



**Hochschule  
Augsburg** University of  
Applied Sciences

FORSCHUNGSBERICHT 2008  
HOCHSCHULE FÜR  
ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
FACHHOCHSCHULE AUGSBURG

# Forschungs bericht 2008



# Das Wichtigste ist immer, **die Aufgaben des Unternehmers in ihrer Gesamtheit zu sehen.**

Die meisten Unternehmeraufgaben haben eine Vielzahl entscheidender Aspekte. Betriebswirtschaftliche. Steuerliche. Juristische. Schneider, Geiwitz & Partner bietet Ihnen kompetente Ansprechpartner für jede dieser Fragen. Beratung aus einer Hand, die Ihnen die Sicherheit gibt, dass alle Aspekte im Gesamtzusammenhang gesehen werden. So, wie es für eine optimale Lösung von Unternehmerfragen heute unumgänglich ist. **Schneider, Geiwitz & Partner. Unternehmerfragen interdisziplinär wirksam lösen.**



## Schneider Geiwitz & Partner

Wirtschaftsprüfer  
Steuerberater  
Rechtsanwälte

Schneider, Geiwitz & Partner | Bahnhofstraße 41 | 89231 Neu-Ulm  
Telefon 0731. 970 18-0 | Telefax 0731. 970 18-650 | neu-ulm@schneidergeiwitz.de | www.schneidergeiwitz.de

**Weitere Büros:** Augsburg | München | Stuttgart | Frankfurt | Erfurt | Düsseldorf | Eggenfelden | Erding

## Editorial

Angewandte Forschung ist die dritte Säule neben Lehre und Weiterbildung, die die Hochschule Augsburg als gesetzlichen Auftrag erfüllt. Aber sie ist für die Hochschule Augsburg nicht nur gesetzlicher Auftrag, sondern auch eine unentbehrliche Basis für akademische Ausbildung auf höchstem Niveau. Die Forschungsprojekte, die in enger Kooperation mit der regionalen und überregionalen Wirtschaft durchgeführt werden, dienen nicht allein dem Technologietransfer, sondern sind immer auch mit der Lehre an der Hochschule Augsburg verknüpft. So profitieren unsere Studierenden von der Aktualität, die Lehrinhalte sind auf dem Stand der Technik und die zukünftigen Arbeitgeber tragen wiederum den Nutzen durch hochqualifizierte Absolventen.

Mein Dank gilt an dieser Stelle allen Professorinnen und Professoren an unserer Hochschule, die mit hohem Engagement in Lehre, Forschung und Weiterbildung an unserer Mission arbeiten, gefragte Persönlichkeiten für die Wirtschaft zu entwickeln.

Ebenso danke ich den Unternehmen, Kammern und Verbänden, die mit uns zusammenarbeiten.

Die folgenden Berichte über Forschungsprojekte aus 2007 können nur ein kleines Spektrum der Kompetenzen unserer Hochschule darstellen. Deshalb lade ich Sie ganz herzlich ein, uns auch persönlich kennen zu lernen.

Rufen Sie uns an oder kommen Sie vorbei. Wir freuen uns auf Sie.



Prof. Dr.-Ing. Hans-Eberhard Schurk



Prof. Dr.-Ing.  
Hans-Eberhard  
Schurk, Präsident  
der Hochschule  
Augsburg

# Forschungsbericht der Hochschule Augsburg

## Inhalt

Editorial	
Präsident Prof. Dr.-Ing. Hans-Eberhard Schurk	3
<b>Fakultät für Architektur &amp; Bauingenieurwesen</b>	<b>7</b>
<b>Prof. Dr.-Ing. François Colling</b>	
Projekte aus dem Bereich Holzbau	9
<b>Prof. Dr.-Ing. Richard Rojek</b>	
Neuartiger Ansatz für den Nachweis gegen Druckbruch beim Durchstanzen von Stahlbetonplatten	15
Durchstanzversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund	17
Konsolversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund	23
Neuartige Verbindungen von Stahlbetonwänden und -platten mit Bewehrung mit hochfestem Verbund	25
Zum Tragverhalten von Durchstanzbewehrungen – ein Vergleich zwischen Doppelkopfkankern und Bewehrung mit hochfestem Verbund	28
<b>Prof. Manfred Schnell</b>	
Bericht über F+E-Tätigkeiten im Kompetenzzentrum für Konstruktiven Ingenieurbau (KKI) an der Hochschule Augsburg, Abteilung Baustoffe	33
<b>Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schulz</b>	
Freilandversuchsanlage zur Regenwasserversickerung	35
<b>Fakultät für Elektrotechnik</b>	<b>37</b>
<b>Prof. Dr.-Ing. Franz Raps</b>	
Entwicklung eines Kanulogger zur Messung der Kräfte am Paddel	39
<b>Prof. Dr.-Ing. Manfred Reddig</b>	
Untersuchungen des Einflusses von Halbleiter-Bauelementen auf den Gesamtwirkungsgrad von Gleichstromumrichtern	43
<b>Prof. Dr. Jürgen Villain</b>	
BMBF-Verbundprojekt „Materialverhalten von Loten im Mikrobereich – LIVE“	45
AiF-Forschungsprojekt „Entwicklung und Erprobung einer Nanoprüfvorrichtung mit korrigierbarer Einsinkwegmessung zur Bestimmung der realen mechanischen Eigenschaften von Phasen in weichen metallischen Werkstoffen und in gefüllten Kunststoffen – PIW“	45

<b>Fakultät für Gestaltung</b> .....	<b>.49</b>
<b>Prof. Stefan Bufler</b>	
Angewandte Forschung und Entwicklung: Hochschule Augsburg, Fakultät für Gestaltung; »design matters«, WS 2006/07, SS 2007	
‘design matters’: providing a forum for critical debate amongst design students at Augsburg University of Applied Sciences; An initial review .....	51
<b>Prof. KP Ludwig John</b>	
Studienschwerpunkt mobile experience. ....	55
<b>Prof. Jens Müller</b>	
Projekt Design und Ethik – Nachhaltigkeit in der Hochschulbildung .....	57
<b>Prof. Robert Rose</b>	
Projektberichte zur angewandten Forschung und Entwicklung an der Hochschule Augsburg, Fakultät für Gestaltung .....	61
<b>Prof. Dipl.-Des. (FH) Michael Stoll</b>	
Vortragsreihe „Newsdesign“ .....	65
<b>Fakultät für Informatik</b> .....	<b>.69</b>
<b>Prof. Dr. Hubert Högl</b>	
Mikrocomputertechnik, eingebettete Systeme und Steuerungstechnik. ....	71
<b>Prof. Dr.-Ing. Christian Martin</b>	
Aufbau der Forschungsgruppe Automation in Usability Engineering (AUE). ....	77
<b>Prof. Dr. Thomas Rist</b>	
BaCaTec Projekt: SocSim Simulation menschlichen Interaktionsverhaltens auf der Grundlage sozial-psychologischer Modelle .....	79
<b>Prof. Dr. Peter Rösch</b>	
Forschungsprojekt „Medizinische Bildverarbeitung für klinische Anwendungen“ .....	81
<b>Prof. Georg Stark</b>	
Entwicklung von Verfahren für die flexible Implementierung von Robotersteuerungen mit Hilfe von Plugins. ....	87
<b>Fakultät für Maschinenbau</b> .....	<b>.89</b>
<b>Prof. Dr.-Ing. Franz-Josef Lange</b>	
Untersuchungen an Hybrid-Linern mit einer digitalen Hochgeschwindigkeitskamera. ....	91
<b>Prof. Dr. Eberhard Roos</b>	
Entwicklung eines Systems zur räumlichen Positions- und Lagebestimmung von Bolzen mittels einer adaptiven 3D-Bildverarbeitung. ....	95
<b>ITW – Institut für Technologietransfer und Weiterbildung</b> .....	<b>.97</b>
Kontakt/ Impressum .....	U3

## Erhöhen Sie Ihre Chancen: Karrierperspektiven mit Augusta Personaldienstleistungen



Der Spezialist für anspruchsvolle  
Personaldienstleistung. Wir haben die passende Lösung für  
Industrie / Handwerk und Fach- und Führungskräfte.

Für  Einsteiger  Aufsteiger  Umsteiger

Augusta Personaldienstleistungen GmbH  
Maximilianstr. 3 | 86150 Augsburg  
Tel.: 08 21/4 44 85-60 | Fax.: 08 21/4 44 85-85  
info.augsburg@augusta-pdl.de | [www.augusta-pdl.de](http://www.augusta-pdl.de)

**AUGUSTA**   
PERSONALDIENSTLEISTUNGEN  
Chancen Nutzen mit System



## Ingenieurleistungen

- > Bauoberleitung und -überwachung
- > Generalplanung
- > Objekt- und Tragwerksplanung
- > Projektmanagement und -steuerung

Kompetenz und Partnerschaft

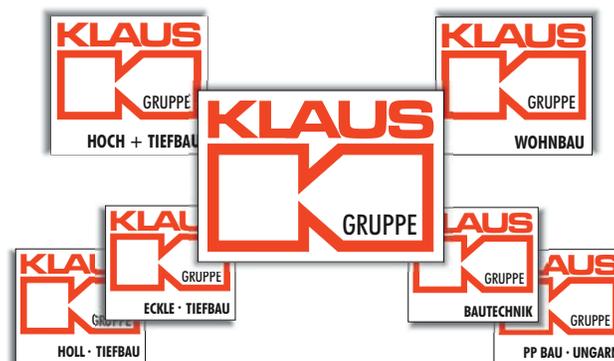
- > Brückenbau
- > Hoch- und Industriebau
- > Ingenieurbau
- > Tunnelbau
- > Verkehrsanlagen

[www.ssf-ing.de](http://www.ssf-ing.de)



SSF Ingenieure

# "Bauen ist unser Handwerk ..."



HOCHBAU · TIEFBAU · BAUTRÄGER

Fakultät  
für Architektur &  
Bauingenieurwesen

## Fakultät für Architektur & Bauingenieurwesen

Folgende Studiengänge werden angeboten:

- **Architektur**  
Zulassung: allg. Fachhochschulreife  
und erfolgreiche Eignungsfeststellung  
Abschluss: Bachelor of Arts
- **Bauingenieur**  
Abschluss: Bachelor
- **Masterstudiengang Allgemeiner Ingenieurbau**  
Schwerpunkt Civil Engineering, 3 Semester  
Abschluss: Master of Engineering
- **Weiterbildendes Studium Baumanagement**  
berufsbegleitend, 5 Semester  
Abschluss: Master of Engineering

**Dekan:** Prof. Dr.-Ing. Alfons Hilmer

**Prodekan:** Prof. Dipl.-Ing. Herbert Jötten

**Anschrift:**

An der Fachhochschule 1

Telefon 0821 / 55 86-3102

e-mail: bau@hs-augsburg.de

## Projekte aus dem Bereich Holzbau

Es wird besonders darauf hingewiesen, dass bei allen nachfolgend aufgeführten Projekten (die nur eine Auswahl der Aktivitäten von Prof. Dr. F. Colling darstellen) Drittmittel eingeworben wurden. Mit Hilfe dieser Drittmittel konnten an der Abteilung Holzbau in den Jahren 2006 und 2007 **drei wissenschaftliche Mitarbeiter** beschäftigt werden.

– Zwischenzeitlich angelaufen sind Untersuchungen im Zusammenhang mit der Überdachung des historischen Marktplatzes in Sevilla/Spanien (**Bild 1**), bei der eine riesige vorgespannte Holzkonstruktion zum Einsatz kommen soll. Die Untersuchungen befassen sich mit dem Aufbringen der Vorspannung und dem Kriechverhalten der Konstruktion.

Konstruktiver Ingenieurbau (KKI) auf der internationalen Handwerksmesse vertreten.

### PROJEKT 1: „NEUBAU MENSA BAMBERG“ (I ENTLASTUNGSTUNDE)

Beim Neubau der Mensa Bamberg kommen großflächige Brettsperrholzplatten zum Einsatz, die auf schlanken Stützen punktförmig aufgelagert werden. Im nachfolgenden **Bild 2** ist dies in einem Querschnitt dargestellt. In **Bild 3** ist die Auflagerung im Detail dargestellt.

Die im Bereich dieser Auflagerung auftretenden Querkräfte/ Schubspannungen sind dabei größer als die in der Zulassung angegebenen zulässigen Werte. Daher wurde eine Verstärkung dieses Bereiches mit diagonal eingedrehten Vollgewindeschrauben geplant.

Da das Tragverhalten von derart verstärkten Bauteilen und die zugehörigen Tragfähigkeiten nach Norm oder Zulassung nicht rechenbar waren, wurde die Abteilung Holzbau damit beauftragt, entsprechende Versuche durchzuführen.

Zunächst wurden einfache Versuche mit Biegeträgern durchgeführt, bei denen der Verstärkungs-



Prof. Dr.-Ing.  
François Colling

Die von der obersten Bauaufsichtsbehörde (Deutsches Institut für Bautechnik, DIBt) zertifizierte „PÜZ“-Stelle für Holzbau darf bundesweit folgende hoheitliche Aufgaben übernehmen:

- Prüfung von Bauprodukten
- Fremd-Überwachung von Betrieben
- Zertifizierung von Bauprodukten (Vergabe von Ü-Zeichen)

#### Art und Dauer der Projekte:

Projekt 1:  
Drittmittel-Industrie-  
projekt, Ende  
2007 abgeschlossen

Projekt 2:  
Drittmittel-Auftrag,  
Abschluss voraus-  
sichtlich Sommer  
2008

Projekt 3:  
Drittmittel-Auftrag,  
laufendes Projekt



Bild 1: Modell  
der Überdachung  
(Sevilla)

### LEITUNG DER „PÜZ-STELLE“ FÜR HOLZBAU (I ENTLASTUNGSTUNDE)

- Im Rahmen ihrer bauaufsichtlich akkreditierten Aufgabe wurden u.a. folgende Arbeiten durchgeführt:
- Versuche zur Einstufung von Sondernägeln der Fa. Würth. Hierbei ging es im Wesentlichen um die Tragfähigkeit der Nägel auf Herausziehen.
  - Versuche zur Einstufung von Klammern der Fa. Beck. Auch hier ging es um die Tragfähigkeit der Klammern auf Herausziehen.
  - Überwachung der Produktion von Nagelplattenbindern bei der Fa. Hörmann. Hier konnte das Ü-Zeichen für die Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften erteilt werden.
  - Versuche im Zusammenhang mit der Erteilung einer Zustimmung im Einzelfall für den Neubau der Mensa Bamberg (siehe nachfolgendes Projekt 1).

Des Weiteren wurden verschiedenste Checklisten für die Überwachung von Betrieben erarbeitet, die im Rahmen des von der Bauaufsicht geforderten Erfahrungsaustausches mit anderen PÜZ-Stellen beraten wurden.

Die PÜZ-Stelle war weiterhin als Teil des Kompetenzzentrums

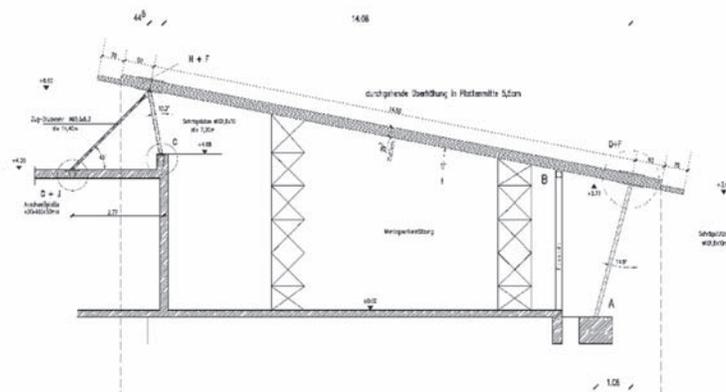


Bild 2: Querschnitt  
Mensa Bamberg

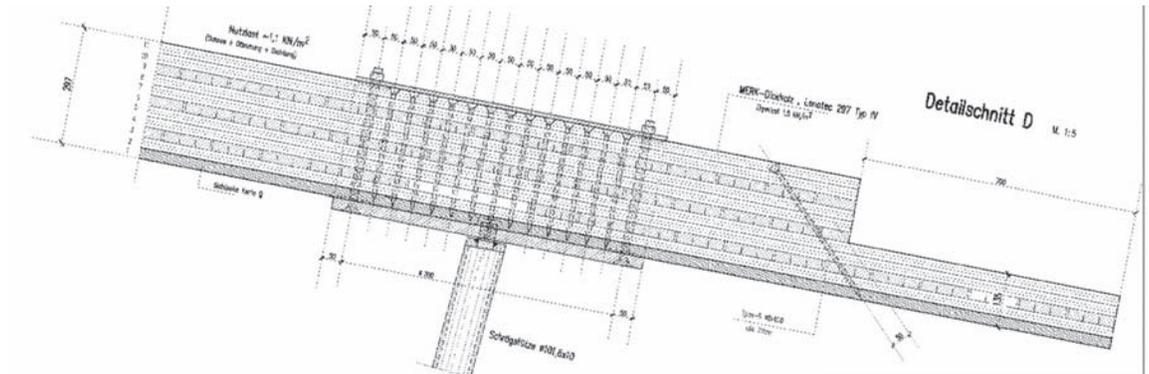


Bild 3: Detail Auflagerung

grad (Anzahl der Schrauben) variiert wurde. In Bild 4 ist ein zugehöriger Prüfkörper dargestellt.

Zusätzlich wurden Versuche im Maßstab 1:1 durchgeführt, bei denen die im Bau auftretenden Schnittgrößenverhältnisse nachgebildet wurden. Auch wurde die geplante Verstärkung aufgebracht. In Bild 5 ist ein zugehöriger Prüfkörper dargestellt.

Die Versuche zeigten, dass die Verstärkung der Platten mit diagonal eingedrehten Vollgewindeschrauben eine sehr wirkungsvolle Maßnahme

zur Erhöhung der Schubtragfähigkeit darstellt.

Mit den durchgeführten Versuchen wurde die Grundlage für die Erteilung einer Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Baubehörde geschaffen.

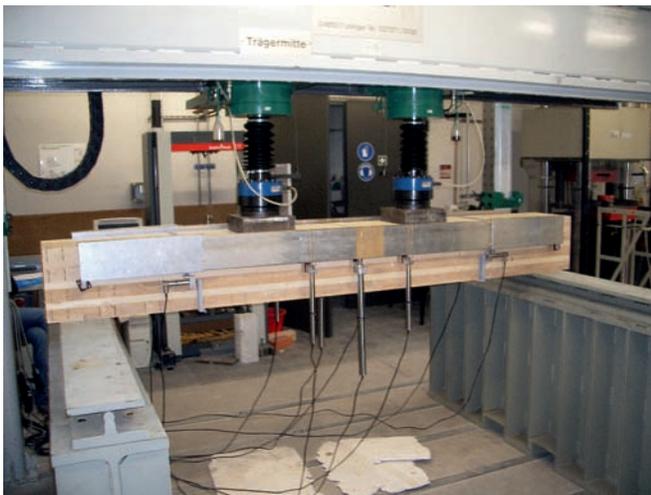
**PROJEKT 2: „INFORMATIONSSCHRIFT VOLLGEWINDESCHRAUBEN“ (1,5 ENTLASTUNGSTUNDEN)**

Prof. Dr. Colling wurde vom Holzabsatzfonds (HAF) damit beauftragt, eine Informationsschrift über die Einsatzmöglichkeiten und die Bemessung von Vollgewindeschrauben zu erarbeiten.

Es entsteht eine mehr als 200-seitige Broschüre, in der das Tragverhalten von Vollgewindeschrauben ausführlich erläutert und die Bemessung anhand zahlreicher

Bild 4: Prüfkörper Biegeträger

Bild 5: Versuchskörper im Maßstab 1:1



Beispiele vorgeführt wird. Mit dieser Schrift – die vom HAF kostenlos an Architekten, Ingenieure und Studenten verteilt werden wird – soll die Verwendung von Vollgewindeschrauben, die von vielen als „das

Verbindungsmittel der Zukunft“ angesehen wird, vorangetrieben werden.

Diese Informationsschrift stellt weiterhin eine hervorragende Grundlage für die Lehre dar.

Nachfolgend sind einige Anwendungsmöglichkeiten von Vollgewindeschrauben als **Querzug-/ Querdruckverstärkung** dargestellt.

Anwendungsmöglichkeiten von Vollgewindeschrauben als <b>Querzug-/ Querdruckverstärkung</b>	
Querzugverstärkung von <b>Ausklinkungen</b>	
Querzugverstärkung von <b>Schwabenschwanz- und Zapfenverbindungen</b>	
Querzugverstärkung bei <b>Durchbrüchen</b>	
Querzugverstärkung bei <b>angehängten Lasten</b>	
Querzugverstärkung der <b>Hauptträger (HT)</b> bei Anschluss von <b>Nebenträgern (NT)</b>	
Spaltverstärkung bei hintereinander liegenden Verbindungsmitteln	
Querdruckverstärkungen bei <b>Auflagerungen</b> von Biegeträgern oder bei <b>Schwellen</b>	

Nachfolgend sind einige Anwendungsmöglichkeiten von Vollgewindeschrauben in **Verbindungen** dargestellt.

Anwendungsmöglichkeiten von Vollgewindeschrauben in Verbindungen	
Haupt - Nebenträger - Anschlüsse	<p>Torsionsweicher Hauptträger      Torsionssteifer Hauptträger</p>
Anschlüsse Pfosten - Riegel bzw. Sparren - Kehlriegel	
Koppelpfetten - Anschlüsse	
Zugstöße	

**PROJEKT 3: „BEMESSUNG VON HOLZTRAGWERKEN“ (1,5 ENTLASTUNGSSTUNDEN)**

Die Abteilung Holzbau wurde damit beauftragt, grundlegende Überlegungen dahingehend anzustellen, wie Tragwerke aus Holz (Bauteile und Verbindungen) bedienerfreundlich mit einer EDV-gestützten Lösung berechnet und bemessen werden können.

