beim system-internen Aufruf von lokalen Diensten vermeiden kann, ohne die Vorteile zu verlieren.

Eine andere Fragestellung, mit der wir uns beschäftigen, ist das Verhältnis von Service-orientierten Architekturen [vergleiche [LRS02]], bei denen die Aufrufe von Diensten nach einer dynamische "Discovery" mittels UDDI gebunden werden, zu solchen Architekturen, bei denen die Aufrufe von Diensten zu frei wählbaren Zeitpunkten an durch Parameter vorgegebene Dienste gebunden werden, danach aber bis zum nächsten Neu-Binden fest sind.

9. Referenzen

- [CACM98] Special section on CORBA; Communications of the ACM, Vol.41, No.10, October 1998
- [CZ04] [No author] Walldorf setzt auf Webservices [German]; Computer Zeitung 35, No. 1-3, 12.1.2004
- [GHJV95] E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented

- Software; Addison-Wesley, 1995
- [LRS02] F. Leymann, D. Roller, M. T. Schmidt: Web Services and Business Process Management; IBM Systems Journal Vol.41, No2, 2002
- [SR04] H. A. Schmid, G. Rossi: Modeling and Designing Processes in E-Commerce Applications. IEEE Internet Computing, Jan./Feb. 2004, pp.2-10
- [SOAP] see: <http://www.w3org/TR/SOAP12.html>
- [UDDI] see: <http://www.uddi.org>
- [WSDL] see: <http://www.w3org/TR/WSDL.html>

> www.abb.ch/Karriere



A world
of opportunities

ABB

Bauingenieurwesen

Wohnraum für einen Zwei-Personenhaushalt

von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Francke und Dipl.-Ing. [FH] Thomas Böhringer

in einer Kugel



**Prof. Dr.-Ing.
Wolfgang Francke**

geboren 1961 in Oberhausen/Rhld. Studium des Bauingenieurwesens an der Technischen Universität [TUD] in Darmstadt. Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik an der TUD. Projektleiter für Sonderkonstruktionen, Geschossbauten aus Stahl und Verbundbau. Zahlreiche Veröffentlichungen zu ausgeführten Projekten, Verbundbau und Stabilitätsfragen im Stahlbau. Seit 1999 Professor für Stahlbau, Holzbau und Verbundbau an der Fachhochschule Konstanz.

Email: francke@fh-konstanz.de
Tel.: 07531/206-211
Fax: 07531/206-87217



**Dipl.-Ing. [FH]
Thomas Böhringer**

geboren 1973 in Laupheim. Abgeschlossene Lehre als Zimmerer. Studium des Bauingenieurwesens an der Fachhochschule Konstanz mit dem Schwerpunkt Konstruktiver Ingenieurbau; Abschluss: Diplom-Ingenieur [FH] im SS 2003.

Konzept

Geplant wurde ein Haus für einen Zwei-Personenhaushalt mit einer kugelförmigen Geometrie und einem Durchmesser von 8,30 m. Der Wohnbereich verteilt sich auf zwei Ebenen, die eine Gesamtfläche von 73 m² ergeben. Im Untergeschoß wurde der Eingangsbereich und Technikraum angeordnet.

Durch die auffallende und ungewohnte Form des Gebäudes eignet es sich insbesondere für Ausstellungsmessen oder als Werbeobjekt.

Von großem Vorteil ist das Verhältnis von Volumen zur Oberfläche. Vergleicht man eine Kugel mit anderen geometrischen Körpern, so ist zum Bei-

spiel bei gleichem Volumen die Oberfläche von einem Würfel um 26% größer. Bedenkt man, dass ein Großteil der Wärmeverluste sich proportional zur Außenfläche des Gebäudes verhält, ist bei einem Kugelhaus mit erheblichen Energieeinsparungen zu rechnen.

Wohnen in runden Räumen

Damit die runden Formen auch noch im Innern wirken, wurde nur der Sanitärbereich als separater Raum geplant. Im Erdgeschoss sind keine Trennwände vorgesehen. Die Krümmungen im Schnitt [Abb. 2] wirken sich kaum auf das Erdgeschoss aus und erlauben es, Schränke und "Stehbereiche" auch an



Abb. 1: Modell des Kugelhauses: Gut zu erkennen ist die Außenfassade mit den umlaufenden Lärchenlamellen



Abb. 2: Schnitt durch die Kugel



Abb. 3: Grundriss Erdgeschoss



Abb. 4: Grundriss Obergeschoss

der Außenwand mit ausreichender Raumhöhe zu planen [Abb. 3]. Im Obergeschoss konzentrieren sich Schränke, Dusche und "Stehbereiche" zur Mitte des Raumes, wobei Bett, Badewanne und niedrige Schränke

unter den "Dachschrägen" angeordnet werden [Abb. 4]. Ein Oberlicht sorgt für zusätzliches natürliches Licht und ermöglicht einen Blick in den Sternenhimmel.

Konstruktionsprinzip

Im konstruktiven Ingenieurholzbau wurde bisher ein deterministisches Sicherheitskonzept verwendet. Bedingt durch die Harmonisierung der europäischen Normen wird diese nun durch ein semiprobabilistisches Sicherheitskonzept, das auf der Wahrscheinlichkeitstheorie basiert, ersetzt. Dafür werden Teilsicherheitsbeiwerte eingeführt; es wird nachgewiesen, dass die Tragstruktur oder Einzelteile davon festgelegte Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit mit einer angemessenen Wahrscheinlichkeit nicht erreichen oder überschreiten. Damit verbunden ergibt sich eine völlig neue Normengeneration im Bauwesen [1], [2]. Erläuternde Fachliteratur fehlt im Holzbau fast vollständig, da sich seit 2001 die Allgemeine Bauaufsichtliche Einführung der E DIN 1052 [1] verzögert.

Genauere Konstruktions- und Ausführungsdetails werden hier nicht veröffentlicht; die Planer freuen sich über Nachfragen von Interessenten.

Für das statische System wurde ein Stabmodell gewählt. 16 gebogene Binder aus Brettschichtholz mit einem Querschnitt von $b/h = 18/35$ cm verlaufen gleich den Längengraden der Erdkugel [Abb. 5]. Eine vollkommen runde Form des Gebäudes wird durch umlaufende Lärchenlamellen erreicht, die in der äußeren Schale der Fassade angeordnet wurden und somit wesentlich zur optischen Aufwertung der Außenfassade beitragen [Abb. 1]. Indem die Lamellen auch über die Fensterbereiche geführt werden, können flächige Fenster eingebaut werden ohne die runde Form zu unterbrechen [Abb. 6]. Beim Außenhüllenaufbau handelt es sich um einen klassischen Wandaufbau eines Holzhauses. Die Tragfunktion übernehmen gebogene Binder, die von beiden Seiten beplankt werden. In dem Zwischenraum der beiden Beplankungen ist die Wärmedämmung vorgese-



Abb. 5: Statisches Modell - gerendert



Abb. 6: Blick vom Ausschnitt ins Rauminnere des EG; Treppe ins OG; die Beplankung wird über die Fenster geführt und sorgt somit für ein harmonisches Licht



Abb. 7: Blick vom Ausschnitt ins Rauminnere des OG; Das "Fensterband" ist in die Südrichtung ausgerichtet und bildet zusammen mit der Kuppel spannende Beleuchtungseffekte

hen. Für die gekrümmten und schräg zu laufenden Dämmfelder bietet sich ein Zellulosefaser Material gerade zu an. Als Witterungsschutz dient eine hinterlüftete Membran, die zusätzlich noch durch die Gestaltung der Farbgebung auf das äußere Erscheinungsbild des Gebäudes Einfluss nehmen kann.

In der Planungsphase wurde großen Wert auf eine Realisierbarkeit des Projekts gelegt. In diesem Zusammenhang wurden Aspekte diskutiert, die das System auf Transportier- und Elementierbarkeit, Montage und Wirtschaftlichkeit untersuchen.

Montage

Die komplette Kugel soll weitgehend in der Werkstatt vorgefertigt werden. Durch ein Unterteilen der gebogenen Binder jeweils in der Gebälkebene erhält man in jedem der drei Stockwerke 16 Elemente. Um die Fugenzahl bei der Endmontage zu reduzieren werden jeweils vier Elemente eines Stockwerkes zu einem Hauptelement zusammengefasst. Zusätzlich können jetzt die umlaufenden Lamellen in der Werkstatt angebracht werden; man erhält trotz Vorfertigung eine "runde" Außenfassade.

Bei den horizontal und vertikal Stößen der Hauptelemente überlappen sich Membran und Lamellen, dies führt zu einem schnellen und reibungslosen Aufrichtvorgang.

Auch die Gebälkebenen sind in jeweils 4 Elemente unterteilt und werden in der Werkstatt komplett vorgefertigt.



Abb. 8: Aufgeschnittene Seite: Innenraum und die einzelnen Hauptelemente

Literatur

- [1] E DIN 1052 [2000-05]: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
- [2] DIN 1055-100: Einwirkungen auf Tragwerke; Grundlagen der Tragwerksplanung; Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln
- [3] Francke, W.: Sicherheitskonzept,

Konstanz, 2001 [Eigenverlag]

[4] Francke, W.: Bemessungshilfen für den Ingenieurholzbau nach E DIN 1052 [2000-05], Konstanz, 2001 [Eigenverlag]

[5] Böhringer, Th.: Systemfindung und Bemessung eines kugelförmigen Gebäudes im konstruktiven Ingenieurholzbau, FH-Konstanz, Diplomarbeit, 2003, [unveröffentlicht]



High Tech- Medizintechnik vom Bodensee

Weltweit arbeitene Geräte im klinischen Einsatz. Unsere Stosswellentechnologie findet in verschiedenen medizinischen Bereichen ihre Anwendung. Die bekannteste Anwendung ist ohne Zweifel die Zerkleinerung von Nierensteinen, ganz ohne chirurgischen Eingriff.

Unsere Stärke: Die Stosswelle



STORZ MEDICAL

STORZ MEDICAL AG • UNTERSEESTRASSE 47 CH-8280 KREUZLINGEN SCHWEIZ
 TEL: +41/(0)71 677 45 FAX: +41/(0)71 677 45 INFO@STORZMEDICAL.COM • WWW .STORZMEDICAL.COM

Bauingenieurwesen

Baulicher Brandschutz als ingenieurmäßige Herausforderung

von Dipl.-Ing. [FH] Joachim Wollstädt, Prof. Klaus-Jürgen Mattern und Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer

Dem vorbeugenden baulichen Brandschutz kommt in der heutigen Zeit eine gänzlich veränderte Bedeutung zu als noch vor zehn Jahren. Die Architektur sieht immer filigranere, lichtdurchlässigere und offenere Bauwerke vor. Diesem Stil unserer Zeit muss sich auch das Baurecht anpassen, um ein bedarfsgerechtes objektspezifisches Sicherheitskonzept zulassen zu können.

Das Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland weist das Bauordnungsrecht als Sicherheitsrecht den Ländern zu. Um gewährleisten zu können, dass gleich geartete Fälle auch baurechtlich gleich geregelt werden, wurde auf Bundesebene die Musterbauordnung [MBO] erlassen. Die Landesbauordnungen [LBO] der Bundesländer basieren auf der MBO und sind in den einzelnen Ländern als verbindliche Rechtsgrundlage für das Baugeschehen anzusehen. Als obersten Grundsatz sieht die Landesbauordnung für Baden-Württemberg den Schutz von Leben und Gesundheit von Mensch und Tier sowie die Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit. Auf diesem Grundsatz basierend, fordert § 15 [1] LBO für Baden-Württemberg, dass "der Ausbreitung von Feuer und Rauch [...] vorgebeugt wird und bei einem Brand wirksame Löscharbeiten und die Rettung von Menschen und Tieren möglich sein muss".

Bei konsequenter Anwendung dieser Vorschrift könnte so manches filigran geplante Bauvorhaben nicht zur Ausführung kommen. Bei der aktuellen, offenen Architektur werden oftmals durchgehende Lufträume vom Erdgeschoss bis in die oberen Geschosse gewünscht. Somit wird der Ausbreitung von Rauch im Falle eines Brandes nicht entgegengewirkt und die notwendigen Rettungswege wären möglicherweise nicht schnell genug begehbar. In derartigen Fällen besteht im Sinne der LBO die Möglichkeit, von

den vorhandenen Vorschriften abzuweichen, falls den Schutzzielen des Baurechts auf andere Art und Weise entsprochen werden kann.

Der Nachweis einer nach §§ 3 und 15 LBO ausreichenden Sicherheit bei einem geplanten Objekt ist grundsätzlich auf drei verschiedene Arten möglich.

- Konventionelle Beurteilung
- Beurteilung nach anerkannten Regeln der Technik
- Ingenieurmäßige Beurteilung

In dem vorliegenden Beitrag soll auf die ingenieurmäßige Beurteilung eines Objektes mittels EDV-gestützter Brandsimulation eingegangen werden. Diese ist derzeit als Stand der Technik einzustufen was zur Folge hat, dass die Ergebnisse vollständig dokumentiert, validiert und nachvollziehbar gemacht werden müssen. Somit sind sämtliche Annahmen und alle physikalischen Grundlagen bei der Nachweisführung darzulegen. Die Validierung z.B. der Brandsimulation ist dadurch gegeben, dass die Ausgangswerte, wie sie der Simulation zugrunde gelegt werden, empirisch erwiesen und die physikalischen Rechengänge hinreichend erforscht sind.

Grundsätzlich existieren drei in der Praxis verwendete Modelle zur Modellierung und Simulation von Bränden:

- Systemcodes
- Zonenmodelle
- Feldmodelle

Systemcodes sind spezielle Codes für kerntechnische Fragestellungen. Sie dienen der Berechnung der Energiefreisetzung in geschlossenen Systemen. Diese Art der Berechnung hat im nicht nuklearen, also im konventionellen Bereich des Brandschutzingenieurwesens keine Bedeutung [1].

Bei den Zonenmodellen werden die

Joachim Wollstädt, Dipl.-Ing. [FH]

geboren 1977, Studium des Konstruktiven Ingenieurbaus an der Fachhochschule Konstanz, Gruppenführer in der Freiwilligen Feuerwehr Rottweil, seit 01.01.2004 tätig beim Ingenieurbüro für Brandschutz, Steinachstraße 11, D-72336 Balingen

Prof. Klaus-Jürgen Mattern, [Dipl.-Ing.]

geboren 1938, Studium des Bauingenieurwesens an der TH Stuttgart, Professor für Baustofftechnologie und ehemaliger Leiter der öffentlichen Prüfstelle an der Fachhochschule Konstanz, Sachverständiger u.a. für Bauphysik, Baustofftechnologie, allgemeine Bauberatung/Bauschäden und Projektbegleitung

Prof. Dr.-Ing. Sylvia Stürmer

geboren 1964, Studium der Baustoffverfahrenstechnik an der Bauhaus-Universität Weimar. Von 1990 bis Mitte 1998 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fingerinstitut für Baustoffkunde der Bauhaus-Universität Weimar in Lehre, Forschung und gutachterlich tätig. 1998 Promotion. Von September 1998 bis August 2003 bei Colfirmat Rajasil beschäftigt als Produktmanagerin für Bausanierung und Leiterin der Abteilung Bauberatung. Mitglied der WTA. Seit September 2003 Professorin für Baustofftechnologie an der Fachhochschule Konstanz.

betrachteten Raumbereiche [Brandraum / angrenzende Räume] in bis zu 20 volumenvariable Zonen aufgeteilt. Für diese Zonen wird im Sekundenzschritt die Energie- und Massenbilanz aufgestellt, wobei die einzelnen Zonen als Bereiche homogener physikalischer Verhältnisse betrachtet werden. So werden Aussagen über die Mittelwerte der Temperatur, bezogen auf den ganzen Raum bzw. die Heißgasschicht, die mittlere Dicke dieser Heißgasschicht sowie die Ventilationsrate erhalten. Auch die Energie- bzw. Massenerhaltung wird hierbei lediglich auf globaler Ebene berücksichtigt. Die Impulserhaltung wird ausschließlich im Bereich der Brandquelle angesetzt. Aus diesem Grund benötigt dieser Rechenansatz zur Darstellung dynamischer Phänomene zusätzliche empirische Relationen, welche grundsätzlich vorausgesetzt werden.

So ist zum Beispiel das Vorhandensein eines Plumes¹, der bis zur Decke des Raumes reicht, eine der Berechnung zugrunde gelegte Annahme.

Es ist ersichtlich, dass die Anwendung dieses Ansatzes auf Brände im Freien oder auf andere spezielle Brandszenarien [wie z.B. in hohen Atrien] nicht anwendbar ist. Daher wurden bereits anfangs der 70er Jahre die ersten Feldmodelle entwickelt, bei denen diese Problematik nicht besteht.

Bei diesem Verfahren werden Methoden der numerischen Strömungsdynamik [Computational Fluid Dynamics: CFD] eingesetzt, um die Temperaturverteilung, die Gasströmung [Konvektionsströmung, Auftriebsströmung, Ventilationsströmung] und weitere für die Brand- und Rauchausbreitung wichtige Größen zu ermitteln.

Die Zustände im Brandraum und in den Folgeräumen werden durch Systeme von nicht linearen partiellen Differentialgleichungen dargestellt. Zur Berechnung werden die Räume in infinitesimale Kontrollvolumina eingeteilt und hierfür die Energie- und Massenbilanz aufgestellt.

Die Lösung wird in Zeitschritten von 0,1 bis 0,01 Sekunden ausgegeben. Daher ist diese Berechnung bei einer Anzahl von bis zu 5 Millionen zu berechnenden Punkten numerisch sehr

aufwendig und erst seit kurzer Zeit auf dem Niveau von Personal Computern durchführbar.

Der Vorteil dieser Methode gegenüber anderen Modellansätzen besteht darin, dass, wie oben erwähnt, wesentliche Brandphänomene wie die Existenz einer Heißgasschicht oder eines Plumes, nicht vorausgesetzt werden, sondern sich in ihrer Entwicklung auf der Basis grundlegender physikalischer Gesetze der Strömungs- und Thermodynamik bestimmen lassen. Die Ausbreitung von Rauch und Wärme hängt damit im Wesentlichen nur noch von den Anfangs- und Randbedingungen des untersuchten Brandszenariums [vor allem von der Stärke und Lage der Brandquelle sowie von den baulichen Gegebenheiten und den Ventilationsbedingungen] ab.

Während man bei Zonenmodellen versucht, eine aus empirischen Modellen abgeleitete Betrachtungsweise zu verfeinern, basiert der Feldmodellansatz auf der Lösung der lokalen und zeitabhängigen hydrodynamischen Erhaltungsgleichungen für Masse, Energie und Impuls, welche die durch einen Brand entstehende Konvektionsströmung beschreiben.

Diese für die Brandsimulation elementaren Gleichungen werden nachfolgend angegeben:

Gleichung 1:
Kontinuitätsgleichung

$$\frac{\delta \rho}{\delta t} + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{v}) = \dot{m}'''$$

ρ : Gesamtdichte des Gasmischungs
 t : Simulationszeitschritt

$\frac{\delta}{\delta t}$: Ableitung einer physikalischen Größe nach der Zeit [die Größe verändert sich zeitabhängig]

$\vec{\nabla}$: Gradient einer ortsabhängigen Variablen [die Größe verändert sich ortsabhängig]

\vec{v} : Geschwindigkeitskomponenten in Richtung der Koordinatenachsen

Die Kontinuitätsgleichung gibt an, dass die zeitliche Änderung der Dichte in einem beliebig kleinen Volumenbe-

reich aus der Summe des Ein- und Ausstroms in dieses Kontrollvolumen resultiert. Dies wird noch ergänzt durch Beiträge des Massenquellterms \dot{m}''' welcher vor allem den Massenzuwachs in der Gasphase durch die Freisetzung von Verbrennungsprodukten beschreibt [2]. Als nächstes sei die *Energiegleichung* angeführt:

Gleichung 2:
Energiegleichung

$$\frac{\delta}{\delta t} (\rho e) + \vec{\nabla} \cdot (\rho e \vec{v}) = -\rho \vec{\nabla} \cdot \vec{v} + \frac{\delta \sigma}{\delta t} - \vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \dot{Q}'''$$

e : spezifische innere Energie, wobei diese über die Temperatur T und die spezifische Wärmekapazität c_V zu $e = c_V \cdot T$ beschrieben wird

p : Druck

σ : Spannungstensor, der die Viskositätseffekte des Mediums beschreibt

\vec{J} : Wärmestrom, er verknüpft die örtliche Änderung der Temperatur T mit dem Koeffizient der Wärmeleitfähigkeit λ zu $\vec{J} = T \cdot \lambda$

Die *Energiegleichung* beschreibt den Vorgang der Balance zwischen thermischer und kinetischer Energie innerhalb des betrachteten Volumenelements. Weiter stellt sie den Energieaustausch an der Oberfläche des Volumens durch Konvektion und Wärmeleitung dar. \dot{Q}''' ist hierbei die Brandleistung. Gegebenenfalls wird mit \dot{Q}''' zusätzlich die Wirkung der Tropfen einer Sprinkleranlage berücksichtigt [2]. Schließlich ist noch auf die *Impulsgleichung* einzugehen:

Gleichung 3:
Impulsgleichung

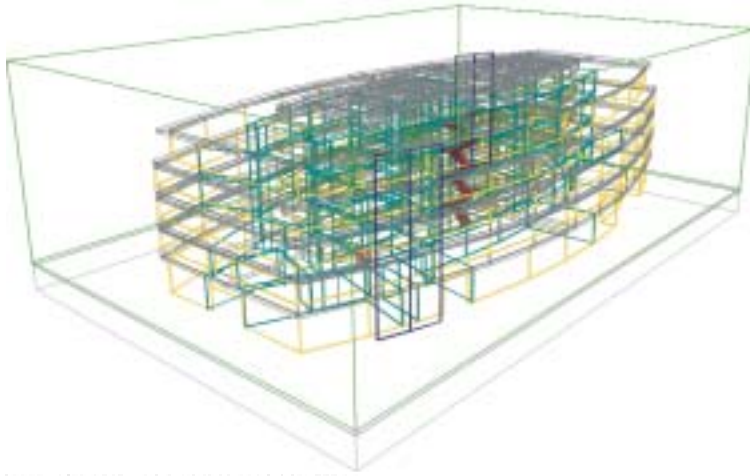
$$\frac{\delta}{\delta t} (\rho \vec{v}) + \vec{\nabla} \cdot (\rho \vec{v} \vec{v}) = -\vec{\nabla} \cdot p + \vec{\nabla} \cdot \sigma + \rho \vec{g}$$

\vec{g} : Gravitationsbeschleunigung

Die Impulsgleichung beschreibt die Impulserhaltung. In der hier dargestellten Form wird sie auch als Navier-Stokes-Gleichung bezeichnet [2].

Alle Größen in den obigen Gleichungen hängen vom Ort $\vec{x} = (x, y, z)$ und der Zeit t ab. Sie sind somit physikali-

Gastemperatur T , $t=3$ min 49,5 s (229,5 s)



Objektgesellschaft Domierstraße 1, Markdorf

Abb. 1: Dreidimensionales Gebäudemodell

sche Felder, woraus sich die Namensgebung für diese Art der Brandsimulation, das Feldmodell, ergibt.

Aus der Darstellung der obigen Beziehungen wird die Komplexität des rechnerischen Nachweises ersichtlich. Grundlegende physikalische Größen werden als Ausgangswerte der Feldmodellsimulation herangezogen. Hierdurch ist der numerische Aufwand sowie die sich daraus ergebenden langen Rechenzeiten [teilweise mehrere Tage] bei der Durchführung der Simulation zu begründen.

Beispielhaft für die Programme, welchen der Feldmodellansatz zugrunde liegt, soll das Programm KOBRA-3D angeführt werden. KOBRA-3D ist ein auf den obigen Grundlagen basierendes Feldmodell, welches im Rahmen mehrerer vom BMFT² geförderter Forschungs- und Entwicklungsprojekte von der I.S.T. GmbH, Frankfurt, entwickelt wurde.

Seine Aussagekraft bei der Simulation von Großbauten wurde u.a. auch durch Beiträge auf entsprechenden Fachtagungen und durch Fachpublikationen dokumentiert bzw. demonstriert.

Abbildung 1 soll das räumliche Gebäudemodell nach der Eingabe in das Simulationsprogramm darstellen.

Nach der Durchführung der Brandsimulation also in der Regel nach einer Rechendauer von ca. 5-10 Tagen können dem Programm die Rechenergebnisse sowohl in graphischer als auch in tabellarischer Form entnommen werden. Es werden Schnitte in Längs- und Querrichtung sowie der Grundriss des Gebäudes ausgegeben. Die nachfolgenden Skizzen zeigen die optische

Dichte, d.h. die Verrauchung des oben dargestellten Gebäudes, wie sie das Programm für den Zeitschritt 3 Minuten nach Brandentstehung im Erdgeschoss des Atriums ausgibt:

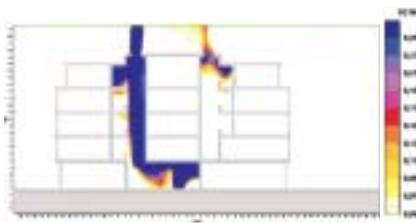


Abb. 2: Querschnitt bei Brandquelle

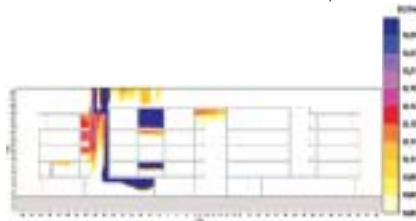


Abb. 3: Längsschnitt bei Brandquelle

Des Weiteren können auch detaillierte Angaben bezüglich der Strömungsgeschwindigkeiten oder der Gastemperaturen aus dem Programm entnommen werden. Auf diese Weise besteht bezüglich der als wahrscheinlich angenommenen Brandszenarien die Möglichkeit, eine Aussage über die Benutzbarkeit der Rettungswege zu machen. Hierfür muss im Zuge eines ganzheitlichen Brandschutzkonzeptes auf die spezifischen Eigenschaften des Gebäudes hinsichtlich dessen Nutzung und Benutzern eingegangen werden. Bei der Definition der Schutzziele muss bereits im Vorfeld die Dauer festgelegt werden, welche für eine Entfluchtung des Gebäudes benötigt wird, also wie lange die Rettungswege frei von Rauch sein müssen. Die gleiche

Zeit ist für die Erfordernis einer gemäßigten Raumtemperatur im Bereich der Fluchtwege anzusetzen. Somit wird ersichtlich, dass diese Art der Nachweisführung objektspezifisch und aus diesem Grund für jedes Gebäude aufs Neue äußerst aufwändig ist. Die ausführliche brandschutztechnische Betrachtung und ingenieurmäßige Nachweisführung wird für den konventionellen Wohnungsbau in den seltensten Fällen angewandt. Wohl aber bei der Planung von architektonisch individuellen Objekten, wo aufgrund der besonderen Bauweise auch besondere bauliche Maßnahmen nötig werden, ist die genauere ingenieurmäßige Betrachtung notwendig. In solch besonderen Fällen können durch objektspezifische Planung zum einen eine filigrane und moderne Architektur ermöglicht und dabei wesentlich Kosten bei der Bauausführung minimiert werden.

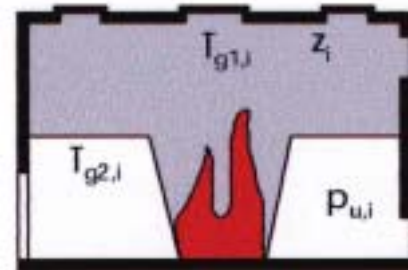


Abb. 4: Rauchpilz [Plume]¹

Literaturverzeichnis

- [1]: U. Schneider u. a. [2001]: Ingenieurmethoden im baulichen Brandschutz, Renningen: Expert-Verlag
 [2]: Dr. V. Schneider [2001]: Brandsimulation für Brandschutzkonzepte, Grundlagen der Modellierung von Bränden mit Feldmodellen, Frankfurt a.M.

¹Plume: Rauchpilz, der sich innerhalb des Brandraumes von der Decke in Richtung Fußboden ausbreitet.

²BMFT: Bundesministerium für Forschung und Technik



UNSERE LEISTUNGEN

Das Ingenieurbüro für Brandschutz wurde 1993 von Clemens Riesener gegründet. Mit dem Firmengründer verbinden sich 20 Jahre Erfahrung und Kompetenz als Bau- und Brandschutzsachverständigen.

Im Ingenieurbüro Riesener arbeiten hochqualifizierte Mitarbeiter im Gesamtbereich des vorbeugenden Brandschutzes. Viele Unternehmen und öffentliche Einrichtungen schätzen die langjährige Zusammenarbeit mit uns.

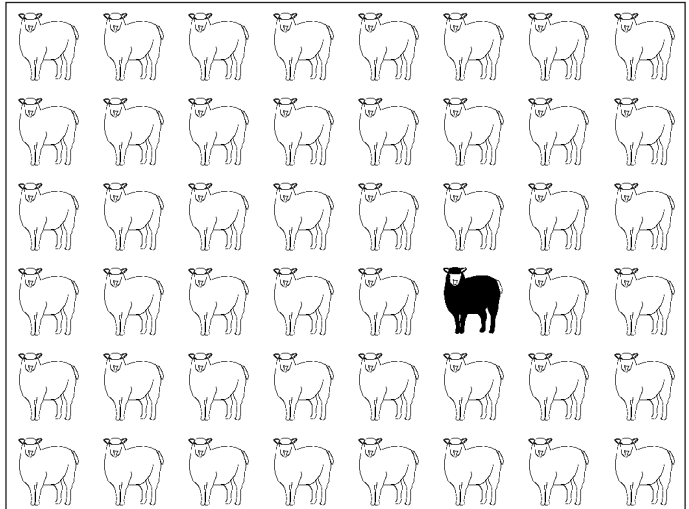
Gerne stehen wir auch Ihnen zur Verfügung – wir freuen uns auf Ihre Aufgaben.

UNSER ARBEITSBEREICH UMFASST UNTER ANDEREM

- * Erstellung von Objektbezogenen Brandschutzkonzepten
- * Computersimulation nach Wärmebilanztheorie
- * Brandverhütungsschauen gemäß den Vorgaben der obersten Baurechtsbehörden
- * Brandlastberechnungen nach DIN 18 230 LV.m. der Bewertung nach der Industriebaulichlinie
- * Fachbauleitung im Rahmen der Bauausführung nach LBO
- * Fertigen von Feuerwehrglänen (DIN 14 095), Brandschutzplänen, Flucht- und Rettungsplänen
- * Brandschutzbedarfsplanung für kommunale Feuerwehren

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Wir sind ständig interessiert an der Beschäftigung von Praktikanten und erfahrenen Jungingenieuren.