Die Arbeiten beinhalten vielfältige Untersuchungen, die zum Ziel haben, die nachfolgend aufgeführten Anforderungen zu erfüllen:

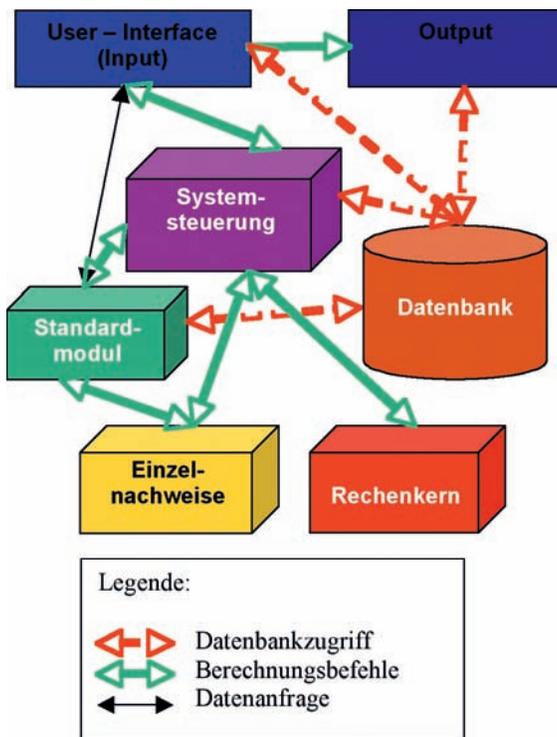
- Schnittgrößenberechnung beliebiger Systeme (Stabwerksprogramm),
- Nachweisführung mit den berechneten Schnittgrößen an beliebigen

- Stellen des Stabwerks (z.B. Biegespannung, Schubspannung etc.) nach DIN 1052 und Eurocode 5
- vorgefertigte Standardmodule (verschiedene Standardsysteme), incl. aller notwendigen Lastkombinationen und Nachweisen, sodass nur noch die Eingabe von Systemdaten und Lasten erforderlich ist (z.B. Sparrendach mit Kragarm),
- vorgefertigte Standardmodule verschiedener Anschlüsse (z.B. Fachwerkknoten) incl. Anschlussbild,
- Benutzeroberfläche, die eine intuitive Verwendung des Programms durch den Nutzer erlaubt (z.B. interaktive Oberfläche des Stabwerkprogramms),
- Graphische Ausgabe der Ergebnis-

- se und Eingabedaten auf Drucker, Plotter und elektronischen Medien (z.B. E-Mail usw.),
- Einarbeitung der nationalen Anwendungsdokumente (NAD's) in die Berechnungen,
- 3 - Sprachigkeit: Englisch, Deutsch und Französisch,
- Kompatibilität zu bereits bestehenden Softwareprodukten (z.B. CAD - Programmen).

Im nachfolgenden Diagramm ist der Systementwurf dargestellt und kurz erläutert.

Die Arbeiten sollen Eingang in eine kommerzielle Software finden, so dass aus Gründen der Geheimhaltung keine weitergehenden Ausführungen möglich sind.



Kurzerklärung:

**User - Interface:** Benutzeroberfläche

**Output:** Druckerverwaltung, elektronische Ausgabe (z.B. CAD, \*.pdf, \*.rtf)

**Systemsteuerung:** Steuermodul der Anwendung, hier werden die Rechenprozesse gestartet und gesteuert. Hier werden auch benutzerdefinierte Einzelnachweise an frei wählbaren Stellen in einem beliebigem System (kein Standardsystem) gestartet und ausgewertet (immer unter Berücksichtigung der Lk's).

**Einzelnachweise:** einfache Nachweise wie Biegespannungsnachweis, Knickspannungsnachweis usw.

**Datenbank:** Eine zentrale Datenbank, die jederzeit jedem Programmteil zur Verfügung steht, die alle Festigkeiten, Kennwerte usw. zentral verwaltet. Hier werden auch Bewegungsdaten gespeichert, wie z.B. aktuelle Stäbe, Knoten, Lasten.

**Rechenkern:** Stabwerksprogramm ohne Oberfläche, allein auf Rechenleistung optimiert.

**Berechnungsmodul:** Standardsystem (z.B. 2 - Feldträger mit Kragarmen), für das alle erforderlichen Einzelnachweise, alle Lastkombinationen vorgegeben sind. Zusätzlich haben Berechnungsmodul eine eigene dynamische Grafik, die dem User - Interface zugeordnet wird.

## Glasfassadensysteme für anspruchsvolle Architektur



Ritz Carlton 5\* Hotel Moskau



Passivhaus Schule  
Roodt/Luxemburg



Bahnhof Dresden

# RAICO

## Die Zukunft der Fenster und Fassaden

RAICO Bautechnik GmbH  
Gewerbegebiet Nord 2  
D-87772 Pfaffenhausen  
Tel. +49(0)8265-911-0  
Fax +49(0)8265-911-100  
e-mail: info@raico.de  
internet: www.raico.de



## Begeistert für Fortschritt

Die Unternehmen der BAUER Gruppe – mit Sitz in Schrobenhausen – sind in drei Segmenten weltweit tätig. Bauleistungen, sowie Herstellung und Vertrieb von Maschinen für den Spezialtiefbau haben das Unternehmen groß gemacht. Neu ist der Bereich Resources, der sich auf Wasser, Energie, Umwelt und Rohstoffe bezieht. Die Aufgaben der Bauer-Unternehmen umfassen damit "Dienstleistungen, Maschinen und Produkte für Boden und Grundwasser." Seit Sommer 2006 ist die BAUER AG ein börsennotiertes Unternehmen mit weltweit über 6.700 Mitarbeitern.

Wir suchen laufend

**Praktikanten, Diplomanden und Young Professionals (m/w)**  
der Studiengänge

- Bauingenieurwesen
- Elektrotechnik
- Informatik
- Maschinenbau
- Betriebswirtschaft
- Wirtschaftsingenieurwesen

Bauer bietet Chancen – überzeugen Sie sich selbst auf [www.bauer.de](http://www.bauer.de). Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung. Nutzen Sie dafür bevorzugt unseren Online-Bewerbungsbogen.



**BAUER Aktiengesellschaft**  
Wittelsbacherstraße 5  
86529 Schrobenhausen  
Tel. 08252 97-1444, Fax 97-1733  
[www.bauer.de](http://www.bauer.de)



## SIGMA Technopark Augsburg

Der **SIGMA Technopark Augsburg** ist ein moderner Gewerbepark im Süden Augsburgs, der mehr als nur Fläche bietet.



wir bieten Ihnen

- **hervorragende Infrastruktur**  
(Betriebsrestaurant, Werkschutz, Besucherempfang, Konferenz-/Schulungsräume)
- **professionelles Facility-Management und Objektservice vor Ort**
- **Expansionsmöglichkeit am Standort**
- **interessante Partner im Technopark**
- **gute Parkmöglichkeiten und ÖPNV-Anbindung**

wir vermieten

- **Büroflächen**
- **Produktionsflächen**
- **Logistik-, Lagerflächen**



**Kontakt:**  
ATOS Immobilien Beratung GmbH  
Werner-von-Siemens-Str. 6  
86159 Augsburg  
Telefon +49 (0)821 / 259 69-22  
Telefax +49 (0)821 / 259 69-69  
E-Mail [info@atos-immo.com](mailto:info@atos-immo.com)

# e.wunderle

Architekturbüro Eberhard Wunderle

Am Dreieck 6  
86356 Neusäß-Steppach  
Tel. 0821/480444-0  
Fax. 0821/480444-44  
[sekretariat@wunderle-architekten.de](mailto:sekretariat@wunderle-architekten.de)



[www.wunderle-architekten.de](http://www.wunderle-architekten.de)

## Neuartiger Ansatz für den Nachweis gegen Druckbruch beim Durchstanzen von Stahlbetonplatten

### 1. EINLEITUNG

Im Rahmen eines von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** geförderten Forschungsprojekts wurden u.a. auch sechs Durchstanzversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund durchgeführt. Der Forschungsbericht [1] über das gesamte Forschungsprojekt sowie eine zugehörige Kurzinformation stehen im Internet unter [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de) zur Verfügung. Die Versuchsergebnisse und darauf aufbauenden Untersuchungen enthalten teilweise neuartige Hinweise darauf, wie das Durchstanzen bei Platten mit Durchstanzbewehrung zu Stande kommt. Die Tatsache, dass es sich um einen Spaltbruch in Folge sehr großer Druckspannungen handelt, wird durch die normativen Regelungen zur Bemessung durchstanzgefährdeter Plattenbereiche mit Durchstanzbewehrung gemäß Eurocode und DIN 1045-1 noch nicht optimal erfasst. Dort wird bekanntlich die maximale Tragfähigkeit von Systemen ohne Durchstanzbewehrung – also die Versagensgrenze auf Stegzugspannungen – ermittelt und dann für die Bestimmung der Grenztragfähigkeit auf Druck einfach mit einem Faktor erhöht. Dies beinhaltet eine Reihe von Ungenauigkeiten, wie die folgende Diskussion aufzeigt.

### 2. BETONFESTIGKEIT

In den genannten Regelwerken ist die Betonfestigkeit bezüglich einwirkender Zugspannungen als Maßstab für die Tragfähigkeit enthalten. Wie in [2] sehr detailliert gezeigt wurde, ist dies zutreffend für Stahlbetonplatten (und -balken) ohne Stegbewehrung. Die vorliegenden

Versuchsergebnisse und die darauf aufbauenden Untersuchungen zeigen, dass Systeme mit ausreichender Menge an Durchstanzbewehrung dagegen durch Überschreiten der Spaltzugfestigkeit versagen; letztere korreliert mit der definierten Betondruckfestigkeit und entspricht nicht der Betonzugfestigkeit.

### 3. BEWEHRUNGSGRAD

Die Biegezugbewehrung bestimmt die maximale Tragfähigkeit des durchstanzgefährdeten Bereichs in der Weise, dass unterschiedlich große Risstiefen unterschiedliche Tragfähigkeiten zur Folge haben. Die Tragfähigkeit wird also nicht von der Menge der Biegezugbewehrung, sondern deren Wirkung auf die Rissbreitenbeschränkung und damit auf die Risstiefen bestimmt.

### 4. MASSGEBENDER QUERSCHNITT

In Folge der am Stützenrand entstehenden Biegerisse steht für die Übertragung der Querkraft nicht die gesamte statische Nutzhöhe zur Verfügung, sondern lediglich die nach der Rissbildung verbleibende Druckzonenhöhe. Diese sollte aber nicht mit frei wählbaren Dehnungsverläufen bestimmt werden, sondern unter Berücksichtigung der von den Rissbreiten bestimmten Risstiefen. In<sup>2</sup> findet man Vorschläge zur Bestimmung der Risstiefen.

### 5. BRUCH AUSLÖSENDE EINWIRKUNG

Im maßgebenden Querschnitt wirken gleichzeitig die Querkraft und die Biegedruckkraft. Die Bruch auslösende Einwirkung am Auflagerstand ist daher nicht eine isoliert zu betrachtende Querkraft,

sondern eher die Resultierende aus beiden Größen. Da die resultierende Druckwirkung oft unter 30 bis 35° geneigt ist, kann als erste, leicht zu korrigierende Annahme für die als Diagonale eingeleitete Querkraft eine Neigung von 45° gesetzt werden. Damit ergibt sich die resultierende Druckwirkung zu

$$c_r = \sqrt{2v^2 + (m/z)^2} .$$

### 6. EINFLUSS DER TANGENTIALMOMENTE

Die Spaltbruch auslösende Querdehnung wird nicht nur von der Biegedruckwirkung der Radialmomente, sondern zusätzlich von den Tangentialmomenten verursacht. Diese doppelte Wirkung dürfte der Grund dafür sein, dass Punkt gestützte Platten auf Durchstanzen versagen. Im einfachsten Fall könnte dies berücksichtigt werden durch eine Einwirkung

$$c_r = \sqrt{2v^2 + (m_r / z_r)^2 + (m_t / z_t)^2} .$$

### 7. RECHNERISCHE BEGRENZUNG DES BEWEHRUNGSGRADS

Wie die vorliegenden Versuchsergebnisse von 30 cm dicken Platten zeigen, entspricht die in den Vorschriften enthaltene rechnerische Begrenzung des Bewehrungsgrads nicht dem tatsächlichen Tragverhalten bezüglich des Druckversagens: Je mehr Biegezugbewehrung, um so kleinere Risstiefen, um so größere Druckzonenhöhe, um so größere Tragfähigkeit. Konstruktiv notwendige Obergrenzen sollten ggf. an anderer Stelle als Bewehrungsregel vorgegeben werden.



Prof. Dr.-Ing.  
Richard Rojek

**Wissenschaftl. Mitarbeiter:**  
Dipl.-Ing. (FH)  
Tobias Keller

**Art der Projekte:**  
Neuartiger Ansatz für den Nachweis gegen Druckbruch beim Durchstanzen von Stahlbetonplatten

Durchstanzversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund

Konsolversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund

Neuartige Verbindungen von Stahlbetonwänden und -platten mit Bewehrung mit hochfestem Verbund

Zum Tragverhalten von Durchstanzbewehrungen – ein Vergleich zwischen Doppelkopfkern und Bewehrung mit hochfestem Verbund

### 8. GÜNSTIGE WIRKUNG ZUSÄTZLICHER DRUCKSPANNUNGEN

Die hier gleichfalls vorgestellten Analysen zeigen, dass das Durchstanzen bei Systemen mit Durchstanzbewehrung von Spaltrissen in der Biegedruckzone ausgeht und damit direkt abhängig ist von den in diesem Bereich wirksamen Druckspannungen. Nach den derzeit geltenden Bemessungsregeln führen jedoch zusätzlich zur Biegung zentrisch wirkende Druckspannungen zur Erhöhung der Durchstanztragfähigkeit. Ein jüngst durchgeführter Durchstanzversuch mit einer zentrisch vorgespannten Platte [3] hat jedoch gleichfalls ergeben, dass die zusätzlichen zentrischen Druckspannungen tatsächlich zu einer Verringerung der Durchstanztragfähigkeit führten. Die ungünstige Wirkung zusätzlicher Druckkräfte könnte wie folgt erfasst werden:

$$c_r = \sqrt{v^2 + (m_r / z_r - n_r)^2 + (m_t / z_t - n_t)^2}$$

Die auf den gesamten Querschnitt bezogenen Druckkräfte könnten wohl noch mit dem Beiwert  $k_{x_r} = x_r / d$  verringert werden. Im einfachsten Fall, der ja immer den erstrebenswertesten darstellt, könnte ein entsprechendes Nachweisformat für das Versagen auf Druck wie folgt aussehen:

$$\max c_{rd} = \alpha_D * f_{cd} / x_r .$$

$\alpha_D$  bildet einen allgemeinen Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Neigung der resultierenden Druckspannungen, der ungleichmäßigen Verteilung der Druckspannungen u.ä. Wie bisher könnte ein zusätzlicher Systemfaktor  $\alpha_s$  die unterschiedliche Wirkung der verschiedenartigen Durchstanzsicherungen bezüglich ihrer Grenztragfähigkeit beinhalten.  $x_r$  gibt die Druckzonenhöhe wieder, die sich aus der tatsächlich zu erwartenden Risstiefe ergibt.

### 9. SCHLUSSBEMERKUNG

Von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** wurde ein Forschungsprojekt des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Hochschule Augsburg [1] gefördert, in dem zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten einer innovativen Bewehrungsform mit hochfestem Verbund mit insgesamt 93 Versuchen erfolgreich untersucht wurden. Aus den durchgeführten Untersuchungen konnten auch Hinweise darüber entwickelt werden, wie die normativen Regelungen für den Nachweis gegen Druckbruch dem tatsächlichen Tragverhalten von Systemen mit Durchstanzbewehrung angepasst werden könnten. Sie werden mit Vorschlägen für Ansätze einer Neuregelung vorgestellt.

### LITERATUR

- [1] Rojek, R. und Keller, T.: Bewehrung mit hochfestem Verbund; Forschungsbericht des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Fachhochschule Augsburg, 2006. [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de)
- [2] Rojek, R., Bürklin, A., Romer, R. und Keller, T.: Stahlbetonanlyse 21; Teil 1: Tragverhalten ohne Stegbewehrung; Forschungsbericht des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Fachhochschule Augsburg, 2003. [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de)
- [3] Zorn, A.: Durchstanzen von verbundlos vorgespannten Flachdecken. Beton- und Stahlbetonbau 100 (2005), Tagungsband.

## Durchstanzversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund

### I. EINLEITUNG

Hat man auf Baustellen Gelegenheit, den Einbau von Doppelkopfankern bzw. der zugehörigen Biegezugbewehrung zu beobachten, so stellt man immer wieder fest, dass dies nur mit erheblichen Mühen möglich ist, da die Ankerköpfe – insbesondere solche auf schräg zur Bewehrung angeordneten Einheiten – nur sehr schwer planmäßig zwischen den Stäben der Biegezugbewehrung unterzubringen sind. So gehört es zu den Erfahrungen der Verfasser, dass bei Bauüberwachungen auch Situationen vorgefunden werden, wie sie beispielhaft das **Bild 1** zeigt: Die in Fertigteil-Elementplatten eingebauten Doppelkopfanker hören bereits 8 cm unterhalb der Oberkante der Biegezugbewehrung auf, obwohl sie laut allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bis zu dieser Oberkante reichen müssten. Dass dies kein Einzelfall ist, lässt sich u.a. auch direkt den Werbeunterlagen für Doppelkopfanker entnehmen, die häufig Einbausituationen darstellen, die nicht die Vorgaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen erfüllen. Diese Situation führte zu der Idee, die Krafteinleitung der Ankerköpfe und -füße auf mehrere Ebenen zu verteilen, also quasi auch in diesem Bereich von der eingeschossigen zur mehrgeschossigen Bauweise überzugehen. Dadurch kann der maßgebliche Querschnitt erheblich verringert und somit können die Einbaubedingungen entscheidend verbessert werden. Für die serienmäßige Herstellung dieser Bewehrung ist es von Vorteil, die zu kräftigen Rippen reduzierten Ankerkörper nicht nur in den Endbereichen der Ankerstäbe, sondern durchgehend

Bild 1: Erheblich zu kurz eingebaute Doppelkopfanker



anzuordnen. Auf der Grundlage theoretischer Voruntersuchungen wurde somit eine Bewehrung definiert, bei der die Rippen als Achsabstand den 1,25-fachen Stabdurchmesser aufweisen und ihre Dicke ein Viertel des Stabdurchmessers beträgt. Damit erreicht der Außendurchmesser dieser Bewehrung nur das Anderthalbfache des Stabdurchmessers, s. **Bild 2**. Doppelkopfanker weisen dagegen den dreifachen Stabdurchmesser auf. Somit beträgt die Bruttoquerschnittsfläche dieser Bewehrung mit hochfestem Verbund (HFV) nur ein Viertel gegenüber den Doppelkopfankern. Die hier beschriebenen Durchstanzversuche wurden im Rahmen eines durch die **Regionale High-Tech-Offensive Bayern** geförderten Forschungsprojekts durchgeführt, in dem die Eignung von Bewehrung mit hochfestem Verbund für verschiedenste Anwendungsbereiche des Stahlbetonbaus mit insgesamt 93 Versuchen überprüft wurde. Dabei konnten vorteilhafte Eigenschaften u. a. auch für die Anwendung als Querkraftbewehrung, für Wandanschlussbewehrungen, für den Einbau

in Fertigteile, für die Rissbreitenbeschränkung, als Verbundbewehrung, für konzentrierte Krafteinleitungen und für neuartige Fugenträger festgestellt und bestätigt werden. Der Forschungsbericht sowie eine zugehörige Kurzinformation stehen im Internet unter [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de) zur Verfügung.

Im Rahmen des o.g. Forschungsprojekts konnte durch mehrere Probewalzen auch sichergestellt werden, dass diese innovative Bewehrungsform wie herkömmliche Betonstahlbewehrung durch Längswalzen und damit sehr wirtschaftlich hergestellt werden kann. Das **Bild 2** zeigt das Ergebnis einer Probewalzung. Herstellungsbedingt weisen die Stäbe zusätzlich Längsrippen auf, die für die Funktion der Bewehrung nicht erforderlich sind, aber auch nicht schaden; sie erhöhen den tragenden Querschnitt in Längsrichtung in geringem Umfang. Gleichfalls herstellungsbedingt können

Bild 2: Bewehrung mit hochfestem Verbund



die beiden Hälften der Querrippen höhenversetzt angeordnet sein, was gleichfalls keine Nachteile ergibt. Nachdem sicher gestellt war, dass die innovative Bewehrung nicht nur einfach eingebaut, sondern auch kostengünstig hergestellt werden kann, stellte sich die wichtige Frage, wie sich diese Bewehrung als Durchstanzsicherung eignen würde – eine Frage, die am besten mit Bauteilversuchen beantwortet werden kann.

2. PLANUNG DER VERSUCHE

Versuchskörper für Durchstanzversuche sollten einem hoch belasteten Deckenausschnitt praxisnah nachempfunden werden. Angelehnt an Vorlagen aus der Fachliteratur wurde ein Prüfstand für achteckige Platten mit der Breite von 3,0 m geplant. Eine untere Grundplatte mit einer Stärke von 60 cm bildete das Fundament, auf das mittig eine Hydraulikpresse gestellt wurde. Mit dieser Presse wurde gegen die oben angeordneten Versuchsplatten gedrückt. Über 24 Abspannungen (GEWI-Stäbe) am Rand der Versuchsplatten wurde die Versuchslast in die Widerlagerplatte zurückgehängt. An die oberen 20 bzw. 30 cm dicken Versuchsplatten wurde jeweils ein Stützenstumpf mit den Abmessungen 35 x 35 x 20 cm mittig anbetoniert, um eine praxisgerechte Lagerung der Versuchsplatten zu erhalten. Bild 3 zeigt die zeichnerische Darstellung der Versuchsanordnung und deren praktische Umsetzung. Die zusätzlich eingebaute Holzkonstruktion bildete eine Abfangsicherungsmaßnahme. Die gesamte Versuchsserie bestand insgesamt aus sechs Durchstanzplatten, von denen drei eine Plattendi-

cke von 20 cm und die weiteren drei eine Stärke von 30 cm aufwiesen. Als Betongüte wurde für den Belastungstag C 20 / 25 angestrebt. Um dies zu kontrollieren, wurden pro Platte je drei Betonwürfel hergestellt und kurz vor Belastungsbeginn abgedrückt. Die Versuchsplatten wurden nach den Grundlagen der DIN 1045-1 auf Biegung und gemäß allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für Doppelkopfanter auf Durchstanzen bemessen. Für das Durchstanzen wird der maximale Wert ohne Durchstanzbewehrung erreicht, wenn die Betondruckstrebe das maßgebende Kriterium darstellt. Die Eingangswerte für den Bemessungswert der Querkraft, der ohne Querkraftbewehrung aufgenommen werden kann ( $V_{Rd,ct}$ ), stellten die Betondruckfestigkeit, die Plattendicke und die Abmessung des Stützenstumpfs (35 / 35 cm) dar. Für den mittleren Längsbewehrungsgehalt wurde zunächst die Bedingung  $\rho_l \leq 0,4 * f_{ctd} / f_{yd}$  angenommen und später mit dem Bewehrungsgehalt der Biegebemessung abgestimmt. Mit dem

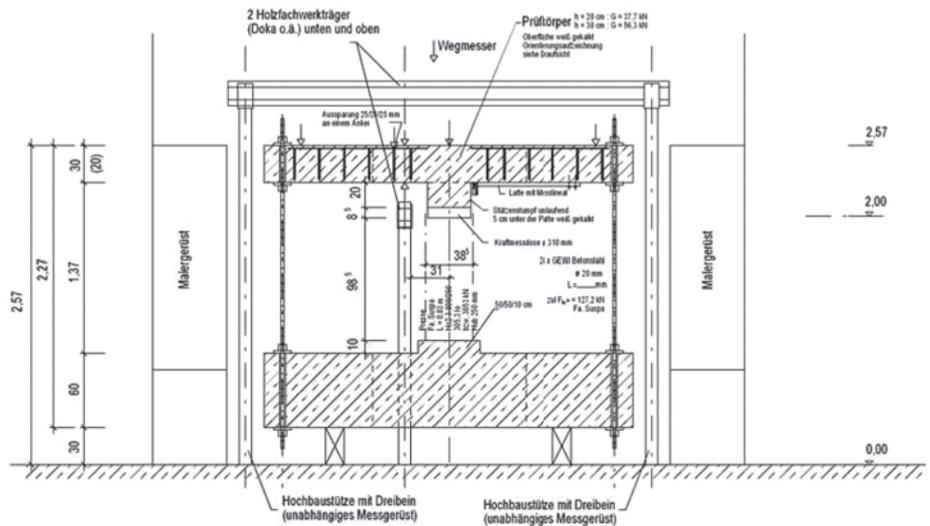


Bild 3: Planung und Realisierung der Versuchsanordnung

Einbau von Bügeln als Durchstanzbewehrung darf nach DIN 1045-1 die Last um 50 % erhöht werden. Mit dem Einbau von Doppelkopfantern darf nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen die Last um 90 % erhöht werden. Das Ziel der Versuchsserie war, mindestens diese Laststeigerung von 90 % durch den Einbau von HFV-Ankern zu erreichen, so dass diese Last den Ausgangswert für die Biegebemessung darstellte. Entsprechend wurden die Durchstanznachweise geführt. Die folgende Tabelle fasst die Daten der Bemessung zusammen.

Um die Solllage der HFV-Durchstanzanker sicher zu stellen, wurden diese sinngemäß zu den Doppelkopfkankern auf Blechleisten aufgeschweißt. **Bild 4** zeigt die Durchstanzblechleisten.

Bei der letzten 30 cm starken Platte wurde auf Grund der Versuchsergebnisse der beiden vorherigen Platten der Bewehrungsgehalt durch weitere Bewehrungsstäbe von rechnerisch erforderlichen 26,2 cm<sup>2</sup>/m auf 42,9 cm<sup>2</sup>/m erhöht. Die zusätzlichen Stäbe mit Durchmesser 16 mm wurden in die Zwischenräume der 20 mm starken Stäbe gelegt. Somit ergab sich ein Achsabstand der Biegebewehrung von 6,0 cm.

**Bild 5** zeigt die fertig verlegte Bewehrung dieser Platte. Zur Vereinfachung der Schalung wurden die Platten kopfüber hergestellt; die Stützenstümpfe wurden in einem zweiten Arbeitsgang betoniert.



Plattennummer			20-I	20-II	20-III	30-I	30-II	30-III
Plattendicke	d	cm	20,0	20,0	20,0	30,0	30,0	30,0
mittlere statische Nutzhöhe	d <sub>m</sub>	cm	15,1	15,1	15,1	25,1	25,1	25,1
Stützenabmessung Kantenlänge	a	cm	35 / 35					
geplante Zylinderdruckfestigkeit	f <sub>ck</sub>	N/mm <sup>2</sup>	20	20	20	20	20	20
Biegebewehrung	A <sub>s</sub>		Ø 25 / 12	Ø 25 / 12	Ø 25 / 12	Ø 20 / 12	Ø 20 / 12	Ø 20 / 12 + Ø 16 / 12
ingelegte Bewehrung pro m	A <sub>s</sub> /m	cm <sup>2</sup> /m	40,9	40,9	40,9	26,2	26,2	42,9
vorhandener Bewehrungsgrad	μ <sub>s,vorh</sub>	%	2,71	2,71	2,71	1,04	1,04	1,71
anrechenbarer Bewehrungsgrad	μ <sub>s,cal</sub>	%	1,23	1,23	1,23	1,03	1,03	1,03
Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung	V <sub>Rd,ct</sub>	kN	340	340	340	689	689	689
Bemessungswert der maximalen Querkrafttragfähigkeit mit Doppelkopfkankern	V <sub>Rd,max</sub>	kN	647	647	647	1.310	1.310	1.310
zug. Gebrauchslast		kN	479	479	479	970	970	970
theoretische Bruchlast	V <sub>u,cal</sub>	kN	971	971	971	1.965	1.965	1.965

Bild 4: Durchstanzblechleisten mit HFV-Ankern

Bild 5: Eingebaute HFV-Leisten der Platte 30-III

Tabelle 1:  
Rechenwerte aus der Bemessung der Versuchsplatten

### 3. VERSUCHSERGEBNISSE

Als ein wesentliches Versuchsergebnis ist hervorzuheben, dass sich der Einbau der HFV-Leisten trotz hohem Bewehrungsgrad und engmaschig verlegter Bewehrung als sehr einfach bestätigt hat. Der erwartete Vorteil des leichteren Einbaus durch den geringen Bruttoquerschnitt hatte sich voll und ganz bestätigt. Sogar bei der letzten Platte, bei der in die Zwischenräume der 20 mm starken Bewehrung noch Stäbe mit dem Durchmesser 16 mm eingelegt wurden (Stabachsabstand 6 cm), gab es beim Einbau keinerlei Probleme.

Ihre wichtigste Bewährungsprobe erfüllte die innovative Durchstanzbewehrung aber vor Allem bei den Belastungsversuchen:

**Ein Durchstanzen der Platten um den Stützenbereich kam in keinem Fall zu Stande.**

Alle Platten versagten, in dem die Betondruckzone am Stützenanschnitt auf Grund der hohen geneigten Druckspannungen versagte. An der Unterseite der Platte brachen zunächst als allererstes Anzeichen kleine Teile der Zementschlämme weg, die beim nachträglichen Betonieren des Stützenstumpfs entstanden war. Dann knisterte es im Stützenbereich, die Druckzone der Platten schob sich am Stützenstumpf langsam nach unten und schließlich wurden an den Plattenoberseiten Betonschollen abgespalten. Das Versagen fand nicht schlagartig statt, sondern entwickelte sich über einen Zeitraum von mehreren Minuten.

Die Zusammenstellung der Versuchsdaten in **Tabelle 2** zeigt, dass die Versuchsplatten mit ihren Ergebnissen in zwei Kategorien unterteilt werden können: Während die 20 cm

dicken Platten und die Platte 30-III Bruchlasten erreichten, die mehr als 2,1-fach über dem Wert lagen, der nach DIN 1045-1 für Platten ohne Durchstanzbewehrung zu erwarten ist, liegen die Ergebnisse der Platten 30-I und 30-II deutlich niedriger.

Die beiden letztgenannten Platten unterscheiden sich von den übrigen dadurch, dass sie bezüglich ihrer Biegezugbewehrung einen erheblich geringeren Bewehrungsgrad aufweisen. Wie die Messergebnisse zeigen, hatte dies zur Folge, dass sich bei diesen Platten in Bezug auf die statische Nutzhöhe wesentlich größere Risstiefen einstellten als bei den übrigen Versuchsplatten. Entsprechend erreichte die Druckzonenhöhe dieser beiden Platten nur etwa zwei Drittel gegenüber dem Wert der Platte 30-III. Dies wiederum bedeutet, dass bei gleicher Belastung die Biegedruckspannungen etwa 50 % höher waren. Der aus den geneigten Hauptdruckspannungen resultierende Spaltbruch setzte deshalb vergleichsweise viel früher ein.

Wie die Auswertungen in der **Tabelle 2** weiterhin zeigen, waren die Platten 30-I und 30-II die einzigen, bei denen unter Bruchlast die rechnerische Streckgrenze der Biegezugbewehrung überschritten wurde. Die errechneten Überschreitungen um 33 bzw. 22 % sind so groß, dass sich die Biegezugbewehrung beim Bruch schon sehr nahe an der Zugfestigkeit befunden haben muss. Diese beiden Platten sind somit nicht geeignet, die Grenztragfähigkeit von Platten mit Durchstanzsicherung aus Bewehrung mit hochfestem Verbund zu ermitteln. Sie haben auf Grund der geringen Menge an Biegezugbewehrung versagt, lange bevor

das System mit HFV-Ankern voll aktiviert wurde. Dieser Zusammenhang wurde eindeutig belegt mit der weitestgehend baugleichen Versuchsplatte 30-III, bei der gegenüber den Platten 30-I und 30-II lediglich die Menge der Biegezugbewehrung vergrößert wurde. Bei den vier Versuchsplatten, die nicht frühzeitig auf Grund des geringen Bewehrungsgrades versagten, wurde im Mittel – mit sehr geringer Streuung – eine Bruchlast erreicht, die 2,17-fach über dem Wert liegt, der nach DIN 1045-1 für Platten ohne Durchstanzbewehrung zu erwarten ist. Somit sichert Bewehrung mit hochfestem Verbund die höchste Belastbarkeit aller derzeit bekannten Systeme von Durchstanzbewehrungen.

Plattenummer			20-I	20-II	20-III	30-I	30-II	30-III
Plattenstärke	$h_{test}$	cm	20,9	20,4	20,3	30,5	30,4	30,2
mittlere statische Nutzhöhe	$d_{m, test}$	cm	15,5	15,2	15,0	25,2	26,0	25,4
maximale Rissweiten	$\max w_{test}$	mm	1,10	1,25	1,80	1,15	1,20	0,70
Rissabstände	$s_{r, test}$	cm	10 / 11,5 / 13	6 / 9 / 11,5	12,5 / 15	12,0 / 18	10,0 / 12,5	10 / 12 / 17,5
maximale Risstiefe	$\max t_{r, test}$	cm	16,4	16,0	16,7	25,1	25,2	22,3
rechn. wirksame Druckzonenhöhe	$0,8 x_{r, test}$	cm	3,62	3,52	2,86	4,30	4,15	6,34
bezogene Druckzonenhöhe	$x_r / d_y$		0,25	0,25	0,21	0,18	0,17	0,26
Würfeldruckfestigkeit	$f_{c, cube}$	MN/m <sup>2</sup>	28,7	23,1	26,9	29,2	27,0	23,8
Plattenstärke	$h_{test}$	cm	20,9	20,4	20,3	30,5	30,4	30,2
mittlere statische Nutzhöhe	$d_{m, test}$	cm	15,5	15,2	15,0	25,2	26,0	25,4
maximale Rissweiten	$\max w_{test}$	mm	1,10	1,25	1,80	1,15	1,20	0,70
Rissabstände	$s_{r, test}$	cm	10 / 11,5 / 13	6 / 9 / 11,5	12,5 / 15	12,0 / 18	10,0 / 12,5	10 / 12 / 17,5
maximale Risstiefe	$\max t_{r, test}$	cm	16,4	16,0	16,7	25,1	25,2	22,3
rechn. wirksame Druckzonenhöhe	$0,8 x_{r, test}$	cm	3,62	3,52	2,86	4,30	4,15	6,34
bezogene Druckzonenhöhe	$x_r / d_y$		0,25	0,25	0,21	0,18	0,17	0,26
Würfeldruckfestigkeit	$f_{c, cube}$	MN/m <sup>2</sup>	28,7	23,1	26,9	29,2	27,0	23,8
rechn. Zylinderdruckfestigkeit	$f_c$	MN/m <sup>2</sup>	23,1	18,6	21,7	23,5	21,7	19,2
vorhandener Bewehrungsgrad	$\mu_{s, vorh}$	%	2,64	2,70	2,72	1,04	1,01	1,69
Zugkraft Stahl (= Druckkraft Beton)	$t_s(y) = c_c(y)$	kN/m	1.947,9	1.767,1	1.806,6	1.741,8	1.596,1	2.000,4
Stahlspannung	$\sigma_{s(y)}$	N/mm <sup>2</sup>	476,3	432,0	441,7	664,8	609,2	466,3
rechn. Streckgrenze Stahl	$f_y$	N/mm <sup>2</sup>	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
Bei Versuch erreicht	$\sigma_{s(y)} / f_y$	%	95,3%	86,4%	88,3%	133,0%	121,8%	93,3%
Dickenbeiwerte	$\kappa$		1,98	1,99	2,00	1,81	1,81	1,81
kritischer Rundschnitt	$u_{crit}$	m	2,86	2,83	2,82	3,77	3,85	3,80
rechnerischer Bewehrungsgrad	$\rho_{s, cal}$	%	1,22	0,99	1,15	1,25	1,15	1,02
Querkraft ohne Durchstanzbewehrung	$V_{Rd, ct}$	kN	373,2	314,6	345,8	741,9	742,0	659,1
Querkraft mit Doppelkopfkankern	$1,9 * V_{Rd, ct}$	kN	709,2	597,8	657,1	1.410	1.410	1.252
rechnerische Bruchkraft	$V_{u, cal}$	kN	1.064	896,7	985,6	2.114	2.115	1.878
erreichte Bruchkraft	$V_{u, test}$	kN	1.201,0	1.065,1	1.107,6	1.905,0	1.815,9	2.111,4
Versagensart			Stegspaltbruch	Stegspaltbruch	Stegspaltbruch	Biegezugversagen	Biegezugversagen	Stegspaltbruch
$V_{u, test} / \gamma_c * V_{Rd, ct}$			2,15	2,26	2,14	(1,71)	(1,63)	2,14

Tabelle 2:  
Versuchsdaten der  
6 Versuchskörper

#### 4. SCHLUSSBEMERKUNG

Von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** wurde ein Forschungsprojekt des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Hochschule Augsburg gefördert, in dem zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten einer innovativen Bewehrungsform mit hochfestem Verbund mit insgesamt 93 Versuchen erfolgreich untersucht wurden. Den für die Bewilligung des Förderantrags zuständigen Damen und Herren des Bayerischen Ministerrats, des Haushaltsausschusses des Bayerischen Landtags sowie der

Regierung von Schwaben sei dafür an dieser Stelle noch einmal sehr herzlich gedankt. Die durchgeführten Untersuchungen bestätigen, dass Bewehrung mit hochfestem Verbund u. a. eine kostengünstig herzustellende und einfach einzubauende Durchstanzbewehrung darstellt, die von allen bislang bekannten Systemen die höchste Tragfähigkeit erreicht. Letzteres beruht auf der Tatsache, dass die Bewehrung mit hochfestem Verbund hoch wirksame Verbundanker erzeugt, die das Entstehen von Spaltrissen im Stegbereich unterbinden.

## Konsolversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund

### 1. EINLEITUNG

Die hier beschriebenen Konsolversuche wurden im Rahmen eines durch die **Regionale High-Tech-Offensive Bayern** geförderten Forschungsprojekts durchgeführt, in dem die Eignung von Bewehrung mit hochfestem Verbund (HFV-Bewehrung) für verschiedenste Anwendungsbereiche des Stahlbetonbaus mit insgesamt 93 Versuchen überprüft wurde. Dabei konnten vorteilhafte Eigenschaften u. a. auch für die Anwendung als Querkraftbewehrung, für Wandanschlussbewehrungen, für den Einbau in Fertigteile, für die Rissbreitenbeschränkung, als Verbundbewehrung, für konzentrierte Krafteinleitungen und für neuartige Fugenträger festgestellt werden. Der Forschungsbericht sowie eine zugehörige Kurzinformation stehen im Internet unter [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de) zur Verfügung. Die wirtschaftliche und funktionelle Ausbildung von konstruktiven Fertigteilen führt häufig dazu, dass für die Einleitung der Kräfte in den Betonstahl nur sehr kurze Längen zur Verfügung stehen. Ein typisches Beispiel für diesen Aspekt stellen die im Fertigteilbau häufig vorkommenden Konsolen dar.

Es wurden daher Belastungsversuche mit Konsolen durchgeführt, die zum Teil konventionell und zum Teil mit Bewehrung mit hochfestem Verbund ausgestattet waren.

### 2. PLANUNG DER VERSUCHE

Um herkömmliche Bewehrung in Konsolen mit ausreichender Verankerung versehen zu können, muss sie mit liegenden und/ oder stehenden Verankerungsschlaufen ausgebildet werden, s. **Bild 2** (linkes Teilbild). Nachdem mit Zylinderausziehversuchen nachgewiesen worden war, dass zur Verankerung von HFV-Stäben lediglich eine Länge erforderlich ist, die fünf Mal so groß ist wie der Kerndurchmesser der Stäbe, konnte man davon ausgehen, dass es bei Verwendung von Bewehrung mit hochfestem Verbund für das Zugband von Konsolen dagegen ausreicht, die Zugstäbe unter den Lasteinleitungsstellen zur Verankerung einfach gerade enden zu lassen. Dadurch werden gegenüber der Ausführung mit herkömmlichem Betonstahl nicht nur geringere Stahlmengen erforderlich – diese können auch noch leichter und daher mit deutlich geringerem Zeitaufwand eingebaut werden.



Bild 1: Fertigteilkonstruktion mit Konsolen

Zur Bestätigung dieser Überlegungen wurden im Rahmen des Forschungsprojekts [1] vier Versuchskörper mit Doppelkonsolen geplant, hergestellt und bis zum Bruch belastet. Dabei wurden zwei Versuchskörper konventionell bewehrt und die übrigen zwei erhielten gerade endende Zugbandbewehrungen mit hochfestem Verbund. **Bild 2** zeigt die unterschiedlichen Bewehrungen.

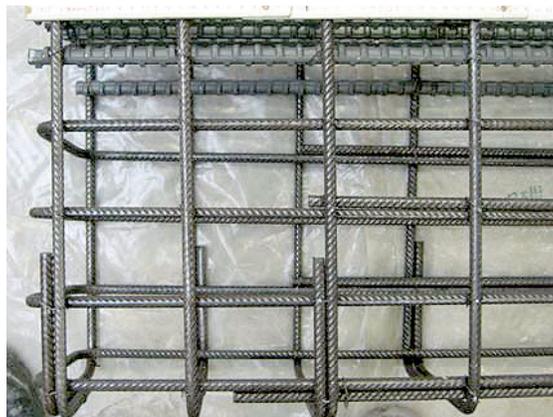
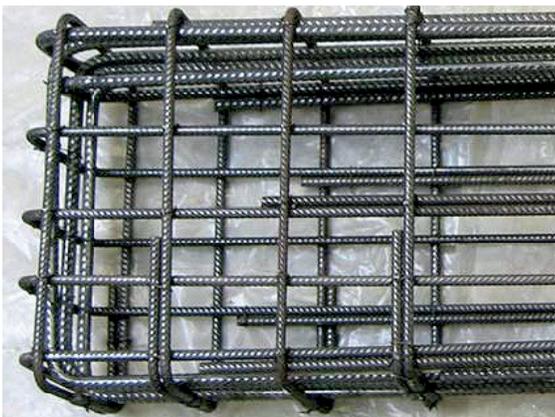


Bild 2: Herkömmliche Konsolbewehrung (links) bzw. mit hochfestem Verbund (rechts)

**3. DURCHFÜHRUNG DER VERSUCHE**

Bei der Herstellung der Versuchskörper lag der Zeitvorteil für den Einbau der Bewehrung bei etwa 40 % zu Gunsten der Konsolen mit gerade endender HFV-Bewehrung.

Für die Belastung wurde die Prüfmaschine PZW 2 x 450 kN von der Fa. BC Test Tec GmbH verwendet. Sie ist mittig in der Halle des Baustoffkundelabors der Hochschule Augsburg angeordnet und bot somit viel Platz zum Ein- und Ausbau der Prüfkörper. **Bild 3** zeigt die Versuchsanordnung.

der fertig gebogenen Schlaufen und Bügel war es nur schwer bzw. nicht möglich, den Bewehrungskorb laut Bewehrungsplan herzustellen, so dass vereinzelt Stäbe nochmals neu gebogen werden mussten.

Auch die Materialersparnis ist leicht nachzuvollziehen. Während für die Zuggurtbewehrung Schlaufen mit einer Gesamtablänge von 3,50 m nötig waren, wurde in den Bewehrungskorb mit geraden HFV-Stäben eine Länge von 1,15 m eingebaut. Die Ersparnis der Stahlmenge liegt bei den Zuggurten somit bei 70 %.

logischen Vorteilen. Dies gilt auch für zahlreiche andere Anwendungen bei konstruktiven Fertigteilen, bei denen nur geringe Verankerungslängen zur Verfügung stehen, die bisher mit Paketen von Verankerungsschlaufen versehen werden müssen. So können beispielsweise auch ausgeklinkte Auflager mit geraden HFV-Stäben einfacher und wirkungsvoller bewehrt werden als mit herkömmlicher Bewehrung.

Bild 3: Versuchsaufbau der Konsolver-suche



Bild 4: Bruchbild einer Konsole mit HFV-Zugbandbewehrung

**4. ERKENNTNISSE AUS DEN KONSOLVERSUCHEN**

Der Vorteil der Verankerung mit geraden Stabenden hatte sich bereits bei der Herstellung der Bewehrungskörbe bestätigt. Es konnte eine Zeitersparnis bei der Herstellung mit HFV-Bewehrung gegenüber der BSt-Bewehrung von etwa 40 % erreicht werden. Mit der Toleranz

Die Versuche bestätigten weiterhin, dass die mit HFV-Bewehrung ausgestatteten Konsolen eindeutig in Folge der schrägen Druckstrebe versagten; die Verankerung unter der Lasteinleitungsplatte blieb dabei völlig intakt (**siehe Bild 4**).

Die Verwendung von HFV-Bewehrung führt hier also in jedem Fall zu wirtschaftlichen und techno-



## Neuartige Verbindungen von Stahlbetonwänden und -platten mit Bewehrung mit hochfestem Verbund

### 1. EINLEITUNG

Im Rahmen eines von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** geförderten Forschungsprojekts wurden u. a. auch sechs Durchstanzversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund durchgeführt. Der Forschungsbericht über das gesamte Forschungsprojekt sowie eine zugehörige Kurzinformation stehen im Internet unter [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de) zur Verfügung. Einer der besonderen Vorteile der Bewehrung mit hochfestem Verbund besteht in ihrer extrem kurzen Verankerungslänge. Dies ermöglicht völlig neuartige, vorteilhafte Anwendungsmöglichkeiten. Im Folgenden wird dies an Hand von innovativen Bewehrungsverbindungen für Stahlbetonwände und -platten in Ortbeton- und auch in Fertigteilbauweise beispielhaft gezeigt.

### 2. WAND- UND PLATTENANSCHLÜSSE IM ORTBETON

Stahlbetonwände werden vorzugsweise mit Betonstahlmatten bewehrt. Diese sind zwar teurer als Betonstahlstäbe, diese Materialmehrkosten werden aber mehr als ausgeglichen durch den schnelleren Einbau der Bewehrungsmatten. Der Vorteil dieser Bewehrungsform findet jedoch seine Grenzen beispielsweise im Bereich von Wandecken, da sich an dieser Stelle die Matten kreuzen müssten; die Matten können jedoch nicht ineinander gesteckt werden.