Für weitere Frage steht Ihnen Herr Riesener, Tel.: 07433/9998-0, oder clemens.riesener@ib-riesener.de zur Verfügung.



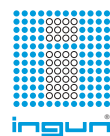
INGUN sichert Ihre Qualität

Kontaktstifte

Prüfadapter

Testsysteme

Sicherheit für Ihre Serienproduktion:
Mit INGUN-Produkten finden Sie jedes schwarze Schaf.



INGUN Prüfmittelbau GmbH
Max-Stromeyer-Straße 162 • D-78467 Konstanz
Tel. +49(0)75 31/81 05-0
Fax +49(0)75 31/81 05-65
info@ingun.com • www.ingun.com

GRUPPE DREI • K

dunkermotoren

wir bewegen was

Motoren und Getriebe aus Bonndorf – standardisiert, modular, flexibel

Der Name DUNKERMOTOREN ist ein Begriff in der Antriebstechnik. Ob in der Datentechnik oder im Maschinenbau, in der Optik oder der Medizintechnik, der Fördertechnik sowie im Bereich der Sonnenschutztechnik.

Überall sind DUNKERMOTOREN im Einsatz. Als führender Anbieter im Bereich der Antriebstechnik stützt sich DUNKERMOTOREN auf die drei Segmente: Gleichstrommotoren, Wechsel- und Drehstrommotoren sowie Jalousie- und Stellantriebe.

innovative design

quality

Wechsel- Drehstrommotoren
Kollektor- und Elektronik-
Gleichstrommotoren
Getriebe- und Bremsmotoren
Jalousie- und Stellantriebe

motor & electronic



Alcatel SEL AG
Dunkermotorenwerk - Allmendstraße 11
D-79848 Bonndorf/Schwarzwald
www.dunkermotoren.de
info@dunkermotoren.de
Telefon (07703) 930-0 - Fax -210/212



Bauingenieurwesen

Erdbeben – Eine beherrschbare Naturgewalt?

von Prof. Dr.-Ing. Horst Werkle

1. Einführung

Erdbeben stellen eine selten auftretende, aber häufig extrem hohe Belastung für Bauwerke dar. Auch heute kommt es, selbst in modernen Hochtechnologie-Ländern, immer wieder zu folgenschweren Schäden bei Erdbeben.

Vorschriften zur Erdbebensicherung von Bauwerken gibt es in Ländern mit hoher seismischer Gefährdung wie den USA oder Japan schon seit Beginn des 20. Jahrhunderts. In Deutschland erschien 1957 erstmalig die DIN 4149 "Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Richtlinie für Bemessung und Ausführung". Sie galt allerdings nur als Empfehlung und nicht als bindende Bauvorschrift. Im Jahr 1972 erschien in Baden-Württemberg die "Vorläufige Richtlinie für das Bauen in Erdbebengebieten des Landes Baden-Württemberg", deren Anwendung verbindlich war. Viele Bestimmungen dieser "Vorläufigen Richtlinie" wurden dann der im Jahr 1981 erschienenen und danach baurechtlich verbindlich eingeführten Neufassung der DIN 4149 "Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten" zugrunde gelegt. Für kerntechnische Anlagen wurde eine spezielle Norm, die KTA-Regel 2201, entwickelt, die den höheren sicherheitstechnischen Anforderungen dieser Bauwerke gerecht wird. Eine neue Normengeneration entstand in den 90-er Jahren mit der Entwicklung der europäischen Normung. Für Erdbebeneinwirkungen gilt der Eurocode 8 "Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben". Dieser gibt nicht nur den neuesten technischen Stand der Berechnungs- und Bemessungsverfahren wieder, sondern er enthält auch Regeln zur seismischen Auslegung von Brücken, Türmen, Masten, Behältern und Rohrleitungen und geht damit über das Anwen-

dungsgebiet der bisherigen DIN 4149 weit hinaus. Da noch offen ist, wann die Eurocodes die nationalen Normen ablösen werden, wird derzeit die DIN 4149 auf der Basis des Eurocode 8 überarbeitet.

2. Entstehung von Erdbeben und Baugrunderschütterungen

Nach der Wegnerschen Plattentheorie besteht die Erdkruste aus großräumigen Platten. Die Platten liegen auf dem zähflüssigen Erdmantel auf und führen, durch endogene Kräfte bedingt, immer wieder geringfügige Relativbewegungen durch. Diese können als Kriechbewegungen erfolgen oder aber, wenn sich die Plattenteile "verkleben", auch durch eine plötzliche Spannungslösung, die ein Erdbeben auslöst. Erdbeben sind natürliche Erscheinungen, die aber wegen der hier zu beachtenden geologischen Zeiträume leicht in Vergessenheit geraten und, wenn sie dann auftreten, Unverständnis und Schrecken hervorrufen.

Die an den Plattenrändern auftretenden Verwerfungen können sich bis an die Erdoberfläche erstrecken. Abbildung 1 zeigt ein Einfamilienhaus in



Abb. 1: Einfamilienhaus auf der Hayward-Verwerfung in Kalifornien



Prof. Dr.-Ing.
Horst Werkle

ist Wissenschaftlicher Direktor des Instituts für Angewandte Forschung der Fachhochschule Konstanz. Er lehrt seit 1989 Baustatik und Bauinformatik im Fachbereich Bauingenieurwesen. Seine fachlichen Interessen liegen insbesondere im Bereich der Anwendung der Finite-Element-Methode in der Baustatik und Baudynamik sowie der Softwareentwicklung mit modernen Softwaretechnologien. Ein weiterer Tätigkeitsschwerpunkt sind Online-Wörterbücher und Terminologiedatenbanken für den Konstruktiven Ingenieurbau.

Kalifornien, das unwissentlich auf einer Verwerfung, die eine Kriechbewegung durchführt, errichtet wurde. Man erkennt, dass es an der rechten Hausecke durch die Kriechbewegung des darunter liegenden Baugrundes immer wieder zu Schäden kommt.

Meistens, so auch in Deutschland, sind die Verwerfungen jedoch von einer mehrere Kilometer mächtigen Sedimentschicht überdeckt. Vom Entstehungsort des Bebens, dem Hypozentrum, breiten sich Bodenwellen zur Erdoberfläche aus. Beim Durchgang durch den Boden werden die Wellen gefiltert. Hierdurch kommt es insbesondere durch die obersten Bodenschichten zu Änderungen der Amplituden und des Frequenzgehaltes.

3. Erdbebensicherung von Bauwerken

3.1 Allgemeines

Die Erdbebenerschütterung des Bodens wird durch zwei horizontale und eine vertikale Komponente beschrieben. Für die Beanspruchung von Bauwerken sind insbesondere die horizontalen Bodenbeschleunigungen maßgebend, da die vertikale Erdbebenbeschleunigung meist geringer als die horizontale ist und das Bauwerk aus den im Wesentlichen vertikalen Lastfällen Eigengewicht und Verkehr bereits erhebliche Tragreserven gegenüber vertikalen Lasten besitzt.

3.2 Baudynamische Berechnungen

Grundlage der dynamischen Berechnung eines Bauwerks ist die sich aus der Finite-Element-Methode ergebende Bewegungsgleichung

$$\underline{K} \cdot \underline{u} + \underline{C} \cdot \dot{\underline{u}} + \underline{M} \cdot \ddot{\underline{u}} = -\underline{M} \cdot \underline{I} \cdot \ddot{u}_g(t) \quad [1]$$

\underline{K} ist die Steifigkeitsmatrix des Systems, \underline{C} die Dämpfungsmatrix, \underline{M} die Massenmatrix, ein Vektor zur Beschreibung der Antriegsrichtung, $\underline{u}(t)$ der Vektor der Verschiebungszeitverläufe und $\ddot{u}_g(t)$ der Beschleunigungszeitverlauf des Bodens. Als Lösungsverfahren kommen insbesondere das Zeitverlaufsverfahren und das Antwortspektrenverfahren in Betracht [1, 2].

3.3 Boden-Bauwerk- und Flüssigkeits-Bauwerk-Wechselwirkung

Der Baugrund beeinflusst durch seine elastischen und dämpfenden Eigenschaften das Schwingungsverhalten des Bauwerks. Dieser als Boden-Bauwerk-Wechselwirkung bezeichnete Effekt ist insbesondere bei massiven, steifen Bauwerken von entscheidender Bedeutung. Die Modellbildung des Bodens stellt eine besondere Schwierigkeit dar, da sich Wellen im Boden in einen sehr viel größeren Bereich ausbreiten als statische Verformungen. Die Modellierung des Bodens ausschließlich durch Finite Elemente scheidet wegen der Größe des erforderlichen Modells daher in der Regel aus. Analytische Methoden und die Randelementmethode sind für homogene und für wenig geschichtete Böden geeignet. Bei stark geschichteten Böden ist der Rechenaufwand mit diesen Methoden jedoch sehr hoch.

Eine äußerst effiziente, semianalytische Methode, mit der auch Böden mit ausgeprägter Schichtung mit demselben Aufwand wie homogene Böden dynamisch berechnet werden können, wurde erstmalig von Waas in Berkeley entwickelt und später von Kausel und Werkle für allgemeine dreidimensionale Systeme erweitert [Abb. 2], [3].

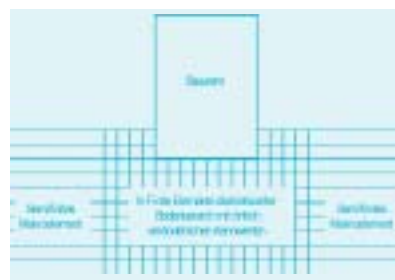


Abb. 2: Semianalytisches Verfahren für geschichteten Baugrund

Ein derzeit aktuelles Forschungsgebiet ist die Flüssigkeits-Bauwerk-Wechselwirkung. So werden bei der Erdbebenbeanspruchung von Flüssigkeitsbehältern zusätzlich zum statischen Flüssigkeitsdruck dynamische Druckzustände hervorgerufen. Die rechnerische Behandlung der komplexen Interaktion der Schwingungen der Flüssigkeit und der Bauwerksschwingungen ist mit der Finite-Element-Methode möglich.

Daneben gibt es auch vereinfachte Feder-Masse-Dämpfer-Modelle für spezielle Systeme.

3.4 Tragwiderstand und Duktilität

Für das Erdbebenverhalten eines Tragwerks ist neben seinem Tragwiderstand gegen horizontale Kräfte auch dessen Duktilität oder Verformungsvermögen von entscheidender Bedeutung. Unter der Duktilität versteht man das Verhältnis zwischen der Verformung im Versagenszustand und der Verformung an der Elastizitätsgrenze. Man unterscheidet zwischen der Verschiebeduktilität ganzer Bauwerke, der Dehnungs- und der Krümmungsduktilität eines Querschnitts und der Rotationsduktilität eines plastischen Gelenks. Nach Bachmann [4] besteht bezüglich des Versagens eines Gebäudes bei Erdbebenbelastung folgender grundsätzliche Zusammenhang:

$$\text{"Güte des Erdbebenverhaltens"} = \text{Tragwiderstand} \cdot \text{Duktilität}$$

Die Auslegung eines Bauwerks für ein gegebenes Bemessungserdbeben ist also entweder mit einem hohen Tragwiderstand und geringer Duktilität oder mit einem niedrigerem Tragwiderstand und entsprechend hoher Duktilität zu erreichen [Abb. 3].

Die konsequente Nutzung der Tragwerksduktilität führt zu dem Verfahren der Kapazitätsbemessung. Dieses kann kurz wie folgt charakterisiert werden:

- In einem Tragwerk mit Erdbebeneinwirkungen werden die plastifizierenden Bereiche bewusst gewählt und so festgelegt, dass ein geeigneter plastischer Mechanismus entsteht.
- Die plastifizierenden Bereiche werden so bemessen und konstruktiv durchgebildet, dass sie genügend duktil sind.
- Die übrigen Bereiche werden mit zusätzlichem Tragwiderstand [Kapazität] versehen, damit sie elastisch bleiben, wenn die plastifizierenden Bereiche ihre Überfestigkeit entwickeln. [Hugo Bachmann in Anlehnung an Thomas Paulay [4]]

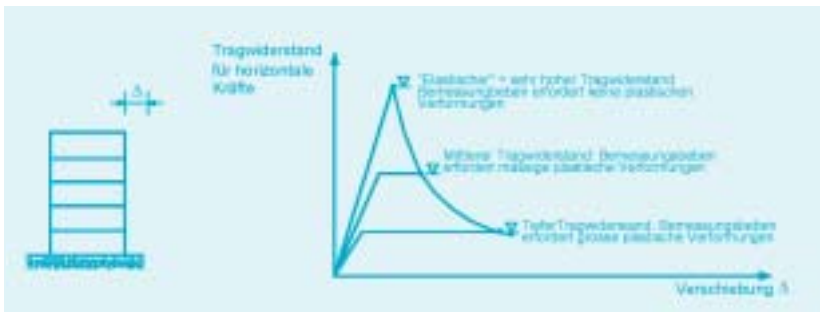


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Tragwiderstand und Duktilität [4]

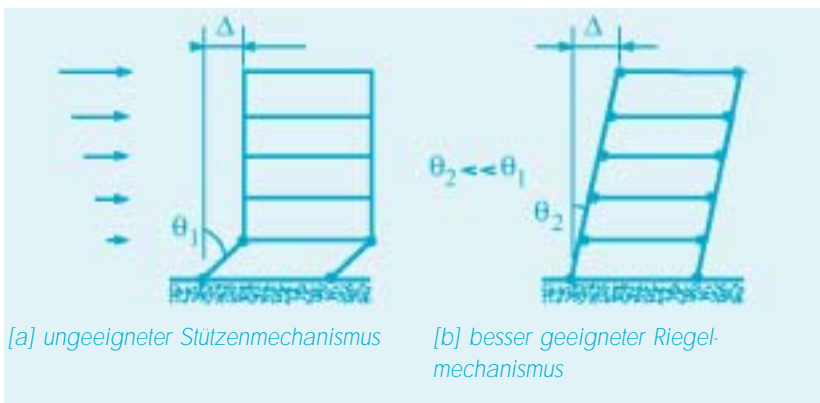


Abb. 4: Plastische Mechanismen eines Rahmens

Fließgelenke sollten nach der Kapazitätsbemessung in der Regel durch entsprechende konstruktive Durchbildung nicht in den Stützen sondern in den Riegeln von Rahmen angeordnet werden. Ein klassisches Beispiel zeigt Abbildung 4. Der Stützenmechanismus [a] ist ungeeignet, da Stützen aufgrund des spröden Betonverhaltens bei hohen Normalkräften eine deutlich geringere Duktilität als Riegel besitzen. Weiterhin treten große Verformungen und damit hohe Zusatzkräfte infolge Theorie II-ter Ordnung auf. Wesentlich besser geeignet ist der Riegelmechanismus [b]. Stützenmechanismen von unzureichend bemessenen Stützen sind häufige Einsturzursache von Hochbauten bei Erdbeben.

Praktische Hinweise, wie Stahlbetonbauteile für einen vorgegebenen Tragwiderstand duktil bemessen und konstruktiv ausgebildet werden können, werden in [4, 5] gegeben.

3.5 Erdbebensichere Gebäudeplanung und konstruktive Durchbildung

Bereits bei der Bauplanung werden wesentliche Festlegungen bezüglich der Erdbebensicherheit eines Gebäu-

des getroffen. So sind mehrgeschossige Gebäude mit exzentrischen horizontalen Aussteifungselementen wesentlich ungünstiger als solche, bei denen Massen- und Steifigkeitschwerpunkt übereinstimmen, da durch eine exzentrische Aussteifung zusätzliche Torsionsbeanspruchungen von erheblicher Größe auftreten. Aber auch die konsequente konstruktive Durchbildung ist im Stahlbetonbau entscheidend, damit das rechnerisch angesetzte Tragverhalten auch tatsächlich gewährleistet ist. So müssen beispielsweise tragende Bügel entweder verschweißt werden oder mit 135°-Abbiegungen nach innen verankert

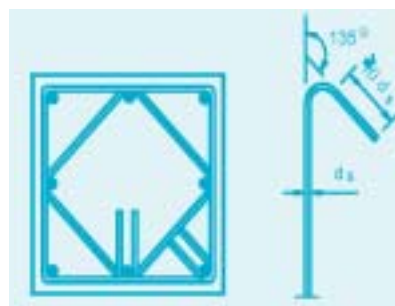


Abb. 5: Ausführung von Bügeln bei Stützen

werden, damit sie bei Erdbebenbeanspruchung wirksam sind [Abb. 5]. Grund dieser Maßnahme ist, dass bei Erdbebenbeanspruchung von einem Abplatzen der Betondeckung ausgegangen werden muss.

Die wichtigsten praktischen Maßnahmen zur Planung und konstruktiven Durchbildung von Gebäuden versucht Bachmann durch "35 Grundsätze für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden" zu systematisieren. Einige Regeln seien exemplarisch angegeben:

- GS 1: Enge Zusammenarbeit von Architekt und Bauingenieur beim Entwurf!
- GS 20: Fugen zwischen benachbarten Gebäuden fachgerecht ausbilden!
- GS 28: Fundation durch Kapazitätsbemessung schützen!
- GS 30: Mögliche Bodenverflüssigung untersuchen!
- GS 32: Fassadenbauteile auch für horizontale Kräfte verankern!

Die 35 Grundsätze sind in [6] ausführlich erläutert und illustriert. Weitere Hinweise und Beispiele für Konstruktionsdetails, insbesondere aus dem Wohnhausbau, finden sich in der vom Innenministerium des Landes Baden-Württemberg herausgegebenen Planungshilfe "Erdbebensicheres Bauen" [7] sowie in den Publikationen von Müller/Keintzel [8], Paulay/Bachmann/Moser [9] und Bachmann[4].

In komplizierten Fällen kann die Abtragung von Horizontallasten auch mit einem dreidimensionalen Finite-Element-Modell rechnerisch untersucht werden. Abbildung 6 zeigt beispielsweise ein Modell zum rechnerischen Nachweis der Aussteifung des "Lago-Center Konstanz" in den beiden Untergeschossen. Das Gebäude besitzt Grundrissabmessungen von 153 m x 94 m und ist wegen des als Untergrund anstehenden sehr weichen Seetons auf einer kombinierten Pfahl-Bodenplatte gegründet. Die Lastaufteilung der von den vier Obergeschossen einwirkenden Erdbebenkräfte auf die aussteifenden Wände, die durch Öffnungen geschwächt sind, kann mit dem Finite-Element-Modell detailliert ermittelt werden.

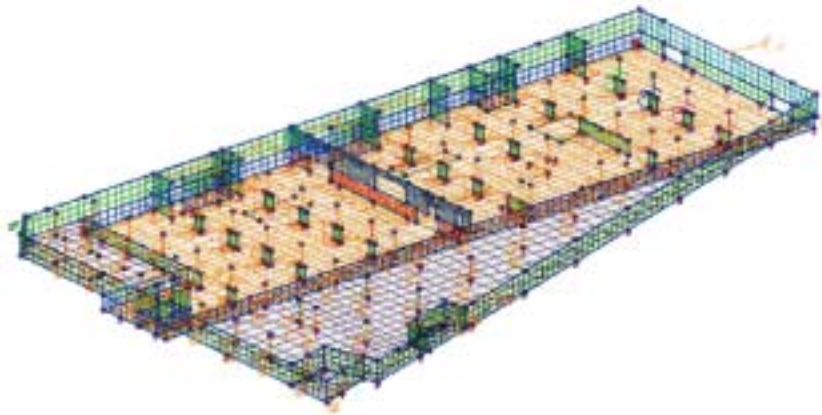


Abb. 6: Finite-Element-Modell, Lago-Center Konstanz [Teilmodell des 1. und 2. UG]



Abb. 7 [a]: Rheinbrücke Konstanz

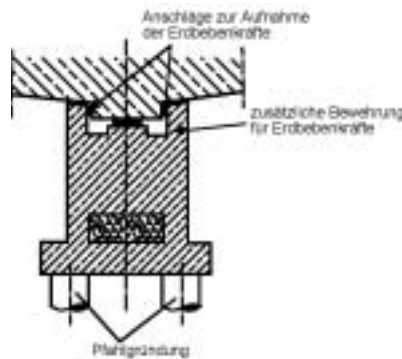


Abb. 7 [b]: Rheinbrücke Konstanz
Brückenpfeiler

4. Besondere Konzepte zur Erdbebensicherung von Bauwerken

4.1 Konstruktive Lösungen und Sonderkonstruktionen

Wenn in Gebieten mit hoher Seismizität Erdbeben wesentlich höhere Horizontalkräfte hervorrufen, als sie in anderen Lastfällen auftreten, können Sonderkonstruktionen sinnvoll sein. Ein typisches Beispiel ist im Brückenbau die Aufnahme der horizontalen Erdbebenkräfte. In Brückenlängsrichtung werden Brücken mit großer Spannweite in der Regel an einem Pfeiler unverschieblich und an allen übrigen Pfeilern verschieblich gelagert, um Zwängungen zu vermeiden. Damit wirkt die gesamte Masse der Brücke bei Erdbebenbeanspruchung an einem Pfeiler. Für derartige Konstruktionen gibt es eine Reihe von Sondervorschlägen. Beispielsweise wurden an der Rheinbrücke Konstanz die unverschieblichen Lager in Brückenlängsrichtung nur für kleinere Erdbeben ausgelegt. Bei größeren Beben werden Anschläge wirksam, die entsprechend duktil bewehrt sind [Abb. 7]. Gegebenenfalls müssen nach einem solchen Beben die Lager gewechselt werden. In anderen Fällen werden im Brücken-

bau Schubnocken, vorgespannte Zug-Druck-Lager oder Vorrichtungen, die ein Abheben der Lager bei Torsionsbeanspruchung des Brückenkörpers verhindern, eingesetzt [9], [10].

4.2 Mauerwerk

An den Einsatz von Mauerwerk für aussteifende Wände in Erdbebengebieten sind besondere Anforderungen zu stellen. So sind in bestimmten Fällen nur Steinsorten mit in Wandlängsrichtung durchgehenden Stegen zugelassen. Auch durch Stahlbetonwandscheiben können Mauerwerksbauten in Erdbebengebieten wirksam ausgesteift werden. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von bewehrtem Mauerwerk [Abb. 8]. Durch die eingelegte [i. d. R. korrosionsgeschützte] Bewehrung werden die Aufnahmefähigkeit für Zugkräfte und die Duktilität von Mauerwerk erhöht [6].

4.3 Erdbebenertüchtigung bestehender Bauwerke

In den vergangenen Jahrzehnten hat das Wissen um die Erdbebenbeanspruchung von Bauwerken in hohem Maße zugenommen. Bestehende Gebäude, vor allem solche von besonderer Bedeutung für die Allgemeinheit, werden

daher bei Bedarf auf ihre Erdbebensicherheit überprüft und, falls erforderlich, durch geeignete Sanierungsmaßnahmen ertüchtigt. So wird derzeit in der Schweiz vom Bundesamt für Wasser und Geologie die Erdbebensicherheit bundeseigener Gebäude untersucht. Beispielsweise zeigt Abbildung 9 die für Erdbebenbelastungen nachträglich ausgeführten Verstärkungsmaßnahmen an einem Gebäude der ETH Zürich in Form eines Stahlfachwerks. In Kalifornien werden häufig ältere Bauwerke mit teilweise umfangreichen Maßnahmen für Erdbebenbeanspruchungen ertüchtigt. So wird derzeit ein mehrjähriges Sanierungsprogramm für die Golden-Gate-Bridge bei San Francisco durchgeführt [Abb. 10].



Abb. 8: Wand aus bewehrtem Mauerwerk auf dem Erdbeben-Rütteltisch der University of California, Berkeley



Abb. 9: Erdbebensanierungsmaßnahmen an einem Hörsaalgebäude der ETH Zürich



Abb. 10: Erdbebensanierungsmaßnahmen an der Golden-Gate-Bridge

4.4 Schwingungsisolierung

Unter der Schwingungsisolierung versteht man die Lagerung des Bauwerks oder Bauteils auf Elastomerlagern oder Stahlfedern. Bei der Schwingungsisolierung eines Bauwerks wird eine größere Anzahl von Lagerungselementen über die gesamte Gründungsebene verteilt. Durch diese für Bauwerke aufwendige Maßnahme werden die Erdbebenbeschleunigungen erheblich reduziert. Problematisch kann die Größe der horizontalen Verschiebungen im Erdbebenfall werden. Um diese zu begrenzen, müssen zusätzlich Dämpferelemente vorgesehen werden. Ein Schwingungsisolierungssystem muss im Einzelfall auf den Schwingungsgehalt des Erdbebenstandortes und die Eigenfrequenzen des Bauwerks abgestimmt werden. Zu beachten ist auch, dass die Höhe von Bauwerken mit Schwingungsisolierung begrenzt ist. Bei sehr hohen Bauwerken treten Kippmomente auf, die in den äußersten Lagern unzulässig große vertikale Lagerkräfte hervorrufen können.

4.5 Verformungskontrollierte Systeme

Insbesondere in Japan werden zur Reduktion der Erdbebenbeanspruchungen aber auch von Windschwingungen in großen Hochhäusern TMD-Systeme eingesetzt. Ein Tuned Mass Damper [TMD] ist eine elastisch gelagerte Masse, die an einem Bauwerk im obersten Geschoss angebracht wird, um Resonanzschwingungen zu verringern. Die Masse und die Steifigkeit des

TMD werden so abgestimmt, dass seine Eigenfrequenz nahe bei der Eigenfrequenz des Gebäudes liegt. Zur Energiedissipation wird der TMD zusätzlich mit Dämpferelementen versehen. Wird das Gebäude zu resonanzähnlichen Schwingungen angeregt, beginnt der TMD ebenfalls zu schwingen und dissipiert in hohem Maße Energie.

Zur Dissipation eines Teils der dem Bauwerk zugeführten Erdbebenenergie können auch spezielle Dämpferelemente in das Tragwerk eingebaut werden. Dämpfer als Konstruktionselemente haben auch den Vorteil, dass sie bei langsamen Verformungen wie z.B. Temperaturbeanspruchungen eine zwangungsfreie Lagerung ermöglichen und gleichzeitig bei stoßartigen Beanspruchungen im Lastfall Erdbeben eine Kraftübertragung ermöglichen. Einen Überblick über weitere, aktuelle Neuentwicklungen geben [11] und [12]. Spezielle Dämpfer wurden auch beim Flughafen Athen eingebaut, um die auftretenden hohen Erdbebenkräfte sicher aufnehmen zu können [Abb. 11].

5. Zur Beherrschbarkeit des Naturrisikos Erdbeben

Für die Erdbebensicherheit eines Bauwerks sind eine Reihe von Faktoren von entscheidender Bedeutung. Über die Stärke und den Frequenzgehalt des am Standort anzusetzenden Erdbebens müssen seismologisch zuverlässige Angaben vorliegen. Die Bauplanung erfordert umfangreiche Kennt-

nisse und Erfahrungen des Erdbebeningenieurwesens und die Bauausführung muss entsprechend den Planungsunterlagen erfolgen, wobei auch Details z.B. bei der Bewehrungsführung entscheidend sein können. Sind diese Faktoren gegeben und ist ein Bauwerk nach zeitgemäßen Normen erstellt, so besitzt es auch bei Erd-

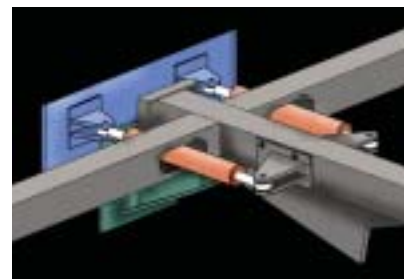


Abb. 11: Viskoser Dämpfer an der Dachkonstruktion des Terminalgebäudes des Flughafens Athen [Hochtief AG]

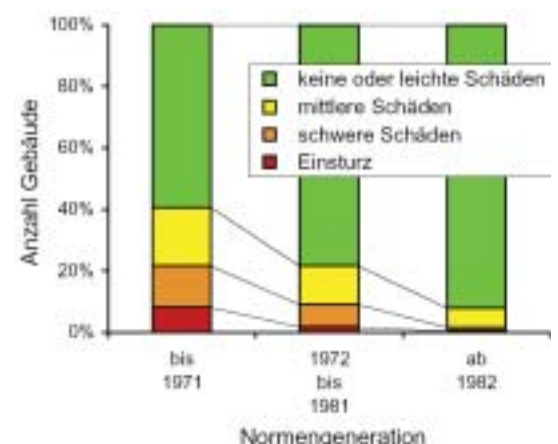


Abb. 12: Erdbeben von Kobe 1995 [14], [15]

bebenbeanspruchung die notwendige Sicherheit. Dies wird von Untersuchungen nach dem Kobe-Erdbeben am 17. Januar 1995 in Japan bestätigt. Bereits wenige Tage nach dem Beben stellten F. Seible u.a. nach einer ersten Untersuchung der entstandenen Schäden fest: "Very little damage in buildings of newer construction was observed which can be at least partially attributed to significant changes in the Japanese building codes in the mid eighties towards a capacity design based approach which recognizes the need for ductile detailing" [13]. Dies wurde auch durch nachfolgende, detaillierte Untersuchungen in [14] bestätigt. Den Einfluss der Erdbeben-Normengeneration auf das Schadensausmaß beim Erdbeben von Kobe zeigt Abbildung 12. Es wird deutlich, dass überwiegend vor 1971 errichtete Gebäude geschädigt wurden. Bei nach 1982, dem Einführungsjahr der modernen japanischen Norm, errichteten

Gebäuden traten praktisch keine schweren Schäden und Gebäudeeinstürze auf.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Werkle H., Finite Elemente in der Baustatik, 2. Auflage, Vieweg, Wiesbaden, 2001
- [2] Flesch R., Baudynamik – praxisgerecht, Bd. 1, Bauverlag, Wiesbaden, 1993
- [3] Waas G., H.R. Riggs, H. Werkle, Displacement solutions for dynamic loads in transversely-isotropic stratified media, Earthq. Eng. and Struct. Dyn., John Wiley&Sons, 1985
- [4] Bachmann H., Erdbebensicherung von Bauwerken, Birkhäuser Verlag, Basel, 2002
- [5] Paulay T., H. Bachmann, K. Moser, Erdbebenbemessung von Stahlbetonhochbauten, Birkhäuser Verlag, Basel, 1990
- [6] Bachmann H., Erdbebengerechter

Entwurf von Hochbauten – Grundsätze für Ingenieure Architekten, Bauherren und Behörden, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern, 2002

- [7] Erdbebensicher bauen – Planungshilfe für Bauherren, Architekten und Ingenieure, Innenministerium Baden-Württemberg, Referat Bautechnik, Stuttgart, 1988
- [8] Müller F.-P., E. Keintzel, Erdbebensicherung von Hochbauten, Ernst&Sohn, Berlin, 1984
- [9] Priesley, M.J.N., F. Seible, G.M. Calvi, Seismic Design and Retrofit of Bridges, John Wiley&Sons, New York, 1996
- [10] Billig B. u.a., Brückendynamik im Rahmen des Taiwan High Speed Railway Projekts, in: Baudynamik, VDI-Bericht 1754, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2003
- [11] Meskouris K., K.-G. Hinzen, Bauwerke und Erdbeben, Vieweg, Wiesbaden, 2003
- [12] Pocanschi A., M.C. Phocas, Kräfte in Bewegung – die Techniken des erdbebensicheren Bauens, Teubner, GWV Fachverlage, Wiesbaden, 2003
- [13] Seible F., M.J.N. Priestley, G. MacRae, The Kobe Earthquake of January 17, 1995, Report No. SSRP-95/03, University of California, San Diego, Februar 1995
- [14] Ikunai M., Investigation of building damages by the 1995 Hyogken Nanbu Earthquake, Structural Dynamics – Eurodyn'96, Augusti Borri & Spinelli, Balkema, Rotterdam, 1996
- [15] T. Wenk, Einführung in das Erdbebeningenieurwesen, Vorlesung, ETH Zürich, 2001

Gekürzte Fassung eines Vortrags beim 2. Symposium "bauhaus goes business" am 26.9.2003 an der Bauhaus-Universität Weimar <

Wir verbinden Innovation mit höchstem Nutzen für Sie.