Deshalb müssen die Matten vor den Wandecken enden. Zur kraftschlüssigen Verbindung der beiden Wände untereinander werden die Bewehrungsmatten in der Regel gemäß **Bild 1** durch Steckbügel ergänzt. Die U-förmigen Bügel sind

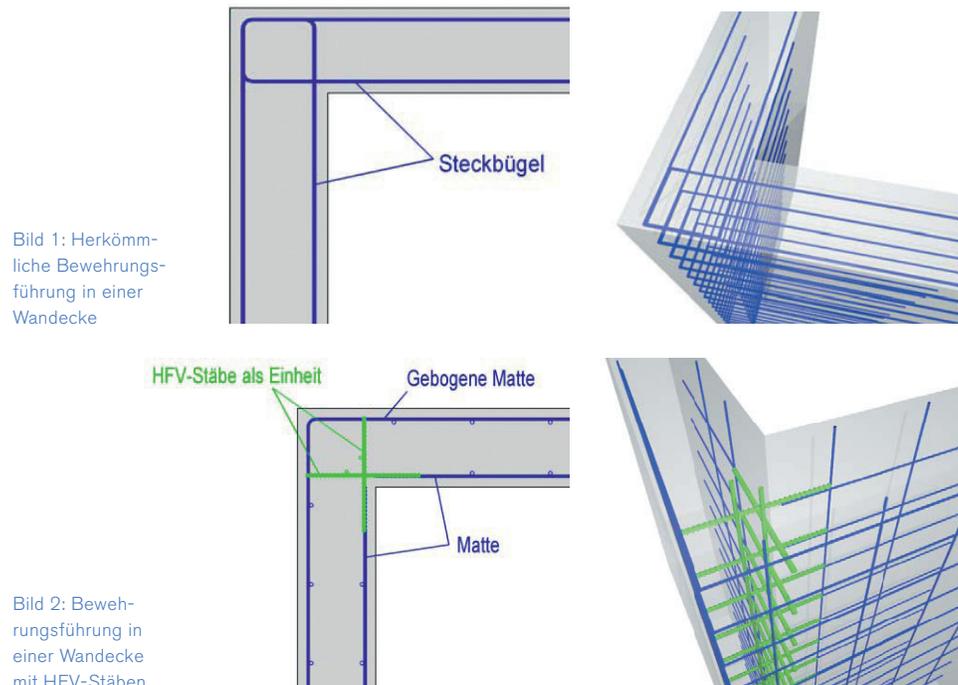


Bild 1: Herkömmliche Bewehrungsführung in einer Wandecke

Bild 2: Bewehrungsführung in einer Wandecke mit HFV-Stäben

erforderlich, um die Betonstahl-Bewehrungsstäbe ausreichend zu verankern. Diese Bewehrungsführung hat den Nachteil, dass auf der Baustelle viele Einzelteile verarbeitet werden müssen, wodurch im Verhältnis zur verarbeiteten Bewehrung ein vergleichsweise großer Zeitaufwand entsteht. Dieser wirkt sich sowohl in der Bauzeit als auch in den Lohnkosten nachteilig aus.

An diesem Punkt kann Bewehrung mit hochfestem Verbund vorteilhaft eingesetzt werden. In Folge ihrer sehr guten Verankerung im Beton reicht es bei der Verwendung von HFV-Stäben aus, diese an den Innenseiten der Wandecke mit geraden Enden in die jeweils anschließende Wand zu führen. Zweckmäßiger Weise werden diese Stäbe für die vorliegende Anwendung sinngemäß zur Durchstanzbewehrung bzw. zur Querkraftbewehrung durch einen verbindenden Querstab zu größte-

ren Einheiten von bis zu ca. 1,50 m Länge zusammengefügt. **Bild 1** zeigt eine Prinzipdarstellung dieser Bewehrungsform für Wandecken. Die Außenseite der Wandecke wird vorteilhaft mit gebogenen Betonstahlmatten bewehrt.

Bei der Verwendung solcher Bewehrungseinheiten wird weniger Stahl benötigt als bei der herkömmlichen Bewehrungsform. Ein noch größerer Vorteil besteht allerdings darin, dass die neuartigen Bewehrungseinheiten sehr viel schneller eingebaut werden können als die herkömmliche Bewehrung und nicht zusätzlich gebogen werden müssen.

Mit Hilfe von HFV-Bewehrung kann beispielsweise eine 3 m hohe Wandecke mit fünf Bewehrungselementen statt wie bei herkömmlicher Bewehrung mit 40 (!) bewehrt werden. Es liegt auf der Hand, dass dadurch auf den Baustellen viel Zeit eingespart werden kann (**Bild 2**).

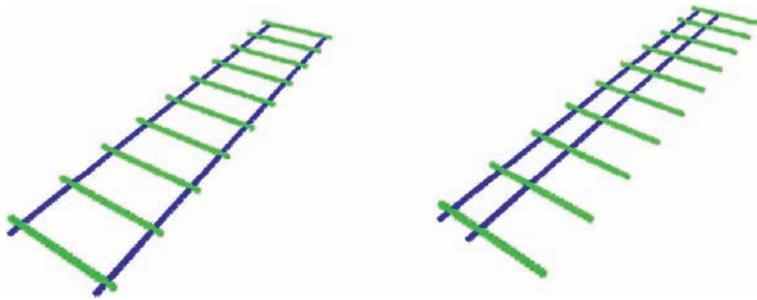


Bild 3: Beispielhafte Formen für HFV-Bewehrungseinheiten

Das obere Bild zeigt beispielhaft zwei Formen von HFV-Bewehrungseinheiten für vergleichbare Einsatzmöglichkeiten.

Die aufgezeigten Vorteile können sinngemäß auch für den Anschluss von Wänden verwendet werden, die in eine durchgehende Wand münden, indem statt herkömmlicher Steckbügel Bewehrungseinheiten von HFV-Stäben gemäß Bild 3 verwendet werden. Weiterhin können nach dem gleichen Bewehrungsprinzip auch Kreuzungspunkte von Stahlbetonwänden günstiger gestaltet werden als mit herkömmlicher Bewehrungsform wie bei Wand-

ecken wird in der Praxis vorzugsweise auch für den Anschluss von Außenwänden auf Gründungsplatten gewählt, nämlich Steckbügel in der

und auch als Wandanschlussbewehrung. Aus konstruktiven Gründen wird die Gründungsplatte meistens über die Außenkante der Außenwände verlängert, um günstige Verhältnisse für die Entwässerung und eine Aufstandsfläche für die Wandaußenschalung zu erhalten. In diesen häufigen Fällen werden die Steckbügel der Gründungsplatte gerne an der Stirnseite der Platte angeordnet, Bild 4. Diese Bewehrungsführung weist nicht nur den bereits zuvor aufgezeigten Nachteil auf, dass viele Steckbügel mit entsprechend hohem Lohnkostenaufwand zu verlegen sind, sondern ist vielmehr

nicht geeignet, in diesem Bereich nach den einschlägigen Regeln eine ausreichende Standsicherheit zu gewährleisten. Die Erddruckbelastung der Außenwand und die Bodenpressungen der Gründungsplatte (ggf. ergänzt durch Wasserdruk) erzeugen Biegemomente, die in der Ecke in beiden Bauteilen außen Zugspannungen erzeugen. Für diese Beanspruchung weisen die Steckbügel jedoch in der Regel keine ausreichende Übergreifung auf. Selbst wenn der vertikale Abschnitt der Steckbügel in die Ebene der äußeren Schenkel der Wandsteckbügel verlagert wird, ist meistens keine ausreichende Übergreifung zu erreichen.

Sowohl aus Gründen der Verlegkosten als auch der Tragfähigkeit ist es in solchen Fällen geboten, eine durchgehende Rahmeneckbewehrung zu verlegen – am günstigsten in Form von Matten. Um die jeweilige Feldbewehrung der Gründungsplatte sowie der Außenwand in der gemeinsamen Rahmenecke zuverlässig zu verankern, werden bislang ergänzend Rundstäbe mit Haken angeordnet.

Gegenüber dieser Lösung können mit den im Bild 5 dargestellten Bewehrungseinheiten mit hochfestem Verbund eindeutige Vorteile erreicht werden: Da diese Bewehrung nur gerade, deutlich kürzere Stäbe erfordert, ist die zu verlegende Bewehrungsmenge geringer; weiterhin kann sie sehr viel schneller verlegt werden, wenn die Bewehrung mit hochfestem Verbund in vorgefertigten Einheiten zur Verfügung gestellt wird.

Bild 4: Beliebte, aber ungeeignete Form der Bewehrungsführung im Eckbereich zwischen Gründungsplatte und aufgehender Außenwand

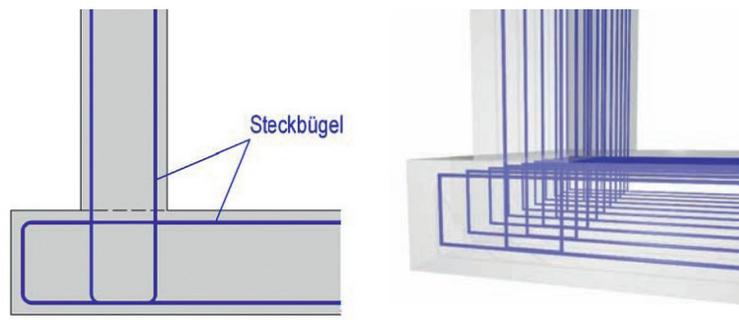
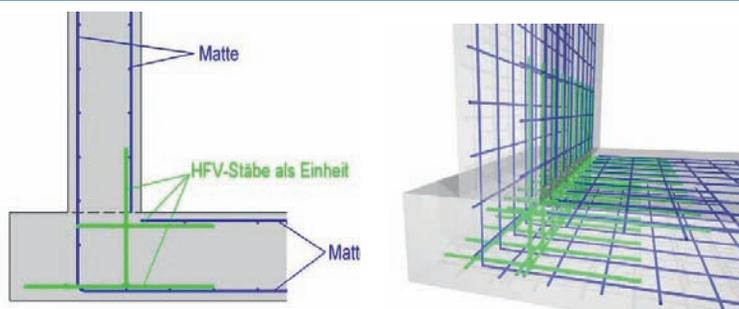


Bild 5: Vorteilhafte Bewehrungsführung im Eckbereich zwischen Gründungsplatte und aufgehender Außenwand mit HFV-Bewehrungseinheiten



### 3. VERBINDUNG VON FERTIGTEIL-WANDELEMENTEN

Die sehr kurzen Verankerungs- und Übergreifungslängen der Bewehrung mit hochfestem Verbund erlauben auch vorteilhafte Bewehrungsverbindungen von Fertigteil-Wandelementen. Sie haben gegenüber allen vergleichbaren Systemen den Vorteil, dass auf der Baustelle im Regelfall keinerlei Maßnahmen wie Rückbiegen oder sonstiges Rückverformen erforderlich wird. **Bild 6** zeigt den Schnitt durch eine vergossene Fuge zwischen zwei Wandelementen mit dem Übergreifungsstoß aus Bewehrung mit hochfestem Verbund. Die HFV-Stäbe in den Verwahrungskästen können demnach in den angrenzenden Wandelementen höhengleich angeordnet werden. Dies gewährleistet eine einfache und einwandfreie Montage auf der Baustelle. Bei Bedarf können einzelne Elemente sogar auf Lücke montiert werden, indem sie von oben eingefahren werden. Denkbar sind ansonsten auch Lösungen, bei denen völlig

gleichartige Bewehrungselemente mit antimetrischer Stabanordnung oder übereinander liegenden Stäben verwendet werden. Da die HFV-Stäbe vor dem Zusammenfügen der Wandelemente ein paar Zentimeter aus der Wandstirnseite herausragen, ist es zweckmäßig, den einzubetonierenden (profilierten) Blechverwahrungskasten durch eine Kunststoffschürze zu ergänzen, die die über die Stirnfläche herausragenden Stäbe beim Transport schützt.

Da die Wandelemente liegend gefertigt werden, können – wie **Bild 7 illustriert** – leicht Abschaalelemente entwickelt werden, die Raum bieten für diese wenige Zentimeter aufragenden Schutzkästen.

Im Gegensatz zu den meisten marktüblichen Fugenverbindungen können die hier vorgestellten auch ohne irgendwelche Zusatzarbeiten in Wandelementen für Schlusslücken – beispielsweise für zwischen Stützen angeordnete Wände – angeordnet werden.

### 4. SCHLUSSBEMERKUNG

Von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** wurde ein Forschungsprojekt des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Hochschule Augsburg gefördert, in dem zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten einer innovativen Bewehrungsform mit hochfestem Verbund mit insgesamt 93 Versuchen erfolgreich untersucht wurden.

Der vorliegende Aufsatz zeigt am Beispiel von Bewehrungsverbindungen für Stahlbetonwände und -platten in Ortbeton- und auch in Fertigteilbauweise, dass mit dieser innovativen Bewehrungsform eine Fülle neuartiger, vorteilhafter Stahlbetonkonstruktionen möglich ist.

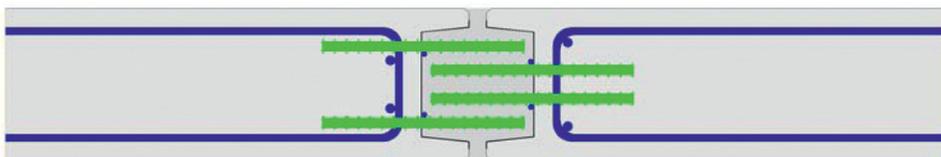


Bild 6: HFV-Fugenverbindung von Fertigteilwänden

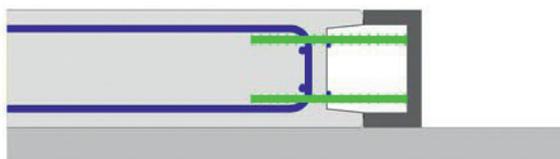


Bild 7: HFV-Wandanschlüsse in der Schalung

## Zum Tragverhalten von Durchstanzbewehrungen – ein Vergleich zwischen Doppelkopfkankern und Bewehrung mit hochfestem Verbund

### 1. EINLEITUNG

Im Rahmen eines von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** geförderten Forschungsprojekts wurden u. a. auch sechs Durchstanzversuche mit Bewehrung mit hochfestem Verbund durchgeführt. Der Forschungsbericht über das gesamte Forschungsprojekt sowie eine zugehörige Kurzinformation stehen im Internet unter [www.kki-augsburg.de](http://www.kki-augsburg.de) zur Verfügung. Die

mit hochfestem Verbund ist sehr anschaulich in den Schnittbildern der Versuchsplatten zu erkennen. Wie an Hand von **Bild 1** gut nachvollzogen werden kann, ist zunächst der Ansatz eines typischen Durchstanzrisses nahe am Auflager entstanden. Er konnte sich jedoch nicht schräg nach oben weiter entwickeln, sondern wurde von den ersten Ankern mit ihrem hochfesten Verbund zum Fußpunkt abgelenkt. Danach wollte

Ankern abgelenkt wurde. Dies wiederholte sich bei der im **Bild 1** dargestellten Versuchsplatte noch weitere drei Mal.

HFV-Anker führen also mit ihrem hochfesten Verbund zu hoch wirksamen Verbundankern, bei denen zusätzlich der Betonmantel der Stahlanker aktiviert ist; dieses Verbundsystem erlaubt nicht, dass Risse bis zum Anker vordringen können. Nachdem durch den beschriebenen Vorgang die Biegedruckzone außer Kraft gesetzt worden war, stellte sich noch ein Sekundärtragssystem ein, das im **Bild 2** (für die andere Hälfte der gleichen Versuchsplatte) dargestellt ist. Weitere Einzelheiten zu diesem Sekundärtragssystem können im o. g. Forschungsbericht nachgelesen werden. Dieses Sekundärtragssystem, dessen Wirkung auch in den im **Bild 3** wiedergegebenen lastabhängigen Verformungsverläufen als weitere Laststeigerung nach dem ersten Versagen gut zu erkennen ist, trägt wesentlich mit dazu bei, dass die Versuchsplatten nicht spröde, sondern eher duktil versagten.

Bild 1: Schnittbild der Versuchsplatte 20-II

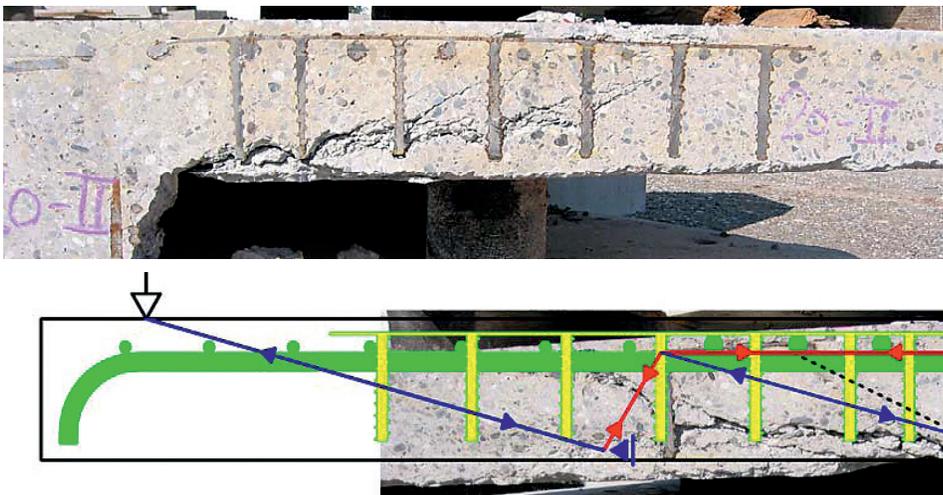
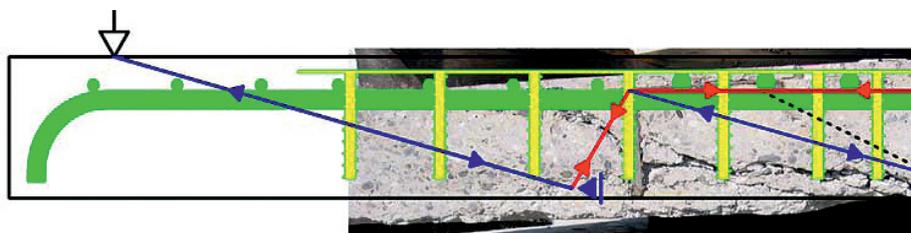


Bild 2: Sekundärtragssystem der Platte 20-II



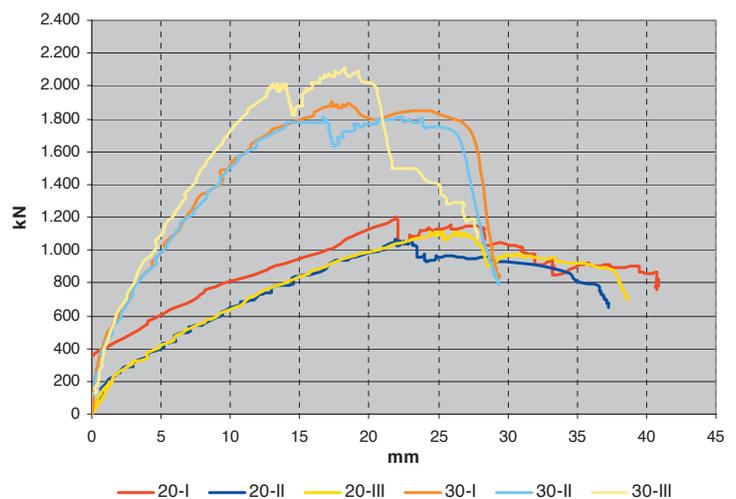
durchgeführten Durchstanzversuche erlaubten mit Hilfe der Rissbildanalyse eine zuverlässige Beurteilung des Tragverhaltens dieser Konstruktion. Da die Versuche die besten Tragfähigkeitseigenschaften aller bekannten Systeme bestätigten, war von besonderem Interesse, wie sich dieses Tragverhalten unterscheidet von demjenigen von Platten mit Doppelkopfkankern als Durchstanzsicherung, dem bislang in der Praxis am häufigsten eingesetzten System.

sich rechts der ersten Anker wiederum ein Durchstanzriss einstellen, der aber gleichfalls von den nächsten

### 2. DAS TRAGVERHALTEN VON BEWEHRUNG MIT HOCHFESTEM VERBUND

Der typische Verlauf des Bruchvorgangs bei Systemen mit Bewehrung

Bild 3: Lastabhängiger Verlauf der Plattendurchbiegungen

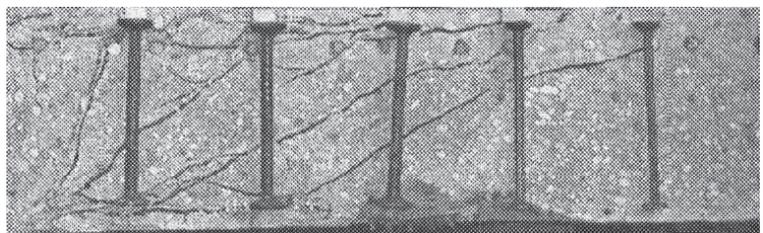
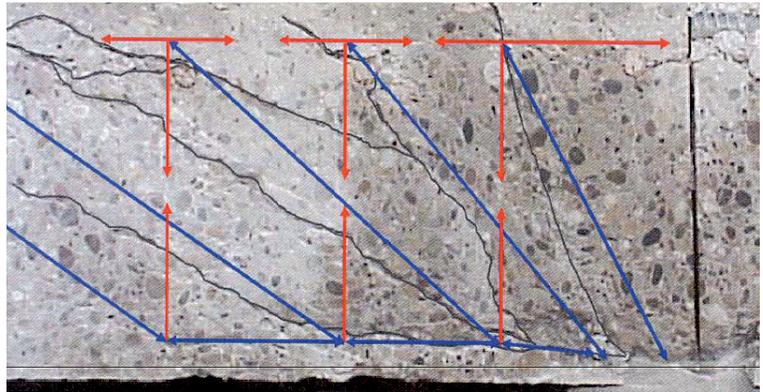


### 3. RISSBILDANALYSE FÜR SYSTEME MIT DOPPELKOPFANKERN

Für diese Analyse werden die folgenden beiden Bilder von Versuchskörpern mit Doppelkopfankern verwendet. **Bild 4** zeigt einen Plattenausschnitt, bei dem sich die Stütze am rechten Bildrand befindet; die vertikalen roten Pfeile geben die Lage der eingebauten Doppelkopfanker wieder. Im **Bild 5** fällt die Stützenachse mit dem linken Bildrand zusammen.

In beiden Bildern kann zunächst übereinstimmend festgestellt werden, dass von den Auflagerrändern keine typischen Durchstanzrisse ausgehen, die ja unter 30 bis 35° geneigt sein müssten. Vielmehr verlaufen die von der Unterstützung ausgehenden Risse viel steiler und führen zu den beiden nächst gelegenen oberen Ankerköpfen. Im **Bild 4** geht ein derartiger Riss in Richtung der Auflagerfläche auch noch vom dritten Anker aus, entwickelt sich jedoch nicht vollständig bis zum Auflager; er hört vielmehr etwa beim zweiten Anker auf. Diese Risse sind ganz offensichtlich aus der Spaltzugwirkung der konzentrierten Druckkrafteinleitung an den Ankerköpfen entstanden und folgen jeweils der geneigten Druckstrebe.

Gleichfalls übereinstimmend gehen in beiden Bildern von den Fußpunkten der jeweils ersten beiden Anker neben dem Auflager Risse aus, die mit einer Neigung von etwa 30° nach oben verlaufen und damit typische Durchstanzrisse darstellen. Bei allen diesen flach geneigten Rissen ist zu erkennen, dass sie im Bereich der Ankerfüße zunächst randparallel verlaufen, bevor sie vom Rand des jeweiligen Ankerfußes der



geneigten Richtung folgen.

Nur in einem einzigen Fall – nämlich über dem ersten Anker neben der Stütze im **Bild 4** – verläuft ein Riss in der Weise bis zur Oberfläche der Platte, dass er auch aus einem Biegeriss entstanden sein könnte. Es handelt sich hierbei aber um einen Riss, der vom Auflager zum oberen Ankerkopf führt und somit im Zweifelsfall sicher auch ohne vorhandenen Biegeriss entstanden wäre.

Aus dieser Situation muss gefolgert werden, dass sich auch bei diesen Versuchen die maßgeblichen Risse nicht von der Plattenoberseite aus den Biegerissen entwickelt haben, sondern vielmehr ihre Ausgangspunkte wie bei den vorliegenden Versuchen mit HFV-Ankern in der unten liegenden Druckzone haben. Dies lässt sich zweifelsfrei aus den beiden Rissen ablesen, die im **Bild 5** vom ersten bzw. zweiten Ankerfuß nach oben verlaufen:

Bild 4 (oben):  
Versuchskörper mit  
drei Reihen von  
Doppelkopfankern

Bild 5 (unten):  
Versuchskörper mit  
fünf Reihen von  
Doppelkopfankern

Nachdem sie jeweils die beiden folgenden Anker gekreuzt und dadurch deren Tragwirkung aktiviert hatten, ging ihnen buchstäblich die Luft aus; sie wechselten in eine flachere Richtung und endeten jeweils im Bereich des dritten Folgeankers und reichen in keinem Fall bis zur Plattenoberfläche.

Da die von den Auflagerrändern ausgehenden Risse stets zu oberen Ankerköpfen führen, muss davon ausgegangen werden, dass diese Risse erst entstanden, als diese Ankerköpfe große konzentrierte Druckkräfte einleiteten. Dies wiederum setzt voraus, dass die Anker als Zugstreben aktiv waren, was wiederum erst zu Stande kommt, wenn der Beton im Schaftbereich der Anker gerissen ist. Somit ist es äußerst wahrscheinlich, dass als Ers-

tes die von den unteren Ankerköpfen ausgehenden flacher geneigten Risse entstanden.

Da diese Risse nicht von der Oberseite der Platte, sondern eindeutig jeweils vom Bereich der Ankerfüße in der Biegedruckzone ausgehen, muss ihre Ursache im Zusammenwirken der Biegedruckspannungen mit den Ankerfüßen begründet sein. Es ist allgemein bekannt, dass quer verlaufende Bewehrung in Druckzonen Spaltzugwirkungen verstärken kann; ein typisches Beispiel sind die Auflagerbereiche von Scheiben, bei denen aus diesem Grund die Zugbandbewehrung nicht mit stehenden Haken verankert werden soll.

Im vorliegenden Fall muss daher davon ausgegangen werden, dass die Wirkung der Spaltzugspannungen in der Druckzone durch die in der Druckrichtung liegenden Ankerfüße verstärkt wird und zunächst im unmittelbaren Ankerfußbereich zu randparallelen Spaltrissen führt. Neben den Ankerfüßen werden zusätzlich die geneigten Steg-Hauptzugspannungen wirksam und die Risse schwenken rechtwinklig zu diesen Spannungen nach oben.

**4. QUALITATIVE SPANNUNGSANALYSE IM BEREICH DER ANKERFÜSSE**

Eine genauere Betrachtung des Spannungszustandes im Bereich der Ankerfüße gemäß Bild 6 zeigt, dass es insgesamt drei sich überlagernde Einflüsse gibt, die die Spaltwirkung der Ankerfüße begründen. Zum einen resultieren aus den randparallelen, hohen Biegedruckspannungen in Folge der Querkontraktion Querspannungen. Diese führen in der Nahtstelle zwischen Beton und

Sohlfläche der Ankerfüße bei geringerer Belastung zur Rissbildung als im ungestörten Betongefüge. Selbst wenn noch keine Risse entstanden sind, die zur vollständigen Umlagerung der Stegzugspannungen in die Ankerschäfte führen, muss davon ausgegangen werden, dass die Anker auf Grund ihrer deutlich größeren Steifigkeit gegenüber dem umgebenden Beton bereits konzentriert Zugkräfte aufnehmen. Diese Zugkräfte müssen von den Ankerfüßen im Beton verankert werden. Von einbetonierten Spannankern und anderen ähnlichen D-Bereichen weiß man, dass sich bei solchen Verankerungen

die Tendenz verstärkt, dass sich die Sohlflächen der Ankerfüße vom anschließenden Beton trennen und dadurch die Betondruckzone gespalten wird. Zusätzlich wird auch der Beton über den Ankerfüßen zusammengedrückt und verformt sich. Damit kann die zunächst aus dem Rissverlauf abgeleitete Systemschwächung durch die Ankerfüße auch theoretisch mit mehreren Faktoren begründet werden.

Der ungünstige Einfluss der Ankerfüße kann indirekt auch darin abgelesen werden, dass die ersten Spaltzugrisse nicht an der Stelle der größten Druckspannungen – näm-

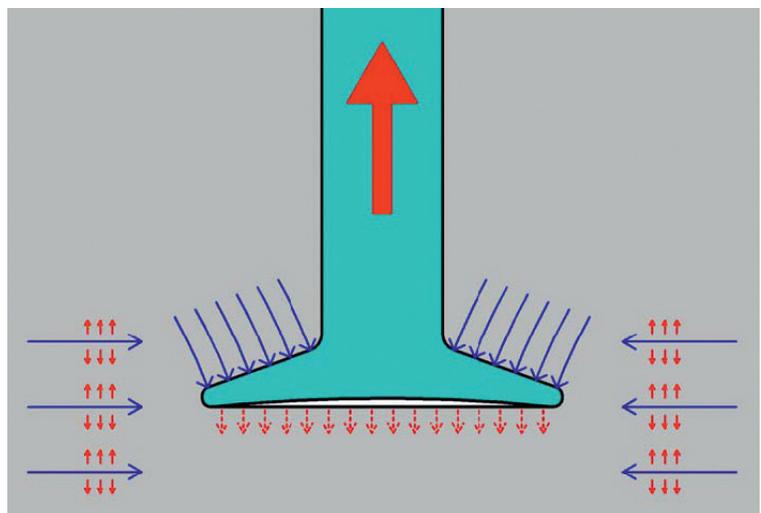


Bild 6: Spannungszustand im Bereich der Ankerfüße

Rückhängekräfte einstellen, die im Zustand I nahezu die halbe Ankerkraft erreichen. Diese hohen Rückhänge-Zugspannungen führen nach dem Überschreiten der Adhäsion zu einem Trennriss zwischen Ankerfußsohle und dem darunter liegenden Beton.

Schließlich bewirken die Druckspannungen, die an der Oberseite der Ankerfüße in den Beton geleitet werden, einerseits eine Biegeverformung der Ankerfüße, die zusätzlich

lich am Auflagerrand – entstehen, sondern im Bereich der Ankerfüße. Da die Biegedruckspannungen zum Auflager hin zunehmen, muss davon ausgegangen werden, dass als erstes der Riss an dem Ankerfuß entstand, der am nächsten beim Auflager liegt. Ein weiteres eindeutiges Indiz für die Spalt fördernde Wirkung der

Ankerfüße bieten die Bereiche um die Füße der dritten und vierten Ankerreihe im **Bild 5**: Hier wurde der Beton unter den Ankerfüßen vollständig abgespalten.

Der vom ersten Ankerfuß ausgehende Riss hat die weitere Aufnahme der Stegzugspannungen durch den Beton im Bereich der zweiten Ankerreihe unterbunden; die Aufhängekräfte dieses Bereichs werden vollständig vom zweiten Anker übernommen und über den oberen Ankerkopf mit einer konzentrierten geneigten Druckstrebe zum Auflager geleitet. Erst wenn diese Druckstrebe zu einem Spaltzugriss führt, wird auch der dem Auflager nächstgelegene Anker voll aktiviert und es entsteht schließlich – ausgehend von dessen oberem Kopf – ein steiler Spaltriss zum Auflager, der das endgültige Versagen des Systems begründet.

Der Spaltbruch an den Füßen der zweiten Ankerreihe dürfte sich einstellen, wenn durch die weiter gesteigerte Belastung hier die gleich großen Druckspannungen erreicht werden, die zuvor bei der ersten Ankerreihe den Spaltbruch auslösten. Wenn sich der daraus resultierende geneigte Stegriss eingestellt hat, wirkt im gesamten Ankerbereich ein Fachwerk aus Ankerzugstreben und Druckstreben, die entweder direkt zum Auflager oder aber zu auflager-näheren Ankerfußpunkten gerichtet sind. Das System versagt entweder durch Bruch der Anker als reines Zugglied oder in Folge der Abspaltung der Platte vom Auflager durch den steil verlaufenden Spaltriss unmittelbar neben dem Auflager, der durch keinen querenden Anker gesichert ist.

Populärwissenschaftlich ausgedrückt verursachen die Doppelkopfanke frühzeitig einen Schaden, indem sie die Druckzone spalten und reparieren diesen anschließend zunächst wieder, indem sie die Zugstreben eines Fachwerk-Ersatzsystems bilden. Dann führen sie zum Versagen, indem sie konzentrierte Druckkräfte einleiten, die den Beton spalten.

##### 5. UNTERSCHIEDE IM TRAGVERHALTEN

Vergleicht man nun dieses Trag- bzw. Bruchverhalten mit demjenigen, das zuvor aus den mit HFV-Ankern durchgeführten Durchstanzversuchen abgeleitet werden konnte, so stellt der Beginn des Versagens bereits einen ersten wesentlichen Unterschied dar. Wie durch den Vergleich mit den gleichzeitig höheren Druckspannungen am Auflager eindeutig belegt ist, schwächen die Ankerfüße der Doppelkopfanke durch ihre Spaltfördernde Wirkung die Biegedruckaufnahme der Platte entscheidend. Dieser Einfluss ist bei HFV-Ankern nicht gegeben. Von daher ist die bereits aus den Versuchsergebnissen abgeleitete höhere Tragfähigkeit von Platten, die mit HFV-Ankern gesichert sind (Erhöhungsfaktor 2,1) gegenüber Platten mit Doppel-

kopfanke (Erhöhungsfaktor 1,9) auch theoretisch begründet.

Im weiteren Belastungsverlauf werden Doppelkopfanke auf Grund des geringen Verbundes ihrer Schäfte mit dem Beton weitgehend als reine Stahlzugglieder aktiviert. HFV-Anker führen dagegen mit ihrem hochfesten Verbund zu hoch wirksamen Verbundankern, bei denen zusätzlich der Betonmantel der Stahlanke aktiviert ist, wie dies im **Bild 7** veranschaulicht ist. Dadurch können die in der Biegedruckzone entstehenden Spaltrisse nicht in den Steg eindringen. Bei allen sechs durchgeführten Versuchen wurde der Versagensbeginn durch ein komplettes Abspalten der Druckzone begleitet. Ein daraufhin wirksam werdendes Sekundärtragsystem ist in der Lage, diese Bruchlast zu halten (in einem Fall sogar zu steigern), so dass hier die Tendenz zu einem duktilen Verhalten gegeben ist.

Bild 7: Versuchskörper mit modellhaft dargestellten Verbundankern



#### 6. SCHLUSSBEMERKUNG

Von der **Regionalen High-Tech-Offensive Bayern** wurde ein Forschungsprojekt des Kompetenzzentrums Konstruktiver Ingenieurbau der Hochschule Augsburg gefördert, in dem zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten einer innovativen Bewehrungsform mit hochfestem Verbund mit insgesamt 93 Versuchen erfolgreich untersucht wurden.

Die durchgeführten Untersuchungen bestätigen, dass Bewehrung mit hochfestem Verbund u. a. eine kostengünstig herzustellende und einfach einzubauende Durchstanzbewehrung darstellt, die von allen bislang bekannten Systemen

die höchste Tragfähigkeit erreicht. Letzteres beruht auf der Tatsache, dass die Bewehrung mit hochfestem Verbund hoch wirksame Verbundanker erzeugt, die das Entstehen von Spaltrissen im Stegbereich unterbinden.

Mit Hilfe der Rissbildanalyse konnte nicht nur das Tragverhalten der innovativen Konstruktion, sondern auch für Systeme mit Doppelkopfkankern widerspruchsfrei beschrieben werden. Die Gegenüberstellung des Tragverhaltens begründet die in den durchgeführten Versuchen festgestellte höhere Tragfähigkeit der HFV-Anker gegenüber Doppelkopfkankern anschaulich.

## Bericht über F+E-Tätigkeiten im Kompetenzzentrum für Konstruktiven Ingenieurbau (KKI) an der Hochschule Augsburg, Abteilung Baustoffe

### I. ENTWICKLUNG EINER BELASTUNGSANORDNUNG ZUR PRÜFUNG DER BELASTBARKEIT VON BODENKONSTRUKTIONEN IN EINKAUFSZENTREN

Zur Abwicklung zweier Aufträge zur Begutachtung von Schäden in größeren Einkaufszentren (Auftraggeber waren die Landgerichte Ulm und München I) wurde am KKI eine Belastungseinrichtung entwickelt. Über diese können Flächenlasten von bis zu  $30 \text{ kN/m}^2$ , Einzellasten von bis zu  $25 \text{ kN}$  und Bodenpressungen von bis zu  $30 \text{ N/mm}^2$  vor Ort simuliert werden. Die jeweiligen

Last-/Einsenkungs-Diagramme werden vor Ort direkt am PC über Wegaufnehmer und Kraftmessdosen ausgewertet.

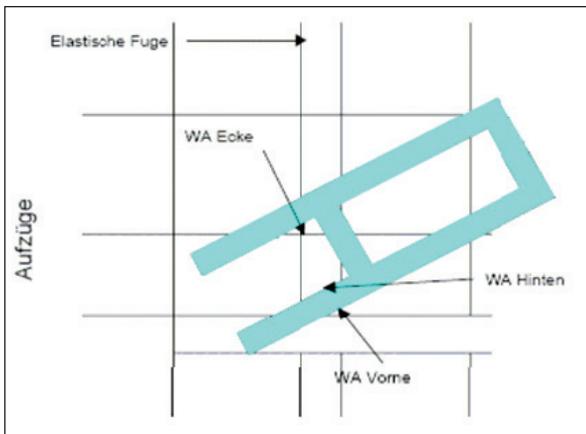
Die Belastungseinrichtung konnte bisher an drei Objekten mit einem Drittmittelerlös von  $6.000 \text{ €}$  erfolgreich eingesetzt werden. Die Methode wurde in mehreren Fachvorträgen vorgestellt und bereits mehrfach von potentiellen Kunden angefragt.



Prof.  
Manfred Schnell

**Dauer des Projektes:**  
1 Jahr

**Art des Projektes:**  
Technologietransfer



Laststellung

Belastungseinrichtung, eingesetzt in einem Einkaufszentrum



**2. PRAXISORIENTIERTE VERSUCHE MIT UMFANGREICHEM MESSPROGRAMM ZUM MATERIALVERHALTEN VERSCHIEDENER ESTRICH-REZEPTUREN FÜR EINEN MITTELSTÄNDISCHEN ESTRICHVERLEGE BETRIEB**

Zwischen Juni und Mai 2008 wurden an insgesamt 6 Estrichflächen Verwölbungsmessungen und Untersuchungen zur Festigkeitsentwicklung verschiedener neuartiger Estrich-Rezepturen im KKI durchgeführt.

Der entsprechende Prüfbericht ist in Arbeit. Die Messungen enden mit der Bestätigungsprüfung an den letzten Estrichen Mitte Juni 2008.

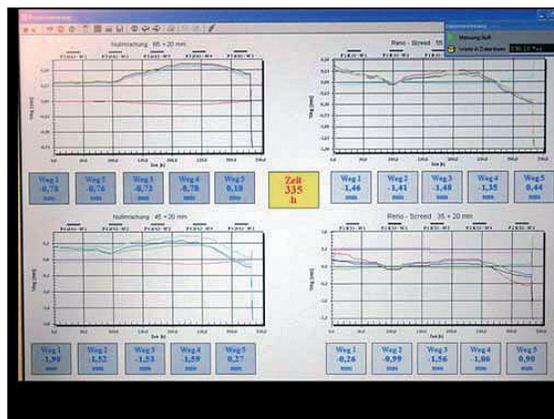
Inwieweit ein Fachaufsatz hierüber erstellt werden kann, ist vom Auftraggeber aus Geheimhaltungsgründen noch nicht entschieden. Möglicherweise werden einzelne Rezepturen bzw. Verfahren patentiert bzw. zum Patent angemeldet, so dass derzeit noch nicht darüber berichtet werden kann.



Versuchsfeld mit Meßapparaturen



laufende Auswertung der Versuche

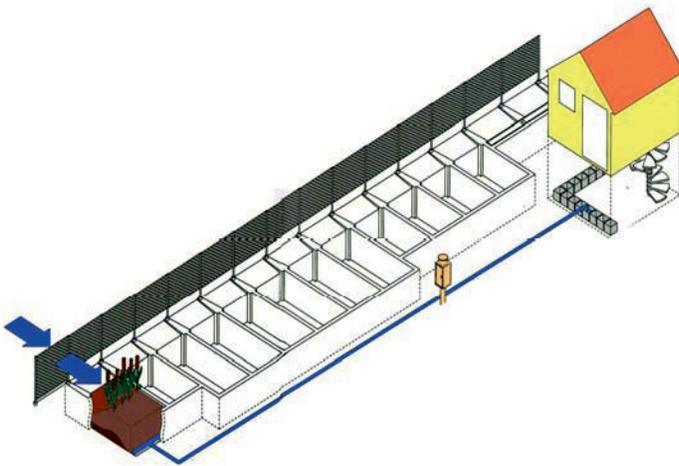


## Freilandversuchsanlage zur Regenwasserversickerung

Die Stadt Augsburg errichtete 1996 mit finanzieller Beteiligung des Freistaates Bayern eine Freiland-Lysimeter-Anlage zur oberirdischen Versickerung von Niederschlagswasser an einer stark befahrenen Gemeindeverbindungsstraße. Wichtigste Ziele der Forschungsarbeiten waren insbesondere, Erfahrungen über die Abbaufähigkeit verschiedener Bodenschichten hinsichtlich der Schadstoffe im abfließenden Regenwasser zu sammeln und neue Wege zur alternativen Straßenentwässerung zu beschreiten. Seit Abschluss und Auswertung der umfangreichen Arbeiten steht die Versuchsanlage der Fachhochschule Augsburg mit neuen Nutzungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Anlage besteht aus

und zwölf Stahlbetonbecken mit 2 m Breite, 1,10 m Tiefe, die vom Straßenrand aus 3 m oder 4 m weit in das Gelände reichen. Bei den Becken handelt es sich um nicht wägbare, gestört befüllte Gravitationslysimeter.

Abwechselnd ist je ein Becken mit V 4A-Edelstahlblech (Werkstoff-Nr. 1.4571), das andere mit PVC-Platten verkleidet. (Damit konnte ausgeschlossen werden, dass es bei der Analyse von organischen und anorganischen Parametern zu einer Beeinflussung der Messergebnisse durch verschiedene Werkstoffe kommt.) Auch die Dränrohre zum Sammeln des Sickerwassers, die Ableitungsrohre und die Abflussteiler für die Probenahme sind jeweils in diesen Werkstoffen ausgeführt.



Die Ableitungsrohre verfügen über einen Nenndurchmesser von 100 mm (RW DN 100) und werden mit 1% Längsgefälle in einen Messschacht geführt, der sich unter dem Versuchshäuschen befindet. Ein bestimmter, quantifizierbarer Anteil (derzeit 5%) der Filtratzufüsse wird in einem Behälter aufgefangen für die Beprobung; der Rest wird in die Kanalisation gepumpt. Jedes der zwölf Becken verfügt über einen Zu- und Ablauf. Der Abfluss wird über Gefälleleitungen einer unterirdischen Sickerwassersammelstation zugeführt. Dort können Proben genommen werden.

### AUSBAU FÜR WEITERE FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN

Seit 2005 gibt es Bestrebungen der FH mit dem Ziel, das Gelände für weitere Forschungsarbeiten zu nutzen. Hier soll Firmen, Forschungsinstituten und interessierten öffentlichen Einrichtungen die Möglichkeit zu Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Kooperation mit der FH geboten werden. Dabei sollen auch möglichst viele Studenten in den jeweiligen Projektverlauf eingebunden und für die Mitwirkung an innovativer Arbeit begeistert werden. Die an der Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen durchgeführte Diplomarbeit von Frau Dipl.-Ing. Simone Schwarz „Mögliche Nutzungsvarianten für eine bestehende Freiland-Lysimeter-Anlage in Augsburg mit Ausführungsbeispielen“ vom 14. März 2006 zeigte die Nutzungsmöglichkeiten für angewandte Forschungsarbeiten auf dieser Anlage auf und stellte die Ausgangsposition für die Akquisition von Kooperationspartnern dar.



Prof. Dr.-Ing.  
Wolfgang Schulz

**Dauer  
des Projektes:**  
Ende 2007  
bis Ende 2011

**Art des Projektes:**  
Eigenforschung  
der BAST im Auftrag  
des BMVBS

Prof. Dr.-Ing.  
Wolfgang Schulz  
Hochschule  
Augsburg/  
University of Applied  
Sciences Siedlungs-  
wasserwirtschaft  
Baumgartnerstr. 16  
D-86161 Augsburg  
Tel. 0821 5586-3102  
Fax 0821 5586-3110  
wolfgang.schulz@  
hs-augsburg.de

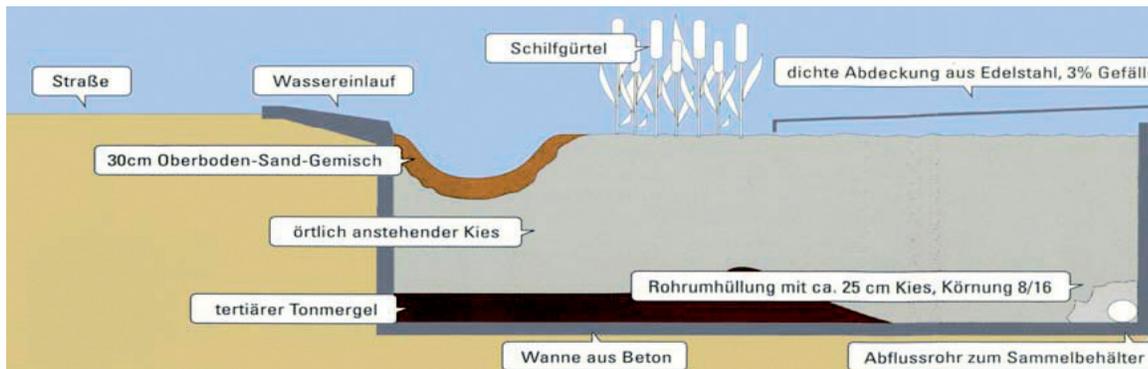


Bild 3: Grabenversickerung mit Schilfgürtel und horizontalem Filter

**VORZÜGE DER ANLAGE:**

- Große, natürliche Bodenausschnitte
- Naturnahe Versuchsbedingungen im Hinblick auf Böden, Niederschlag, Temperatur, Jahreszeiten
- Eine Untersuchung der Ablaufmengen ist möglich.
- Die Anlage ist leicht zugänglich (auch mit schwerem Gerät)
- Ein Umbau oder eine Erweiterung (z.B. eine Überdachung) der Anlage, können vorgenommen werden.