Besuchen Sie Brugg Cables im Internet. Dort bieten wir Ihnen Informationen zu Themen von A wie aktuelle Jobangebote bis Z wie Zubehör für Telekommunikations-, Industrie- und Energiekabel von 1 bis 420 kV.

Brugg Kabel AG, Schweiz
info@brugg.com
www.brugg.com



Elektrotechnik

Optimierte Drosselpulen für die moderne Leistungselektronik

von Prof. Dr. Gunter Voigt, Dipl.-Ing. Alexey Dobrenko,
Dr. Alexander Kirjuchin und Prof. Dr. Eugenie Komarov

Leistungselektronische Baugruppen werden in unterschiedlichsten Anwendungen und unterschiedlichsten Grundschaltungen eingesetzt [Konverter, DC-DC-Wandler ...]. In der Weiterentwicklung stehen die Reduzierung der Baugrößen, Reduzierung der Verlustleistung und die Erhöhung der Leistungsparameter im Vordergrund. Immer ist die Erfüllung der Vorgaben zur Elektromagnetischen Verträglichkeit [EMV] zu gewährleisten.

Reduzierung der Baugröße und Erhöhung der Leistungsparameter gehen im Allgemeinen einher mit der Erhöhung von internen Taktfrequenzen. Dies ermöglicht auch eine Reduzierung der Netzurückwirkungen durch Reduzierung überschwingungsbehafteter Eingangsströme. Schnelle Schaltzeiten und optimierte Schaltungen zur Reduzierung von Verlustleistung in den Schaltventilen der Leistungselektronik haben zu Taktfrequenzen von einigen 100 kHz geführt. [1,2]

Bestandteil aller modernen Schaltungen der Leistungselektronik sind Drosselpulen mit unterschiedlichen Detailaufgaben innerhalb der Schaltungen. Die eingesetzten Drosseln können vom Bauvolumen her auf Grund der höheren Taktfrequenz und der damit verbundenen Reduzierung des benötigten magnetischen Flusses verkleinert werden. Bei reduzierten Ventilverlusten werden die Verluste in den Drosselpulen entscheidend für den Gesamtwirkungsgrad von Stromrichterschaltungen. Daher sind insbesondere auch die Drosselverluste zu minimieren.

Drosselpulen im Betrieb

Drosseln in leistungselektronischen Anwendungen werden selten mit rein sinusförmigen Strömen beansprucht, häufig werden sie mit hohem Gleichstromanteil überlagert von dreieckförmigen Stromverläufen betrieben [Abb. 1].

Die hochfrequenten Anteile der Strombeanspruchung führen zur Erhöhung der Gesamtverluste in der Drossel. Diese Gesamtverluste setzen sich zusammen aus:

- Ummagnetisierungsverluste im Kern
- Ohmsche Verluste der Wicklung
- Wirbelstromverluste
- Skineffekt
- Proximity Effekt.

Der Skineffekt beschreibt eine Erhöhung der Verluste durch Stromverdrängung innerhalb eines Leiters durch das Eigenmagnetfeld. Unter dem Proximity Effekt wird hier eine Erhöhung der Leiterverluste verstanden auf Grund des Magnetfeldes nahe liegender weiterer stromdurchflossener Leiter. Beide Effekte sind stark frequenzabhängig.

Die Baugrößenreduzierung der elektronischen Schaltungen verringert den Abstand von Bauteilen und Baugruppen zueinander. In diesem Fall können Drosseln mit Luftspalt dabei auf Grund der Streufelder verstärkt zu geräteinternen Problemen der elektromagnetischen Unverträglichkeit führen. Die Wahrscheinlichkeit des Überschreitens der Emission unzulässig hoher Störspannungen und Störleistungspegel steigt.

Ziel der Untersuchungen

Ziel der Untersuchungen ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung von Drosselpulen mit folgenden Optimierungskriterien:

- Messung, Separierung und gezielte Minimierung der Verlustleistungen
- Verminderung der Masse der Drosselpulen durch die Verwendung von Permanentmagneten
- Verbesserung der EMV- Situation – Verminderung der Störaussendung



**Prof. Dr.-Ing.
Gunter Voigt**

Promotion über Hochspannungsleistungsschalter an der RWTH Aachen. Technischer Leiter bei Haefely Trench AG, Basel bis 1998, danach Vertriebsleiter HIGHVOLT Prüftechnik, Dresden. Seit 1999 Professor an der Fachhochschule Konstanz. Arbeitsgebiete: Hochspannungstechnik, EMV, Energieübertragung.



**Dipl.-Ing. Alexey
Dobrenko**
MEI [TU] Moskau



**Dr. Alexander
Kirjuchin**
FH Konstanz



**Prof. Dr. Eugenie
Komarov**
MEI [TU] Moskau



Abb. 1: Prinzipielle Strombelastung einer Drossel im Impulsbetrieb

Messung der Verlustleistung

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der FH Konstanz wurden Messeinrichtungen entwickelt und aufgebaut, mit deren Hilfe die Verlustleistungen von Drosselspulen bei unterschiedlichen Strombeanspruchungen ermittelt werden.

Bei der Untersuchung werden typische Lastfälle von Drosseln nachgebildet bzw. Beanspruchungen erzeugt, die eine optimale Untersuchung der Drosseln gemäß den Zielvorgaben ermöglichen:

- Sinusförmige Strombeanspruchung: Resonanzgeneratoren
- DC Strom plus Wechselanteile: Impulsgeneratoren

Beide Generatoren sind manuell und über Rechnerschnittstelle automatisiert zu betreiben.

Die Variation von Stromform und Frequenz ermöglicht dabei die Separierung in die unterschiedlichen, beschriebenen Verlustanteile. Ebenso soll die Reduzierung des Bauvolumens von Drosseln mit hohem DC Anteil durch Verwendung von Permanentmagneten zur Vormagnetisierung untersucht werden. Ergebnis der Untersuchungen ist dann die optimierte Wahl von Kernmaterial und Kernform inklusive Luftspalt, sowie die detaillierte Gestaltung der Wicklung.

Bei der Erfassung der Verlustleistung wurde besonderes Augenmerk auf reproduzierbare Versuchsbedingungen und eine hinreichende Messgenauigkeit gelegt. Beispielsweise hat die Temperatur der Drossel erhebliche Auswirkung auf die Gesamtverlustleistung,

wobei einzelne Verlustmechanismen stark unterschiedliche Temperaturkoeffizienten aufweisen.

Impulsgeneratoren

Der Impulsgenerator [IG] ist durch zwei Spannungsquellen dargestellt, die eine nach der anderen mit wählbarer Frequenz der Drossel zugeschaltet sind. Es entsteht ein Stromverlauf wie in Abbildung 1 gefordert. Mit dem entwickelten Generator sind Ströme möglich bis zu:

$$I_{max} = 20 \text{ A}, f_{max} = 30 \text{ kHz.}$$

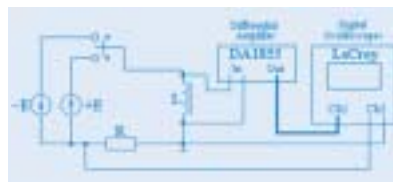


Abb. 2: Prinzipschaltbild zur Verlustleistungsmessung mit Impulsgenerator

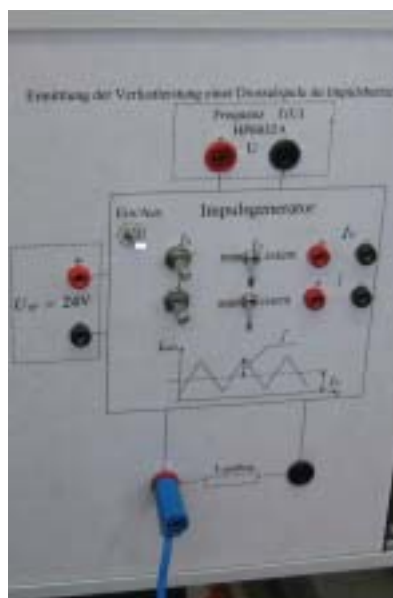


Abb. 3: Impulsgenerator Aufbau

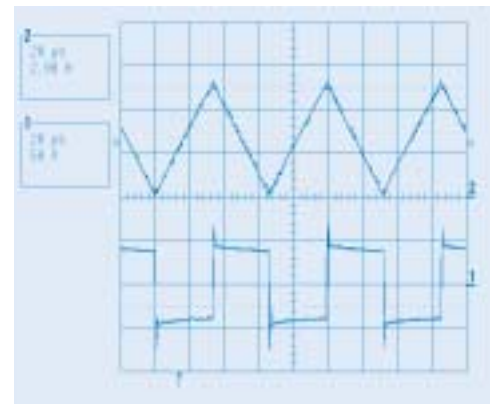


Abb. 4: Messergebnisse Impulsbetrieb

Drosseln mit hohem DC Anteil im Laststrom können durch die Verwendung von Permanentmagneten zur Vormagnetisierung des Magnetkreises in der Baugröße deutlich reduziert werden. Die Verluste dieser Lösung können ebenso mit der beschriebenen Messtechnik ermittelt werden wie das Langzeitverhalten der verwendeten Permanentmagnete.

Resonanzgeneratoren

Eine wichtige Betriebsart von Drosseln ist die Beanspruchung mit hochfrequenten sinusförmigen Strömen (Resonanzbetrieb). Zur Erzeugung hoher Drosselprüfströme wird ein Generator auf Basis eines Serienresonanzkreises verwendet. Die Resonanzfrequenzen werden bei vorhandener Drossel über wählbare Kapazitätswerte eingestellt. Der Resonanzabgleich der erregenden Frequenz erfolgt automatisch. Mit dem entwickelten Generator sind Ströme möglich bis zu:

$$I_{max} = 10 \text{ A}, f_{max} = 250 \text{ kHz.}$$

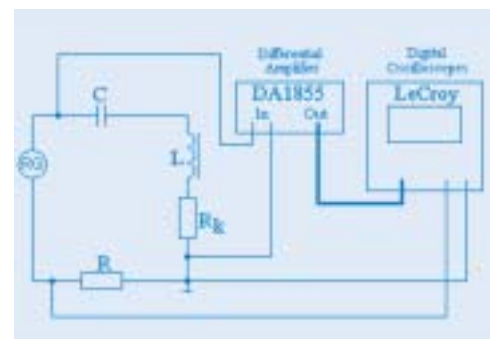


Abb.5: Prinzipschaltbild zur Verlustleistungsmessung mit Resonanzgenerator

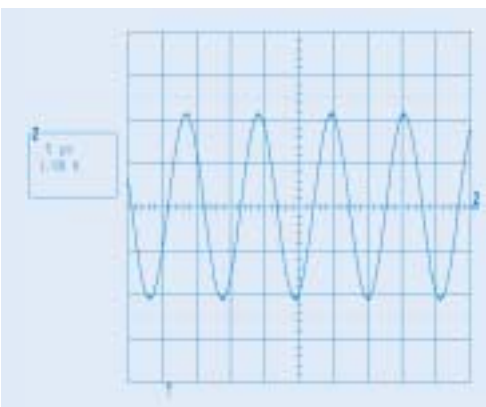


Abb. 6: Prinzipieller Stromverlauf und Messergebnisse Resonanzbetrieb

In Reihe mit dem Resonanzkreis wird ein Widerstand R_k geschaltet, der der Kalibrierung der Verlustleistungsmessung dient. Für die Stromerfassung wird induktivitätsarmer Shunt R eingesetzt. Die Ermittlung der Drosselverluste erfolgt über:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

Die Verluste der Resonanzkapazität C müssen in diesem Fall rechnerisch berücksichtigt werden.

Bewertung der Verlustleistungen

Verluste entstehen im Kernmaterial und in den Leitern der Wicklung.

Die Verlustleistung in den Leitern wird in einem effektiven ohmschen Widerstand zusammengefasst, der auf Grund der beschriebenen Einflüsse Skin- und Proximity-Effekt stark frequenzabhängig ist.

$$P_{\text{Leiter}} = I_L^2 \cdot R_{\text{Leiter}}(f)$$

Die Verlustleistung im Kern setzt sich zusammen aus den Verlusten durch Ummagnetisierung [Hystereseverluste] und Verlusten auf Grund von Wirbel-

strömen. Diese Art der Verluste können empirisch folgendermaßen beschrieben werden:

$$P_{\text{K}} = \Delta B^{2.4} (K_{\text{H}} f + K_{\text{WS}} f^2) = P_{\text{H}} + P_{\text{WS}}$$

P_K – gesamte Verluste im Kern

P_H – Hysteresisverluste

P_{WS} – Wirbelstromverluste

Erste Ergebnisse zeigen, dass die erhöhte Temperatur des Kernes zur einer Verminderung der gesamten Verluste der Drossel führen kann. Dieser Effekt beruht darauf, dass die Erhöhung der Temperatur des Kernes zur Verminderung der Fläche der Ummagnetisierungskurve führt. Die Experimente haben gezeigt, dass die Temperaturerhöhung einer Drossel um 20°C zur Verminderung der gesamten Verluste von bis zu 15% führen kann.

Die in der FH Konstanz entwickelten Messeinrichtungen und Messmethoden ergaben bereits praktische Ergebnisse bezüglich der Anwendung der Permanentmagneten für die Vormagnetisierung von Drosselspulen. Bei Halbierung der Masse der Drosselspule ergaben sich keine Änderungen der elektrotechnischen Eigenschaften, die Verlustleistung konnte auf gleichem Niveau gehalten werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Verfahren zur Untersuchung der Verluste in Drosselspulen für leistungselektronische Anwendungen wurden entwickelt, entsprechende Versuchstände aufgebaut und in Betrieb genommen. Verschiedene Strombeanspruchungen sind bei unterschiedlichen Frequenzen erzeugbar. Eine experimentelle Überprüfung von Entwicklungen ist dadurch einfach durchführbar.

Zur Baugrößenreduzierung bieten sich hier vormagnetisierte Drosseln an. Die einzusetzenden Permanentmagnete sind auf ihr Langzeitverhalten unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen hin zu untersuchen.

Zusätzlich zu den hier beschriebenen Verfahren zur Untersuchung und Minimierung von Verlustleistung und deren Einflüsse auf Dimensionierung von Drosseln sind Forschungen zur Verbesserung von EMV- Situation in der Umgebung der Drosselspule geplant. Dabei sind die in [3] beschriebenen Verfahren der Aktiven Kompensation von Streufeldern weiter zu entwickeln.

Literatur:

- [1] M. Gekeler: Power Electronics, fhkforum 2001, ISBN 3-00-007032-X
- [2] M. Gekeler: Leistungsfaktorkorrektur (PFC) mit Silizium-Karbid-Diode, fhk-forum 2002, ISSN 1619-9812
- [3] A. Kirjuchin, G. Voigt, E. Komarov: Aktive Kompensation von magnetischen Streufeldern bei Drosselspulen in leistungselektronischen Anwendungen, EMC Kompendium 2003, ISBN 3-934698-10-7

Die
saubere
Alternative!

Biodiesel Flower Power

Umwelt schonen!
Gewässer schützen!

www.ufop.de

ufop

Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V.
Reinhardtstraße 18 • 10117 Berlin



Studenten und Absolventen der Elektrotechnik

OMICRON

OMICRON...

... ist ein international tätiges Unternehmen, das sich auf die Entwicklung und Vermarktung innovativer Prüfsysteme für die Schutz- und Messtechnik in Energieversorgungsunternehmen und Industrie spezialisiert hat.

In diesem Nischensegment der Energietechnik sind wir Weltmarktführer. Mit 145 Mitarbeitern weltweit bedienen wir Kunden in 100 Ländern über die österreichische Zentrale und Niederlassungen in USA, Hong Kong, England, Spanien und Deutschland.

Weitere Informationen zum Unternehmen und unseren Stellangeboten findest du unter www.omicron.at.

Du bist interessiert? Dann kontaktiere uns unter folgender Adresse:

OMICRON electronics GmbH
Human Resources • Bernadette Herburger
Oberes Nied 1 • 6883 Klaus
Tel. +43-5523/507-148

Direkteinstieg/Praktikum/Diplomarbeit

Wir bieten einen interessanten Karriere-Einstieg in folgenden Bereichen:

- + Hardware Entwicklung
- + Software Entwicklung
- + Vertrieb/Marketing
- + Produktmanagement



Was können wir dir bieten?

- + ein kreatives Team, das miteinander an herausfordernden Projekten arbeitet
- + eine Umgebung, in der Engagement sehr hoch geschätzt und anerkannt wird
- + ein internationales Unternehmen, in dem es Spaß macht zu arbeiten
- + die Möglichkeit, deine Ideen und Erwartungen umzusetzen und deine Visionen zu erfüllen

World Leader in Innovative Power System Testing Solutions

www.omicron.at jobs@omicron.at

Technik

Elimination von Schwermetallen aus

industriellen Abwässern mit Hilfe von Mikroorganismen

von Dr. rer. nat. Rainer Kreikenbohm, Dipl.-Ing. [FH] Daniel Schiller und Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

Problemstellung im Forschungsvorhaben "Schwermetallelimination aus sauren Beizabwässern"

In dem vorliegenden Beitrag sind die wesentlichen Ergebnisse des FuE-Vorhabens "Verfahren zur Schwermetallelimination aus sauren Beizabwässern" zusammengefaßt. Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Programms "Förderung von innovativen Netzwerken InnoNet" als Projekt IN-1185 durchgeführt, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit [BMWA] und den am Projekt beteiligten Firmen unterstützt wurde. Um Schwermetalle aus industriellen Abwässern zu eliminieren, wurde ein biologisches Verfahren weiterentwickelt, dessen prinzipielle Schritte bereits in einer Patentschrift niedergelegt worden waren [1]. Die in dieser Patentschrift vorgeschlagene Prozessführung wurde der Vielfalt und Komplexität schwermetallhaltiger Industrieabwässer angepaßt. Die unten skizzierte modifizierte Prozessführung basiert auf den wesentlichen Ergebnissen, die während des Projekts gewonnen wurden.

Schwermetalle in der Umwelt

Als Schwermetalle werden Metalle mit einer Dichte $> 5 \text{ g/cm}^3$ bezeichnet. Mit Ausnahme von Eisen und Mangan zählen die Schwermetalle als Wasserinhaltsstoffe zu den Spurenstoffen, da ihre Konzentrationen meist unter $0,1 \text{ mg/l}$ liegen. Die natürlichen Hintergrundkonzentrationen der Spurenmetalle liegen im Bereich von $0,01$ bis $0,1 \mu\text{g/l}$. Werden in Oberflächengewässern deutlich höhere Konzentrationen gefunden, dann sind diese meist auf industrielle Einträge zurückzuführen. Für sämtliche Lebewesen gelten Eisen, Mangan, Kupfer und Zink als Spurenelemente, während Chrom nur bei höheren Organismen als notwendiger Bestandteil der Nahrung nachgewiesen

wurde. Von Lebewesen nicht benötigte Metalle wirken meist toxisch und werden nur in geringen Dosen toleriert. Typische Vertreter dieser Gruppe sind Cadmium, Blei und Quecksilber. Neben ihrer Funktion als Spurenelemente können einige Schwermetalle in oxidierter Form auch als Elektronenakzeptoren im Zuge einer anaeroben Atmung fungieren. Hierzu gehören neben Eisen- und Mangan- auch Selen-, Arsen- sowie Chromverbindungen [2].

Die anhaltende Freisetzung von Schwermetallen in die Umwelt bleibt aufgrund des bereits erreichten hohen Niveaus ein dauerhaftes Problem, da die langfristigen Auswirkungen auf das ökologische Gesamtsystem trotz intensiver Forschungsarbeiten in den letzten Jahrzehnten noch nicht abzusehen sind. Global steht den vielfältigen Bemühungen um eine Verminderung der Schadstoffemissionen die jährliche Zunahme aufgrund fortschreitender Industrialisierung oder Verlagerung von Produktionsstätten an Orte mit geringeren Umweltauflagen gegenüber. Gemäß der Fachliteratur [3] kann davon ausgegangen werden, dass die Toxizität der jährlich mobilisierten Metalle insgesamt die Giftigkeit der pro Jahr erzeugten organischen Abfälle übersteigt. Außerdem bietet sich für die meisten organischen Abfallinhaltsstoffe der mikrobielle Abbau als Lösungsweg an, während bei der Beseitigung von Schwermetallen die Masse der Schadstoffe erhalten bleibt, da sie durch einen Reinigungsprozess nur vom Wasser, der Luft oder dem Boden an anorganische Partikel oder an Biomasse adsorbiert werden können.

An der Emission von Schwermetallen sind eine Reihe von Industriezweigen beteiligt. Als Quellen kommen industrielle Abwässer aus der Erzaufbereitung, der Metallbe- und verarbeitung in Betracht. Außerdem befinden sich



**Prof.
Dr.-Ing. Paul Gümpel**

vertritt die Fachgebiete Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung und Oberflächentechnik an der Fachhochschule Konstanz in Forschung und Lehre.



**Dipl.-Ing. [FH]
Daniel Schiller**

1996-2000 Studium in biologischer Verfahrenstechnik an der Fachhochschule Furtwangen. 2001 Tätigkeit als Projektmitarbeiter an der Fachhochschule Konstanz, seit Mai 2002 Tätigkeit am WITg. Tätigkeitsschwerpunkt: Umweltbiotechnologie und mikrobiell induzierte Korrosionsvorgänge.



**Dr. rer. nat.
Rainer Kreikenbohm**

ist seit Juli 1996 wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Fachhochschule Konstanz und tätig in Forschungsprojekten zur Elimination von Schwermetallen aus industriellen Abwässern und zu mikrobiell induzierten Korrosionsvorgängen an nicht-rostenden Stählen.

Schwermetalle in den Abwässern unterschiedlicher Industriezweige, die metallhaltige Produkte herstellen bzw. verwenden [u.a. Farbenherstellung, Pestizidproduktion, Elektronikindustrie, chemische Industrie, Batterieherstellung, Papierherstellung, Lederfabriken].

Stand der Technik bei der Reinigung schwermetallbelasteter Abwässer

In den Betrieben der metallverarbeitenden Industrie wird eine Vielzahl von Prozesslösungen mit den unterschiedlichen Inhaltsstoffen zur Oberflächenbehandlung eingesetzt. Abwässer aus diesen Prozessen sind meist stark mit Schwermetallen, Säuren, Komplexbildnern, Inhibitoren, belastet. Dagegen ist der Gehalt an Schadstoffen in Spülwässern ohne Kreislauführung meist gering. Andererseits führen moderne Spültechniken [Abb. 1], die unter dem Aspekt der Wassereinsparung installiert werden, aufgrund der Rückführung der Spülwässer auch zu einer Aufkonzentration der verschiedenen Schadstoffe [4].

In der nebenstehenden Grafik [Abb. 2] ist die Abfolge der verschiedenen physikalisch-chemischen Prozessschritte bei der Behandlung von Abwässern aus der metallverarbeitenden Industrie nach dem Stand der Technik dargestellt [4].

Bei der Schwermetallfällung mittels Neutralisation wird nach geeigneter Vorbehandlung [Oxidation bei cyanidhaltigen und Reduktion bei chromhaltigen Abwasserteilströmen] eine pH-Einstellung durch Zufuhr von Säure oder Lauge derart vorgenommen, dass die Schwermetalle als Hydroxide ausfallen.

In der Praxis ist insbesondere die erreichbare Restkonzentration des zu eliminierenden Metalles von Interesse, die annähernd aus dem Löslichkeitsprodukt der gebildeten Verbindung berechnet werden kann.

In Gegenwart von Neutralsalzen, die typischerweise in schwermetallhaltigen Abwässern vorhanden sind, können oftmals Grenzwerte, die aus der von Fremdionen unbeeinflussten Situation abgeleitet worden sind, nicht eingehalten werden [5]. Ein praktikabler

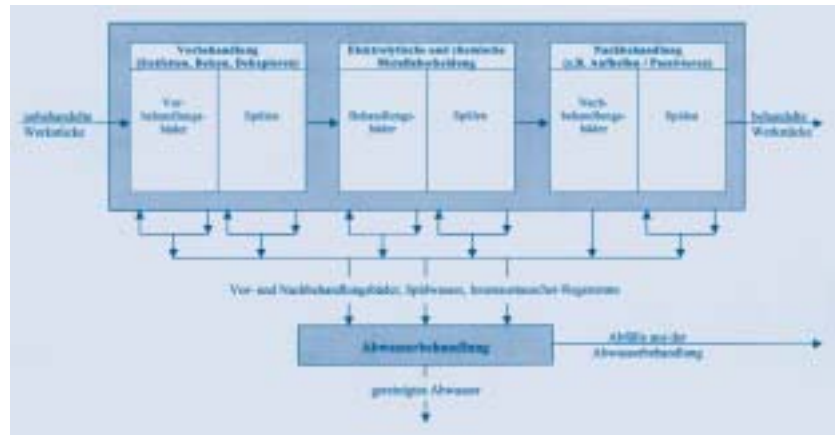


Abb. 1: Schematische Darstellung einer galvanischen Produktion [4]

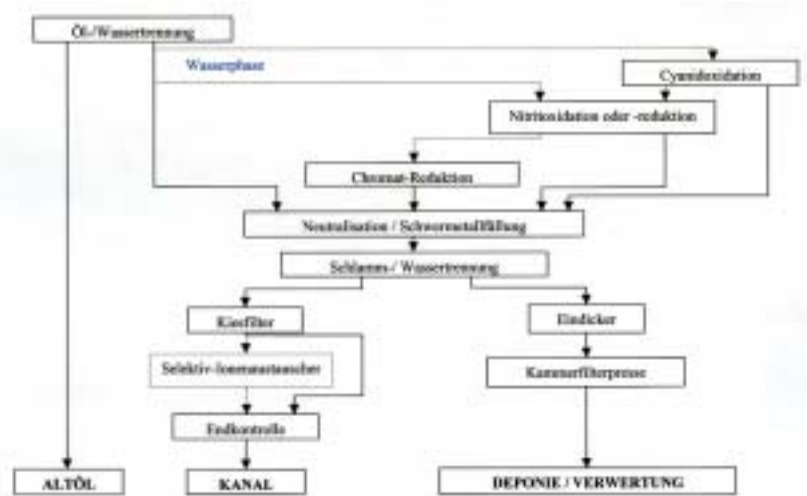


Abb. 2: Behandlung schwermetallhaltiger Abwässer nach dem Stand der Technik [4]

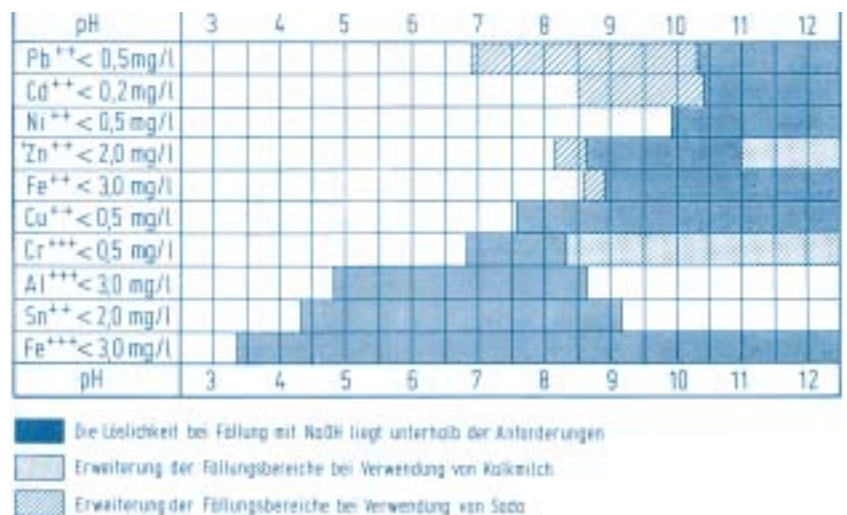


Abb. 3: Löslichkeitsdiagramme für verschiedene Metallionen bei alleiniger Anwesenheit [5]

Fällmittel	Cd ²⁺	Ni ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Cr ³⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺
Ca(OH) ₂	65,9	65,9	113,3	116,6	213,7	411,9	199	132,7
NaOH	71,2	71,2	122,4	125,9	230,8	444,8	214,9	143,3
Na ₂ CO ₃	94,3	94,3	162,1	166,8	305,8	589,3	284,7	189,8
Mg(OH) ₂	51,9	51,9	89,2	91,8	168,3	324,3	156,7	104,1

Tabelle 1: Theoretischer Chemikalienbedarf in kg für die Fällung von 100 kg Metallionen [5]

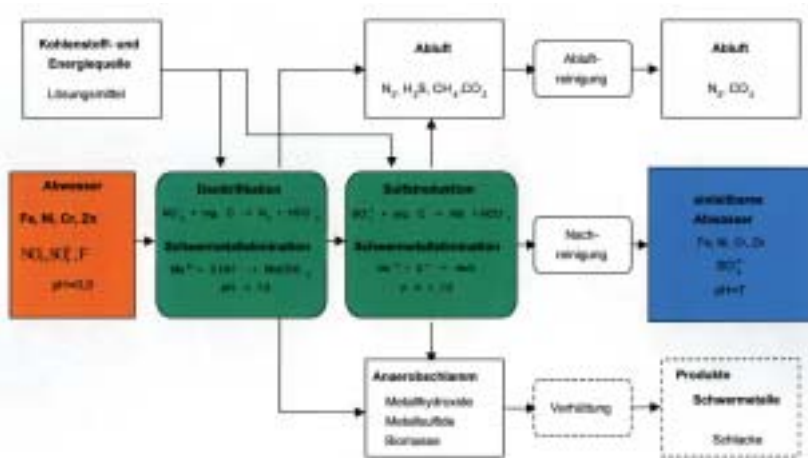


Abb. 4: Fließschema für eine zweistufige Prozessführung bei der Schwermetallelimination aus sauren Beizabwässern gemäß Projektantrag

Kompromiss besteht in der Orientierung an den Werten, die in der Abbildung 3 dargestellt sind. Diese Löslichkeitsdiagramme sind als Tendenzen für jenen pH-Wert zu interpretieren, der für eine effiziente Schwermetallausfällung mindestens eingestellt werden muss. Spezielle Fällmittel für saure Lösungen sind NaOH, Na₂CO₃ und Kalkmilch [Ca(OH)₂]. Bei alkalischen Lösungen kommen Rauchgas, CO₂, Mineralsäuren, HCl und H₂SO₄ zur Anwendung. Die Menge an Fällmittel, die zum Einsatz kommt, ist theoretisch schwer bestimmbar. Als praktische Orientierungshilfe kann Tabelle 1 verwendet werden. In komplexen Abwassergemischen ist der Chemikalienverbrauch wenig vorhersehbar, da dort mit Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Substanzen zu rechnen ist. Er muss in der Praxis meist experimentell ermittelt werden. Die Fällung mit NaOH hat den Vorteil, dass der Schlammanfall nicht erhöht wird. Kalk ist im Vergleich dazu billiger. Als Ca(OH)₂ löst er sich in saurem Abwasser sehr schnell. Liegt aber ein basisches Abwasser vor, wie

es für die Fällung vieler Metalle nötig ist, so werden aufgrund der geringeren Löslichkeit hohe Überschüsse an Ca(OH)₂ gebraucht. Folglich kommt es zu einem erhöhten Schlammanfall. Neben der Hydroxidfällung kommen auch die Carbonat- und seltener auch die Sulfidfällung zum Einsatz. Neben dem gleichen Reinigungsgrad bei niedrigerem pH-Wert ist die gute Kristallinität der Niederschläge ein Vorteil der Carbonatfällung.