**MÖGLICHE VERSUCHSFELDER:**

- Abfallbehandlung/ Deponietechnik/ Altlastensanierung
- Umweltchemie und Ökotoxikologie, Stofftransportmodelle, Bioakkumulation, Bioabbau
- Land- und Forstwirtschaft
- Bergbauhalden-Rekultivierung
- (Boden-)Hydrologie, Grundwasseranreicherung, Infiltration, Abflussbildung, Filtereffekte, Sorption
- Wasser- und Abwasserbehandlung, Kläranlagentechnik
- Baustoffprüfung unter natürlichen Witterungsbedingungen, Produktentwicklung

**ZUKÜNFTIGE NUTZUNG**

In 2005 kamen erste Gespräche mit der Bundesanstalt für Straßenwesen zustande bezüglich einer Nutzung im Rahmen eines Forschungsprojektes. Bis 2007 wurden bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST), Referat S2: Erdbau, Mineralstoffe in Bergisch

Gladbach Arbeiten im ersten Teil des Forschungsprojektes durchgeführt.

Der Bericht dazu „Effizienz Technischer Sicherungsmaßnahmen bei Einsatz von RC-Baustoffen und industriellen Nebenprodukten im Erdbau – Teilprojekt „Planung und Erprobung großmaßstäblicher Laboruntersuchungen sowie Einrichtung eines Freilandlysimeters zur Kalibrierung“ beschreibt die Ergebnisse. Ein kurzer Auszug aus dem Bericht beschreibt Problematik und Zielsetzung des Projektes: „Die quantitative Durchsickerung von Böschungen teilgesättigter Erddämme infolge von Niederschlägen ist nicht bekannt. Für eine solche Untersuchung sind die Einflüsse der Dammbaustoffe, der Technischen Sicherungsmaßnahmen und der Geometrie der Böschung auf die Sickerwasserraten zu ermitteln. Bei Verwendung schadstoffbelasteter Baustoffe haben u.a. die Sickerwassermengen und deren Verweildauer in den Baustoffen wesentlichen Einfluss auf die Menge der ausgetragenen Schadstoffe.“ und weiter „Ziel des Projektes ist es, einen dringend benötigten Beitrag zur wirtschaftlichen und umweltverträglichen Verwertung schadstoffbelasteter Baustoffe im Erdbau zu leisten. Die für den Erdbau relevanten Baustoffe sind hierbei RC-Baustoffe und industrielle Nebenprodukte, aber auch schadstoffbelastete Böden. Diese Baustoffe sind in der geplanten Verordnung des Bundes

unter dem Begriff „mineralische Abfälle“ zusammengefasst. Aus straßenbautechnischer Sicht handelt es sich jedoch um Baustoffe, an die sich neben den bautechnischen Anforderungen auch umweltrelevante Anforderungen stellen.“ ... „Die Ergebnisse des Forschungsprojektes sollen bisher fehlende Beurteilungsmaßstäbe für den Boden- und Grundwasserschutz für die straßenbauspezifischen Gegebenheiten liefern. Durch die geplante Bundesverordnung zur Verwertung mineralischer Abfälle und den erwarteten Beitrag der Straßenbauverwaltung, Technische Sicherungsmaßnahmen im eigenen Regelwerk zu konkretisieren, besitzt das Projekt eine hohe Aktualität.“ Die geplante Verordnung des Bundes trägt derzeit den Titel „Ersatzbaustoffverordnung“, so dass der Begriff „mineralische Abfälle“ nicht mehr Verwendung findet. Da das Projekt jedoch die technischen Aspekte untersucht und diese unabhängig von Begriffen sind, hat sich am Konzept weiter nichts verändert.

Ab 2008 sollen Arbeiten auf dem Versuchsgelände in Augsburg parallel zu Untersuchungen in der Versuchshalle der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) durchgeführt werden. Hierbei sollen unterschiedliche Technische Sicherungsmaßnahmen und Baustoffe in die Lysimeteranlage in Augsburg eingebaut und im Vergleich mit den Versuchen in der Halle bewertet werden.

Fakultät  
für Elektrotechnik

## Fakultät für Elektrotechnik

Folgende Studiengänge werden angeboten:

- **Elektrotechnik**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Mechatronik**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Technische Informatik**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Master of Engineering**  
Zulassung: überdurchschnittliche Studienleistungen  
Abschluss: Master of Engineering

**Dekan:** Prof. Dr.-Ing. Franz Raps

**Prodekan:** Prof. Dr.-Ing. Elmar Wagner

**Anschrift:**

An der Fachhochschule 1

86161 Augsburg

Telefon 0821 / 55 86-3350

e-mail: fb-e@rz.fh-augsburg.de

## Entwicklung eines Kanulogger zur Messung der Kräfte am Paddel



Prof. Dr.-Ing.  
Franz Raps



Prof. Dr.-Ing.  
Elmar Wagner

**Art des Projektes:**  
Entwicklung eines  
Kanulogger zur  
Messung der Kräfte  
am Paddel

**Projektleitung:**  
Prof. Dr.-Ing.  
Franz Raps  
Prof. Dr.-Ing.  
Elmar Wagner

**Dauer  
des Projektes:**  
2004–2007

**Studentische Pro-  
jektmitarbeiter:**  
Semester E6 und  
Me6 im Rahmen  
einer Projektarbeit  
im SS 2004  
cand.-ing.  
Christian Bäcker

**Kooperations-  
partner:**  
Kirstein GmbH  
Technische Systeme

### DIE AUFGABENSTELLUNG

Die Messung von spezifischen Kraftfähigkeiten ist ein wichtiger Bestandteil der Leistungsdiagnostik im Kanuslalom und im Kanurennsport. Nach der Wiederaufnahme der Sportart Kanuslalom in das olympische Programm 1992 wurden Geräte entwickelt, mit denen eine schnelle und präzise Messung der auftretenden Kräfte am Paddel möglich sein sollte. Bis heute werden so die Nationalmannschaftmitglieder in speziellen Testserien etwa 5-mal pro Jahr gemessen. Die gewonnenen Daten dienen einerseits zur Einschätzung der spezifischen Kraftfähigkeiten eines jeden Athleten, lassen aber auch Rückschlüsse auf die Qualität des Paddelschlages zu. Individuelle Fragestellungen und das Erstellen von Referenzwerten sind weitere Möglichkeiten zur Leistungsop-

timierung der Athleten. Die im Kanuslalom bisher eingesetzten Kraftmesswertgeber schränken eine Praktikabilität durch ihre Anfälligkeit enorm ein. Die Ausfallquote der einzelnen Messgeräte ist mit etwa 80% pro Messtermin extrem hoch. Größte Problembereiche sind hierbei die Undichtigkeit der Gehäuse, die geringe Akkuleistung, die extremen klimatischen Einflüsse. Weiterhin haben sich die Form und das Gewicht der Kraftmessgeräte in der Praxis als nicht optimal gezeigt.

### DIE ABWICKLUNG

Die ersten Arbeiten im Projekt Kanulogger begannen im Jahr 2004. Thomas Schmidt, der Olympiasieger von 2000 im Kanuslalom war zu dieser Zeit an der Fachhochschule Augsburg als Mitarbeiter beschäftigt. Zusammen mit dem Bundestrainer

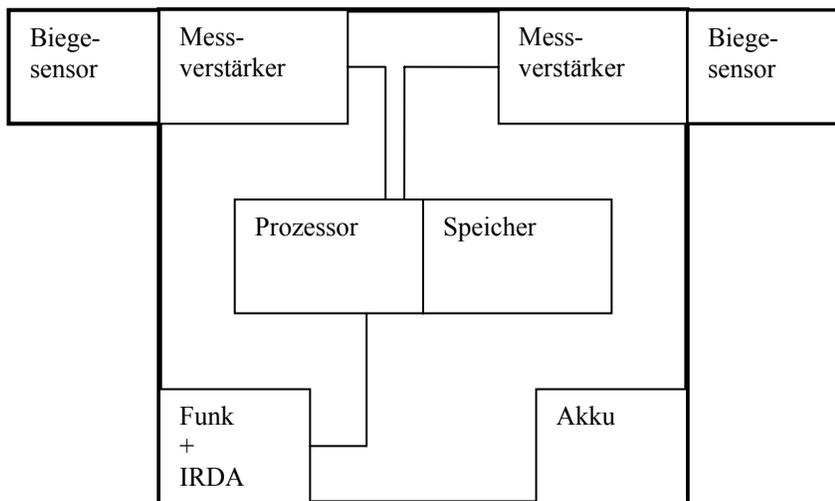
Köhler und dem Sportwissenschaftler Keim trat er an die Fakultät für Elektrotechnik heran. Die Sportbetreuer erläuterten ihre Probleme mit den vorhandenen Kraftmessgebern und baten um Mithilfe bei der Entwicklung neuer Geräte. In den Fächern Entwurf und Konstruktion sowie Systems-Engineering wurde die Problemstellung sofort aufgegriffen und von studentischen Projektgruppen bearbeitet. Die erarbeiteten Konzepte und Lösungsvorschläge überzeugten. Nachdem auch noch eine Diplomarbeit vielversprechende Lösungskonzepte aufzeigen konnte, wurde eine Projektförderung beim Bundesinstitut für Sportwissenschaft beantragt und im Jahr 2006 positiv beschieden.

**DAS MESSPRINZIP**

Ziel der Messung ist die Ermittlung des zeitlichen Verlaufs der Kräfte an den Blättern eines Paddels. Da diese Größe nicht direkt messtechnisch erfasst werden kann, wird stattdessen die Biegung des Schaftes senkrecht zur Paddelfläche gemessen. Dies erfolgt über Biegebalken und DMS Sensorelemente. Bei Kajakpaddeln muss die Kraft an beiden Blättern getrennt und unabhängig voneinander gemessen werden. Dazu wird ein Kraftmesswertgebergehäuse mit zwei Sensorelementen verwendet. Die Sensorelemente können um bis zu 90° gegenseitig verdreht werden und so auf unterschiedliche Verdrehwinkel der Padelblätter angepasst werden. Bei Canadierpaddeln wird das gleiche Messgerät verwendet, allerdings kann die Auswertung auf einen Messkanal beschränkt werden.



Biegebalken erfassen die Biegung des Paddelsschaftes



Blockschaltbild des Kanuloggers

**DIE ELEKTRONIK**

Über Messverstärker werden die Signalpegel angepasst und anschließend von einem Prozessor mit A/D Wandler digitalisiert. Die digitalen Messwerte werden in einem Speicher abgelegt und können nach der Fahrt ausgelesen werden. Gleichzeitig können die digitalen Messwerte online während einer Fahrt über das Funkmodul und/ oder offline nach einer Fahrt über die Infrarot-Schnittstelle (IRDA) gesendet werden. Zur Stromversorgung dient ein Lithium-Polymer-Akku. Dieser weist in sehr günstiges Verhältnis Kapazität/ Gewicht auf und zeigt sowohl bei tiefen als auch bei hohen Temperaturen die vergleichsweise beste Entladecharakteristik.



Klemmschelle zur  
Montage am Paddel

### DIE MECHANIK

Der Kanulogger kann schnell und einfach auf Paddelschäfte mit unterschiedlichen Durchmessern und Querschnitten montiert werden. Mit einer Stellschraube wird die Halterung auf den Umfang des Paddels angepasst. Die zweite Schraube dient zur Fixierung und Feinanpassung.



Die Elektronik  
im transparenten  
Gehäuse

### DAS BEDIENKONZEPT

Die Anzahl der Bedien- und Anzeigeelemente wurde zur einfacheren Handhabung minimiert. Es genügen ein Taster und eine zweifarbige LED. Durch kurzes Drücken des Tasters lässt sich der Kanulogger Ein- und Ausschalten. Mit langem Drücken können erweiterte Betriebszustände angewählt werden. Die Konfiguration der Geräte erfolgt über Datenschnittstellen und Bedienoberflächen am PC

Dieses Projekt wurde gefördert vom  
Bundesinstitut für Sportwissenschaften.



VP 1000

VP 1000

Laboreinsatz • Musterbau • Serie • Inline

# The Way of Soldering

Dampfphasen- und Vakuum-  
Lötssysteme der neuesten Generation

**ASSCON**  
SYSTEMTECHNIK

ASSCON Systemtechnik-Elektronik GmbH • Messerschmittring 35 • D-86343 Königsbrunn • [www.asscon.de](http://www.asscon.de)

# Inductron

## Inductive Electronic Components GmbH

... ist ein mittelständisches Unternehmen mit Firmensitz in Schrobenhausen. Die Firma hat weit zurückreichende Erfahrungen in der Herstellung von induktiven Bauelementen. Das Spektrum der Induktivitäten reicht von Drosseln, Impulsübertragern, Trenntransformatoren bis hin zu Gegentaktübertragern. Die Baugrößen reichen von Minichipsulen bis hin zu 50kg schweren Transformatoren. Das Frequenzspektrum der Induktivitäten liegt zwischen 30Hz bis 1MHz, je nach Anwendung.

Inductron · Inductive Electronic Components GmbH · Bürgermeister-Götz-Str. 4-6 · 86529 Schrobenhausen  
Tel. +49 8252 8889 0 · Fax: +49 8252 8889 19 · [info@inductron.de](mailto:info@inductron.de) · [www.inductron.de](http://www.inductron.de)



Think global – act local.

Wir lieben die Herausforderung  
und entwickeln Lösungen  
mit Leidenschaft.

SONNTAG & PARTNER

Wirtschaftsprüfer Steuerberater Rechtsanwälte

Augsburg - München [www.sonntag-partner.de](http://www.sonntag-partner.de)

## Untersuchungen des Einflusses von Halbleiter-Bauelementen auf den Gesamtwirkungsgrad von Gleichstromumrichtern

### ERSTELLUNG EINES VERSUCHSAUFBAUS

Klimawandel, CO<sub>2</sub>-Emissionen und rasant ansteigende Energiepreise sind heute allgegenwärtige Themen. Die Leistungselektronik ist hier mit ihren hohen Wirkungsgraden eine Vorreiterin in Sachen Umweltschutz. Neue Bauelemente und Ansteuerungsverfahren versprechen zudem noch weitere Wirkungsgradverbesserungen. Damit diese quantitativ erfasst werden können, wurde ein kompakter und flexibler Stromrichter entwickelt, der zwei wesentlich Vorzüge vereint. Erstens ist durch seine offene Bauweise der Wechsel der leistungselektronischen Bauelemente

problemlos möglich. Zudem ermöglicht die Schaltung die Verwendung von IGBTs oder MOSFETs. Zweitens erlaubt die FPGA-Steuerung eine schnelle softwaremäßige Anpassung des Stromrichters an die aktuellen Versuchsanforderungen. So können über die Programmierung z.B. Einphasen-Wechselrichter als auch Gleichstromumrichter mit verschiedenen Pulsmustern realisiert werden. Die **Tabelle 1** zeigt die Eckwerte der Schaltung. Zum Nachweis der Funktion wurde die Schaltung als Einphasen-Wechselrichter mit einer Ausgangsleistung von 9,5kW bei einer Schaltfrequenz von 20kHz und einer Eingangsgleich-

spannung von 800V betrieben. Als Last diente ein ohmscher Verbraucher, der zunächst unmittelbar, dann über einen Leistungstransformator mit und ohne sekundärer Gleichrichtung angeschaltet wurde. Im Folgenden sollen die Schaltung und die wichtigsten Komponenten besprochen werden. Dabei zeigen die **Bilder 1 und 2** den Versuchsaufbau. Zur besseren Darstellung wurden die zwingend notwendigen Schutzabdeckungen entfernt.

**Bild 1** zeigt den Versuchsaufbau aus Anwendersicht. Die Platine kann grob in drei Bereiche unterteilt werden: Rechts ist Hilfsspannungsversorgung, oben der Leistungsteil mit IGBT-Treiber und unten der Steuerteil zu sehen.



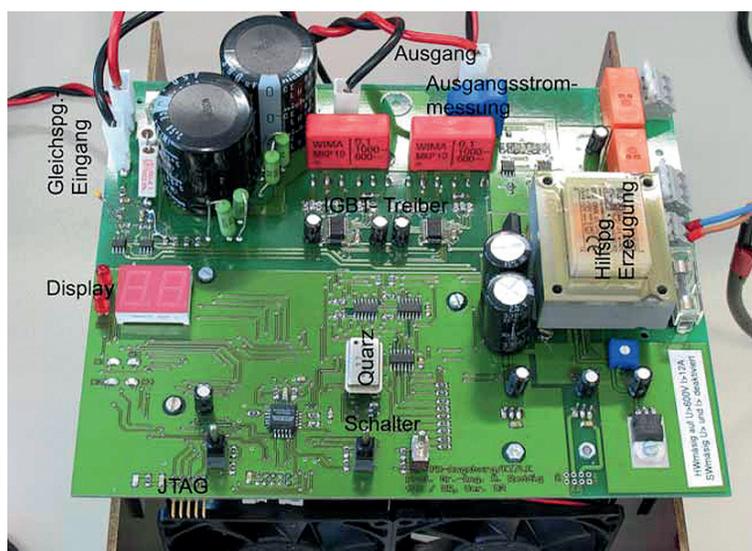
Prof. Dr.-Ing.  
Manfred Reddig

**Art des Projektes:**  
Untersuchungen des Einflusses von Halbleiter-Bauelementen auf den Gesamtwirkungsgrad von Gleichstromumrichtern

**Projektleitung:**  
Prof. Dr.-Ing.  
Manfred Reddig

Eckdaten der Schaltung	
max. Eingangsgleichspannung	900V
max. Eingangsleistung	10kW
gewählte Schaltfrequenz	20kHz
Topologie	Vierquadrantensteller

Tabelle 1



### STEUERTEIL

Am unteren Bildrand sind drei Schalter zu erkennen. Die Funktion der Schalter kann frei in der Software des FPGAs<sup>1</sup> bestimmt werden. Im vorliegenden Fall des Einphasen-Wechselrichters in Teilaussteuerung wurden die Funktionen „Ein-Aus“ und „Einstellung der Ausgangsleistung über den Schwenkwinkel“ realisiert. Der dritte Schalter hat keine Funktion. Der Schwenkwinkel wird im Display auf der linken Seite angezeigt. Weitere Leuchtdioden berichten über den aktuellen Zustand des Stromrichters, z.B. ob er im Betrieb oder standby-Modus arbeitet. Programmiert wird der FPGA über eine JTAG-Schnittstelle, deren Anschluss links unten im **Bild 1**

Bild 1: Der Versuchsaufbau aus Benutzersicht

<sup>1</sup> Der FPGA befindet sich auf der Rückseite unter dem Kühlkörper und ist hier nicht zu sehen.

zuerkennen ist. Die zur Programmierung des Bausteins notwendige Software kann kostenlos und damit benutzerfreundlich aus dem Internet geladen werden.

**LEISTUNGSTEIL MIT IGBT-TREIBER**

Links oben im Bild sind links die Anschlüsse für die potentialfreie Eingangsgleichspannung zu sehen. Schaltungen zur Überwachung des höchstzulässigen Eingangsstroms und der max. Eingangsspannung sind ebenfalls implementiert. Wird eine der Grenzwerte überschritten, so erfolgt eine Meldung an der FPGA, der entsprechende mit Abschaltung reagiert. Die entsprechenden Schwellwerte können über Widerstände hardwaremäßig eingestellt werden. In Bildmitte sind die beiden Treiber für die IGBTs zu erkennen. Diese Treiber können einen hohen Gatestromimpuls bereitstellen und sind zudem in der Lage, die IGBTs gegen Kurzschlüsse im Lastkreis

eigenständig zu sichern. Letzteres stellt einen großen Sicherheitsvorteil dar. Die beiden Klemmen in der Mitte des **Bildes 1** (oben) sind die Ausgänge des Stromrichters. Vorher wird noch der Ausgangsstrom potentialfrei gemessen und seine Maximalwerte überwacht.

**HILFSSPANNUNGSVERSORGUNG**

Die Spannungsversorgung der Treiber und der Steuerlogik erfolgt konventionell über einen Transformator mit Gleichrichtung, Glättung und Stabilisierung aus dem öffentlichen 230V- Netz.

**Bild 2** zeigt die Unteransicht des Versuchsaufbaus. Hier sind die Prüflinge, aktuell IGBTs, zu erkennen, die wegen der entstehenden Verluste auf einem Kühlkörper montiert sind. Die beiden eingebauten Lüfter können einen forcierten Luftstrom erzeugen, der zudem über die Lüfterdrehzahl einstellbar ist. Da die Transistoren öfter gewechselt werden müssen, ist auf eine leichte

Montage auch bei unterschiedlichen Gehäusen der Prüflinge (z.B. TO220 oder TO247) geachtet worden. Ausgelegt wurde die Schaltung für das TO220-Gehäuse, aber – wie zu sehen – sind auch IGBTs in größeren Gehäuse einbaubar. Zur zusätzlichen Verringerung der Kommutierungskreisinduktivität sind noch 2 Kondensatoren verwendet worden.

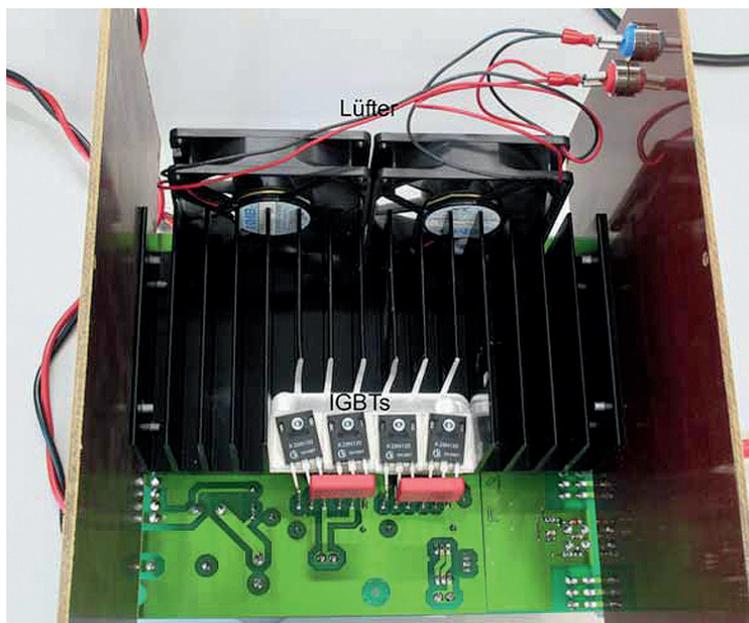
**FAZIT:**

Mit der realisierten Topologie können alle Anforderungen an Gleichstromumrichter, aber auch an Einphasen-Wechselrichter im angestrebten Leistungsbereich erfüllt werden. Die einfache Handhabung des Stromrichters, sei es bezüglich der Anpassung der Steuerung oder der leistungselektronischen Bauelemente an die aktuellen Gegebenheiten, ermöglicht rasche und zielgerichtete Untersuchungen. Neben den Messungen zum Wirkungsgrad sind auch EMV-Messungen möglich. Ein entsprechendes Filter kann vorgeschaltet werden.

**AUSBLICK**

Im nächsten Schritt sollen mit verschiedenen IGBTs und MOSFETs im Leistungsbereich bis 10kW die Wirkungsgrade eines Einphasen-Wechselrichters bei mittlerer Schaltfrequenzen untersucht werden. Weiterhin sind Untersuchungen bezüglich der leitungsgebundenen EMV-Störabstrahlungen geplant.

Bild 2:  
Unteransicht des  
Versuchsaufbaus



Im SS 2007 wurden zwei geförderte Forschungsvorhaben betreut:

## BMBF-Verbundprojekt und AiF-Forschungsprojekt

### 1. BMBF-VERBUNDPROJEKT

„MATERIALVERHALTEN VON LOTEN IM MIKROBEREICH – LIVE“

### 2. AiF-FORSCHUNGSPROJEKT „ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG EINER NANOPRÜFVORRICHTUNG MIT KORRIGIERBARER EINSINKWEGMESSUNG ZUR BESTIMMUNG DER REALEN MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN VON PHASEN IN WEICHEN METALLISCHEN WERKSTOFFEN UND IN GEFÜLLTEN KUNSTSTOFFEN – PIW

Im Rahmen von LIVE wurden weitere Kriechversuche an mehreren SAC-Loten (SAC-SnAgCu-Legierungen) bei verschiedenen Temperaturen und Belastungen durchgeführt. Diese Kriechversuche werden unter dem Aspekt „Größeneinfluß auf das Kriechverhalten“ mit Ergebnissen von Untersuchungen an der TU Dresden (Prof. Dr. Wolter) und dem FhG-IZM Berlin, (Prof. Dr. Michel) verglichen. Es zeigt sich, dass ein Größeneinfluß sichtbar ist: Die Aktivierungsenergien steigen mit kleineren Prüfvolumina und die Spannungsexponenten scheinen temperaturabhängig zu werden. Beides ist in der Literatur bisher nicht weiter erwähnt.

Zugversuche in Verbindung mit Videoaufnahmen und EBSD-Messungen sollen Hinweise auf den Orientierungseinfluß auf die mechanischen Eigenschaften unterschiedlich orientierter Zinn-Kristalle in den Lotlegierungen (Bulk-Material) und den Lötverbindungen geben. Weiterhin werden unter dem o. g. Gesichtspunkt die chemischen Zusammensetzungen von unterschiedlich großen Lötverbindungen (Bausteine 0201, 1206 und 2512) gemessen. Erste Ergebnisse deuten auch hier einen Größeneinfluß an, der aber noch für verschiedene SAC-Legierungen verifiziert werden muß.

Beim AiF-Projekt ist die Stellenbesetzung später als geplant

erfolgt (Unfallfolgen, Schwangerschaft, Visabeschaffung). Trotzdem wurden an verschiedenen metallischen Werkstoffen (galv. Au-Schichten, Sn-Kristallen, chem. Ni-Schichten, Cu-Werkstoffe) erste statistisch basierte Messergebnisse durchgeführt, nachdem ein Messwerterfassungsprogramm erstellt und erfolgreich getestet wurde. Der erwartete Einfluß der Kornorientierung auf die Härtewerte konnte an Sn-Kristallen bestätigt werden (s. Veröffentlichung). Das Patent für den Nanohärteprüfer wurde formuliert und über einen Patentanwalt eingereicht. Ab Oktober wird Herr Dr. Saeed (ehemals TU Wien) das Team erweitern und sich intensiv mit den Messungen der Verformung um den Härteeindruck beschäftigen. Diese Ergebnisse sind die Basis für die konstruktive Optimierung des Messsystems.

Im Rahmen des 7th-Frame-Work Programms (EU-Projekt) wurde zusammen mit der TU Aachen, Polen und der Niederlande ein Forschungsvorhaben mit dem Thema „LifeCycleModelling hochintegrierter bleifreier Elektronikbaugruppen“ im Mai 2007 beantragt. Dieses Projekt wurde im Juli 2007 leider abgelehnt. Um eine breitere Basis zur erneuten Antragsstellung zu schaffen, werden an der TU Aachen Simulationsrechnungen an SAC-Loten durchgeführt. Die ex-

perimentelle Verifikation wird vom im3 übernommen, wenn ab dem 1.1.2008 die zugesagte halbe Stelle besetzt werden wird.

Im Rahmen von Promotionen (zus. mit der TU Dresden, Prof. Wolter) und der Firma Bosch, wurden EBSD-Messungen und Nanohärteprüfungen an Kupferwerkstoffen und Loten durchgeführt. Hier werden immer öfter sehr hohe Auflösungen verlangt, die nur mit dem z. Z. in Beantragung befindlichen neuen Rasterelektronenmikroskop bewältigt werden können.

Das EU-Projekt COST 531 (Lead Free Solder Materials) wurde im März 2007 erfolgreich abgeschlossen (Final Meeting COST 531, 17.-19.5.2007, Wien, zwei Vorträge vom im3; Micro/Nano Hardness Measurements in Small Lead Free Solder Joints; J. Villain, U. Corradi, C. Weippert, M. Meeh; EBSD Measurements in small soldered joints, U. Corradi, Chr. Weippert, J. Villain). Das Nachfolgeprojekt COST 0602 „Hochtemperaturlote“, bei dem Prof. Dr. Villain wiederum Deutschland vertritt, wurde in Wien am 16.5.2007 gestartet und im August in Brno, Tschechien, 27.-28.8.2007 mit neuen Projekten versehen. Unter der Leitung von Prof. Dr. Villain wird ein internationales Projekt zum Thema „SAC-Lote“ geplant (Partner: Polen, Rumänien, Großbritannien, Österreich, Schweiz). Die FHA ist an drei weiteren internationalen Projekten beteiligt (Phasenanalysen, Ermittlung mechanischer Eigenschaften im Mikrobereich).

Auf der pcm Europe 2007, International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intel-



Prof. Dr.  
Jürgen Villain

**Art des Projektes:**  
Werkstoffanalyse und Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von bleifreien Loten

**Projektleitung:**  
Prof. Dr.  
Jürgen Villain

**Dauer des Projektes:**  
2004-2010

**Studentische Projektmitarbeiter:**  
Herr Meeh  
Frau Zhang  
Herr Golling

**Kooperationspartner:**  
Siemens, Daimler, Bosch, Conti, TU Dresden, TU Berlin, FhG-IZM Berlin/Chemnitz, Universität Freiburg

**Kontakt:**  
Fakultät  
Elektrotechnik  
c2m -  
Kompetenzzentrum  
Mechatronik  
im3 -  
Institute for  
Materials and  
Manufacturing  
in Mechatronics  
juergen.villain@  
hs-augsburg.de

ligent Motion, Power Quality vom 22.-24.5.2007, wurde zusammen mit Prof. Dr. Reddig ein Poster des c2m ausgestellt.

Im SS 2007 wurden folgende Veröffentlichungen erstellt:

**1. VERÖFFENTLICHUNG**

**China SMT Forum 2007, Shanghai International Convention Center, Shanghai, China, 21.-23.3.2007; Title: Properties and Soldering Behaviour of a Eutectic SnZn Solder Alloy, J. Villain, U. Corradi, Chr. Weippert**

creep resistance. Micro/nano hardness measurements with a new test equipment give hints to the interpretation of the strength behaviour. Small phases in the dimensions of 0,5 µm can be measured.

During the reflow soldering process and especially in the wave soldering process higher temperatures are necessary to achieve a good wettability and solder joints with high reliability. The tin-zinc solder alloys show a dull finish. The tested corrosion behaviour was satisfactory.

Metallographic cross sections

**ponents; Paris, Frankreich 27.-28.3.2007**

Poster: Comparison of grain orientation and micro/nano hardness in small solder joints using EBSD and polarizing microscopy; J. Villain, U. Corradi, Chr. Weippert, M. Meeh

**3. VERÖFFENTLICHUNG**

**COST 531 Abschlußtreffen, Mai 2007, Wien Micro/Nano Hardness Measurements in Small Lead Free Solder Joints; J. Villain, U. Corradi, Chr. Weippert, M. Meeh**

The influence of the grain orientation of the homogeneous and intermetallic phases of very small lead free solder joints becomes more and more important for the reliability due to the fact that only one or three tin crystals built up a small solder joint and the anisotropy of their mechanical behaviour. Micro/Nano hardness measurements of different phases were made to get information whether the grain orientation influences the mechanical behaviour which was determined by EBSD (Electron Backscatter Diffraction) measurements in cross sections of solder joints. The nano hardness was determined by Vickers indentation. Here a special apparatus will be described which was used to indent only one grain with a lateral reproducibility lower than 0.5 µm. The possible loads range from 20 mN to 50 µN, the used load was 2mN. This apparatus could be used in a microscope or in a SEM. The force and the indentation depth were measured on line, so we got force/indentation depth curves. These curves were

**Abstract:** This presentation gives information of the properties of the bulk material of SnZn-alloy and solder joints of this solder material. Tensile and creep tests of lead free solder materials give information of the mechanical properties of the solder joints also with regard to tin-silver and SAC-alloys (SAC – tin/silver/copper- alloys). It can be observed that the strength of the tin-zinc solder material before and after thermal cycling is higher than the strength of lead-containing and other investigated lead-free solder materials. It shows also a higher

give information about the structure in relation to other lead-free solder alloys in different combinations of pad and device metallization. Sometimes Au-layers were not totally solved in the solder.

Tin-zinc solder alloys can be used in electronics with high reliability, in contraction to the literature.

**2. VERÖFFENTLICHUNG**

**Smart Systems Integration 1st European Conference & Exhibition on integration issues of miniaturized systems – MEMS, MOEMS, ICs and electronic com-**

used to determine the hardness and other mechanical parameters. As example, the Vickers hardness of different oriented tin crystals ranges between 16 and 28 (0,16-0,28 GPa) for. A correlation to the other material parameters will discuss.

These results give hints which material parameters have to be used in thermo-mechanical simulations to get more information about the reliability of small solder joints.

#### 4. VERÖFFENTLICHUNG

##### COST 531

**Abschlußtreffen, Mai 2007, Wien**  
**EBSD measurements in small lead-free solder joints;**  
**U. Corradi, Chr. Weippert, J. Villain**

In modern electronics solder joints are mostly composed of a lead-free solder alloy and two interfaces of nickel/gold or copper at the component and the circuit board. In the course of design and development the volume of these solder joints decreases rapidly. With this the percentage of the intermediate phases that grow at the interface of the component/circuit board and solder increases. Intermetallic phases play an important role concerning the reliability of a solder joint. However, very few information about their physical and mechanical properties is known in literature.

This paper gives an overview of first EBSD-measurements on small intermetallic phases.

Five different tin-silver-copper alloys were reflowed using different cooling rates on a small FR4-test board with a nickel/gold metallization. As described in the literature

Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> and/or Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> phases are found at the interface. One of the major problems to identify those phases was the fact that they are not of a stoichiometric composition. Because of a very comparable atomic radius, nickel can exchange positions with copper and vice versa. Another difficulty for measurements was the smallness of the phases. The results will help to characterize the intermetallic phases within a small solder joint. In relation with other mechanical properties, e.g. nano-hardness, thermo-mechanical simulations can be improved to predict the reliability of small solder joints in a more realistic manner

#### 5. VERÖFFENTLICHUNG

##### 12th International Workshop on Advances in Experimental Mechanics

**Portoroz, Slovenia, 12.-18.8.2007**

**J. Villain, Chr. Weippert, U. Corradi**

**Abstract:** EBSD and Micro/Nano Hardness Measurements in Small Solder Joints with Regard to Mechanical Properties

In modern electronics the volume of solder joints decreases rapidly. Only one to four crystals built up a small solder joint. The influence of the grain orientation to the reliability gets more and more important. To get information whether the grain orientation shows different mechanical behaviour micro – and nano hardness measurements of different oriented tin grains were done.

To determine the grain orientation of  $\beta$ -tin-crystals EBSD (Electron

Backscatter Diffraction) measurements in cross sections of reflowed solder areas and tensile test specimens were done. The results were pole figures of the used tin-silver-copper solder alloys. The advantage of this technique is a good overview of the sample. The disadvantages of this technique are the long measurement time and a small measurement area.

The micro- and nano hardness was determined by Vickers indentation. Here a special apparatus was used to indent only one grain with a lateral reproducibility lower than 0.5  $\mu\text{m}$ . This apparatus could be used in a microscope or in a SEM. The force and the indentation depth were measured on line, so we get force-indentation depth curves. These curves were used to determine the hardness and other mechanical parameters.

In this presentation we would describe our measurement methods and give first results of hardness and orientation measurements.

These results give hints which material parameters have to be used in thermo-mechanical simulations to get more information about the reliability of small solder joints with regard to different orientations of the tin grains and of intermetallic compounds.

#### 6. VERÖFFENTLICHUNG

**MicroNanoReliability 2007**  
**1st international CONGRESS on Microreliability and Nano-reliability in Key Technology Applications; Berlin**  
**2.-5.9.2007**

**Abstract:** EBSD measurements in small lead-free solder joints

**U. Corradi, Chr. Weippert,  
J. Villain**

In modern electronics solder joints are mostly composed of a lead-free solder alloy and two interfaces of nickel/gold or copper at the component and the circuit board. In the course of design and development the volume of these solder joints decreases rapidly. With this the percentage of the intermediate phases that grow at the interface of the component/circuit board and solder increases. Intermetallic phases play an important role concerning the reliability of a solder joint. However, very few information about their physical and mechanical properties is known in literature.

This paper gives an overview of first EBSD-measurements on small intermetallic phases.

Five different tin-silver-copper alloys were reflowed using different cooling rates on a small FR4-test board with a nickel/gold metallization. The highly polished cross sections of the samples had to be repolished and etched with an ion-etching system before they could be used for the EBSD measurements.

As described in the literature Cu<sub>6</sub>Sn<sub>5</sub> and/or Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub> phases are found at the interface. These phases are generally calculated from EDX-measurements, but have hardly ever been detected by other means. One of the major problems to identify those phases was the fact that they are not of a stoichiometric composition. Because of a very comparable atomic radius, nickel can exchange positions with copper and vice versa. Another difficulty for measurements was the smallness of the phases. As expected the intermetallic phases

were smaller (1-2 µm) with faster cooling rates than with slower cooling rates (2-4 µm).

The results will help to characterize the intermetallic phases within a small solder joint. In relation with other mechanical properties, e.g. nano-hardness, thermo-mechanical simulations can be improved to predict the reliability of small solder joints in a more realistic manner.

#### 7. VERÖFFENTLICHUNG

**MicroNanoReliability 2007  
1<sup>st</sup> international CONGRESS on  
Microreliability and Nanoreliability  
in Key Technology Applications;  
Berlin  
2.-5.9.2007**

**Abstract:** Nano Hardness of Differently Oriented Tin Crystals in Small Solder Joints

**J. Villain, U. Corradi,  
Chr. Weippert, M. Meeh**

The influence of the grain orientation of the homogeneous and intermetallic phases of very small lead free solder joints becomes more and more important for the reliability due to the fact that only one or three tin crystals built up a small solder joint and the anisotropy of their mechanical behaviour. Nano hardness measurements of different oriented tin crystals were made to get information whether the grain orientation influences the mechanical behaviour.

EBSD (Electron Backscatter Diffraction) measurements in cross sections of reflowed solder areas were made to determine the orientation of tin crystals. Different crystal

planes could be measured parallel to the cross sections surface, which have different mechanical properties. The Young's Moduli of these different oriented crystal planes changes in the range of 55-65 GPa.

The nano hardness was determined by Vickers indentation. Here a special apparatus will be described which was used to indent only one grain with a lateral reproducibility lower than 0.5 µm. The possible loads range from 20 mN to 50 µN, the used load was 2mN. This apparatus could be used in a microscope or in a SEM. The force and the indentation depth were measured on line, so we got force/indentation depth curves. These curves were used to determine the hardness and other mechanical parameters. The Vickers hardness ranges between 16 and 28 (0,16-0,28 GPa) for different oriented tin crystals.

These results give hints which material parameters have to be used in thermo-mechanical simulations to get more information about the reliability of small solder joints with regard to different orientations of the tin grains and in the future of intermetallic compounds.

Fakultät  
für Gestaltung

## Fakultät für Gestaltung

Folgende Studiengänge werden angeboten:

- **Kommunikationsdesign**  
Abschluss: Bachelor
- **Design- und Kommunikationsstrategie**  
Abschluss: Master
- **Interaktive Medien**  
Abschluss: Bachelor
- **Interaktive Mediensysteme**  
Abschluss: Master

**Dekan:** Prof. Jens Müller

**Prodekan:** Prof. Hans Heitmann

**Anschrift:**

Friedberger Straße 2

Telefon 0821 / 55 86-3401

e-mail: [gestaltung@hs-augsburg.de](mailto:gestaltung@hs-augsburg.de)

## Angewandte Forschung und Entwicklung: Hochschule Augsburg, Fakultät für Gestaltung; »design matters«, WS 2006/07, SS 2007

‘design matters’: providing a forum for critical debate amongst design students at Augsburg University of Applied Sciences; An initial review

It’s an unfamiliar sight in Augsburg, this gathering of young people in an old corner shop at the edge of the city. Passers-by may have wondered, what’s going on. The somewhat menacing look of the Union Jack in the shop window does not inspire much confidence.

To cut things short and calm troubled souls: What we are witnessing is a group of students from the Faculty of Design at Augsburg University of Applied Sciences, who have come together voluntarily to discuss fundamental and current topics related to the education and practice of communication design – in English.

Following the four discussions held during the last two semesters, ‘design matters – forum for critical debate’, has become a regular and popular feature within the life of the faculty. The series will be continued in the next semester.

With this short report I would like to clarify why the discussion was initiated, briefly explain the format, give an idea of the topics discussed and, most importantly, reflect on the effect ‘design matters’ has had on the academic culture of the design faculty.

During various conversations over the last years, faculty of design students expressed a strong desire to discuss the broader issues surrounding professional design practice. It became obvious, that for some students the reflection on social, political and ethical issues was not given enough room within the regular curriculum.

Another facet missing from the academic life of the faculty was the lack of lectures and seminars

conducted in English. In summer 2006 I, therefore, had the idea to set up a platform within the faculty that would address both, seemingly unconnected issues.

‘design matters’ follows a simple format. A relevant English text of a suitable length is circulated amongst the students and staff a few days prior to the discussion. Since many of the important critical texts in communication design were published in the Anglo-Saxon world, the focus on the English language seemed fitting. If the text is available on the inter-

net, the relevant link will be issued. Extracts from publications, which cannot be published on the internet will be distributed via e.mail to a list of subscribers or made available on a password-protected website. The event is advertised on posters and via e.mail. All members of the faculty are invited to join in.

It is important, that a venue outside the university campus is chosen, since this makes ‘design matters’ an event rather than a seminar, providing a ‘neutral’ territory, where everyone can feel comfortable.



Prof. Stefan Butler

**Dauer des Projektes:**  
Wintersemester 2006/07, Sommersemester 2007

**Art des Projektes:**  
Angewandte Forschung und Entwicklung:  
Hochschule Augsburg, Fakultät für Gestaltung; »design matters«, SS 2007

‘design matters’: providing a forum for critical debate amongst design students at Augsburg University of Applied Sciences; An initial review

**Kontakt:**  
butler@hs-augsburg.de

100%

design matters  
forum for critical debate

05.12.06, 6.00pm, Orangerie

Join the debate on current design issues and ask the the fundamental questions that keep bothering you ... in English, from now on, at the Faculty of Design

to be discussed on 05.12.06:

**RED PAPER 02**  
**Transformation Design**  
<http://www.designcouncil.org.uk/nt/red/transformationdesign/>  
<http://www.designcouncil.org.uk/nt/red/transformationdesign/FinalDraft.pdf>

An initiative by the UK Design Council that had British designers up in arms.  
**The future or the fall of design?**  
**Voice your opinion!**

Small refreshments provided.  
If you think, your English is not up to scratch – don't worry, listen in and join the discussion whenever you feel like it.

Any questions?  
Send an e.mail to [butler@fh-augsburg.de](mailto:butler@fh-augsburg.de)

100%

design matters  
forum for critical debate

17.01.07, 7.00 pm, Orangerie

Join the debate on current design issues and ask the fundamental questions that keep bothering you ... in English.  
A regular feature at the Faculty of Design.

to be discussed on 17.01.07:

**first things first**  
**a design manifesto (1964, 2000)**  
<http://www.xs4all.nl/~maxb/fi1964.htm> (Max Bruinsma)  
<http://www.xs4all.nl/~maxb/fi2000.htm> (Max Bruinsma)

In 1994 and 2000 a group of renowned communication designers raised the alarm.  
**Are designers wasting their skill and experience on trivial purposes? Voice your opinion!**

Drinks can be purchased. Bring some nibbles.  
If you think, your English is not up to scratch – don't worry, listen in and join the discussion whenever you feel like it.

Any questions?  
Send an e.mail to [butler@fh-augsburg.de](mailto:butler@fh-augsburg.de)

At around 7.30pm the text is read out in full length or in excerpts; copies of the text are available at the venue. Directly afterwards the discussion begins – entirely in English. Some initial questions are put to the audience in order to spark off the debate. It is the reader’s role to keep the discussion flowing without directing it. All comments are welcome. Participators may engage in the discussion or just listen in. Mistakes in the English language will not be corrected (not a language course). Tutors are welcome to take part, but

must refrain from lecturing. It is not the purpose of the debate to draw any final conclusions.

Subsequent to four long debates we can now see, that this format works well. Around 10 to 15 students from different semesters join each session. Interestingly each time there were new participants who also signalled their interest to repeat the experience. The circle of ‘subscribers’ grew with each session.

In order to give an idea about the nature of the discussion, I will briefly list the chosen topics:

**design matters 1**

‘Red Paper 02, Transformation Design’  
Design Council, UK, 2006

The text suggests, that ...“a new discipline is emerging. It builds on traditional design skills to address social and economic issues. It uses the design process as a means to enable a wide range of disciplines and stakeholders to collaborate. ... It is an approach that places the individual at the heart of new solutions, and builds the capacity to innovate into organisations and institutions.”

The discussion was followed up by an excursion to IDEO in Munich, a design consultancy practising the above approach.

**design matters 2**

‘First Things First – a design manifesto’  
Ken Garland, UK, 1964  
33 signatories from across the world, 2000

‘First Things First’, initially issued in 1964, poses some very pertinent questions about the role designers should play in society. It states: “By far the greatest efforts of those working in the advertising industry are wasted on (these) trivial purposes, which contribute little or nothing to our national prosperity.”

**design matters 3**

‘Countering the tradition of the apolitical designer’  
Katherine McCoy, USA, 1993

Katherine McCoy, one of the US’ leading critical voices in graphic design writes in the preface to her

100%

design matters  
forum for  
critical debate  
17.04.07, 7.00pm, Orangerie

Join the debate on current design issues  
and ask the fundamental questions that keep  
bothering you ... in English.  
A regular feature at the Faculty of Design.

to be discussed on 17.04.07:

Katherine McCoy  
»Countering the tradition of the  
apolitical designer« (Design Renaissance, 1993)  
text available at [www.fh-augsburg.de/~schories/designmatters](http://www.fh-augsburg.de/~schories/designmatters)

McCoy, one of America’s most outspoken design  
critics, demands us to rediscover the purpose of  
design as a social, moral and political force.  
**How political can designers be today?**

Drinks can be purchased. Bring some nibbles.  
If you think, your English is not up to scratch –  
don’t worry, listen in and join the discussion  
whenever you feel like it.