Die niedrigsten Löslichkeitsprodukte besitzt die Sulfidfällung. Der Einfluss von Fremdsalzen ist wesentlich geringer und die Fällung ist sowohl in Anwesenheit von Komplexbildnern als auch bei niedrigem pH-Wert möglich. Trotz dieser Vorteile ist die Sulfidfällung in der Praxis kaum vorzufinden. Gründe dafür sind die Giftigkeit des H₂S und dessen niedriger Geruchsschwellenwert von < 1 ppm. Dadurch wird eine solche Anlage apparativ aufwendig und kann nur von fachkundigem Personal betreut werden.

Prozessführung gemäß Patentidee

Gemäß der Patentschrift 196 04 689 "Verfahren zum Entfernen von Eisen und/oder einem Schwermetall, Nitrat und Fluorid aus sauren Lösungen" war eine zweistufige Prozessführung vorgesehen, wie in der Abbildung 4 dargestellt. Zu diesem Konzept gehört eine bestimmte Reihenfolge der mikrobiellen Prozesse, wobei zuerst eine Denitrifikationsstufe vorgesehen war, der dann eine Stufe für die Sulfatreduktion nachgeschaltet werden sollte.

Biologische Prozesse für die Schadstoffelimination: Denitrifikation und Sulfatreduktion

Abbau von Nitrat unter Schwermetallbelastung bei Einsatz verschiedener Substrate

Um einen möglichst vollständigen Überblick über die Wirkung einzelner Schwermetalle auf den Abbau von Nitrat bei Verwendung verschiedener Lösungsmittel als Substrat zu erhalten, wurde ein Gemisch von Bakterienkulturen aus mehreren Versuchsreihen hergestellt und in 100-ml-Fläschchen mit Substraten und Schwermetallen in einer Salzlösung inkubiert. Neben den Lösungsmitteln wurde bei diesen Experimenten D,L-Lactat als Kontrollsubstanz eingesetzt. Bei Verwendung dieser Monocarbonsäure als Substrat wird allein die Toxizität der Schwermetalle getestet, denn D,L-Lactat ist einerseits nicht giftig, leicht abbaubar und besitzt andererseits eine hohe Energieausbeute, die für das Zellwachstum genutzt werden kann. Der unter 30 verschiedenen Bedingungen gemessene zeitliche Verlauf [Abb. 5] des Nitratabbaus im Zuge der Denitrifikation kann qualitativ bzgl. der Schwermetalle folgendermaßen zusammengefasst werden: Zink hemmt in der eingesetzten Konzentration nur den Abbau von Methylglykolon [MEK] und Ethylenglykol, dagegen bei den anderen Lösungsmitteln gar nicht. Kupfer und Nickel haben eine durchgehend verzögernde Wirkung, während Chrom unabhängig vom Substrat die Denitrifikation vollständig inhi-

biert. Betrachtet man das Spektrum der eingesetzten Substrate so ergibt sich, dass MEK, sobald ein Schwermetall anwesend ist, kaum noch umgesetzt wird, während bei den anderen Lösungsmitteln meist nur eine leichte Verzögerung im Nitratabbau zu beobachten war.

Bildung von Sulfid unter Schwermetallbelastung bei Einsatz verschiedener Substrate

Um vergleichbare Ergebnisse für die Denitrifikation und die Sulfatreduktion in Gegenwart von Schwermetallen bei Verwendung von Lösungsmitteln als Substraten zu erhalten, wurde die Sulfidbildung mit denselben 30 Kombinationen wie vorher beim Nitratabbau getestet. Als Ergebnis wurden die in der

Abbildung 6 aufgezeichneten Werte für den zeitlichen Verlauf der Sulfidkonzentration erhalten.

Die dargestellten Kontrollversuche zeigen, dass Methanol und Methylethylketon als Substrate bei der Sulfatreduktion auch ohne Schwermetallbelastung nur geringfügig abbaubar waren. Wie bereits bei der Denitrifikation beobachtet, hatte Zink in der vorgegebenen Konzentration fast durchgehend einen fördernden Einfluss auf den bakteriellen Stoffwechsel. In Gegenwart von Kupfer und Nickel setzte die Sulfidbildung meist verzögert ein und führte in keinem Fall zu einer vollständigen Umsetzung. In Gegenwart von Chrom ist die Sulfatreduktion unabhängig vom eingesetzten Substrat durchgehend gehemmt.

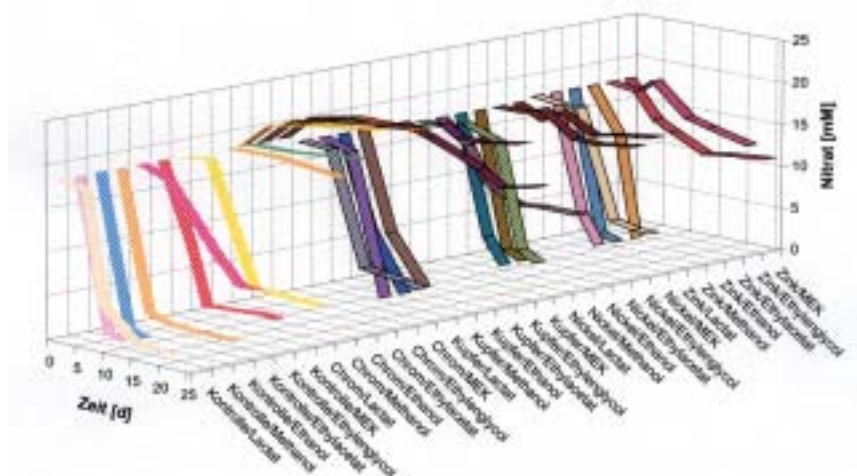


Abb. 5: Nitratabbau bei Einsatz von verschiedenen Substraten unter Schwermetallbelastung

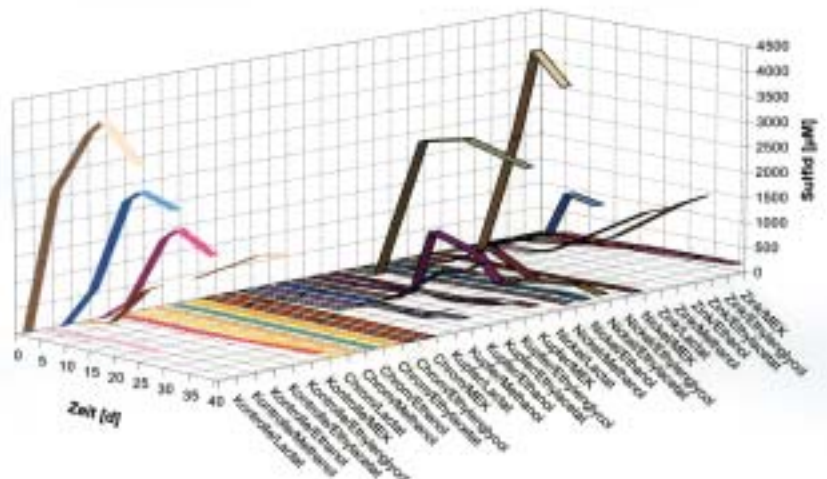


Abb. 6: Sulfidbildung bei Einsatz von verschiedenen Substraten unter Schwermetallbelastung

Versuche an Laborreaktoren

Unter Einsatz von vier Laborreaktoren wurde - wie in der Patentschrift vorgeschlagen - versucht, die Denitrifikation als ersten und die Sulfatreduktion als zweiten Prozessschritt ablaufen zu lassen. Gemäß Abbildung 7 wurde jeder Reaktor über eine peristaltische Pumpe mit Salzlösung, Substratgemisch und Beizabwasser versorgt.

Die Reaktoren wurden bis zur Höhe des Wassermantels mit Polypropylenfüllkörpern befüllt, um den Bakterien die Möglichkeit zur Anhaftung zu geben, damit sie bei der Durchströmung des Systems mit Abwasser nicht ausgewaschen werden.

Ausgewählte Versuche zur Denitrifikation

In Abbildung 8 ist ein Kontrollversuch zur Denitrifikation ohne Schwermetallbelastung dargestellt.

Nach der ersten Zugabe von Substrat und Nitrat erfolgten noch drei weitere, wobei die Nitratkonzentration auf Werte in der Größenordnung von 20 mM erhöht wurde. Aus dem Kurvenverlauf konnte eine Abbaurrate von Nitrat im ungehemmten Fall von 136 mM/d bestimmt werden.

In der Abbildung 9 ist ein Versuch zur Denitrifikation bei stündlicher Zufuhr von schwermetallhaltigem Abwasser mit der Bezeichnung G6 gezeigt. In den ersten drei Stunden fiel zwar der pH-Wert stark ab, trotzdem nahm die Nitratkonzentration mit einer Rate von $r = 96 \text{ mM/d}$ ab. Ab der 3. Zugabe des Beizabwassers wurde durch gleichzeitige Zugabe von 2 M Na_2CO_3 der Abfall des pH-Wertes teilweise kompensiert. Trotzdem sank die Abbaurrate für das Nitrat auf den Wert von $r = 2.4 \text{ mM/d}$. Dieser zweiphasige Verlauf des Experimentes ist in der Abbildung 9 gezeigt.

Das Fazit dieses Versuchs besteht in folgenden zwei Punkten: Erstens ist trotz Zugabe von Beizabwasser bei optimaler Einstellung der Systemparameter pH-Wert, Redoxpotential und Bakteriendichte ein Abbau von Nitrat mit relativ hoher Rate möglich. Dies jedoch nur kurzfristig, bis sich auf-

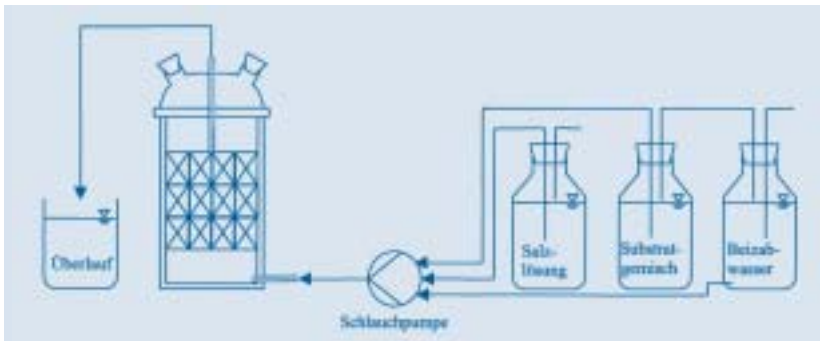


Abb. 7: Aufbau der Laborreaktoranlage

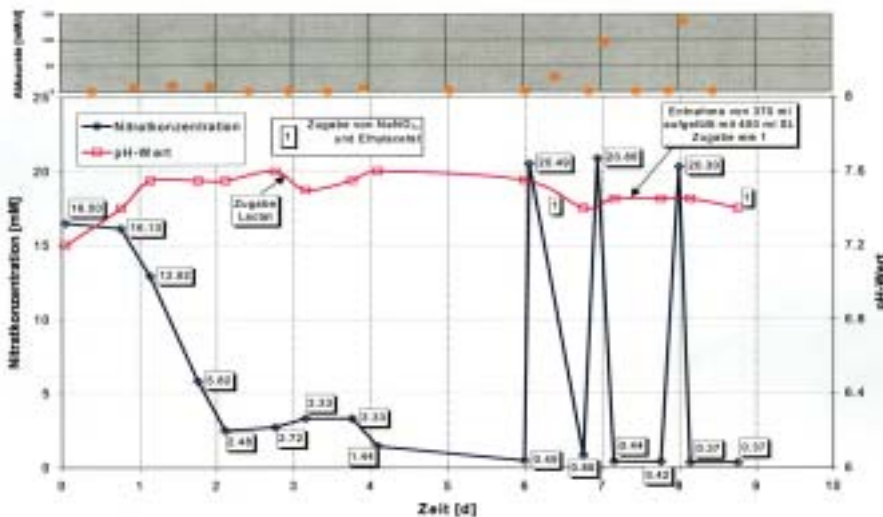


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf der Nitratkonzentration und des pH-Wertes während des Kontrollversuchs

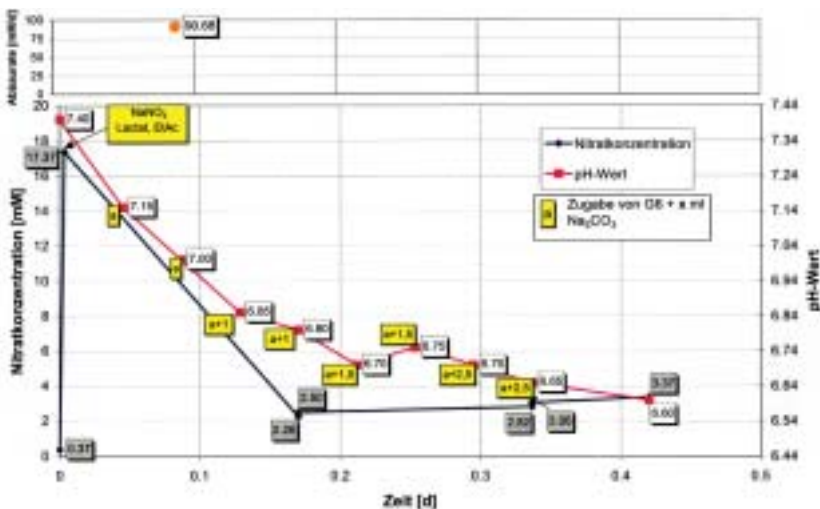


Abb. 9: Zeitlicher Verlauf der Nitratkonzentration und des pH-Wertes unter Schwermetallbelastung

grund der wiederholten Zufuhr von Beizabwasser die Akkumulation der Schadstoffe im Reaktor auf die Mikroorganismen negativ auswirkt, vor

allem, wenn neben den Schwermetallen auch Cyanid im Abwasser enthalten ist. Ein biologischer Abbau dieses Hemmstoffes konnte im Reaktorsy-

stem nicht beobachtet werden. Es ist jedoch möglich, Cyanid vorab oxidativ rein chemisch zu entfernen.

Langzeitversuch zur Sulfatreduktion

Abbildung 10 zeigt einen Langzeitversuch zur Sulfatreduktion bei Zufuhr eines Lösungsmittelgemisches. Zur Stabilisierung des pH-Wertes wurde außerdem ein alkalisches Abwasser mit der Bezeichnung W3 eingesetzt, dessen Zugaben in der Abbildung 8 entsprechend markiert sind.

Die Dauer der Zufuhr des Substratgemisches und somit die Zeit für die Produktion eines sulfidhaltigen Überlaufs konnte von 15,5 h pro Woche auf 25,75 h pro Woche gesteigert werden. Die Sulfidkonzentration im Reaktor betrug mit wenigen Ausnahmen zwischen 1,2 mM und 2,3 mM und der pH-Wert lag über 7 Wochen stabil im Bereich von pH = 7,1 bis pH = 8,3.

Dieser Versuch zeigt, dass es möglich ist, geeignete alkalische Abwässer zur Stabilisierung des pH-Wertes bei gleichzeitiger Steigerung der Stoffwechselleistung der sulfatreduzierenden Bakterien zu nutzen. Im Mittel produzierte der Reaktor dabei in der letzten Versuchsphase 275 ml sulfidhaltiges Abwasser mit einer mittleren Sulfidkonzentration von 1,75 mM.

Zusammenfassung

Als weitere Erkenntnisse aus dem Projekt können festgehalten werden:

1. Um eine ungestörte Denitrifikation ablaufen zu lassen, müssen aus einem schwermetall- und nitrathaltigem Abwasser Cyanid entfernt und Chromat stark vermindert werden.
2. Eine weitgehende Elimination der Schwermetalle mittels vorgeschalteter Sulfidfällung führt auch zu einer Verminderung des Chromgehaltes durch Bildung von $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Eine mikrobielle Reduktion von Chromat ist im Prinzip möglich, wahrscheinlich ist jedoch im Reaktorsystem mit hoher Schadstoffbelastung nur eine chemische Ausfällung zu erreichen.
3. Durch Cyanid im Abwasser wird der

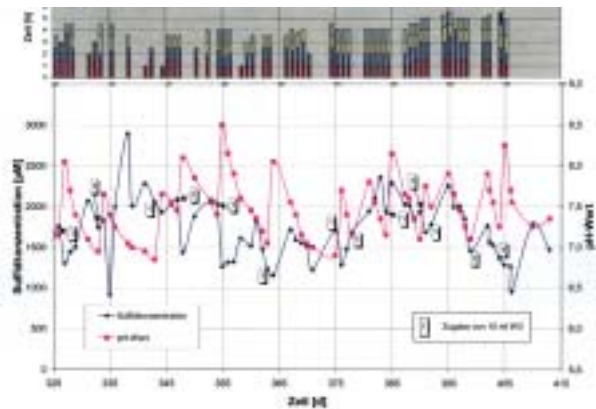


Abb. 10: Sulfatreduktion bei Zufuhr eines lösungsmittelhaltigen Substratgemisches im Langzeitversuch

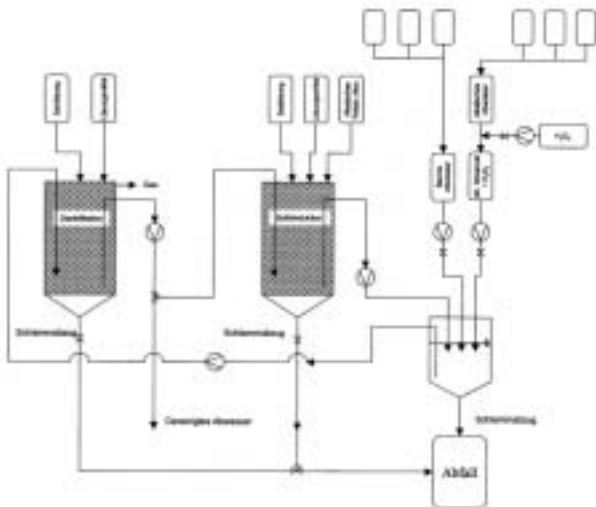


Abb. 11: Prozessführung bei Reinigung schwermetallhaltiger Industrieabwässer gemäß dem im Projekt gewonnenen Erkenntnisfortschritt

Abbau des Nitrats im Reaktor dauerhaft verhindert. Da kein bakterieller Cyanidabbau einsetzt, muss Cyanid vorab oxidativ unter Einsatz von H_2O_2 entfernt werden.

4. Unter Einsatz eines Substratgemisches aus D,L-Lactat und Ethylacetat werden im Reaktorsystem ohne Zugabe von Beizabwasser Nitratabbauraten von $r = 135 \text{ mM/d}$ oder 8400 mg/l-d erreicht. Nach der Zugabe von Beizabwasser sinkt die Abbaurate auf $r = 2,4 \text{ mM/d}$ oder 150 mg/l-d , sobald ein pH-Wert von $\text{pH} = 6,8$ unterschritten und ein Wert für das Redoxpotential von $E_{O/R} = 350 \text{ mV}$ überschritten wird.

5. Als Abbauraten für Nitrat können bei Einsatz eines Abwassers aus einem Entgiftungsvorrat eines Galvanikbetriebes

Werte von 20 mM/d möglicherweise bis 45 mM/d erreicht werden.

6. Substratgemische mit einem relativ hohen Anteil an D,L-Lactat ergeben die besten Wachstumsbedingungen sowohl für denitrifizierende als auch für sulfatreduzierende Bakterien.

Methylethylketon ist als Substrat ungeeignet, andere Lösungsmittel wie Ethylacetat oder Ethylenglykol können jedoch bei beiden Stoffwechselltypen eingesetzt werden. Unter semikontinuierlichen Bedingungen ist eine optimale Sulfidproduktion unter Einsatzes eines Gemisches aus Ethylacetat, Ethylenglykol und Methanol möglich.

Konzept zum Ende des Projekts

Um Schwermetalle aus industriellen Abwässern zu eliminieren, wurde ein biologisches Verfahren weiterentwickelt, dessen prinzipielle Schritte bereits in einer Patentschrift niedergelegt worden waren [1]. Die in dieser Patentschrift vorgeschlagene Prozessführung wurde der Vielfalt und Komplexität schwermetallhaltiger Industrieabwässer angepasst.

Den wesentlichen Ergebnissen der während des Projekts durchgeführten Experimente wird durch die unten dargestellte Prozessführung Rechnung getragen:

1. Eine vorgeschaltete Sulfidfällung entlastet die Denitrifikationsstufe bzgl. der Schwermetallbelastung. Vor allem Chromat muss vorab unter reduzierenden Bedingungen als Cr(OH)_3 ausgefällt werden.

2. Cyanid wird aus den alkalischen Abwasserteilströmen mit Hilfe von H_2O_2 oxidativ entfernt, bevor ggf. alkalische und saure Teilströme zusammengeführt werden, um einen möglichst neutralen pH-Wert einzustellen.

3. Alkalische Entfettungsbäder können direkt zur Stabilisierung des pH-Wertes in der Reaktorstufe für die sulfatreduzierenden Bakterien eingesetzt werden.

Grenzen des Einsatzes mikrobieller Prozesse

Im Vorhaben zur "Schwermetallelimination aus sauren Beizabwässern" wurden die Grenzen für den Einsatz eines umweltbiotechnologischen Verfahrens zur Reinigung von industriellem Abwasser deutlich. Vorteil und Nachteil biologischer Verfahren ist ihre Spezifität, die den Gegebenheiten im Betrieb (diskontinuierliche Abwasserströme mit variierender Zusammensetzung) gegenübersteht. Die im Projekt aufgezeigte notwendige Anpassung des zugrundeliegenden Konzeptes führte zwangsläufig zu einer Erweiterung der Prozessführung um Komponenten, die sicherstellen, dass die biologischen Prozesse auch unter schwierigen Bedingungen ablaufen, die durch eine Vielzahl an Hemmstoffen aus verschiedenen Substanzklassen gekennzeichnet sind.

Literaturverzeichnis

- [1] Patent Nr.: 196 04 689 "Verfahren zum Entfernen von Eisen und/oder einem Schwermetall, Nitrat und Fluorid aus sauren Lösungen." Erfinder: Prof. Dr.-Ing. P. Gümpel, Dr. R. Kreikenbohm
- [2] Madigan, T. M. et al.: Brock Mikrobiologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2001
- [3] Moore, J. W.: Inorganic contaminants of surface water. Springer, New York, 1991
- [4] Bosse, K.: Schwermetallhaltige Abwässer aus der Oberflächenbehandlung – Vermeidung, Verminderung, Behandlung. In: Kornmüller, A. (Red.): Behandlung von Abwässern mit schwermetallhaltigen Verbindungen. Kolloquium an der TU Berlin, 20. und 21. November 2000 Schriftenreihe Biologische Abwasserreinigung 14
- [5] Abwassertechnische Vereinigung e.V. (ATV): Abwasser, das in der metallverarbeitenden Industrie anfällt. (Hinweis H 765 Blatt 1: Grundlagen der Behandlung) Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V. (GFA), St. Augustin, 1991

Technik

Zum Einfluss der Oberflächenqualität auf das Korrosions- und Reinigungsverhalten von nichtrostenden Stählen

von Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel und Prof. Dr. Thomas Ladwein

1. Einleitung

Nichtrostende Stähle werden in ganz unterschiedlichen Bereichen und mit mannigfaltiger Oberflächenausführung, wie z.B. gebeizt, gestrahlt, geschliffen, blankgeglüht u.s.w. eingesetzt. Wie alle hochwertigen Gegenstände sollten auch Teile aus nichtrostendem Stahl regelmäßig gereinigt werden. Die Reinigungsintervalle richten sich nach dem Verschmutzungsgrad und den Anforderungen. Die Abhängigkeit des Pflege- und Reinigungsaufwandes von der Rauigkeit der Oberfläche lässt sich vereinfachend wie folgt beschreiben:

Je rauher die Oberfläche, umso leichter haben es Ablagerungen [von normalem Schmutz bis zu Bakterien], einen Haftgrund zu finden, und umso schwieriger und aufwendiger ist die Reinigung. Ein weiterer, bei den Betrachtungen oftmals nicht berücksichtigter Einfluss stellt die Grenzflächenchemie dar. In der Grenzfläche eines atomaren oder ionischen Verbandes befinden sich die Atome bzw. Ionen im Vergleich zu den im Innern angeordneten Atomen in einem unvollständigen und damit weniger stabilen Bindungszustand. Während die inneren Bausteine nach allen Seiten hin gleichmäßig von Bindungsnachbarn umgeben sind und mit diesen durch Bindungswechselwirkungen ihren elektronischen Energiezustand "günstig" gestalten können, fehlen den in der Grenzfläche liegenden Atomen die äußeren Bindungspartner. Dieser ungünstige Bindungszustand von Grenzflächenatomen und ihr daraus folgendes Bindungsbestreben verursachen eine Reihe bemerkenswerter Oberflächen- bzw. Grenzflächeneffekte und bestimmen letztendlich die Grenzflächenchemie in einem System. An einer "sauberen Metalloberfläche trachten die aufgrund ihrer unvoll-

kommenen Abbindung sehr reaktionsfreudigen Oberflächenatome danach, aus der Umgebung Gas- oder Wassermoleküle zu adsorbieren [Chemisorption]. Darüber hinaus adsorbierte Moleküle werden mit geringerer Intensität angelagert [Physisorption]. Die an einer Grenzfläche "flüssig/gasförmig" in Erscheinung tretende Oberflächenspannung oder die in engen Spalten an einer Grenzfläche "fest/flüssig" zu beobachtende Kapillarwirkung spiegeln ebenfalls die Bindungsaktivität von Grenzflächenatomen wieder und wirken sich neben der reinen Oberflächentopographie ganz entscheidend auf das Reinigungs- und das Korrosionsverhalten von nichtrostenden Stählen aus. Für die Korrosionsanfälligkeit eines Materials ist die Oberflächenbeschaffenheit ausschlaggebend, denn auf ihr bildet sich die schützende Passivschicht, eine porenfreie oxydische bzw. hydroxydische Deckschicht. Poren, Risse und Rauigkeit erschweren die Bildung einer zusammenhängenden Passivschicht weitgehend.

Chrom-Nickel-Stähle korrodieren daher selektiv an den Stellen, an denen diese Passivschicht mit einer Stärke von 10 - 12 AE, [1 AE = 10^{-8} cm] durch Poren mit einem größeren Durchmesser als die Stärke der Passivschicht unterbrochen wird.

Je sauberer und je geringer die räumliche Oberfläche eines nichtrostenden Stahles, umso günstiger ist daher sein Korrosionsverhalten. In der vorliegenden Arbeit wurden daher an handelsüblichen nichtrostenden Stählen Versuche zum Einfluss der Oberflächenausführung auf das Benetzungsverhalten und die Korrosionsbeständigkeit durchgeführt.



Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel

vertritt die Fachgebiete Werkstoffkunde, Werkstoffprüfung und Oberflächentechnik an der Fachhochschule Konstanz in Forschung und Lehre.



Prof. Dr. Thomas Ladwein

studierte Chemie und Metallkunde an den Universitäten Saarbrücken und Münster und promovierte 1984 bei Fritz Umland über ein Thema der Hochtemperaturkorrosion von Nickellegierungen in Salzsäure. Nach einer Tätigkeit in der Anwendungstechnik für hochkorrosionsbeständige Chemieapparate arbeitete er 16 Jahre in der Entwicklung und Anwendungstechnik von nichtrostenden Stählen mit Schwerpunkt auf dem höchstlegierten Bereich. Seit April 2003 ist er Professor für Elektrochemie, Korrosion, Korrosionsschutz und Tribologie an der Fachhochschule Aalen.

2. Werkstoffe

Werkstoffnr.	Legierungsgehalte in Gew. %					
	C	Cr	aMo	Ni	N	Andere
1.4301	0.026	18.1	-	8.7	-	-
1.4401	0.035	16.7	2.1	10.6	-	-
1.4571	0.040	16.7	2.1	10.5	0.01	0.44 Ti
1.4462	0.020	22.3	3.2	5.7	0.15	-
1.4539	0.016	20.7	4.8	24.0	0.08	1.4 Cu
1.4565	0.021	24.3	4.6	17.7	0.47	5.9 Mn
2.4856	0.02	22.1	9.2	62.1		3.4 Nb

Tabelle 1: Legierungszusammensetzung der untersuchten Werkstoffe

3. Benetzungsverhalten

Die zwischen einer Flüssigkeit und einem Festkörper auftretenden Grenzflächenkräfte äußern sich im Benetzungsverhalten der Flüssigkeit. Bestehen zwischen beiden Substanzen intensive Grenzflächenbindungen, so bilden beide eine möglichst große gemeinsame Grenzfläche guter Benetzung aus und es kommt zu einem kleinen Kontakt- bzw. Benetzungswinkel Θ [Abb. 1]. Der Benetzungswinkel Θ dient somit als quantitatives Maß für die Benetzbarkeit einer Werkstoffoberfläche. Da in dem dargestellten System neben der Grenzfläche "flüssig/fest" noch die Grenzfläche "flüssig/gasförmig" existiert hängt das Benetzungsverhalten auch von der umgebenden Atmosphäre ab. Entsprechend der Youngschen Gleichung gilt [2]:

$$\text{Young: } \sigma_{FD} = \sigma_{FFI} + \sigma_{FID} \cdot \cos \Theta$$

σ_{FD} : Oberflächenspannung des festen Körpers

σ_{FFI} : Grenzflächenspannung zwischen Festkörper und Flüssigkeit

σ_{FID} : Oberflächenspannung zwischen Flüssigkeit und ihrem Dampf

Die hohe Oberflächenspannung des Festkörpers führt daher zu einem kleinen Kontaktwinkel und somit zu einer besseren Benetzung.

Ziel der Untersuchungen war zu prüfen, ob die nach verschiedenen Verfahren erzeugten Oberflächen [Zustände] des Duplex-Stahls 1.4462 unterschiedliche Oberflächenspannungen aufweisen. Diese könnten einen Hinweis auf die Ursachen der unter-

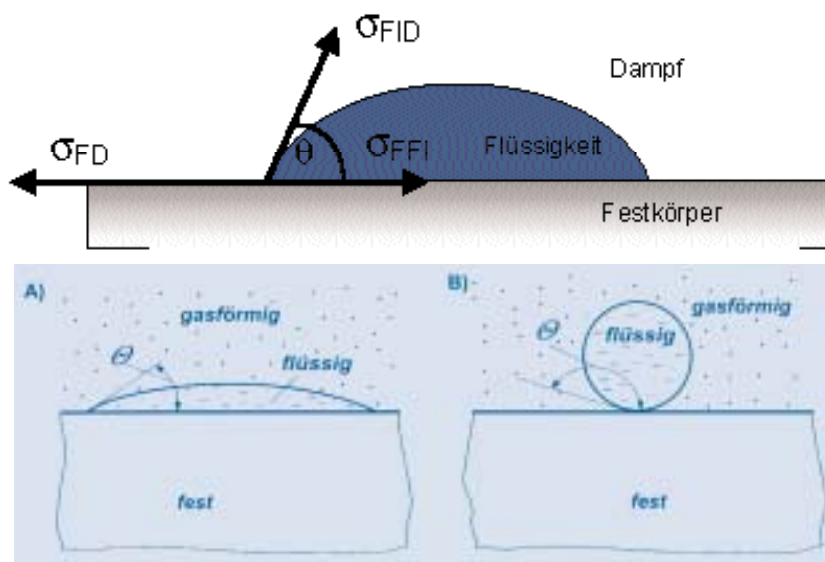


Abb. 1: Kräftegleichgewicht und Benetzungsverhalten einer Flüssigkeit an unterschiedlichen Grenzflächen [nach 1]

A) Gute Benetzung bei intensiven Grenzflächenbindungen

B) Schlechte Benetzung bei geringen Grenzflächenbindungen

schiedlichen Anhaftung von Substanzen auf diesen Oberflächen geben. Einschränkend muss an dieser Stelle bemerkt werden, dass als Materialeigenschaft durch Kontaktwinkelmessungen die Oberflächenspannungen jedoch nur für glatte ebene Flächen ermittelt werden kann. Oberflächenrauigkeiten verändern die auftretenden Kontaktwinkel, wobei die in Abhängigkeit von der Oberflächenvorbereitung ermittelten Oberflächenspannungen eine erste Einstufung erlauben.

Für die Bestimmung der Oberflächenspannungen wurden jeweils 4 Prüfkörper in den Abmessungen 20 x 20 mm² mit einer Dicke zwischen 5 mm und 15 mm eingesetzt. Die Untersuchungen wurden am Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Materialforschung in Bremen mit insgesamt 3 Flüssigkeiten durchgeführt. Die Oberflächen der Prüfkörper wurden wie folgt hergestellt:

1. gestrahlt, geschliffen und gebeizt
2. gestrahlt
3. elektropoliert
4. geschliffen, 60er Korn
5. geschliffen, 320er Korn
6. geschliffen, 320er Korn und gebeizt
7. gestrahlt und gebeizt, Oberflächenrauigkeit ca 3 μ m
8. gestrahlt und gebeizt, Oberflächenrauigkeit ca 6 μ m

Die Ergebnisse der Messungen der Oberflächenenergien sind in Abbildung 2 in Form von Streubalken dargestellt. Die Unterschiede zwischen den unterschiedlich präparierten Oberflächen sind nicht sehr groß, insbesondere da die Streubreite der einzelnen Messwerte erheblich ist und teilweise bei 50% des Mittelwertes liegt. Trotzdem ist erkennbar, dass die Oberflächenenergie von gestrahlten und gebeizten Proben im gleichen Bereich liegt wie die der elektropolierten Oberfläche. Deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von der Rauigkeit der gestrahlten und gebeizten Oberflächen sind nicht erkennbar, im Gegenteil wurden doch an der Probe mit dem niedrigsten Rauigkeitswert 3 μ m das größte Streuband und die absolut höchsten Werte gemessen.

Die an den gestrahlten Proben gemessenen Oberflächenenergien liegen

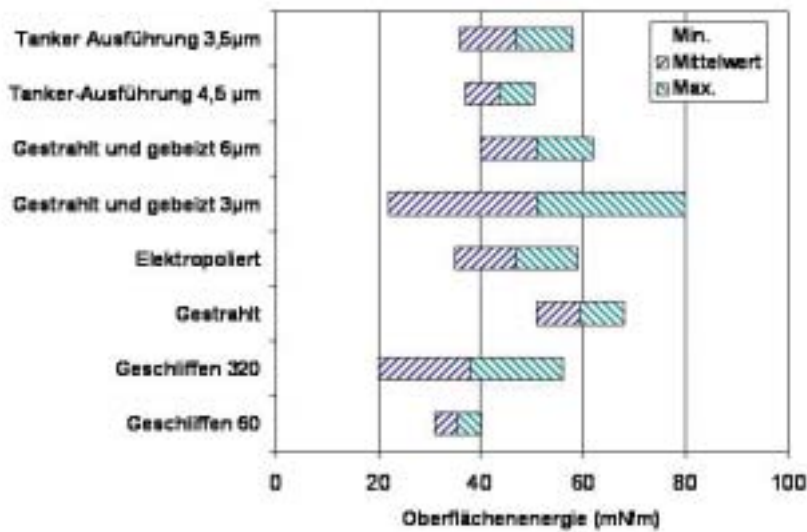


Abb. 2: Ergebnisse der Kontaktwinkelmessungen an unterschiedlich vorbereiteten Edelstahloberflächen

demgegenüber zu leicht höheren Werten verschoben, während die geschliffenen Proben die niedrigste Oberflächenenergien aufweisen, wobei diese Werte etwas unerwartet sind. Dies könnte evtl. daher rühren, dass durch die bei geschliffenen Proben ausgeprägte Schleifrichtung sich die aufgetragenen Flüssigkeitstropfen nicht als Kugelkalotte sondern als Ellipsoid ausbreiteten, so dass die Ablesung des Kontaktwinkels stark richtungsabhängig ist. Zur Auswertung wurde auf den Mittelwert zwischen dem größten und dem kleinsten gemessenen Kontaktwinkel zurückgegriffen, wissend, dass die Aussagekraft möglicherweise eingeschränkt ist. Aus den Messungen der Oberflächenenergien lässt sich insgesamt festhalten, dass zwar gewisse Tendenzen aufgezeigt werden können, letztlich jedoch eine andere Messmethode gebraucht wird, die insbesondere Messungen unabhängig von einer Vorzugsrichtung ermöglicht.

Das Ergebnis von Rauheitsmessungen an den untersuchten Oberflächen ist in Tabelle 2 zusammengefasst. Es zeigt sich, dass bei dem Feinschliff die geringste Rauigkeit erreicht wird, während bei der elektropolierten Probe die Rauigkeit in einer ähnlichen Größenordnung wie bei der gestrahlten und mit

grobem Korn geschliffenen Probe liegt. Das Rauheitsprofil wurde mittels Laserprofilometer bei der Fa. Sulzer Innotec vermessen. Hierbei zeigen sich die Unterschiede in der Oberflächentopografie sehr deutlich [Abb. 3]. In den Schluchten einer rauen Materialoberfläche bleiben nicht nur die Schmutzpartikel haften, sondern es lagern sich dort auch die für das Wachstum der Mikroorganismen notwendigen Substrate sowie biologisches Material ab. Insbesondere bei Anlagen in der Medizin- oder Lebensmitteltechnik, wo eine gewisse Keimfreiheit gefordert wird, sollten möglichst glatte Oberflächen mit geringer Oberflächenenergie zum Einsatz kommen.

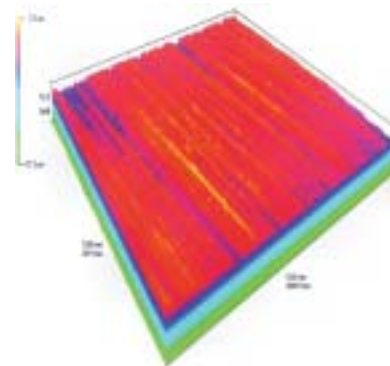
4. Korrosionsverhalten

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss der Verfahren Beizen, Schleifen und Gaspelstrahlen auf die Korrosionsbeständigkeit verschiedener Stähle untersucht.

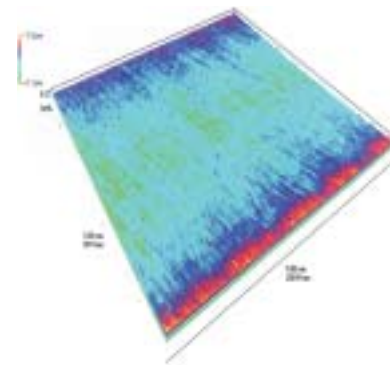
Um die Auswirkungen der Oberflächenbehandlung genauer zu ermitteln, wurden die Proben verschieden präpariert. Einmal wurden die Proben in einem Ofen bei 600 °C ausgelagert, um eine gleichmäßige, die gesamte Oberfläche bedeckende Oxidschicht

[µm]	geschliffen, 60er	geschliffen, 320er	gestrahlt	elektropoliert
R _{max}	9,47	0,68	10,62	7,47
R _z	5,93	0,54	8,28	6,09
R _a	0,57	0,05	1,21	1,12
R _t	9,47	0,68	10,62	7,47

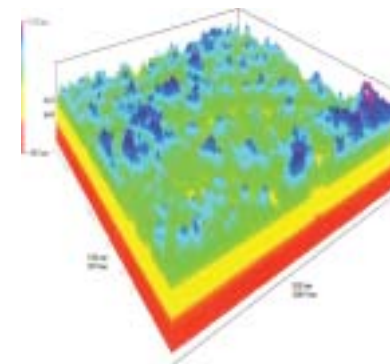
Tabelle 2: Rauheitsmaße: Rauhtiefe: R_t/Mittenrauheit: R_a/gemittelte Rauhtiefe: R_z



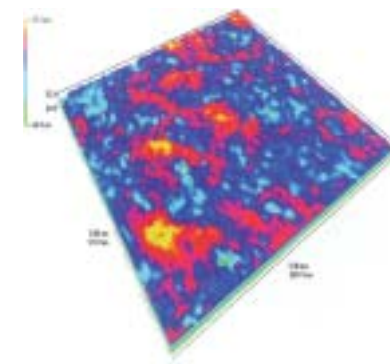
a) Geschliffene Oberfläche, Korn 60



b) Geschliffene Oberfläche, Korn 320



c) Gestrahlte Oberfläche



d) elektropolierte Oberfläche

Abb. 3: Topographie der unterschiedlich behandelten Oberflächen. Aufnahmen mit dem Laserprofilometer

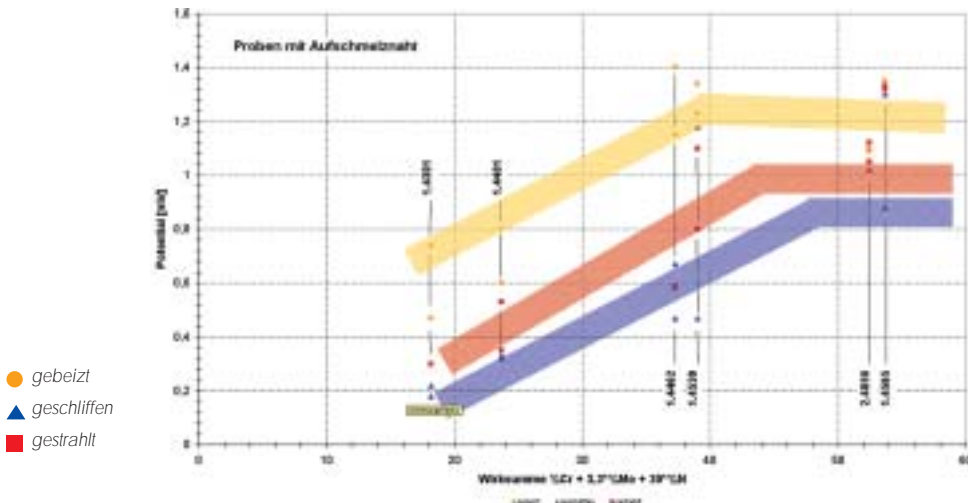


Abb. 4: Kritische Lochfraßpotentiale [Stromdichte von 1 A/m^2] aufgetragen über der Wirksumme des jeweiligen Werkstoffes in Abhängigkeit des angewandten Oberflächenbehandlungsverfahrens [Potential gegen SHE]

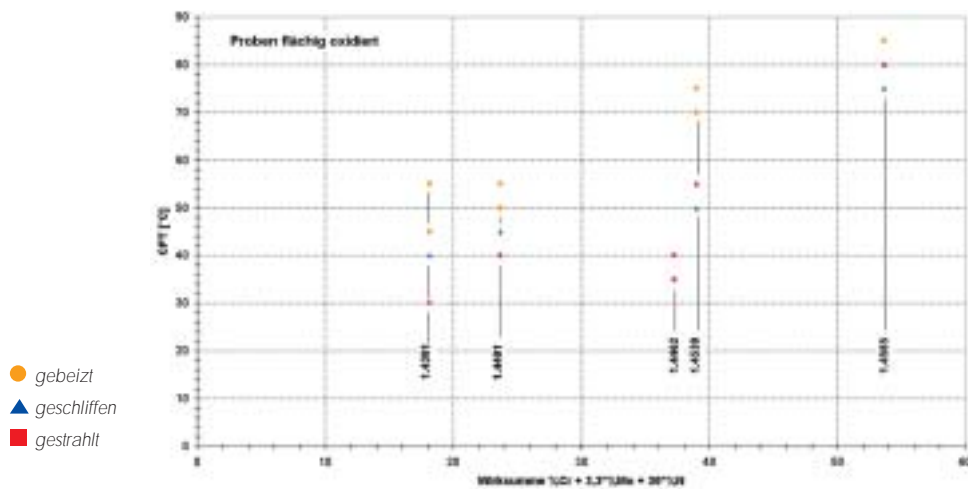


Abb. 5: Kritische Lochfraßtemperatur aufgetragen über der Wirksumme in Abhängigkeit des angewandten Oberflächenbehandlungsverfahrens von flächig-oxidierten und behandelten Proben

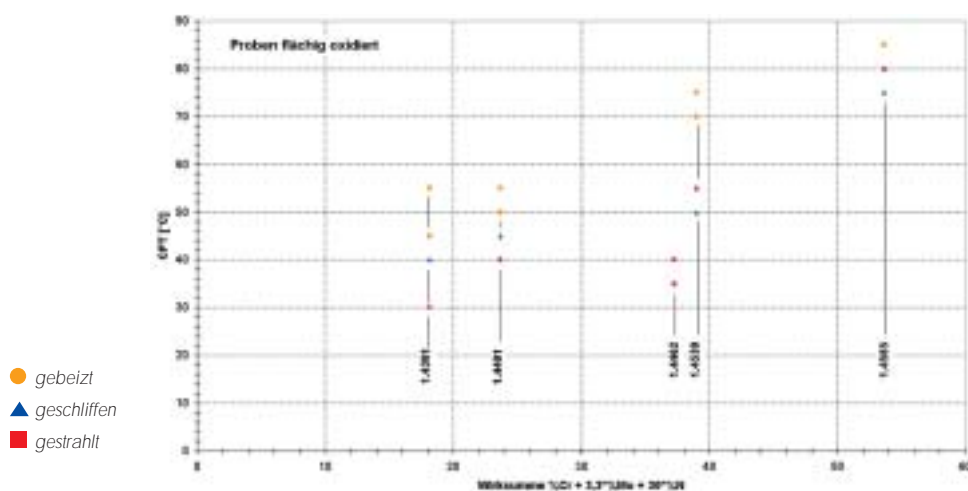


Abb. 6: Kritische Lochfraßtemperatur aufgetragen über der Wirksumme in Abhängigkeit des angewandten Oberflächenbehandlungsverfahrens von geschweißten und behandelten Proben

zu erhalten. Der Einfluss von Seigerungen, wie sie beim Schweißen im Bereich der Schmelze entstehen, wurde somit ausgeschlossen. Die erzielten Ergebnisse hängen also ausschließlich von dem Werkstoff und dem angewandten Oberflächenbehandlungsverfahren ab. Die Oberflächen der Proben aus der zweiten Versuchsreihe wurden ohne Zusatzwerkstoff mit dem WIG-Verfahren aufgeschmolzen. Die Streckenergie betrug etwa 3 kJ/cm . Anschließend wurden die Proben entweder gebeizt, geschliffen oder gestrahlt. Zur Bestimmung der Korrosionsbeständigkeit wurden verschiedene, standardisierte Messungen durchgeführt.

4.1 Stromdichte-Potentialmessungen

Als Prüfmedium wurde eine 3%ige NaCl-Lösung verwendet, die Stromdichte-Potentialkurven wurden bei Raumtemperatur mit einer Polarisationsgeschwindigkeit von 100 mV/h bei einem Startwert von -200 mV ermittelt. Ausgewertet wurde das Potential, bei dem die jeweilige Probe einen Summenstrom von 1 A/m^2 erreicht hat. Diese Potentialgrenzwerte für die Entstehung von Lochfraß sind in Abbildung 4 über den aus der Legierungszusammensetzung errechneten Wirksummen [3] aufgetragen.

Mit steigender Wirksumme steigt das kritische Lochfraßpotential an. Die Unterschiede bezüglich des angewandten Oberflächenbehandlungsverfahrens sind deutlich zu erkennen. Linearisiert man unter Berücksichtigung der Oberflächenbehandlungsverfahren die Messpunkte, so ist festzustellen, dass die so erhaltenen Geraden lediglich parallel verschoben wurden. Die Gerade der gebeizten Proben ist gegenüber der Geraden der geschliffenen und der gestrahlten Proben deutlich zu höheren kritischen Lochfraßpotentialen verschoben. Hieraus kann eine deutlich höhere Korrosionsbeständigkeit von gebeizten Oberflächen gegenüber mechanisch behandelten Oberflächen abgeleitet werden.

Im weiteren ist auffällig, dass sich bei den üblichen Austeniten wie 1.4301, 1.4401, 1.4571 die Art der Oberflächenbehandlung stärker auf das Kor-

rosionsverhalten auswirkt als bei den höherlegierten Werkstoffen wie z.B. 1.4565, 2.4856.

Für die Praxis bedeutet dies, dass gerade bei üblichen Austeniten durch eine gezielte Oberflächenbehandlung eine Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit erreicht werden kann, bzw. dass die Korrosionsbeständigkeit in gestörten Bereichen, wie z.B. bei einer Schweißnaht, nahezu wieder den für den Grundwerkstoff spezifischen Wert erreicht.

4.2 Kritische Lochfraßtemperatur

Der FeCl₃-Test nach ASTM G48 [4] stellt ebenfalls einen Schnelltest zur Bestimmung der Lochfraßbeständigkeit dar. Die Proben werden in eine 10%ige bzw. 5%ige FeCl₃-Lösung eingetaucht. Im Zyklus von 24 h wird die Temperatur um jeweils 5°C erhöht. Die Proben werden jeweils vor der Temperaturerhöhung auf Lochfraßstellen untersucht. Der Versuch endet, sobald Lochfraß auf der Probenoberfläche sichtbar wird. Die Prüflösung wurde täglich gewechselt. Das Verhältnis Prüflösung/Probenoberfläche betrug 10 ml/cm². Differenziert wurde bei dieser Untersuchung nach Lochfraß an den Schnittkanten und der Walzfläche. Zur Beurteilung wurden jedoch nur die Werte der Walzfläche herangezogen. Es sei jedoch bemerkt, dass die Lochfraßtemperaturen der Schnittkanten zu geringeren Werten gegenüber den Walzflächen verschoben sind [5]. In der Praxis sind deshalb Schnittkanten in Bereichen korrosiver Belastung konstruktionstechnisch zu vermeiden.

In diesem Test zeigt sich generell, dass durch Beizen eine zum Teil erheblich höhere Lochfraßtemperatur erreicht wurde als durch die übrigen, hier untersuchten Oberflächenbehandlungsverfahren [Abb. 5 und 6]. Die Unterschiede zwischen den mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren waren zum Teil geringer und konnten deshalb nicht immer eindeutig klassifiziert werden. Insgesamt war auch bei diesen Versuchen zu erkennen, dass sich die Art des Oberflächenbehandlungsverfahrens bei Werkstoffen mit sehr hohen Legie-

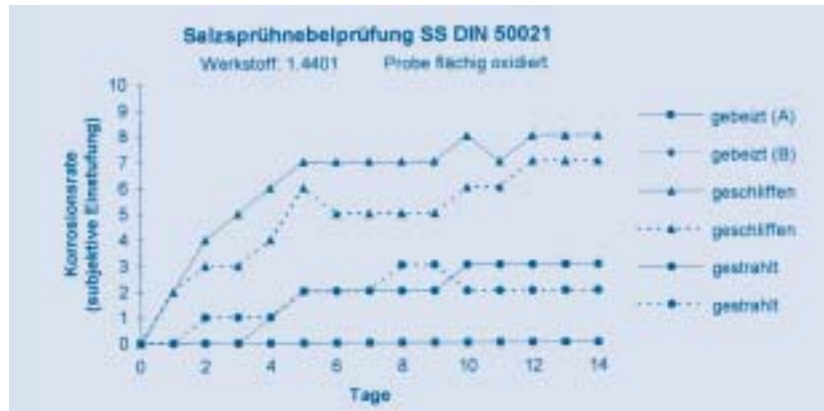


Abb. 7: Zeitlicher Verlauf der Korrosionsrate der Salzsprühnebelprüfung SS DIN 50021 [subjektive Bewertung]

rungehalten geringer auf das Ergebnis auswirkt als bei den austenitischen Standardstählen.

Bei den Proben mit Aufschmelznaht [Abb. 6] ist ebenso wie bei den flächig oxidierten Proben [Abb. 5] eine deutlich höhere Lochfraßtemperatur der gebeizten Proben zu verzeichnen. Vergleicht man jedoch die absoluten Werte der flächig oxidierten Proben mit den Proben mit Aufschmelznaht, so sind Differenzen der Lochfraßtemperatur von bis zu 20°C zu erkennen. Der Nickelbasiswerkstoff [2.4856] zeigt bei dieser Korrosionsbelastung bis zu der höchsten untersuchten Temperatur keinerlei Korrosionsangriff.

Die Sprühnebelprüfung [3] stellt eine Langzeituntersuchung dar. Hierbei wurden die Proben ständig mit einer 5%igen NaCl-Lösung besprüht. Die Temperatur wurde bei 32°C konstant gehalten. Die mit dieser Untersuchung erzielte Korrosionsbelastung führte nur bei den üblichen Austeniten [1.4301, 1.4401, 1.4571] zu Korrosionserscheinungen. Beispielhaft zeigt Abbildung 7 den zeitlichen Verlauf der Korrosion bei dem Stahl 1.4401. Die geschliffenen Proben begannen schon nach wenigen Stunden zu korrodieren, wogegen die gestrahlten Proben erst nach Tagen erste Korrosionserscheinungen zeigten. Es war deutlich der Korrosionsverlauf entlang den Riefen von geschliffenen Proben zu sehen. Bei diesem Versuch zeigt sich deutlich, dass die Korrosionsrate in direktem Zusammenhang mit der Oberflächenrauigkeit steht.

Es fällt auf, dass die gebeizten Proben



Abb. 8: Gestrahlte Proben nach der Korrosionsprüfung. Deutlich erkennbar ist, dass der Lochfraßangriff entlang der Schweißnaht und der Wärmeeinflusszone verläuft

verglichen mit den mechanisch behandelten Proben eine überdurchschnittliche hohe Korrosionsbeständigkeit aufweisen. Die mechanisch bearbeiteten Proben zeigten zum Teil schon nach kürzester Zeit Korrosionserscheinungen. Weiterhin ließ diese Untersuchung eine Differenzierung der mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren zu. Mit glasperlengestrahlten Proben wurden stets höhere Standzeiten als mit geschliffenen Proben erzielt. Bei den Proben mit Aufschmelznaht wurde jedoch generell beobachtet, dass insbesondere bei den gestrahlten Proben im Bereich der Wärmeeinflusszone [WEZ] ein linienförmiger Korrosionsangriff erfolgte. Dies könnte auf ungenügende Entfernung der dünnen Oxidschicht im Randbereich der WEZ zurückzuführen sein [Abb. 8].

5. Zusammenfassung

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen eindeutig, dass durch Beizen die für den Werkstoff höchste Korrosionsbeständigkeit erzielt wird. Besonders markant waren die Unterschiede gegenüber den mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren bei den üblichen Austeniten mit Aufschmelznaht. Dies hängt mit der Bildung von Seigerungen und dem Ausscheidungsverhalten dieser Stähle zusammen. Bei den mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren stellte sich im allgemeinen das Strahlen als das bessere Verfahren zur Oberflächenbehandlung heraus. Das Strahlen von Oberflächen wirkt sich aufgrund der entstehenden Druckeigenspannungen positiv auf das Spannungsriß- und Schwingungsrißkorrosionsverhalten aus. Nachteilig ist jedoch die erhöhte Gefahr der Oberflächen- und Lochkorrosion im Bereich der WEZ wo die Oxidschichten offensichtlich nicht ausreichend gut beseitigt werden. An geschliffenen Proben

konnte deutlich gezeigt werden, dass die Korrosionsrate in direktem Zusammenhang mit der Oberflächenrauigkeit steht. Nur mit einer geringen Oberflächenrauigkeit sind zufriedenstellende Ergebnisse bezüglich der Korrosionsbeständigkeit zu erzielen. Durch die Kaltverformung der Oberfläche können partiell Zugspannungen auftreten, die zu Spannungsrißkorrosion führen [6]. Ebenso besteht die Gefahr, dass durch zu hohe Anpresskräfte, stumpfe Schleifscheiben oder zu hohe Schleifgeschwindigkeiten erneut Temperaturen auftreten, die wiederum Oxidschichten auf der Oberfläche zurücklassen. Eine frühzeitige Oberflächenkorrosion ist die Folge.

Ferner zeigte sich, dass die mechanischen Oberflächenbehandlungsverfahren arbeitsintensiver sind als das Beizen. Kostenmäßig relativiert sich dies jedoch, wenn man die Umweltbelastungen und die damit verbundenen Entsorgungskosten berücksichtigt.

Wird ein optimaler Korrosionsschutz verlangt, so ist das Beizen durch kein

anderes der untersuchten Verfahren zu ersetzen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Kombination von chemischen und mechanischen Verfahren zu exzellenten Ergebnissen bezüglich der optischen und korrosionschemischen Erfordernissen führen.

Literatur

- 1.] Bergmann, W.: Werkstofftechnik; Carl Hanser Verlag, München, 2000
- 2.] Paus, H. J.: Physik in Experimenten und Beispielen; Carl Hanser Verlag, München, 1994
- 3.] Gumpel, P.: Rostfreie Stähle; expert-Verlag, Renningen 2000
- 4.] ASTM G 48: Standard Testing Method of Pitting and Crevice Corrosions Resistance of Stainless Steel and Related Alloys by the use of Ferric Chloride Solution [1980]
- 5.] Herbsleb, G; Schwenk, W.: Werkst. Korros. 8 [1967] 685ff
- 6.] Protogerakis, E.: Chem. Ing.-Tech. 63 [1991] 115ff

Database / Creative / Prepress / Print / Logistic

w rk zw
r nt+M n K nst nz Gm H

SÜDKURIER Medienhaus
Max-Stromeyer-Straße 180
78467 Konstanz
Telefon 0 75 31.999.1850
Telefax 0 75 31.999.1836
kontakt@werkzwei-konstanz.de

TOX-DÜBEL-WERK
 Fon: 07773/ 809- 0 • Fax: 07773/ 809- 190
 info@tox.de • www.tox.de



Dübel und Ankersysteme
 vom Befestigungsprofi...

Präzision



ist mit **Sicherheit** beruhigend.

Unsere **Passion** ist die Entwicklung und Herstellung von Ultraschall-schweisspressen für die **Verarbeitung von Kunststoffen**. Präzise Technik und einfaches Handling sind für uns ebenso selbstverständlich wie unsere **Kundenorientierung** vor und nach dem Kauf.

A CREST GROUP COMPANY

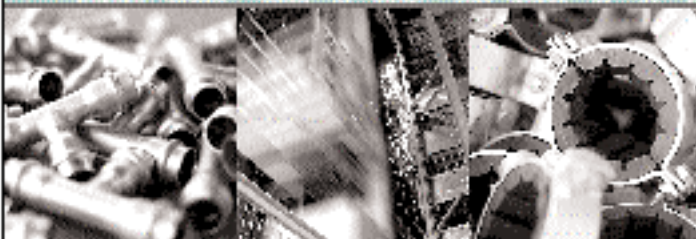


RINCO ULTRASONICS AG
 CH-8590 Romanshorn 1
 Tel. + 41 71 466 41 00
 info@rincoultrasonics.com
 www.rincoultrasonics.com

► Sulz a. Neckar ► Stuttgart ► Borne ► Pöchlarn ► Düren/Düsseldorf ► Nordstadt

Edelstahl.
Investition für die Zukunft.

Edelstahl service



Edelstahl service Sulz, gegründet 1974, produziert und lagert auf inzwischen über 10000 qm modernst eingerichteten Räumlichkeiten alle Arten von rost- und säurebeständigen Edelstählen. Bekannt als „der Spezialist“ für Rohrverbindungen bieten wir von R 1/2" bis R 8" sowie als Schweißflittings bis 200 mm immer eine Lösung an.

Edelstahl service GmbH

Geschwister-Scholl-Str. 6
 D-04562 Borne

Tel. 034 33/24 80 10
 Fax 034 33/24 80 20

► www.edelstahl.de



Technik

Motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser

von Dipl.-Ing. Catalin Scafaru, Dipl.-Ing. [FH] Stefan Thomas und Prof. Dr.-Ing. Peter Kuchar



**Prof. Dr.-Ing.
Peter Kuchar**

vertritt die Fachgebiete Technische Mechanik und Konstruktionslehre.



**Dipl.-Ing.
Catalin Scafaru**

Akademischer Rat an der Universität TRANSILVANIA Brasov, Rumänien



**Dipl.-Ing. [FH]
Stefan Thomas**

Absolvent der FH Konstanz

Mit dem Förderkennzeichen 170 93 01 hat das BMBF das oben genannte Projekt in der Zeitspanne von 01.09.2001 bis 31.05.2003 gefördert. Dem Einsatz und der Mitarbeit von Dipl.-Ing. Catalin Scafaru, Gastwissenschaftler an der Fachhochschule Konstanz und Akademischer Rat an unserer Partner-Universität TRANSILVANIA Brasov aus Rumänien, als auch Dipl.-Ing. [FH] Stefan Thomas, einem Absolvent der Fachhochschule Konstanz ist es zu verdanken, dass bei guter Betreuung von Studenten des 4. Semesters Studiengang MK, dieses komplexe als auch umfangreiche Projekt zur Entwicklung eines Fahrzeuges als auch zweier Umbausätze zu einem guten Erfolg gebracht werden konnte.



Abb. 1: Straßenversion Freizeitmobil



Abb. 2: Straßenversion Freizeitmobil

Für die Verwaltung der im CAD-System ProE erstellten technischen Zeichnungen und Stücklisten ist ein geeignetes Stücklistenverwaltungssystem im Excel97-Format von Stefan Thomas entwickelt worden.

In Abbildung 3, 4 und 5 ist der Aufbau des entwickelten Systems dargestellt.

CAD / Bauteilverwaltung

Um auf die CAD-Datensätze aller verwendeten Teile schnell zugreifen zu können, sind diese in einer Stückliste abgelegt.

Modelle und Zeichnungen sind mit einer Versionsnummer versehen, so dass sich die vollständigen Dateinamen ergeben:

[Trike2000_00_00_00.prt.0](#)

[Projekt_Hauptbaugruppe_Unterbaugruppe_Einzelteil_Modell_Version](#)

Stückliste

Die Stückliste ist im Excel97-Format erstellt und enthält mehrere Makros, die beim Öffnen der Datei nicht deaktiviert werden sollten.

Verwendung der Stückliste

Nach dem Öffnen der Stückliste befinden sich in der Mappe "Baugruppen" die Hauptbaugruppen des Trike2000-Projekts. Die einzelnen Baugruppen sind als Hyperlink angelegt, deren Verweis in die entsprechende Hauptbaugruppenmappe führt.

Durch anklicken des Hyperlinks gelangt man in die gewünschte Mappe. Hier befinden sich in der obersten Stückliste, die dieser Hauptbaugruppe zugeordneten Unterbaugruppen.

Die oberste Tabelle enthält die Hauptbaugruppe und die Unterbaugruppen, die wieder mit Hyperlinks mit den entsprechenden Stücklisten in dieser Mappe verbunden sind.

Die Hauptbaugruppe ist in mehrere Teile aufgeteilt, die teilweise farblich unterschieden werden. Unter der obersten Liste befindet sich die Liste der erstellten Teile und aller Kaufteile. Darauf folgen alle verwendeten Normteile.

Stückliste Trike2000						
Pos.	Zeichnungs-Nr. Teile-Nr.	Format	Bezeichnung	Menge	Spezifikation DW-Bezeichnung	Notiz
1	Trike2000_00_00_00		Trike			
2	Trike2000_01_00_00		Motor / Abgasanlage			
3	Trike2000_02_00_00		Antrieb / Räder hinten			
4	Trike2000_03_00_00		Chassis / Tank			
5	Trike2000_04_00_00		Lenkung / Gabel / Vorderrad			
6	Trike2000_05_00_00		Bremsanlage			
7	Trike2000_06_00_00		Elektronik			
8	Trike2000_07_00_00		Verkleidung / Sitze			
9	Trike2000_08_00_00					
10	Trike2000_09_00_00		Werkzeug / Zubehör			
11	Trike2000_10_00_00					
12	Trike2000_11_00_00					
13	Trike2000_12_00_00					
14	Trike2000_13_00_00					
15	Trike2000_14_00_00					
16	Trike2000_15_00_00		Umbausatz Schneemobil			
17	Trike2000_16_00_00					

Abb. 3: Systemaufbau

Die Einzelteile in den Haupt- und Unterbaugruppen sind mit Abbildungen verlinkt, die das Teil als Bild anzeigen, wodurch die Identifikation vereinfacht wird [Abb. 6]. Um in die Excel-Datei retour zu wechseln, muss der aktivierte Bildeditor nicht geschlossen werden, es genügt ein Klick in das Exceldokument. Ein Sprung retour eines Links innerhalb der Excel-Datei kann durch den Retour-/ Vorwärtsbutton [Abb. 7] erfolgen. Dies ist sinnvoll, da die Sprünge zwischen den Blättern und Zellen oft über große Zellindexbereiche erfolgen.

Das Herzstück der Wintersportversion, in ihrer zweiten Ausbaustufe, besteht aus der Hauptantriebswelle, welche das Doppelzahnradritzel für die Leistungsübertragung von den Hinterradtrommeln des VW-Antriebsmotors auf die drei profilierten Antriebsräder der Gummiantriebskette beinhaltet.



Abb. 6: Anwendung des Programms



Abb. 7: Anwendung des Programms

In Abbildung 10 ist eine CAD-Darstellung des linken und rechten Antriebssystems wiedergegeben.

Die vormontierten Antriebseinheiten werden an das Trike angebaut. Abbildung 11 zeigt das Trike mit der linken Antriebseinheit.

Die Antriebseinheit wird nun noch um die Gummikette ergänzt, letztere überträgt in verschneitem Gelände die Antriebskraft und sorgt für den Vortrieb. Die überarbeitete Version der verstellbaren Einzelabstützung für die Vorderski ist in Abbildung 13 dargestellt.

Im Sommer des Jahres 2003 konnte auch die Wassersportversion am Bodensee getestet werden [Abb. 15]. Abschließend soll bemerkt werden, dass an dem Projekt über hundert Studenten mitgearbeitet haben und über die Fertigung der Einzelteile in der mechanischen Werkstatt der Fachhochschule Konstanz der Anspruch der Fachhochschule eine praxisgerechte Ausbildung zu fördern sicherlich bestätigt werden konnte. Anlässlich mehrerer Referate, die Dipl.-Ing. Catalin Scafaru an der Partneruniversität TRANSILVANIA aus Brasov gehalten hat, konnten wir auch einen ehemaligen Sokrates-Stipendiaten von der Fakultät für Mechanik begeistern ein Schwesterfahrzeug zu dem hier beschriebenen in Brasov zu bauen. <

Stückliste Trike2000 Bremsanlage						
Pos.	Zeichnungs-Nr. Teile-Nr.	Format	Bezeichnung	Menge	Spezifikation DW-Bezeichnung	Notiz
1	Trike2000_05_00_00		Bremsanlage			
2	Trike2000_05_01_00		Bremszylinder			
3	Trike2000_05_02_00		Bremsbeläge			
4	Trike2000_05_03_00		Bremskabel			
5	Trike2000_05_04_00		Bremshebel			
6	Trike2000_05_05_00		Bremsflüssigkeit			
7	Trike2000_05_06_00		Bremsleitungen			
8	Trike2000_05_07_00		Bremsflüssigkeit			
9	Trike2000_05_08_00		Bremsflüssigkeit			
10	Trike2000_05_09_00		Bremsflüssigkeit			
11	Trike2000_05_10_00		Bremsflüssigkeit			
12	Trike2000_05_11_00		Bremsflüssigkeit			
13	Trike2000_05_12_00		Bremsflüssigkeit			
14	Trike2000_05_13_00		Bremsflüssigkeit			
15	Trike2000_05_14_00		Bremsflüssigkeit			
16	Trike2000_05_15_00		Bremsflüssigkeit			
17	Trike2000_05_16_00		Bremsflüssigkeit			

Stückliste Trike2000 Bremsanlage						
Pos.	Zeichnungs-Nr. Teile-Nr.	Format	Bezeichnung	Menge	Spezifikation DW-Bezeichnung	Notiz
1	Trike2000_05_00_00		Bremsanlage			
2	Trike2000_05_01_00		Bremszylinder			
3	Trike2000_05_02_00		Bremsbeläge			
4	Trike2000_05_03_00		Bremskabel			
5	Trike2000_05_04_00		Bremshebel			
6	Trike2000_05_05_00		Bremsflüssigkeit			
7	Trike2000_05_06_00		Bremsleitungen			
8	Trike2000_05_07_00		Bremsflüssigkeit			
9	Trike2000_05_08_00		Bremsflüssigkeit			
10	Trike2000_05_09_00		Bremsflüssigkeit			
11	Trike2000_05_10_00		Bremsflüssigkeit			
12	Trike2000_05_11_00		Bremsflüssigkeit			
13	Trike2000_05_12_00		Bremsflüssigkeit			
14	Trike2000_05_13_00		Bremsflüssigkeit			
15	Trike2000_05_14_00		Bremsflüssigkeit			
16	Trike2000_05_15_00		Bremsflüssigkeit			
17	Trike2000_05_16_00		Bremsflüssigkeit			

Abb. 4 und 5: Systemaufbau



Abb. 8: Vollständiges Fahrzeug in der Straßenversion als CAD-3 D Modell

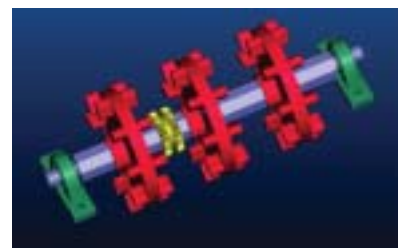


Abb. 9: CAD-Darstellung der Hauptantriebswelle für die Wintersportversion



Abb. 10: CAD-Darstellung des linken und rechten Antriebssystems, Antriebseinheiten für die Wintersportversion



Abb. 11: Trike mit der linken Antriebseinheit



Abb. 13: CAD-Darstellung des Einzelabstützungssystems-Version 2



Abb. 14: Testfahrten im Februar 2004 in Wald am Arlberg



Abb. 12: Antriebssystem links vollständig



Abb. 15 [rechts]: Testfahrten Wasserversion

In Kontakt bleiben.

Verein der Freunde, Förderer und Absolventen der Fachhochschule Konstanz e.V.

Ziel des Verbandes der Freunde, Förderer und Absolventen der Fachhochschule Konstanz e.V. ist die Förderung der Fachhochschule Konstanz und ihrer Studierenden in Lehre und Forschung. Als Förderverband unterstützen wir die Hochschule jährlich mit namhaften Beträgen, werben Sachspenden von Firmen ein und ermöglichen dadurch unbürokratisch die schnelle Beschaffung von Lehrmitteln und Einrichtungen. Seit Bestehen

des Verbandes wurden von den rund 600 Einzelmitgliedern und den 60 Firmen und Verbänden mehr als 3 Millionen Euro Fördermittel und Sachspenden an die Hochschule weitergeleitet. Neben unserer Aufgabe, den Kontakt der Fachhochschule und ihrer Studierenden zu Behörden, Industrie und Wirtschaft zu vermitteln und zu halten, fördern wir auch die Verbindung der Absolventen zur Fachhochschule und sind Ansprech-

partner für alle Belange der "Ehemaligen".

Nur durch einen großen Mitgliederkreis kann der Verband seine Aufgaben wirkungsvoll erfüllen. Wir wenden uns daher an alle, die sich mit der Fachhochschule Konstanz verbunden fühlen, unsere Zielsetzung durch eine Mitgliedschaft im Verband zu unterstützen.



Geschäftsstelle
 Fachhochschule Konstanz
 Herr Klemens Blaß
 Brauneggerstr. 55
 D-78462 Konstanz

Tel. (07531) 206-297-252
 Fax (07531) 206-253
 E-mail: blass@fh-konstanz.de

Jahresbeiträge
 Studierende ab 5 Euro
 Einzelmitglieder ab 30 Euro
 Firmen und
 Fachverbände ab 100 Euro

Wirtschaft

Kundenvertrauensindex im Relationship Marketing

von Dr. Frank Dornach und Prof. Dr. Leo Schubert

1. Einleitung

Mitte der 90iger Jahre begannen viele Unternehmer zu erkennen, dass die Orientierung an Kundenbedürfnissen einen Wettbewerbsvorteil in gesättigten Märkten ermöglicht. Endlich wurde die "Bedürfnisbefriedigung" nicht nur theoretisch, sondern auch praktisch als Auftrag der Wirtschaft begriffen. Das Ziel der Gewinnmaximierung wurde durch das Ziel der Kundenorientierung ergänzt. Als Maß für die Zielerreichung diente entsprechend die Kundenzufriedenheit. Während der Gewinn als Erfolg vergangener Perioden ausgewiesen wird, schien die Kundenzufriedenheit den Erfolg zukünftiger Perioden zu repräsentieren, da zufriedene Kunden in hohem Maße dem Unternehmen treu blieben und damit weniger Akquisitionskosten bewirkten. In einigen servicebetonten Unternehmen wurde begonnen, die Entwicklung der Kundenzufriedenheit sogar in Geschäftsberichten auszuweisen oder entsprechende Spitzenplätze werblich zu verwerthen¹.

Die seit 1992 jährlich aktualisierten Kennzahlen des Kundenmonitor Deutschland zeigen für diese vereinfachte Argumentation jedoch seit Jahren Handlungsbedarf auf: Während die Kundenzufriedenheit in einzelnen Branchen gestiegen ist, sinken trotzdem die entsprechenden Kennzahlen zur Kundenbindung. Hieraus leitet sich ein Forschungsbedarf zur Bestimmung der weiter bedeutenden Erklärungsfaktoren zum Ausbau der Kundenbeziehung ab.

2. Credo des Relationship Marketing

Der Paradigmawechsel äußerte sich im Marketing durch eine Verlagerung der Aktivitäten vom Transaktionsmarketing hin zum Relationship-Marketing.² Neben dem Zielkriterium "Share of Market" wurde der "Share of Wallet/

Customer" bedeutsam. Auch auf der Seite der Informations- und Kommunikationsindustrie wurden anstelle der CAS [Computer Aided Selling] Programme zunehmend CRM [Customer Relationship Management] Softwarepakete angeboten. Die klassische Bindung der Kunden durch technische, ökonomische und juristische Barrieren wurde durch das Streben um emotionale Verbundenheit durch hohe Kundenzufriedenheit, Vertrauen und Commitment erweitert³.

Das Credo lautete: Mit loyalen Kunden lassen sich höhere Gewinne erzielen, da Akquisitionskosten entfallen, der Wiederholungskauf weniger Vertriebskapazität beansprucht, mehr Cross- und Upselling Potentiale genutzt werden können, die nachlassende Preissensitivität höhere Preise durchsetzbar macht und diese zufriedenen Kunden z.T. Neukunden werben [Akquisitionskosten]. Die dabei aufgestellten Kalkulationen des Bindungsnutzens hatten häufig den Charakter einer sog. "Milchmädchenrechnung" und dienten mehr motivationalen Zwecken auf Seiten der Mitarbeiter bzw. CRM-Softwarekäufer. Mit der einsetzenden Baisse wurden die Budgets und die Beurteilung des Nutzens loyaler Kunden nüchterner. I.d.R. hatten nur die Unternehmen Marktvorteile erzielen können, die von Anfang an konsequent Relationship Marketing betrieben [z.B. der englische Lebensmittelhändler Tesco]⁴. Unternehmen, die ihre Kunden nicht richtig kannten bzw. einstufen waren häufig enttäuscht⁵. Auch Zufallskunden können profitabel sein und Dauerkunden unrentabel, da diese den Wert ihrer Loyalität zunehmend wahrnehmen und z.B. Treuerabatte fordern. Darüber hinaus wird das Ausnutzen von Loyalität [im Glauben an die geringere Preissensitivität] vom Kunden vereitelt und z.T. sanktioniert. Hierzu zählt auch das Werben von Neukunden mit Sonderkonditionen,



Prof. Dr. Leo Schubert

*Studienschwerpunkte an der Universität Augsburg: Marketing und Unternehmensforschung
1985: Promotion über Methoden der Datenanalyse
bis 1991: CEO-Stabsstelle einer Großbank
seit 1991: Professur für Marketing an der FHK
1999: Kurzzeitdozentur an der Univ. Havanna.
2003: Forschungsaufenthalt in Costa Rica
Forschungsschwerpunkte: Marktforschung [insb. Kapitalmarkt- und Zufriedenheitsforschung]*



Dr. Frank Dornach

Dr. Frank Dornach ist Vorstand der ServiceBarometer AG, dem Forschungs- und Beratungsunternehmen für unternehmensspezifische Kundenbarometer. Er betreut seit 1992 die bundesweit umfassendste Studie zur Kundenorientierung, den Kundenmonitor Deutschland.

die die Wechselentscheidung erleichtern sollen, den loyalen Kunden jedoch nicht angeboten werden.

3. Risiko und Vertrauen

Um Relationship Marketing effektiv zu betreiben, sollten Unternehmen ihre Kunden möglichst gut kennen. Der Kunde muss hierfür seine Anonymität aufgeben und das Risiko des Missbrauchs seiner Daten eingehen. Das Bedürfnis nach dauerhaften und profitablen Kundenbeziehungen ist vom Risiko, dass die Abhängigkeit ausgenutzt wird, überschattet. Im Falle der Neukunden, stellt das Risiko zum falschen Dienstleister zu wechseln, eine Entscheidungsbarriere dar.

Risiken, im Sinne von Unsicherheiten, lassen sich durch Informationen [z.B. aus früheren Erfahrungen, Empfehlungen etc.] reduzieren, jedoch selten ganz beseitigen. Entscheidungsrisiken betreffen die Zukunft, und diese ist nicht die Verlängerung der Vergangenheit über die Gegenwart hinaus. Die Theorie bietet für Entscheidungen unter Risiko Modelle, die jedoch mindestens voraussetzen, dass die potentiellen zukünftigen Zustände oder Verhaltensweisen bekannt sind und dass die objektiven Wahrscheinlichkeiten für deren Eintritt ermittelt werden können⁶. Auch wenn der ökonomisch nicht vertretbare Aufwand betrieben würde, diese Parameter zu schätzen, stellen diese Schätzungen lediglich statistische Erwartungen dar. Ohne Vertrauen, dass diese Erwartungen auch eintreten, werden keine Entscheidungen getroffen. "Vertrauen überzieht die vorhandene Information"⁷ und nimmt subjektiv optimistische Eintrittswahrscheinlichkeiten an. "Wer Vertrauen erweist, nimmt Zukunft vorweg."⁸ Vertrauen im weitesten

Sinne ist für den Soziologen Niklas Luhmann "Zutrauen in die eigenen Erwartungen". Für ihn könnte ohne jegliches Vertrauen niemand morgens sein Bett verlassen [oder seinen Finanzdienstleister wechseln, den Fragebogen eines Kundenclubs ausfüllen, eine Kaufentscheidung treffen etc.].

Kunden besitzen i.d.R. Erwartungen hinsichtlich einer Leistung [Soll]. Im Vergleich mit der erfahrenen bzw. wahrgenommenen Qualität [Ist] entsteht individuell verschieden die subjektive "Zufriedenheit" [vgl. Abb.1]. Zufriedenheit ist i.d.S. vergangenheitsorientiert, Vertrauen dagegen ist zukunftsorientiert. Auch hier ist eine Erwartung [Soll] Ausgangspunkt. Da diese Erwartung nicht sicher eintreten wird, muß in Anbetracht des wahrgenommenen Risikos individuell verschieden Vertrauen gefaßt werden. Vertrauen zu fassen stellt eine Entscheidung dar. Vertrauen ist in Entscheidungssituationen notwendig, in denen riskante Vorleistungen erbracht werden müssen und in denen eine Abhängigkeit vom zukünftigen Verhalten anderer, die der eigenen Kontrolle entzogen sind, besteht⁹. Insofern dürfte die Bedeutung von Vertrauen mit zunehmendem Involvement des Kunden in das Leistungssystem des Anbieters steigen [Extremfall: personengezielte Dienstleistung]. Dem häufig erhobenen Vertrauen in eine Marke z.B. "Daimler-Chrysler", fehlt das Kriterium einer riskanten Vorleistung. Bei einer anstehenden Kaufentscheidung würde dieses allgemeine Markenvertrauen durch zusätzliche Informationen [aus z.B. Empfehlungen, Beratungsgespräche, Tests etc.] überprüft und präzisiert werden.

Vertrauensmessung

Zur Messung von Zufriedenheit wurden zahlreiche Instrumente entwickelt¹⁰. Die Erfassung von Vertrauen dagegen fand bislang primär nur im Kontext der Psychologie Beachtung¹¹ und konzentrierte sich dort stark auf das Vertrauen als Persönlichkeitsvariable. Die Erhebung der Imagefacette Vertrauen dient primär der Markenpositionierung und bietet häufig lediglich Daten in qualitativer Form und selten Ansatzpunkte für konkrete Defizite.

Um den Erfolg der Bemühungen um Vertrauen zu messen, werden nachfolgend vier Indizes vorgestellt. Diese werden anschließend anhand von empirischen Daten für die Telekommunikationsbranche getestet (erhoben im Rahmen der Kundenbefragungen des Kundenmonitor Deutschland 2003). Das Ideal, das Vertrauen in Entscheidungssituationen zu erfassen, ist erhebungstechnisch kaum möglich, es sei denn, es stehen genügend Neukunden bzw. Wechselkunden für eine derartige Erhebung zur Verfügung¹². Um eine derartige Situation wenigstens anzudeuten, kann die Bereitschaft, sich länger an ein Unternehmen vertraglich zu binden oder kritische Ereignisse, die evtl. zum Wechsel des Anbieters führen könnten, mit den erwarteten Eintrittswahrscheinlichkeiten erfragt werden. Auch das Kriterium, eine Kauf- bzw. Wechselentscheidung in den vergangenen Wochen gefällt zu haben, könnte als Filter in der Befragung dienen.

Die einfachste Bildung eines Vertrauensindex geht von einer direkten und pauschalen Antwort des Kunden zu seinem Vertrauen in einen Anbieter aus. Durch Normierung der Ausprägungen auf das Intervall [0;1] ergibt sich der Index I_V .

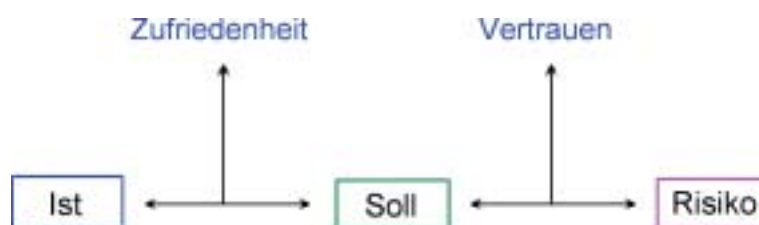


Abb. 1: Grundlagen von Zufriedenheit und Vertrauen

$$I_V = \frac{V}{V_{\max}}$$

V: [durchschnittliche] Vertrauensausprägung

V_{\max} : maximal mögliche Vertrauensausprägung

Ein derartiger einfacher Index liegt z.B. der Vertrauensstudie des US-amerikanischen Meinungsforschungsinstituts Gallup zugrunde, das im Jahr 2002 in 47 Ländern 36000 Menschen befragte¹³. Inhalt der Befragung war das Vertrauen zu 17 gesellschaftlichen Institutionen beim Wirken für die Gesellschaft. Als Antwort waren vier Kategorien vorgesehen: "viel", "einiges", "wenig/nicht viel", und "gar nicht/kein" Vertrauen. Als Index wurden die Prozent der Befragten angegeben, die "viel" oder "einiges" Vertrauen hatten. Bei dieser binären Ausprägung genügt die einfache Normierung [durch Prozentbildung] zur Indexkonstruktion. Die in Deutschland befragten 503 Probanden besaßen das höchste Vertrauen in die Polizei [88%] und die UNO bzw. die Streitkräfte [70%] und das geringste Vertrauen in große Gesellschaften [45%] und religiöse Gruppen/Kirchen [39%]. Diese Ergebnisse fallen in den 47 Ländern z.T. sehr unterschiedlich aus. Kritisch angemerkt werden muß, daß der Index lediglich ausdrückt, wie viele Personen Vertrauen absolut in die jeweilige Organisation besitzen, das Ausmaß bleibt jedoch unberücksichtigt. Darüber hinaus bleibt unklar, inwiefern die Befragten alle Einrichtungen [wie z.B.: NGO's, IWF, Weltbank, WHO] überhaupt kennen bzw. die Nichtkenntnis zugaben.

Der zweite Index I_F erfaßt in etwa das "Zutrauen in die eigenen Erwartungen" und entsteht aus dem Sicherheitsgrad, mit dem der Kunde das Erfüllen verschiedener Vertrauensfacetten durch den Anbieter erwartet. Aus diesen wird mittels Hauptkomponentenanalyse ein Vertrauensfaktor extrahiert und so normiert, daß der Index auf das Intervall [0;1] beschränkt ist¹⁴:

$$I_F = \frac{V_1 f_1 + V_2 f_2 + \dots + V_m f_m}{V_{\max} (f_1 + f_2 + \dots + f_m)}$$

V_i : Ausprägung der Vertrauensfacette $i = 1, \dots, m$

V_{\max} : maximal mögliches Zutrauen in eine Vertrauensfacette

f_i : Faktorladung für die Vertrauensfacette $i = 1, \dots, m$ für den Vertrauensfaktor

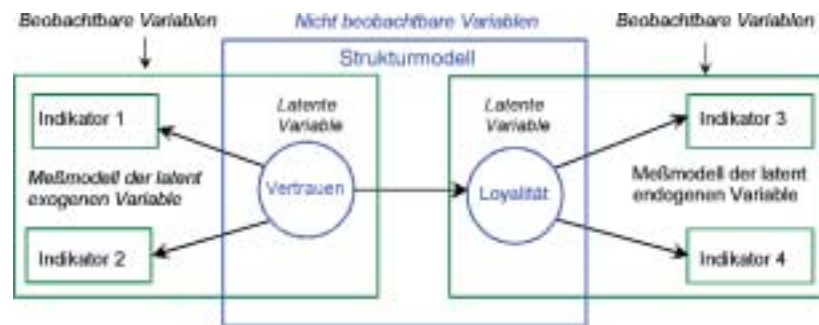


Abb. 2: Strukturmodell mit latenten und beobachtbaren Variablen

Der dritte Index I_W basiert auf einem Produkt aus der individuellen Bedeutung von negativen Ereignissen und der subjektiven Wahrscheinlichkeit, daß sich diese nicht ereignen werden. Er drückt quasi den Erwartungswert aus, daß die individuell bedeutenden "Befürchtungen" bei seinem Anbieter nicht auftreten werden.

Durch den Zähler $[B_1 + B_2 + \dots + B_m]$ wird der Index auf das Intervall [0;1] begrenzt. Wenn der Kunde davon ausgeht, daß keines der negativen Ereignisse auftreten wird, ist der Index $I_W = 1$, d.h. der Kunde fühlt sich bei dem Anbieter absolut sicher vor negativen Überraschungen und zeigt maximales Vertrauen.

$$I_W = \frac{B_1[1-p_1] + B_2[1-p_2] + \dots + B_m[1-p_m]}{B_1 + B_2 + \dots + B_m}$$

B_i : Bedeutung des negativen Ereignisses $i = 1, \dots, m$

p_i : Wahrscheinlichkeit, daß beim Anbieter das negative Ereignis $i = 1, \dots, m$ auftritt

Beim Index I_F wird die Gewichtung einzelner Vertrauensfacetten durch die Hauptkomponentenanalyse vorgenommen. Dagegen wählt der Kunde beim Index I_W selbst die Wichtigkeit der einzelnen Ereignisse. Während beim Index I_F allgemeine Vertrauensfacetten [Vertrauen in Servicewillen, -kompetenz, Fairness etc.] vorgegeben werden, stützt sich der Index beim I_W auf potentielle negative Ereignisse [z.B.: Leitungsstörungen, verzögerte Mangelbehebung, fehlerhafte Abrechnung etc.] und macht damit stärker Risiken bewusst. Damit entspricht der Index I_W ein wenig mehr der Vertrauensdefinition in Entscheidungssituationen. Die Anzahl von m Befürchtungen

kann fest vorgegeben oder individuell variieren bzw. offen sein. Dafür beinhaltet der Ansatz neben der Bedeutung auch die erwartete Auftretswahrscheinlichkeit und bietet damit eine detailliertere Information.

Einen größeren Aufwand erfordert die Bestimmung des Index I_{FS} : Die Faktorladungen f_1 bis f_m werden zwar wie im Index I_F eingesetzt, jedoch erfolgt deren Bestimmung im Rahmen eines Strukturmodells [vgl. Abb. 2]. Anwender von Strukturmodellen gehen davon aus, daß bestimmte Phänomene [z.B. Vertrauen, Loyalität, Zufriedenheit etc.] nicht direkt beobachtet werden können. Lediglich über sog. Indikatoren, die Ausdruck des entsprechenden Phänomens sind, können diese latenten Variablen geschätzt werden. Im Falle der Loyalität eines Kunden könnten die beobachtbaren Indikatoren z.B. Weiterempfehlungsbereitschaft und Wiederkaufabsicht sein. Diese sog. latenten Variablen werden in einem Strukturmodell je nach Abhängigkeit bzw. Einfluss durch lineare Beziehungen verknüpft.

Um die Faktorladungen f_1 bis f_m für den Index I_{FS} zu bestimmen, müssen quasi simultan Faktorenanalysen [zur Schätzung der latenten Variablen] und Regressionsschätzungen [zur Schätzung der Parameter der linearen Beziehungen] vorgenommen werden. In der folgenden Abbildung 3 sind diese Faktorladungen f_{V1} bis f_{V4} . In dieser Abbildung wird ein einfaches Strukturmodell zu Entstehung von Kundenloyalität gezeigt. Zufriedenheit, Commitment und Vertrauen gelten als bedeutende Einflussgrößen auf die Loyalität von Kunden¹⁵. Die Zufriedenheit wird

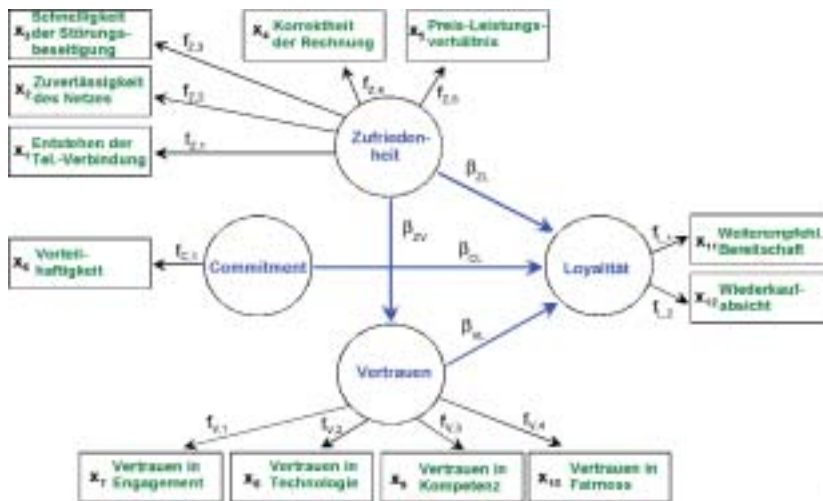


Abb. 3: Strukturmodell zur Loyalität [Bsp.: Festnetzanbieter]

anhand von 5 Indikatoren charakterisiert, Commitment durch den Indikator "Vorteilhaftigkeit gegenüber dem Angebot der Mitbewerber" und Vertrauen durch die Erwartungen bzgl. 4 Vertrauensfacetten. Das Strukturmodell geht von den Hypothesen aus, dass mit steigender Zufriedenheit, steigendem Vertrauen bzw. erhöhtem Commitment auch die Loyalität des Kunden höher ist. Zudem wird davon ausgegangen, daß gute Erfahrungen in der Vergangenheit [also Zufriedenheit] das Vertrauen in den Anbieter erhöhen. Es muss angemerkt werden, dass das Strukturmodell lediglich das Zustandekommen von Loyalität erklären will und nicht die Zufriedenheit oder das Vertrauen. Hierzu müsste das Strukturmodell erweitert werden¹⁶. Die Parameter des Strukturmodells sind primär die Regressionskoeffizienten β_{FL} , β_{CL} , β_{VL} , β_{FV} .

Anwendung in der Branche Telekommunikation [Festnetzanbieter]

Auf der Basis der Daten einer Erhebung im Jahre 2003 durch ServiceBarometer AG in München bei 1.006 Festnetz-Kunden von Telekommunikationsunternehmen in Deutschland wurden die Indizes I_V , I_F , I_{FS} und I_W berechnet. Die Namen der 6 größeren Festnetzanbieter dieser Branche wurden zur Anonymisierung geändert. Für die Berechnung der Indizes wurde die Statistiksoftware SPSS Version 8.0 und EQS Version 3.0 [Structural Equation Program] eingesetzt.

Die Grafik zu den Vertrauensindizes in der Telekommunikationsbranche zeigt, daß die Indizes I_V und I_F/I_{FS} in etwa die selben Rangfolgen hinsichtlich des Vertrauens in die 6 Unternehmen abbilden. Der Index I_W zeigt geringe Vertauschungen in der Rangfolge¹⁸. In Anbetracht dessen, daß hierbei unterschiedliche Merkmale und Konstrukte vorliegen, spricht das Resultat doch für eine Anwendung jeder dieser Indizes. Die direkte Befragung des Vertrauens [Index I_V] scheint die Vertrauenswerte der einzelnen Unternehmen ein wenig stärker zu differenzieren.

Anhand mehrerer Fit- bzw. Qualitätskriterien wird beurteilt, ob ein Strukturmodell gut ist im Sinne von "kompatibel mit den empirischen Daten"¹⁹. Das oben dargestellte Strukturmodell [vgl. Abb. 5] stellt lediglich eine mögliche "kompatible" Lösung dar. Mit den dabei ermittelten Parameterwerten wird exemplarisch der Index I_{FS} für die Branche insgesamt [vgl. Tabelle 1] berechnet.

Die Bestimmung des Vertrauens-Index I_{FS} der Branche ergibt sich aus den entsprechenden Faktorladungen $f_{V,1}$ bis $f_{V,4}$. Ergänzend muss die maximale Vertrauensausprägung $V_{max} = 3$ und die durchschnittlichen Ausprägungen der Vertrauensfacetten $x_7 = 1.81$ bis $x_{10} = 2.12$ bei der Berechnung einbezogen werden:

$$I_{FS} = \frac{1.81 \cdot 0.79 + 2.22 \cdot 0.548 + 2.05 \cdot 0.669 + 2.12 \cdot 0.735}{3 \cdot [0.790 + 0.548 + 0.669 + 0.735]} = 0.678$$

In analoger Weise lassen sich der Index I_F , ein Zufriedenheits- oder ein Loyalitätsindex bestimmen.

Die Strukturanalyse zeigt, dass die latente Variable Commitment mit einem Regressionskoeffizienten von 0.861 den stärksten Einfluss auf die Loyalität ausübt. Dies erscheint plausibel, da auch bei Unzufriedenheit mit einem Anbieter kein Wechsel vorgenommen wird, falls der Kunde sich dadurch verschlechtern würde. Der direkte Beitrag von Zufriedenheit und Vertrauen fällt mit ca. 0.29 gleich aus. Dies bedeutet, dass Vertrauen einen eigenständigen Beitrag zur Kundenbindung leistet. Zufriedenheit wirkt sich insbesondere dann kundenbindend aus, falls weiterhin auf eine sehr gute Leistung vertraut werden kann. Bei der Bildung von Vertrauen müssen verschiedene Informationskategorien einbezogen werden²⁰. Im Strukturmodell wurde nur ein Teilaspekt des Einflussfaktors Erfahrung mit dem Gewicht 0.504 berücksichtigt. Die Bedeutung anderer Einflussfaktoren [z.B. Reputation, Image, Empfehlungen von Freunden, Persönlichkeit etc.] auf das Vertrauen wurde in diesem Modell nicht untersucht.

Anbieter	Index IV	Index IF	Index IFS	Index IW
LET-Tel.	,649	,771	,770	,638
UED-Tel.	,497	,674	,670	,559
CRA-Tel.	,631	,719	,718	,667
CLET-Tel.	,542	,671	,670	,637
LAC-Tel.	,533	,683	,681	,644
NOS-Tel.	,636	,736	,735	,674
Branche insgesamt	,515	,681	,678	,574

Tabelle 1: Vertrauensindizes zu 6 Festnetzanbietern¹⁷

Vertrauenindizes

Unternehmen der Telekommunikation

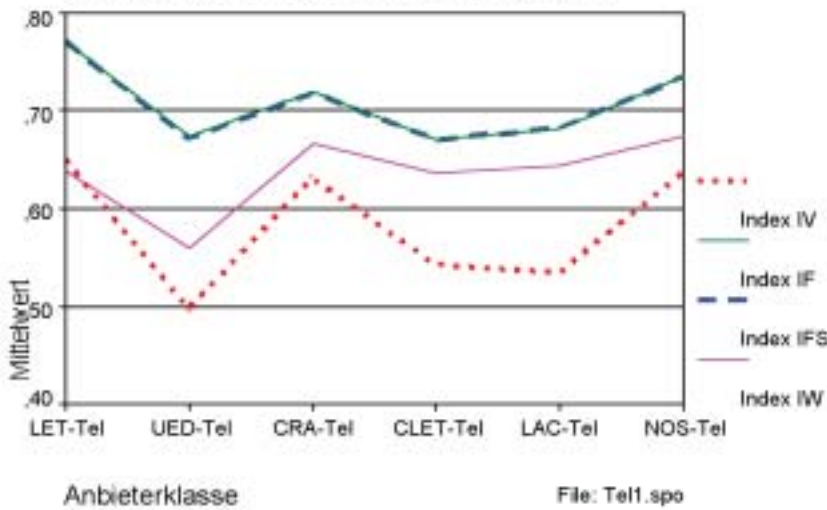


Abb. 4: Vertrauensindizes zu Unternehmen der Telekommunikation

Ausblick

Vertrauen wird in einzelnen Wirtschaftszweigen unterschiedlich bedeutsam. Strukturmodelle können dazu beitragen, Differenzen zwischen den Branchen aufzudecken bzw. aufzeigen, wo am Vertrauen gearbeitet werden sollte, um erfolgreiches Relationship Marketing umzusetzen.

Das Management von Vertrauen ist, im Vergleich zur Kundenzufriedenheit komplexer. Einerseits benötigt Vertrauen Zeit und ist nicht käuflich, sondern wird verliehen²¹. Ferner kann der beabsichtigte Aufbau von Vertrauen

über die Frage nach dem Motiv zu Misstrauen führen.²² Authentizität als vertrauensförderndes Kriterium könnte im Widerspruch zur Kundenorientierung bzw. Servicephilosophie stehen. Ist Vertrauen einmal geschenkt worden, wird es häufig bereits bei kleinen Verstößen entzogen.²³ Auch die Forderung selbst Vertrauen zu schenken, wenn man es von anderen erwartet²⁴, ist im Kundenkontakt nicht undifferenziert möglich. Bei unnötig bzw. leichtgläubig verschenktem Vertrauen muß im Falle des Missbrauchs mit einer Blamage statt mit Verständnis gerechnet werden.²⁵

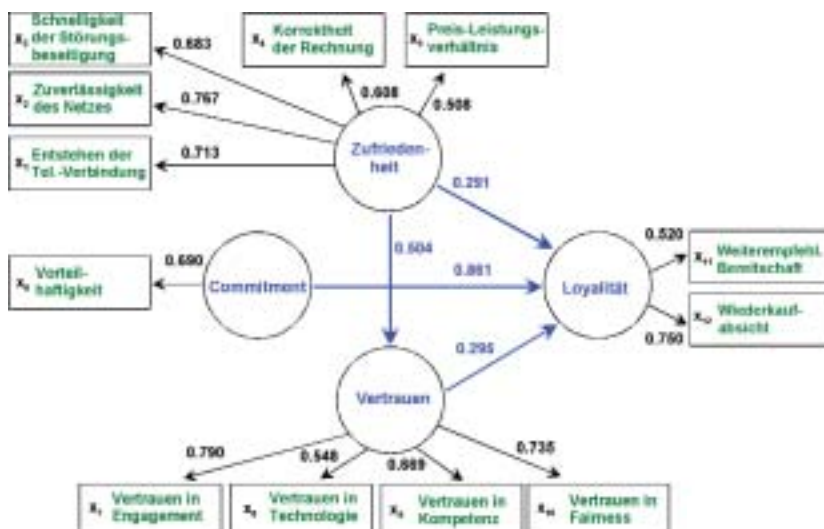


Abb. 5: Strukturmodell zur Loyalität mit geschätzten Parametern [Bsp. Festnetzanbieter]

Aufgrund dieser Konstellationen sollten die Möglichkeiten, den Vertrauensbedarf zu senken [z.B. durch Garantien, Datenschutzaudits, Qualitätszertifizierungen, Nutzung auf Probe, Weiterempfehlung, etc.] ausgeschöpft werden, bevor an das Vertrauen des Kunden appelliert wird. Vielleicht stellt gerade diese Vorleistung einen wichtigen Katalysator bei der Entstehung von Vertrauen dar.

Literaturverzeichnis

Ahlert D., Kenning P., Petermann F.: Die Bedeutung von Vertrauen für die Interaktionsbeziehungen zwischen Dienstleistungsanbietern und -nachfragern, S. 281-298 in Bruhn M., Stauss B. [Hrsg.]: Dienstleistungsmanagement, Jahrbuch 2001, Interaktionen im Dienstleistungsbereich, Gabler, 2001.

Bailom, F., Hinterhuber, H., Matzler, K., Sauerwein, E.: Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit in: Marketing ZFP, 2, 1996.

Bamberg G., Coenenberg A. G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, Vahlen, 11. Aufl., 2002.

Cowles D. L.: To Trust or Not to Trust ... , background paper, 1st Internet Conference on Relationship Marketing, April 18th, 1996.

Diller H.: Beziehungsmarketing, WiSt Heft 9, September, 1995, S. 442- 447.

Ertl R.: Branchenübergreifende Kundenbarometer, Dissertation, Ludwig-Maximilian-Universität, 2000.

Graw Ansgar: Vertrauen ist gut, die Armee ist besser, DIE WELT, 14. Nov. 2002, S. 3.

Grönroos, C.: From Marketing Mix to Relationship Marketing: toward a Paradigma-Shift in Marketing, Marketing Decision, 32[2], 1994, 4-20.

Grüniger St.: Vertrauensmanagement-Kooperation, Moral und Governance, metropolis, Marburg, 2001.

Grund M.: Interaktionsbeziehungen im Dienstleistungsmarketing, Zusammenhänge zwischen Zufriedenheit und Bindung von Kunden und Mitarbeitern, Wiesbaden, 1998.

Gummesson, E.: Total Relationship Marketing: from the 4Ps - ... - of Traditional Marketing Management to the 30Rs - Thirty Relationships - of the

New Marketing Paradigma, Oxford, Butterworth-Heinemann, 1999.

Hennig-Thurau Th. [Hrsg.]: Relationship marketing: gaining competitive advantage through customer satisfaction and customer retention, Springer, 2000.

Luhmann N.: Vertrauen – Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität, Enke, Stuttgart, 1989.

Meister U., Meister H.: Kundenzufriedenheit im Dienstleistungsbereich, Oldenbourg, 1998.

Meyer A., Fend L., Specht M.: Kundenorientierung im Handel, Deutscher Fachverlag, 1999.

Meyer A., Dornach F.: Nationale Kundenbarometer zur Messung von Qualität und Kundenzufriedenheit bei Dienstleistungen. In: Bruhn, Manfred; Stauss Bernd [Hrsg.], Dienstleistungsqualität. Konzepte – Methoden – Erfahrungen, 2. Aufl., 1995.

Petermann F.: Psychologie des Vertrauens, Hofgrefe, 3. Aufl., 1996.

Peter S.: Kundenbindung als Marketingziel, asw 7/98, S. 74-80.

Reinartz W., Kumar V.: Kundenpflege – aber richtig, Harvard Business Manager, vol. 1, 2003, S. 68-78..

Riemer K., Klein St.: E-Commerce erfordert Vertrauen, WISU, 5/01, S. 710-717.

Rippberger T.: Ökonomik des Vertrauens. Analyse eines Organisationsprinzips, Tübingen, 1998.

Scharnbacher K., Kiefer G.: Kundenzufriedenheit, Oldenbourg, 1998.

Sprenger R.: Vertrauen führt, Campus, 2001.

Fußnoten

¹ Obgleich diese Information aufgrund der breiten Palette unterschiedlicher Erfassungsinstrumente nur selten mehr als eine Absichtserklärung darstellte, da die Indizes z.T. von einem Geschäftsjahr zum darauffolgenden umgestellt wurden oder nur in mehrjährigen Abständen erhoben wurden. Nationale Zufriedenheitsbarometer dagegen ermöglichen Vergleiche in als auch zwischen Branchen [vgl. z.B. Meyer A., Dornach F. [1995]; Ertl R. [2000].

² vgl. Diller H. [1995]; Grönroos, C.

[1994]; Gummesson, E. [1999]; Hennig-Thurau Th., Hansen U. [2000].

³ So wirbt heute IBM mit dem Verzicht auf technische Wechselbarrieren [aufgrund von firmeneigenen Betriebssystemen] indem das offene Betriebssystem LINUX empfohlen wird und hofft dabei auf einen emotionalen Vorteil durch mehr Vertrauenswürdigkeit.

⁴ Der Kern des Relationship Marketing bei Tesco ist ein Datenwürfel mit Kundenzufriedenheitsdaten sowie Daten zum Kaufverhalten der Kunden und soziodemografische Daten. Auf dieser Grundlage ist es Tesco möglich, an die ca. 8.5 Mio Kunden mit Loyalitätskarte pro Quartal 65 000 unterschiedliche Mailings zu versenden. Da diese für relativ kleine Kundengruppen maßgeschneiderte Angebote enthalten, erzielt Tesco Responsequoten von 20-30% während sich der Branchendurchschnitt mit 0,5% zufrieden geben muss. [vgl. Meyer A., Fend L., Specht M. [1999]].

⁵ Eine Studie an 16 000 Privat- und Firmenkunden zeigte einen schwachen Zusammenhang zwischen Dauer einer Kundenbeziehung und den Profiten. Die gemessenen Korrelationskoeffizienten verdeutlichen Branchenunterschiede: Lebensmittelhändler: 0.45, Unternehmensdienstleister: 0.30, Direktbank: 0.29, Versandhändler: 0.20. In einem High-Tech-Serviceunternehmen waren "die Hälfte der profitabelsten Kunden Zufallskäufer, die in kurzer Zeit zahlreiche Produkte mit hoher Gewinnspanne kauften, bevor sie wieder verschwanden". [Reinartz W., Kumar V. [2003], S. 68-78.].

⁶ Vgl. Entscheidungsmodelle zu Risiko und Unsicherheit in z.B.: Bamberg G., Coenenberg A. G. [2002].

⁷ vgl. Luhmann N. [1989], S. 20, 26.

⁸ Luhmann N. [1989], S. 8.

⁹ vgl. Ahlert D., Kenning P., Petermann F., [2001], S. 281.

¹⁰ vgl. z.B. Bailom, F., Hinterhuber, H., Matzler, K., Sauerwein, E. [1996], Ertl R. [2000], Meister U., Meister H. [1998], Scharnbacher K., Kiefer G. [1998].

¹¹ vgl. z.B. Petermann F. [1996].

¹² Auch im Falle der Erfassung von Zufriedenheit als Differenz zwischen der Erwartung und der tatsächlich

erfahrenen Wahrnehmung stellte sich die ex ante bzw. ex post Erfassung von Erwartung bzw. Wahrnehmung als kaum realisierbar heraus.

¹³ vgl. Graw Ansgar [2002], S. 3.

¹⁴ Die Indexbildung mittels Hauptkomponentenanalyse ist aus der Kundenzufriedenheitsforschung bekannt.

¹⁵ Z.T. beschränkt sich die Diskussion der Einflussgrößen auf die Kundenloyalität auf diese drei Faktoren [vgl. Hennig-Thurau Th., Hansen U., 2000, S. 8].

¹⁶ Zur Erklärung von Kundenzufriedenheit im PKW-Sektor wurde von Peter S. [1998] ein Strukturmodell vorgestellt.

¹⁷ Abweichungen in den Faktorladung von I_F und I_{FS} sind z.T. durch eine leicht geringere Fallzahl bei deren Berechnung begründet. Bei I_F wurden 835 und bei I_{FS} 794 Fälle der 1.006 Fälle einbezogen.

¹⁸ Diese Abweichungen sind evtl. durch eine Vereinfachung bei der Erhebung entstanden. Für die Bedeutung der negativen Ereignisse wurde lediglich eine binäre Variable verwendet!

¹⁹ Im Gegensatz zur konfirmatorischen Datenanalyse, in der die Struktur ein Hypothesenkonglomerat wiedergibt, und damit fix sein sollte, wird in der explorativen Datenanalyse [auch Datasnooping genannt] in den Daten nach Beziehungen und Zusammenhängen gesucht. Diese Vorgehensweise scheint im Umgang mit Strukturmodellen zu dominieren.

²⁰ vgl. Rippberger T. [1998, S. 99]; Riemer K., Klein St. [2001] S. 714; Grund M. [1998], S. 108; Ahlert D., Kenning P., Petermann F. [2001], S. 289.

²¹ "Trust is an experience good. We cannot assert trust or claim it, we cannot purchase it. Trust is earned and perceived. Trust is accumulated through time and reliable behavior." [Moore J. [2002], S. 96].

²² vgl. Luhmann N. [1989], S. 46.

²³ Misstrauen ist schneller erreichbar als Vertrauen [vgl. Luhmann N. [1989], S. 99].

²⁴ vgl. "If firms ask for customer trust, they should also trust their customers in return." Cowles D.L. [1996], S. 3. Grüninger St. [2001], S. 207f sieht risikante Vorleistungen als initiierendes

Moment von Vertrauensbildung in Kooperationen.

²⁵ Bei Missbrauch von Vertrauen ist eine "Schuldzurechnung beobachtbar, deren Urteil danach variiert, ob die Situationskontrolle notwendig oder leichtsinnig aus der Hand gegeben wurde." "Es scheint, dass persönliches

Vertrauen sich nur dort bildet, wo es gebraucht wird" [Luhmann N. [1989], S. 39, 49]. <

**TRW Automotive
Body Control Systems
Europe & Emerging
Markets**



Sicherheit und Komfort werden im Automobilbau großgeschrieben. Als bedeutender Hersteller elektronischer Systeme und Komponenten für Fahrzeuge und als Unternehmen des global tätigen TRW Automotive Konzerns haben wir in diesem Bereich einen ausgezeichneten Ruf. Unsere Sparte Body Control Systems Europe and Emerging Markets mit 10 Werken in Europa, Südamerika und Asien mit 3.400 Mitarbeitern wird von unserem Werk in Radolfzell am Bodensee aus geleitet.

Dipl.-Ingenieure Wirtschaftsingenieure Wirtschaftswissenschaftler (m/w)

Starten Sie mit uns durch. Je eher Sie an den Start gehen, desto mehr Dynamik wird Ihre Karriere entwickeln. Lernen Sie uns kennen, gewinnen Sie erste Einblicke durch:

- **Praktika**
- **Diplomarbeiten**

Außerdem bieten wir

Hochschulabsolventen

individuelle Einstiegsmöglichkeiten in nahezu allen Bereichen unseres Unternehmens.

Wir geben Ihnen durch professionelle Unterstützung die richtigen Impulse, um step by step in verantwortungsvolle und herausfordernde Aufgaben hineinzuwachsen.

**TRW Automotive Electronics &
Components GmbH & Co. KG**

Karin Korherr
Industriestr. 2-8
78315 Radolfzell
Tel. 0 77 32 / 8 09-228
karin.korherr@trw.com

Sie finden uns auch
im Internet unter
www.trwauto.com

TRW
Automotive

Projekte

Architektur und Gestaltung

Realisierungsstudie Bodenseestadt

Ausführlicher Bericht siehe Seite 36.

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

e-Mail: boyken@fh-konstanz.de

Archiv für Architektur- und

Bauingenieurwesen

An der Fachhochschule Konstanz ist ein Archiv für Architektur- und Bauingenieurwesen eingerichtet worden, in dem schwerpunktmäßig - aber nicht ausschließlich - aus der Region Bodensee Materialien zum gegenwärtigen und vergangenen Architektur- und Bauingenieurgeschehen zusammengetragen, bewahrt, dokumentiert und

wissenschaftlich aufgearbeitet werden sollen. Das Archiv steht allen an Lehre und Bauforschung Interessierten offen. Seine Aufgabe ist, durch die Ausrichtung auf eine überschaubare Region größere Flexibilität, Überschaubarkeit und Effektivität zu erreichen sowie die Gemeinsamkeiten der Disziplinen Architektur und Bauingenieurwesen sichtbar werden zu lassen. Der gegenwärtige Bestand - Materialien zur deutschen expressionistischen Architektur, zur "Stuttgarter Schule" um Paul Bonatz und Paul Schmitthenner, zur Architektur der ersten Jahre nach 1945, zu Eisen- bzw. Stahlbrückenkonstruktionen, eine umfangreiche Groß-Diapositiv-Sammlung mit Originalaufnahmen vorwiegend zur Architektur der zwanziger Jahre sowie Möbel von Egon Eiermann - beruht auf Legaten von privater Hand. Zusammenhängende Plankonvolute führender Architekten sind zugesagt.

Prof. Dr. Immo Boyken

Tel.: +49 [0]7531 206-199

e-Mail: boyken@fh-konstanz.de

Traditionelle Architektur in Togo als Beispiel für klimagerechtes Bauen in den Tropen

Ausführlicher Bericht siehe Seite 28.

Bauingenieurwesen

r.vipar - räumliche Visualisierung physikalischer Parameter in der Architektur

Aus Teillösungen aus dem Bereich der 3D-Visualisierung wird ein System aufgebaut, mit dem die räumliche Darstellung physikalischer Daten in die Architektur möglich ist. Die Schnittstellen und das System sind so zu erstellen, dass Immersion und Interaktivität möglich sein sollen. Es ist zu prüfen, welche Darstellungsformen geeignet sind.

Prof. Dr. Bernd Jödicke

Tel.: +49 [0]7531 206-345

e-Mail: joedicke@fh-konstanz.de

Self-Purification of sewerage systems caused by variation of runoff characteristics by discharge brakes with flushing device

In combined water sewers sedimentation occurs during dry water flow that causes obstructions of flow. This leads to great transport of high loads into the receiving waters and the sewer treatment plant. At present the sewerage systems have to be cleaned in regular intervals. The existing discharge brake will be remodelled and used instead of these time-consuming and expensive methods. The effects of the discharge brake on sediments in sewage systems have to be analysed but it is expected that it will reduce the amount of sediments on the sewer. Additionally the discharge brake enables the precautionary cleaning of the sewers disregarding the occurrence of high precipitation. One or several pilot-plants will be developed. The planned research will be implemented at these experimental plants in the laboratory. Brakes arranged in form of a cascade of brakes helps to evaluate the current flow conditions. It has to be analyzed if the existing flow conditions avoid sediments or if intermittent flush wave has to be. If experimental models will bring successful results the new technique will be computersimulated [hydraulic and load simulations] and tested in existing sewage systems. If necessary it is possible to change construction details of the brakes at this stage. In a next step practical tests in cities and communities will be carried out which demonstrate the brakes advantages in general use.

Prof. Dr. Werner Lutz

Tel.: +49 [0]7531 206-218

e-Mail: wlutz@fh-konstanz.de

Elektrotechnik und Informations- technik

Echtzeitsimulation für Schutz- und Stationsleittechnik mit Matlab/Simulink

Ziel des Projektes ist der Aufbau und die Untersuchung eines Echtzeitmodells für typische Schutztechnik-Anwendungen. Es wird ein Echtzeit-Netzmodell aufgebaut, bestehend aus Simulationsrechner-Hardware, Prozessankopplung für analoge Signale, Prozessankopplung für binäre Signale und Simulationssoftware. Darauf erfolgt die Inbetriebnahme des Echtzeit-Netzmodells mit Schutzgeräten [TNA=Transient Network Analyzer, Leitungsschutz, Generatorschutz/Sammelschienenumschaltung] sowie der Untersuchung beispielhafter Anwendungen.

Prof. Dr. Wilhelm Fromm
Tel.: +49 [0]7531 206-368
e-Mail: fromm@fh-konstanz.de

Verbund Virtuelles Labor

Das Projekt VVL hat 9 Teilprojekte. Davon werden an der Fachhochschule Konstanz die Teilprojekte Bildverarbeitung, Automation und Didaktik durchgeführt. Die Grundlagen und Verfahren der 3D-Bildverarbeitung werden mit Hilfe eines ferngesteuerten Labor-Aufbaus theoretisch und experimentell unterrichtet. Im Teilprojekt "Automation" wird der Aspekt "Regelkreis" durch Simulation und Experimente an einer realen stromrichter gespeisten elektrischen Maschine gelehrt. Im Teilprojekt "Didaktik" wird die Aufbereitung für Teile der zu realisierenden Teilprojekte geleistet. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungswerte sollen Transferkriterien für weitere Projekte entwickelt werden.

URL des Projektes: <http://www.vvl.de>
Prof. Dr. Richard Leiner,
Prof. Anneliese Fearn, s,
Prof. Dr. Robert Massen
Tel.: +49 [0]7531 206-150
e-Mail: leiner@fh-konstanz.de

ZAFH-NET

Das zafh.net forscht anwendungsorientiert an neuen Technologien der ganzjährigen Solarenergienutzung zum Kühlen, Heizen und der Stromerzeugung sowie an integrierten Energiemanagement- und Informationssystemen im Gebäude. Die mittelständische Industrie ist Partner der Verbundforschung und wird durch eine direkte Kooperation mit dem "Kompetenz- und Innovationszentrum Solare Technologien Marbach [kisem]" einbezogen. Schwerpunkt des neuen Forschungsfeldes Nachhaltige Energietechnik ist zunächst die nachhaltige Gebäudeklimatisierung. Als innovative Komponente mit hohem Marktpotenzial entwickelt die FH Stuttgart Kältemaschinen im mittleren Leistungsbe- reich, die mit Solarenergie oder Abwärme betrieben werden können. Die regelungstechnischen Problemstellungen, die sich aus dem zeitlich fluktuierenden Energieangebot ergeben, werden von der FH Reutlingen bearbeitet. Die Optimierung der Energieerzeugungsanlagen sowie die Anbindung an die Haustechnik werden von den Versorgungstechnikern der FH Offenburg gelöst. Computergestützte Planungswerkzeuge und die Betriebsüberwachung über die Gebäudeleittechnik anhand von Online-Anlagensimulationen werden von der FH Konstanz bereitgestellt. Die FH Biberach stellt ihr Technikum für Systemversuche und technische Demonstrationen zur Verfügung und bringt eigene Forschungskompetenzen zur Bauteilaktivierung in Verbindung mit oberflächennaher Geothermie sowie zur Regelung und Optimierung regenerativer Kühlung durch natürliche und hybride Lüftung mit ein.

URL des Projektes: <http://www.zafh.net>

Prof. Dr.-Ing. Christian Schaffrin
Tel.: +49 [0]7531 206-248
e-Mail: iaf-ewis@fh-konstanz.de

Qualitätskontrolle von Spritzgussteilen mittels TE Messung

Die Qualität eines Kunststoffspritzgusses ist bei Verwendung metallischer Gehäuse unter Anderem durch Röntgen zu untersuchen. Im Rahmen des Projektes wurde versucht, die zerstörungsfreie Methode der Teilentladungsmessung anzuwenden um Hohlräume im Spritzguss zu detektieren. Die Anwendbarkeit als Routineprüfung wurde orientierend überprüft.

Prof. Dr.-Ing. Gunter Voigt
Tel.: +49 [0]7531 206-112
e-Mail: gvoigt@fh-konstanz.de

Informatik

ParameterMengenschätzung mittels globaler Optimierung

Ziel des beantragten Projektes ist die gemeinsame Entwicklung von zuverlässigen Lösungsmethoden zur Parametermengenschätzung. Verwendet wird Intervallarithmetik, um Unsicherheiten zu modellieren und um die zulässigen Werte für die Parameter zu bestimmen. Die französische Seite [Université de Nantes] wird Methoden der Constraint-Programmierung und die deutsche Seite [Fachhochschule Konstanz] Branch and Bound-Verfahren beitragen, die es erlauben werden, Innen- und Außenabschätzungen für die Menge der zulässigen Werte für die Parameter anzugeben.

URL des Projektes: <http://www-home.fh-konstanz.de/~garloff/>

Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Garloff
Tel.: +49 [0]7531 206-597, -627
e-Mail: garloff@fh-konstanz.de

Lösung globaler Optimierungsaufgaben mit Nebenbedingungen mittels Relaxationstechniken

Globale Optimierungsprobleme mit Nebenbedingungen stellen eine grosse Klasse praktisch bedeutsamer Probleme dar. Ziel ist die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Lösung dieser Probleme, wobei besonderes Gewicht auf Güteaussagen für die erhaltenen Näherungen gelegt wird. Die zugrundegelegte Methode beruht auf einer neuen Art von konvexer Relaxation,

die besonders vorteilhaft ist, wenn die funktionalen Zusammenhänge durch Polynome in mehreren Variablen beschrieben werden. Numerische Erfahrungen, die mit anderen Relaxationstechniken gewonnen wurden, lassen erwarten, dass das Verfahren zur Lösung von Problemen mit sehr grosser Variablenzahl einsetzbar sein wird. Zunächst werden grundlegende Eigenschaften der neuen Relaxation untersucht, dann wird das Verfahren zunächst im ein- später dann im mehrdimensionalen Fall formuliert, implementiert und mit einem Programmpaket zur Lösung restringierter Optimierungsaufgaben kombiniert.

URL des Projektes: <http://www-home.fh-konstanz.de/~garloff/>

Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Garloff
Tel.: +49 [0]7531 206-597, -627
e-Mail: garloff@fh-konstanz.de

Konvexe untere Schrankenfunktionen und ihre Anwendung in der globalen Optimierung

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung neuer konvexer unterer Schrankenfunktionen für Polynome in mehreren Variablen. Diese basieren auf der Entwicklung eines Polynoms in Bernstein-Polynome und werden im Rahmen vorhandener Branch-und-Bound-Verfahren eingesetzt werden, um restringierte globale Optimierungsprobleme zu lösen im Fall, daß die funktionalen Zusammenhänge durch Polynome beschrieben werden.

Die mit Hilfe dieser Schrankenfunktionen erhaltenen Ersatzprobleme sind konvex. Schranken für den Approximationsfehler sowie die Frage der Konvergenz der Folge der Näherungslösungen, die das Verfahren liefert, sind weitere Punkte des Arbeitsprogramms. Die Anwendung dieser unteren Schrankenfunktionen wird mittels Taylor-Entwicklung auf beliebige, hinreichend oft differenzierbare Funktionen erweitert werden. Ferner werden alle während der Rechnung auftretenden Rundungsfehler unter Kontrolle gebracht werden, so dass die erhaltenen Schranken auch wirklich garantiert werden können. Die entwickelten Schrankenfunktionen werden in Kombination mit Methoden

des interval constraint solving auf das Problem der Parametermengenschätzung angewendet. Sie werden ferner eingesetzt werden, um die Lösungen von nichtlinearen Gleichungssystemen einzuschließen.

URL des Projektes: <http://www-home.fh-konstanz.de/~garloff/>

Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Garloff
Tel.: +49 [0]7531 206-597, -627
e-Mail: garloff@fh-konstanz.de

Programmier- und Technikpark

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung neuer Formen und Konzepte für die Durchführung von Unterrichtseinheiten und technischen Arbeitsgemeinschaften in Zusammenarbeit von Wissenschaftlern der Fachhochschule und Lehrern der Schulen für die Unterrichtsfächer Technik, Mathematik/Programmieren, Naturwissenschaften und Naturphänomene insbesondere um Mädchen weiterführender Schulen zu motivieren sich in Richtung technischer Berufe zu orientieren. Hierfür sollen Konzepte mit aufbauenden technischen Modulen entwickelt und wiederholt angeboten werden.

Prof. Dr. Elke-Dagmar Heinrich
Tel.: +49 [0]7531 206-343
e-Mail: heinrich@fh-konstanz.de

Business-Komponenten-Architektur und Framework für Web-Browser- und Applet-basierende unternehmensweite Anwendungen mit Enterprise JavaBeans

Das Vorhaben hat das Ziel, eine einheitliche Business-Komponenten-Architektur für Web-Browser- und Applet-basierende unternehmensweite Anwendungen mit Enterprise JavaBeans zu erstellen, mit der Unternehmen, die Internet- bzw. Intranet-Anwendungen für e-Business und e-Commerce erstellen, ihre Geschäftsprozesse möglichst schnell und einfach implementieren können. Die erstellten Komponenten sollen sich in verschiedenen Geschäftsvorfällen und Anwendungen wiederverwenden lassen. Unterstützende Werkzeuge wie etwa ein Klassen-Framework, das zur Erstellung anwendungsspezifischer Komponenten benutzt wird,

sollen die Entwicklung der Komponenten erleichtern und vereinfachen. Anhand von Demonstrationsanwendungen, die sich in einem größeren, realitätsgetreuen Rahmen bewegen sollen, wird der Einsatz der Komponentenarchitektur und Werkzeuge evaluiert und demonstriert, so daß die in diesem Projekt entwickelte Architektur und Komponentenstruktur möglichst einfach, leicht und schnell in die Praxis transferiert werden können.

Prof. Dr. rer. nat. Hans-Albrecht Schmid
Tel.: +49 [0]7531/206-631
e-mail: schmidha@fh-konstanz.de

Wissenschafts- und Wirtschafts-Portal Baden-Württemberg/Shanghai

Das Institut für Angewandte Forschung der Fachhochschule Konstanz errichtet in Zusammenarbeit mit der Stadtregierung von Shanghai die Einrichtung eines Wissenschafts- und Wirtschaftsportals. Baden-Württembergische Firmen, die an einer Zusammenarbeit mit Partnern im Raum Shanghai interessiert sind, können sich im Rahmen des Wirtschaftsportals mit ihrem Produkt- und Leistungsspektrum zweisprachig englisch/chinesisch präsentieren. Auf der anderen Seite präsentieren sich alle Unternehmen aus dem Raum Shanghai, die an einer Zusammenarbeit mit baden-württembergischen Unternehmen interessiert sind. Das Portal soll interessierten baden-württembergischen Unternehmen im Rahmen dieses Modellprojektes die Möglichkeit bieten, die Markterschließung sowie die Anbahnung von Geschäftsbeziehungen in der Region Shanghai zu erleichtern.

Prof. Dr. Reinhard Nürnberg, Prof. Dr. Wolfgang Thomassen
Tel.: +49 [0]7531 206-645
e-Mail: nurnberg@fh-konstanz.de

Maschinenbau

Intelligente Lamellendoppelkupplung für Kraftfahrzeuge

Ziel des Projektes ist die Optimierung von im Öl laufenden Lamellen-Doppelkupplungen für Fahrzeuggetriebe, die unter Last schaltbar sind. Dabei soll

bei hohem Schaltkomfort eine erhebliche Verbrauchsreduzierung durch den neuartigen Einsatz elektromechanischer Aktoren in Kombination mit einem Verstellnocken und Sensorik erreicht werden.

Prof. Dr.-Ing. Michael Butsch
Tel.: +49 [0]7531 206-390
e-Mail: butsch@fh-konstanz.de

Entwicklung eines neuartigen, kostengünstigen Getriebes für die Zerkleinerungstechnik

Ziel des Vorhabens ist die Reduktion von Größe und Gewicht von Untersetzungsgetrieben für die Zerkleinerungstechnik um ca. 30-40% bezogen auf konventionelle Getriebe mit gleichen Leistungsdaten. Die Kosten sollen um 30% reduziert werden. Längerfristig sollen für andere Anwendungen Getriebe aus Kunststoff mit einer noch deutlicheren Gewichts- und Kostenreduktion entwickelt werden.

Prof. Dr. Dr. h. c. Florin Ionescu
Tel.: +49 [0]7531 206-289, -320
e-Mail: ionescou@fh-konstanz.de

Elimination von Schwermetallen aus industriellen Abwässern mit Hilfe von Mikroorganismen

Ausführlicher Bericht siehe Seite 69.

Schadensfallanalysen und Werkstofftechnik

Neben Schadensfallanalysen an metallischen Bauteilen werden Dienstleistungen auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung und Beratungsleistungen in werkstoffkundlichen Fragen angeboten. Daneben werden Problemstellungen der metallverarbeitenden Industrie in Forschungsaufträgen bearbeitet. Speziell für die stahlverarbeitende Industrie kann auf ein breites Erfahrungspotential zurückgegriffen werden. Es können Korrosionsuntersuchungen und Versuche zum tribologischen Verhalten von Werkstoffen durchgeführt werden.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 [0]7531 206-316
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

Formgedächtnis-Marknagel zur Knochenverlängerung

Knochendefekte können beispielsweise durch Tumor oder Unfall entstehen. Während der chirurgischen Behandlung dient der Marknagel zur Stabilisierung und ermöglicht bei geeigneter Gestaltung die körpereigene Neubildung von Knochenmaterial. Gegenstand des Projektes ist die Entwicklung eines aktiven Marknagels mit einem Antrieb durch Formgedächtnislegierungen [FGL] zur Knochenverlängerung und Defektüberbrückung entsprechend der Methode nach Betz und Baumgart.

Nach der Knochendurchtrennung wird der Marknagel in die Markhöhle des Röhrenknochens eingeführt und an den beiden Knochenfragmenten fixiert. Durch Hochfrequenz-Energieeinkopplung erfolgt die Erwärmung des Formgedächtniselementes und bewirkt anschließend die Knochenverlängerung. Die Operationswunde wird nach der Implantation wieder vollständig geschlossen, so dass das Infektionsrisiko minimal bleibt. Beim Auseinanderwandern der Knochenfragmente - ca. 1 mm pro Tag - wird Knochenmaterial nachgebildet, welches später die hervorragenden mechanischen Eigenschaften eines Röhrenknochens besitzt. Derzeit im klinischen Einsatz befindliche Marknägel besitzen gegenüber allen bisherigen Lösungen entscheidende Vorteile; jedoch sind ihnen sowohl hinsichtlich der Miniaturisierung und Anpassung an die anatomische Gestalt des Röhrenknochens als auch aufgrund der hohen Ausfallwahrscheinlichkeit [kompliziert ausgestaltetes Planetenrollengetriebe mit vielen bewegten Teilen] empfindliche Grenzen gesetzt. Das sehr einfache mechanische Prinzip und die Kompaktheit des Formgedächtnismarknagels ist daher besonders vorteilhaft für Anwendungen am Unterschenkel sowie an der oberen Extremität und hat den zusätzlichen Vorteil der Kostenersparnis und der erhöhten Betriebssicherheit.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 [0]7531 206-316
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

Entwicklung eines Aktuators vorzugsweise aus Formgedächtniselementen am Anwendungsbeispiel einer steuerbaren Wellendichtung

Ziel des Vorhabens ist es, eine steuerbare bzw. schaltbare Wellendichtung vorzugsweise aus Formgedächtnislegierungs-Materialien zu entwickeln. In sensitiven Anwendungsbereichen, bei denen aus der Abdichtung einer rotierenden Welle keinesfalls ein etwaiger Ölverlust auftreten darf, ist es bisheriger Stand der Technik aus Sicherheitsgründen einen zweiten zusätzlichen Wellendichtring oder eine zusätzliche Dichtlippe einzubauen. Diese zusätzliche Abdichtung, die ständig im Eingriff steht, erzeugt eine beträchtliche zusätzliche Reibung und damit unnötige Energieverluste und Erwärmung. Diese Verluste lassen sich weitgehend reduzieren oder vollständig vermeiden, wenn der Anpressdruck der Dichtung steuerbar ist oder die zusätzliche Dichtlippe im Normalzustand berührungsfrei steht und mit Hilfe eines geeigneten Werkstoffaufbaus nur im Bedarfsfall fremd aktiviert oder selbsttätig zuschaltbar ist.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 [0]7531 206-316
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

Zum Einfluss der Oberflächenqualität auf das Korrosions- und Reinigungsverhalten von nichtrostenden Stählen

Ausführlicher Bericht siehe Seite 75.

Schnellschaltende Aktoren für adaptive Sicherheitssysteme im Kraftfahrzeugbau

Gegenstand des Projektes ist die werkstoffkundliche Entwicklung eines adaptiven Sicherheitssystems mit Formgedächtnislegierungen zum Einsatz in Kraftfahrzeugen. Durch die spontane Umwandlung der FGL beim Überschreiten einer kritischen Temperatur können sehr schnell und funktionssicher Linearbewegungen ausgeführt werden. Das Problem der Langzeitstabilität des Formgedächtniseffektes soll in diesem Forschungsvorhaben betrachtet werden. Hierzu werden Auslagerungsversuche sowohl die Auswirkungen von Ausscheidungen als auch

die metallkundlichen Hintergründe für die Entstehung der Ausscheidungen betrachtet. Durch die Kenntnis der ablaufenden Vorgänge sollte es möglich sein, Legierungen einzusetzen, die die erforderliche Langzeitstabilität aufweisen. In einem weiteren Projektschritt werden Schnellerwärmungssysteme entwickelt und erprobt, die es ermöglichen, mit den vorhandenen Bordstromnetzen eine schnellstmögliche und sichere Erwärmung der FGL-Elemente zu gewährleisten.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 [0]7531 206-316
e-Mail: guempel@fh-konstanz.de

Entwicklung einer neuartigen Prüfanlage zur Prüfung von Bauelementen aus Formgedächtnismetallen

Ziel des Projektes ist die Entwicklung und der Bau einer Prüfanlage, um an Formgedächtnislegierungen [FGL] die Phasenumwandlungstemperaturen bei Variation der Parameter Dehnung, Last [Spannung] und Temperatur zu ermitteln. Es soll das jeweilige Werkstoffverhalten für Applikationen an fertig trainierten FGI-Elementen [dünne Drähte, Rohre] geprüft werden.

Prof. Dr.-Ing. Paul Gümpel
Tel.: +49 [0]7531 206-316
e-mail: guempel@fh-konstanz.de

Biodiesel und Sportschifffahrt in der Euregio Bodensee

Im Projekt arbeiten der Bodensee-Segler-Verband und die FH Konstanz zusammen, um den Einsatz von Biodiesel auf dem Bodensee zu unterstützen. Biodiesel hat gegenüber herkömmlichem Dieseldieselkraftstoff den großen Vorteil, dass er gewässerschonend und nahezu vollständig biologisch abbaubar ist. Dadurch wird der Bodensee als Trinkwasserreservoir nachhaltig geschützt. Im Projekt werden Yachtbesitzer darin unterstützt, ihre Dieselmotoren mit Biodiesel zu betreiben. Im Einzelnen werden die Erstellung einer Broschüre, mit der sich Interessenten über die Umrüstung ihrer Motoren informieren können, die Verteilung von Fahrtenbüchern an ausgesuchte Interessenten. In diesen Büchern wird

der Motorbetrieb für weitergehende statistische Auswertungen dokumentiert sowie die Auswertung von Analysen am Ende der jeweiligen Saison bearbeitet.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 [0]7531 206-307
e-Mail: schreiner@fh-konstanz.de

Oxidationskatalysatoren für biodieselbetriebene Bootsmotoren

Die Verwendung von Oxidationskatalysatoren bei Dieselmotoren ist heute im Bereich der Fahrzeugmotoren und bei Stationärmotoren Stand der Technik. In Sportbooten ist diese Art der Abgasnachbehandlung jedoch noch nicht sehr verbreitet. Beim Einsatz von Oxidationskatalysatoren auf Sportbooten treten aufgrund der speziellen Einsatz- und Einbaubedingungen besondere Probleme auf. Die Motoren werden häufig nur kurzfristig und/oder bei geringer Last betrieben, wodurch die für herkömmliche Oxidationskatalysatoren erforderliche Abgastemperatur von 350 C nicht erreicht wird. Weiterhin erfolgt bei vielen Booten die Einleitung des Abgases nicht in die Luft, sondern ins Wasser, wodurch der Abgasgegendruck ansteigt. Diesen Problemen soll durch die Verwendung neuartiger Katalysatorbeschichtungen sowie weiterer konstruktiver Maßnahmen Rechnung getragen werden. Weiterhin herrscht noch immer Unsicherheit über die Auswirkungen von Oxidationskatalysatoren auf die Abgase biodieselbetriebener Motoren. Aus diesem Grund sind Abgasmessungen an den umgebauten Booten erforderlich.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Schreiner
Tel.: +49 [0]7531 206 307
e-mail: schreiner@fh-konstanz.de

Motorgetriebenes Freizeit-Mobil für Straße, Schnee und Wasser

Ausführlicher Bericht siehe Seite 82.

Entwicklung des Mobilen Reinigungsgerätes

Ausführlicher Bericht siehe Seite 10.

Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

WEB.MBA - Entwicklung von Fernstudienmodulen für deutsch- und englischsprachige MBA-Studiengänge

Das Projekt wird internetgerecht didaktisierte Inhalte für Lehrveranstaltungen in drei MBA entwickeln und für den Einsatz auf einer virtuellen Lernplattform medialisieren. Für fünf Lehrveranstaltungen in den berufsbegleitenden Masterstudiengängen Internationales Management Asien, Human Capital Management und Accounting and Corporate Finance werden Inhalte entwickelt und auf einer virtuellen Lernplattform dargestellt. Diese mediale Vermittlungsform bietet den Teilnehmern der berufsbegleitenden Aufbaustudiengänge den Vorteil einer teilweisen zeitlichen und räumlichen Unabhängigkeit. Das vom baden-württembergischen Wissenschaftsministerium geförderte Projekt dauert von 2001 bis 2006. Zu den Inhalten zählen einerseits englischsprachige Veranstaltungen über "Interkulturelles Management" und "Interkulturelles Marketing", andererseits Kurse in Wirtschaftsenglisch. Sie sollen die Internationalität der vermittelten Qualifizierung erhöhen. Es sollen extensive Online-Lehrveranstaltungen entstehen, deren Form die effektive und effiziente Vermittlung der Lerninhalte sowie Diskurs- und Feedbackmechanismen ermöglicht, die in den Präsenzphasen etablierte "Wissensgemeinschaft" unterstützt und ergänzt, und ein Maximum an zeitlicher Flexibilität für die Teilnehmer gewährleistet. Dafür wird ein Konzept für eine Ressourcen-basierte Lernumgebung entwickelt, die eine Reihe von internetgerechten Vermittlungs- und Kommunikationsformen beinhaltet. Wesentlicher Bestandteil des Projekts ist die Erstellung von digitalisierten Lerninhalten zu den Lehrveranstaltungen in Form von Hypertext und die Entwicklung anderer Lernressourcen in medial angemessener Form, zum Beispiel Audio-Sequenzen mit Experteninterviews und Vortragsausschnitten, Graphiken, Animation und kommentierten Internet-Verknüpfungen zu

anderen frei verfügbaren Wissensbeständen. Synchrone und asynchrone Kommunikationswerkzeuge, etwa Audio-Konferenzen, Whiteboarding und Foren, werden in das didaktische Gesamtkonzept angemessen integriert. Plattform für die zu entwickelnde Lernumgebung ist die vom Projektleiter mitentwickelte Delta Intercultural Academy [www.dialogin.com], eine virtuelle ‚knowledge and learning community‘ zum Thema ‚Interkulturelle Wirtschafts- und Managementkommunikation‘. URL des Projektes: <http://www.fhk-mba.de>

Prof. Peter Franklin

Tel.: +49 [0]7531 206-396

e-Mail: franklin@fh-konstanz.de

E-DEU-KOMM: Anglo-German Business Communication

Ziele des Projektes sind zum einen die Gewinnung von Einsichten über die Form und insbesondere über die Schwierigkeiten der anglo-deutschen Interaktion im internationalen Wirtschaftsleben, zum anderen die auf der Basis dieser Erkenntnisse aufbauende Entwicklung [Erarbeitung von Inhalten und deren digitale und mediale Umsetzung] eines an britische bzw. amerikanische Geschäftsleute gerichteten, webbasierten Leitfadens zur Kommunikation mit deutschen Geschäftspartnern. Die Ziele im einzelnen sind:

1. Erkenntnisse über die Form und insbesondere über die von Beteiligten und Beobachtern wahrgenommenen Schwierigkeiten der deutsch-britischen bzw. in der deutsch-U.S.-amerikanischen Interaktion in der Wirtschaft zu gewinnen;
2. rezipierte, teilweise nicht ausreichend kritisch tradierte Einsichten und Ansichten über die deutsch-britische bzw. die deutsch-U.S.-amerikanische Interaktion im internationalen Wirtschaftsleben zu überprüfen, die entweder aus eher impressionistischen oder aus kulturgenerell angelegten Studien oder vor längerer Zeit gewonnen wurden;
3. die gewonnenen Einsichten als Basis für die Entwicklung eines webbasierten, englischsprachigen Leitfadens zum Thema "Communicating and

Negotiating in German Business" zu nutzen, in dem Unterschiede und Gemeinsamkeiten, potentielle Schwierigkeiten und situationsabhängige Handlungsempfehlungen dargestellt und begründet werden. Übergeordnetes Ziel des Projektes, das in Zusammenarbeit mit einem englischen und einem U.S.-amerikanischen Unternehmen durchgeführt wird, ist es, einen Beitrag zur Verbesserung der interkulturellen Wirtschaftskommunikation und damit der Wirtschaftsbeziehungen zwischen Deutschland und den zwei nach wie vor wichtigen Handelspartnern Großbritannien und USA zu leisten.

Prof. Peter Franklin

Tel.: +49 [0]7531 206-396

e-Mail: franklin@fh-konstanz.de

Vergleichsstudie TestDaF – DSH

Ausländische Studienbewerber können ihre Deutschkenntnisse mit Hilfe verschiedener Sprachtests nachweisen. Der standardisierte "Test Deutsch als Fremdsprache für ausländische Studienbewerber" [TestDaF] wird vom TestDaF-Institut in Hagen verwaltet, während die "Deutsche Sprachprüfung für den Hochschulzugang" [DSH] von den Hochschulen vor Ort verwaltet wird. Ziel der Studie ist ein Vergleich beider Tests. Durch eine Analyse der unterschiedlichen Testkonstrukte und Anforderungsniveaus sollen Empfehlungen für einen Umgang mit den Testergebnissen und Perspektiven für eine Weiterentwicklung der Tests erarbeitet werden. Teilnehmende Hochschulen: Universität Mainz, Technische Universität Braunschweig, Universität Hannover und die Fachhochschule Konstanz.

Prof. Christian Krekeler

Tel.: +49 [0]7531 206-395

e-Mail: krekeler@fh-konstanz.de

ECOM - Ökologische Kommunikation international

Ziel des Projektes ist der rasche Zugang zur deutschsprachigen Fachliteratur, der sachgemäße Umgang mit ihren Texten bzw. die Einführung in die aktuelle Diskussion zum genannten Thema in seiner komplexen Über-

schneidung von Naturwissenschaft und Technik, Ökonomie und Ökologie, Recht und Politik, Produktinnovation und Transfermöglichkeiten, zukunftsorientierter Technologie und ethischem Verantwortungsprinzip. Daraus werden folgende sprachliche Teillernziele, mit unterschiedlicher Gewichtung, abgeleitet: Vermittlung eines allgemeinen Grundwortschatzes, Vermittlung fachspezifischer Terminologie, Vermittlung von Kenntnissen der Wortbildung zur analytischen Nutzung von Lexika, Vermittlung notwendiger grammatikalischer Strukturen, Vermittlung von Kenntnissen häufig verwendeter Kommunikationsverfahren und fachüblicher Textbaupläne, Vermittlung von Lese- und Entschlüsselungsstrategien, Vermittlung von Kenntnissen unterschiedlicher Lesestile.

Prof. Anneliese Fearnis

Tel.: +49 [0]7531 206-420

Performance der Portfoliooptimierung mit TSP-Vektor

In der klassischen Portfoliooptimierung wird die Varianz der Renditen als Risikomaß verwendet. Da die Varianz nur im Falle symmetrischer bzw. normalverteilter Renditen Investorenängste zu erfassen vermag, wurde ein Modell zur Portfoliooptimierung entwickelt, in dem das Risiko durch einen target-shortfall-probability-Vektoren charakterisiert wird. Dieses diskrete lineare Optimierungsmodell kann mit guten Optimizern Portfolios aus ca. 700 Aktien innerhalb einer Stunde bilden, so dass es bereits jetzt als praxistauglich bezeichnet werden kann. Neben der Möglichkeit dieses intuitiv verständliche und Investorängste besser repräsentierende Risikokriterium bei der Portfoliobildung einzusetzen, ist die Performance der Resultate entscheidend.

Das Forschungsvorhaben beabsichtigt deshalb, verschiedene Performanceaspekte des entwickelten Mean-Target-shortfall-probability-Vektor-Modells zu untersuchen. Ein weiteres Ziel des Forschungsvorhabens ist u.a. die Optimierung des Value at Risk, der für die Ermittlung der bankaufsichtlichen Eigenkapitalhinterlegung Industriestandard ist.

Prof. Dr. rer. pol. Leo Schubert
Tel.: +49 [0]7531 206-429
e-Mail: schubert@fh-konstanz.de

**Operationalisierung eines werte-
adjustierten, verhaltensorientierten
Risikomanagements, dabei
Konzeptualisierung des Faktors
Moral als strategische Ressource
und Operationalisierung mittels
Balanced Scorecard**

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines präventiv wirkenden, werteadjustierten Risikomanagementsystems, das auf Basis der Theorie der Governanceethik auf die Integration und Sicherstellung der nachhaltigen Vitalität von moralischen Werten in Unternehmenskulturen zur Vermeidung verhaltensbedingter Risiken zielt. Hintergrund für die Fokussierung auf verhaltensbasierte Risiken sind die Anforderungen des KonTraG und der international geforderten Standards der Corporate Governance. Existente Risikomanagementsysteme decken die o.g. Risiken nicht ab.

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 [0]7531 206-404
e-Mail: wieland@fh-konstanz.de

Integritätsorientiertes Lieferantenmanagement

In welcher Weise kann die eng geführte Diskussion über das Lieferantenmanagement eines Unternehmens um den Aspekt einer governanceethisch konzipierten, präventiv wirksamen und moralischen Verhaltenssteuerung erweitert werden? Wie kann ein integritätsorientiertes Lieferantenmanagement instrumentiert und als eine steuernde intra- und extra-organisationale Anreizstruktur für die Unternehmenspraxis konkret gestaltet und ökonomisch relevant organisiert werden? Wie sind integritätsorientierte Lieferantenscreening-, Lieferantenbewertungs- und Lieferantenentwicklungssysteme konkret zu gestalten? Welche Wechselwirkungen und Synergieeffekte generiert die Konzeption und Implementation eines präventiv wirkenden integritätsorientierten Lieferantenmanagements auf die strategische und

operative Unternehmensführung? Wie kann mit Hilfe eines solchen integritätsorientierten Lieferantenmanagementsystem praktisch gelingen mit den strategisch und operativ bedeutsamen Lieferanten nachhaltige Lieferantenbeziehungen zu organisieren und zu erhalten?

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 [0]7531 206-404
e-Mail: wieland@fh-konstanz.de

Ethik und Good Corporate Governance

Vor dem Hintergrund vielfach existenzgefährdender Unternehmenskrisen und der in den letzten Jahren vermehrt auftretenden Fälle von Korruption und Wirtschaftskriminalität in Wirtschaft und Politik, zielt das Forschungsvorhaben auf die Einbettung governanceethischer Steuerungsstrukturen in die Corporate Governance von Unternehmen und somit der Entwicklung einer werthaltigen "Good Corporate Governance". Eine solche werthaltige "Good Corporate Governance" basiert vor dem Hintergrund der Theorie der Governanceethik auf der Integration und Sicherstellung der nachhaltigen Existenz von moralischen Werten in Unternehmen. Diese Neugestaltung scheint notwendig, da existierende Corporate Governance Konzepte - wie die in der vergangenen Zeit gemachten Erfahrungen zeigen - hinsichtlich moralisch zweifelhaftem und dolosem Verhalten der Mitarbeiter keine präventive Steuerungswirkung zu besitzen scheinen. Hierfür sind in einem ersten Zugriff drei wesentliche Gründe zu benennen:

1. Existierende Corporate Governance Konzepte integrieren die impliziten Elemente von Transaktionsbeziehungen, die durch Werte gesteuert werden können, nicht systematisch.
2. Sie fokussieren nur auf die Unternehmensleitung als Formbegriff und nicht als Prozessbegriff und basieren
3. in der Regel auf ex post wirksamen Monitoring Mechanismen. Jedoch, die vorgenannte, erforderliche Fokussierung auf moralische Faktoren und Werte gewinnt durch die national und international geforderten Standards der

"Good Corporate Governance" und die hiermit in Zusammenhang stehenden "Listing Standards" der grossen Börsen eminent an Bedeutung, da diese ausdrücklich die Beachtung und systematische Integration dieser Elemente in die operativen und strategischen Prozesse von Unternehmen einfordern.

URL des Projektes:
<http://www.kiem.fh-konstanz.de>

Prof. Dr. habil. Josef Wieland
Tel.: +49 [0]7531 206-404
e-Mail: wieland@fh-konstanz.de

Wieviel NIROSTA® braucht Ihr Leben?

Jede Pasta, jedes Hemd, jeder Drei-Tage-Dent, jede Heimfahrt – an NIROSTA® kommen Sie nicht vorbei. ThyssenKrupp Nirosta GmbH ist einer der führenden Hersteller von hochgewalzten Erzeugnissen aus nichtrostendem Stahl.

Unser Werkstoff ist die Basis für Produkte vom Kochtopf bis zur Waschmaschine, vom Kranwagen bis zum Zug und vom Ausfall bis zur Entstaubungsanlage. Mit über 4.500 Mitarbeitern in fünf deutschen Städten erzielen wir einen Umsatz von ca. 1,7 Mrd. Euro.

Interesse an mehr NIROSTA®?

Informationen über unsere Programme für Berufseinsteiger, unsere Studienförderung, Praktika, Projektarbeiten oder Diplomarbeiten erhalten Sie bei:

ThyssenKrupp Nirosta GmbH
Personalentwicklung, Julia Fohr
Oberschlesienstr. 10, 47807 Krefeld
Tel. 02151/83-2841

ThyssenKrupp Nirosta

Ein Unternehmen der ThyssenKrupp Gruppe



ThyssenKrupp

Einige Firmen suchen
bevorzugt Männer.

Andere suchen bevorzugt Frauen.
Wen wir suchen?

Leute, die herausragend sind.



Go. Spin the globe.
[siemens.com/career](https://www.siemens.com/career)



SIEMENS

Global network of innovation