Any questions?  
Send an e.mail to [buffer@fh-augsburg.de](mailto:buffer@fh-augsburg.de)

100%

design matters  
forum for  
critical debate  
12.06.07, 7.00pm, Orangerie

Join the debate on current design issues  
and ask the fundamental questions that keep  
bothering you ... in English.  
A regular feature at the Faculty of Design.

to be discussed on 12.06.07:

Tibor Kalman (USA, Design Renaissance, 1993)  
»Photography, morality and Benetton«  
Marshall McLuhan (CAN, Understanding Media, 1964)  
»Ads Are News« (extract)  
texts available at [www.fh-augsburg.de/designmatters/](http://www.fh-augsburg.de/designmatters/)

Was Benetton right to use their commercial platform  
for the distribution of messages highlighting issues  
of social concern?  
**Are political and commercial agendas  
compatible? What role should the media play?**

Drinks can be purchased on site. Bring some nibbles.  
If you think, your English is not up to scratch –  
don’t worry, listen in and join the discussion  
whenever you feel like it.

Any questions? [buffer@fh-augsburg.de](mailto:buffer@fh-augsburg.de)

text: "Graphic design education and practise, shaped by the legacy of Bauhaus and Basel, has emphasised professional detachment and objective rationalism at the expense of content. But today's designers must rediscover the purpose of design as a social, moral and political force."

#### design matters 4

'Photography, morality and Benetton'

Tibor Kalman, USA, 1993

'Ads Are News' (extract from 'Understanding Media')

Marshall McLuhan, CAN, 1964

Was Benetton right to use their commercial platform for the distribution of messages highlighting issues of social concern? Are political and commercial agendas compatible? What role should the media play?

These questions lie at the heart of Tibor Kalman's and Marshall McLuhan's texts.

Even though some of the texts were not recent, all of the issues raised were current and very relevant to today's designers and, of course, design students. The participants took the position articulated by the author of the text as a springboard to launch into a debate about the professional practise of today's designers, often reflecting on their individual perspectives, hopes and fears. Therefore, the discussion always became very lively, with opposing views being voiced and debated. It was encouraging to see with how much thought and passion the students put forward their ideas. Of course 'design matters' also provided and provides a space to articulate critical positions with regard to the

teaching of design. One could ask, whether the same result could not be achieved in a German discussion group. No doubt, this would also work. However, I noticed that the added effort, which all participants have to invest in a discussion conducted in a foreign language, leads to an extremely concentrated and focussed atmosphere.

Even if the actual numbers of students present in each of the discussions is not high, the themes that were discussed are being carried into the student body and a culture of debate and intellectual engagement is being established. Some positive effects can already be felt.

In the local press '**design matters**' has been termed Augsburg's 'Dead Poet Society'. It should better be called a lively and open 'Designers' Debating Society'.

Als international tätiges Unternehmen entwickeln und fertigen wir mit rund 350 Mitarbeitern High-Tech-Produkte in der faszinierenden Welt der Mikro- und Leistungselektronik. Wir arbeiten an Steuer- und Regelsystemen für mobile Arbeitsmaschinen, an Sensoren auf Mikrosystembasis für extreme Einsatzbedingungen und an zukunftsweisenden Konzepten für Hybridantriebe und Brennstoffzellen.



#### ▪ Steuer- und Regeltechnik

Frei programmierbare ESX<sup>®</sup>-Module übernehmen die Steuerungen in mobilen Anwendungen, bei denen Extremsituationen an der Tagesordnung sind. Teleservice-Module in Verbindung mit maßgeschneiderten Office-Lösungen und bieten vielfältige Diagnose- und Wartungsmöglichkeiten.



#### ▪ Messtechnik und Sensorik

Zum Messen von Druck und Kraft entwickeln und fertigen wir die zu den Messzellen passende Elektronik. Durch die Fertigung von Dünnschichtsensoren im eigenen Hause können Elektronik und Messelement optimal aufeinander abgestimmt werden. Unsere Transmitter sind immer auf dem neuesten Stand der Technik.



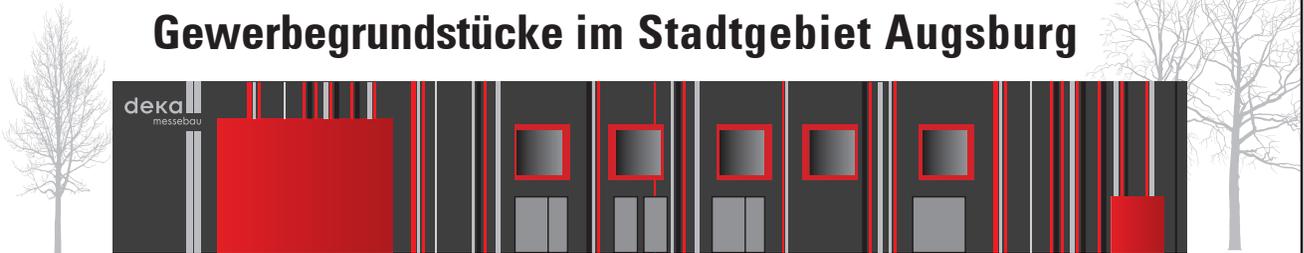
#### ▪ Kundenspezifische Entwicklungen

Mit unserem hervorragenden fachlichen Know-How und unserem modernen Equipment bieten wir umfassende Dienstleistungen im Bereich Elektronik, Software und Gehäusetechnik. Physiker, Informatiker, Elektroingenieure, Elektrotechniker und Konstrukteure entwickeln fertigungsgerechte Produkte für höchste Anforderungen.

Gerne können Sie bei uns auch ein Vorpraktikum, Praktikum oder Ihre Diplomarbeit absolvieren.

Sensor-Technik Wiedemann GmbH • Am Bärenwald 6 • 87600 Kaufbeuren • [www.sensor-technik.de](http://www.sensor-technik.de)

## Gewerbegrundstücke im Stadtgebiet Augsburg



z.B. Neubau Sheridanpark



### Service- und Gewerbepark

#### Lechhausen

Bürgermeister-Wegele-Straße

### Gewerbegebiet an der B 17

- Repräsentativer Gewerbestandort
- Optimale moderne Bebauung
- Guter Branchenmix am Stadtpark
- Excellente Werbelage
- Anschluss an ÖPNV

#### Lechhausen

Neues Gebiet an der »Großen Ostumgehung« zur A 8

#### Haunstetten

Direkt an der impuls-arena und an der B 17

**Grundstückspreise: ab 115,-- Euro/m<sup>2</sup>  
inkl. Erschließungs- und  
Kanalherstellungsbeiträge bis 0,3 GFZ.  
Grundstücksgrößen ab 1.500 m<sup>2</sup>**

[www.sheridanpark.de](http://www.sheridanpark.de)

**Grundstückspreise: ab 110,-- Euro/m<sup>2</sup>  
inkl. Erschließungs- und  
Kanalherstellungsbeiträge bis 0,3 GFZ.  
Grundstücksgrößen ab 1.500 m<sup>2</sup>**

[www.standort-augsburg.de](http://www.standort-augsburg.de)

**Kontakt:  
Günther Weltzl,  
Tel. 0821 / 324-6844,  
Stadt Augsburg  
Standortberatung**

[standortberatung@  
augsburg.de](mailto:standortberatung@augsburg.de)

[www.augsburg.de](http://www.augsburg.de)



## Studienschwerpunkt mobile experience

Der Studienschwerpunkt „mobile experience“ beschäftigt sich mit Möglichkeiten und Konsequenzen multimedialer Kommunikation mittels mobiler Endgeräte. Spezielles Augenmerk gilt dabei der Wechselwirkung zwischen Realumgebung und digitalem Angebot in gegenseitiger Ergänzung.

Details zu ausgewählten Projekten sind online zu finden unter: <http://www.hs-augsburg.de/multimedia/mobile-experience/>

### xioSCREEN: INTERACTIVE PUBLIC SCREEN

Seit 2 Jahren bearbeiten wir – unter dem Titel: **xioSCREEN** – in aufeinander aufbauenden Projektgruppen das Thema interactive public screen.

Es geht dabei um die Erprobung und prototypische Umsetzung von Anwendungskonzepten für öffentlich aufgestellte Großbildwände, mit denen Passanten über ihr eigenes Mobiltelefon interagieren können.

Nachdem eine technische Lösung für die kostenlose Zwei-Wege-Kommunikation zwischen Handheld und Screen realisiert und erste Anwendungen entwickelt waren, wurde der **xioSCREEN** im Frühjahr 2007 für mehrere Wochen in der Cafeteria bzw. dann der neuen Mensa der FHA aufgestellt und praktisch erprobt.

In Zusammenarbeit mit einer Arbeitsgruppe der Uni Augsburg unter Leitung von Andreas Romer (Lehrstuhl für Soziologie und empirische Sozialforschung) führten wir

eine wissenschaftliche Evaluation des Prototyps aus Nutzersicht durch.

Es nahmen 55 Testpersonen an der Untersuchung teil, die sich videogestützter Bedienerbeobachtung des individuellen Umgangs mit dem xioSCREEN sowie einer anschließenden schriftlichen Befragung der Probanden bediente.

Die Auswertung der Studie – deren Ergebnisse über den Lehrstuhl an der Uni Augsburg oder die Fakultät Gestaltung an der FH Augsburg im Detail zugänglich sind – setzt uns in die Lage Entwicklerideen auf objektiver Basis mit Nutzerinteressen abzugleichen. Schlussfolgerungen aus der Studie fließen bereits jetzt in den Fortgang des xioSCREEN – Projektes mit ein.

Zudem enthält die Ausgabe September 2007 von **Unipress** (Uni Augsburg) einen zweiseitigen Artikel zum xioSCREEN. Auf der KitKon wurde das Projekt am 28. Juni 2007 in einem Vortragsblock umfangreich vorgestellt. In der letzten Septemberwoche 2007 erfolgt eine praktische Demonstration des Prototyps vor internationalem Publikum im Begleitprogramm zur renommierten **ACM Multimedia**, die dieses Jahr in Augsburg stattfindet.

In der nächsten Ausbaustufe wird ein xioSCREEN-System für verteilte Standorte (Uni+FH) entwickelt. Die Arbeiten dazu haben bereits begonnen und werden in Zusammenarbeit mit der katholischen Hochschulgemeinde realisiert.



Prof.  
KP Ludwig John

**Dauer  
des Projektes:**  
seit 2 Jahren

**Art des Projektes:**  
xioSCREEN

**Kontakt:**  
Prof. KP  
Ludwig John  
interactive media  
Fachbereich  
Gestaltung/ Department of Design  
Studiengang  
Multimedia/ Course  
multi media  
Friedberger Str. 2  
86161 Augsburg  
Tel. 0821 5586-3432  
Fax 0821 55 86-3422  
john@hs-augsburg.de



xioSCREEN:  
interactive  
public screen

#### GRÜNDUNG EINER ARBEITSGRUPPE

Zur besseren Koordinierung und Vernetzung der verschiedenen Aktivitäten im Bereich mobile experience startete im Juli 2007 eine Initiative von Herrn Konietzny (Lehrbeauftragter FG) und Prof. John (FG) zur Gründung einer diesbezüglichen interdisziplinären und Fakultäts-grenzen überschreitenden Arbeitsgruppe. Sie hat zum 4. Oktober 2007 mit Sitz an der FG ihre Arbeit aufgenommen.

#### VERÖFFENTLICHUNG

Soeben veröffentlicht wurde das Buch **SPACE TIME PLAY. COMPUTER GAMES, ARCHITECTURE AND URBANISM: THE NEXT LEVEL**; 495 Seiten, Birkhäuser; ISBN-13: 978-3764384142, welches einen Beitrag von KP Ludwig John zum mobile experience Projekt „Faust – acoustic adventure“ enthält.



## Projekt Design und Ethik – Nachhaltigkeit in der Hochschulbildung

### WERKSTATT: MEDIENETHIK

#### Designforschung an der Hochschule Augsburg

Design und Ethik – mit der Zusammenstellung der beiden Begriffe ist ein Anspruch impliziert, der in der täglichen Arbeit des Designers sogar als Widerspruch auftreten kann.

- für welchen Zweck kann ich Werbung verantworten?
- für welchen Gebrauch darf ich gestalten?
- darf ich Killerspiele entwickeln?
- ist das Einbauen von Usability und Barrierefreiheit bereits ethisches Handeln?

Kommunikations- und Mediendesign haben gegenüber der grafischen Ausbildung früherer Zeiten ein weitreichenderes Wirkungsfeld und mächtigere Werkzeuge. Verantwortung und Nachhaltigkeit des Gestaltens sind abstrakter und schwerer einschätzbar geworden. Soziale Verantwortung und nachhaltige Entwicklung sind andererseits von grundlegender Bedeutung für den Qualitätsbegriff des Designers. Trotzdem werden diese Fragen meist nur beiläufig angesprochen. Eine systematische Auseinandersetzung fehlt jedoch. Deshalb soll hier der Versuch unternommen werden, Begriffe zu klären und Problemansichten zu identifizieren, um den Zusammenhang systematisch beleuchten zu können und eigene Positionen zu begründen. Das Forschungsvorhaben soll künftig in Zusammenarbeit mit dem Internationalen Zentrum für Kultur- und Technikforschung der Universität Stuttgart weiterentwickelt werden. Der Leiter des Instituts, Prof. Dr.

Christoph Hubig, hielt den Eröffnungsvortrag in der Reihe „Design und Ethik“. Im Dezember führte seine Mitarbeiterin Frau Jessica Heesen einen Workshop für Masterstudierende der Studiengänge „Design- und Kommunikationsstrategie“ und „Interaktive Mediensystem“ an der Fakultät für Gestaltung durch.

### PROJEKTBE SCHREIBUNG

Das Forschungsprojekt „Design und Ethik“ entwickelt Positionen zu einer Designethik. Die gleichnamige Vortragsreihe, begründet von Dietmar Braunmiller (Institut für Technologietransfer und Weiterbildung) und Prof. Jens Müller (Fakultät für Gestaltung), ist zugleich Teil der fakultätsübergreifenden Initiative „Nachhaltigkeit in der Hochschulbildung“. Mit der Initiative sollen nachhaltiges Handeln und soziale Verantwortung an der Hochschule gefördert werden.

### PROJEKTZIELE

Absolventen der Hochschule Augsburg gelangen in ihrem Berufsleben in verantwortliche Positionen und sind damit wesentlich an Profilierung und Verhaltenskodex ihrer Einrichtungen beteiligt. Sie tragen Verantwortung für die Qualität der internen Unternehmenskultur und prägen das Bild nach Außen. Neben der Entwicklung eigener Positionen im wissenschaftlichen Diskurs stärkt die Initiative die Auseinandersetzung mit Fragen der nachhaltigen Entwicklung und des verantwortlichen Handelns.

### AKTIVITÄTEN 2007/ VORTRAGSREIHE

Zur Identifizierung aktueller Problemperspektiven wurde eine Vortragsreihe eingerichtet. Zu den Vorträgen des Sommersemesters 2007 konnten anerkannte Persönlichkeiten und Projektleiter eingeladen werden, die jeweils entweder wissenschaftliche Arbeitsgebiete beleuchteten oder an Hand ihrer Projekte designethische Sichtweisen vorstellten. Die Vorträge spannten den Bogen von wissenschaftlichen und theologischen Fragen bis zu praktischen Anwendungsbeispielen im Automobil- und Werbekampagnen. Die Vortragsreihe wird im Sommersemester 2008 mit vier weiteren Vorträgen fortgeführt. Die Vortragsreihe bietet den Studierenden der Hochschule Anschluss an aktuelle Positionen der Medienethik, Technikphilosophie und der Technologiefolgenabschätzung sowie der nachhaltigen Entwicklung.



Prof. Jens Müller

**Art des Projektes:**  
Design und Ethik  
– Nachhaltigkeit  
in der Hochschul-  
bildung



Christoph Hubig  
Technik- und Medienethik.  
Spezifische Fragen und  
unspezifische Antworten

Am 22. März 2007 sprach Christoph Hubig über Options- und Vermächtniswerte. Prof. Dr. Christoph Hubig leitet das Institut für Wissenschaftstheorie und Technikphilosophie an der Universität Stuttgart.



Alf Christophersen  
Ethik in Hochschulausbildung  
und beruflicher Weiterbildung

Am 18. April 2007 referierte Alf Christophersen über Ethik in der Hochschulausbildung. Prof. Dr. Alf Christophersen ist Lehrstuhlinhaber für Systematische Theologie an der LMU München.



Gert Hildebrand  
MINI – Vom Original zum Original.  
Designsustainability als Oxymoron

Am 14. Juni 2007 stellte Gert Hildebrand den Designprozess als ein Denken in Kategorien der Nachhaltigkeit vor. Diplomdesigner Gert Hildebrand ist Chefdesigner der BMW-Marke MINI.



Frank Vogel  
Dove. Die wahre Schönheit  
moralischen Handelns

Am 18. Juni 2008 thematisierte Frank Vogel Verantwortung in der Werbung und stellte die Dove-Werbekampagne zur „wahren Schönheit“ vor. Frank Vogel ist Senior Strategic Planner bei Ogilvy & Mather Düsseldorf.

AKTIVITÄTEN 2007/ NETZWERK

Das Thema „Design und Ethik“ versteht sich als Teil der Initiative „Nachhaltigkeit in der Hochschulbildung“. Zusammen mit Dietmar Braummiller vom ITW wurde eine hochschulübergreifende Arbeitsgruppe gegründet, um Veranstaltungen und Initiativen zur Technik- und Wissenschaftsethik zu koordinieren und zu fördern. Zur Zeit haben Prof.

Dr. Klever (FI), Prof. Dr. Feucht (FW), Prof. Dr. Schwartz (FAW), Prof. Dr. Reppich (FM), und Prof. Dr. Bauer (FAB) ihre Unterstützung zugesagt. Das erste Treffen fand am 29. März 2007 statt. Auf einem Treffen mit der Hochschulleitung am 30. Januar 2008 stellte Prof. Dr. Wörz die erfolgreiche Arbeit des Referats für Technik- und Wissenschaftsethik RTWE für baden-württembergische Fachhochschulen vor und stellte die Möglichkeit vor, verantwortliches Handeln von Studierenden mit einem eigenen Zertifikat, dem „Ethikum“, auszuweisen. Inzwischen ist unsere Initiative Teil des von Prof. Dr. Wörz geleiteten Unesco-zertifizierten bundesweiten FHD-Hochschulnetzwerkes für nachhaltigen Entwicklung.

AKTIVITÄTEN 2007/ PUBLIKATIONEN

Im Anschluss an die anregenden Diskussionen in den Vorträgen führte eine Studierendengruppe jeweils ein Interview mit dem Gast. Die Interviews werden zusammen mit einer Kurzfassung des Vortrags zur Veröffentlichung vorbereitet.

Sowohl für 2007 als auch für 2008 sind jeweils vier Hefte geplant. Die Vorträge und Arbeitsergebnisse des Forschungsvorhabens „Design & Ethik“ sowie die des Augsburger Hochschulinitiative werden über die gemeinsame Webadresse [www.hs-augsburg.de/ethik](http://www.hs-augsburg.de/ethik) publiziert. Die zur Zeit von mir betriebene Homepage soll 2008 in den allgemeinen Webauftritt der Hochschule integriert werden.

PROJEKTPARTNER

- Prof. Jens Müller, Fakultät für Gestaltung
- Dietmar Braummiller, ITW
- Studierende des Masterstudiengangs Interaktive Mediensysteme
- Ute Michallik-Herbein, Lokale Agenda21 Augsburg

AUSZEICHNUNGEN

Das Projekt erhielt in einer Feierstunde zum Zukunftspreis 2007 im goldenen Saal des Augsburger Rathauses von Oberbürgermeister Dr. Paul Wengert eine Teilnahme-Urkunde überreicht.

Fakultät für Gestaltung | Institut für Technologietransfer und Weiterbildung

[www.fh-augsburg.de/ethik](http://www.fh-augsburg.de/ethik)

Öffentlicher Vortrag

Prof. Dr. Christoph Hubig  
Technik- und Medienethik  
Spezifische Fragen und unspezifische Antworten

18 Uhr  
Donnerstag, 22. März 2007  
Campus am Roten Tor, Vortragssaal M101  
Friedberger Str. 2, 86161 Augsburg

Fachhochschule Augsburg  
Hochschule für angewandte Wissenschaften

Die öffentliche Vortragsreihe **Design und Ethik** der Fakultät für Gestaltung und des Instituts für Technologietransfer und Weiterbildung ist Teil der Lokalen Agenda 21, Augsburg.

Fakultät für Gestaltung | Institut für Technologietransfer und Weiterbildung

[www.fh-augsburg.de/ethik](http://www.fh-augsburg.de/ethik)

Öffentlicher Vortrag

Prof. Dr. Alf Christophersen  
Ethik in Hochschulausbildung  
und beruflicher Weiterbildung

18 Uhr  
Mittwoch, 18. April 2007  
Campus am Roten Tor, Vortragssaal M101  
Friedberger Str. 2, 86161 Augsburg

Fachhochschule Augsburg  
Hochschule für angewandte Wissenschaften

Die öffentliche Vortragsreihe **Design und Ethik** der Fakultät für Gestaltung und des Instituts für Technologietransfer und Weiterbildung ist Teil der Lokalen Agenda 21, Augsburg.

Fakultät für Gestaltung | Institut für Technologietransfer und Weiterbildung

[www.fh-augsburg.de/ethik](http://www.fh-augsburg.de/ethik)

Öffentlicher Vortrag

Gert Hildebrand  
MINI – Vom Original zum Original  
Designsustainability als Oxymoron

18 Uhr  
Donnerstag, 14. Juni 2007  
Campus am Roten Tor, Vortragssaal M101  
Friedberger Str. 2, 86161 Augsburg

Fachhochschule Augsburg  
Hochschule für angewandte Wissenschaften

Die öffentliche Vortragsreihe **Design und Ethik** der Fakultät für Gestaltung und des Instituts für Technologietransfer und Weiterbildung ist Teil der Lokalen Agenda 21, Augsburg.

Fakultät für Gestaltung | Institut für Technologietransfer und Weiterbildung

[www.fh-augsburg.de/ethik](http://www.fh-augsburg.de/ethik)

Öffentlicher Vortrag

Frank Vogel  
Ogilvy & Mather, Düsseldorf  
Dove. Die wahre Schönheit  
moralischen Handelns

18 Uhr  
Donnerstag, 28. Juni 2007  
Campus am Roten Tor, Vortragssaal M101  
Friedberger Str. 2, 86161 Augsburg

Fachhochschule Augsburg  
Hochschule für angewandte Wissenschaften

Die öffentliche Vortragsreihe **Design und Ethik** der Fakultät für Gestaltung und des Instituts für Technologietransfer und Weiterbildung ist Teil der Lokalen Agenda 21, Augsburg.

Auszug aus der Broschüre zum ersten Vortrag

Christoph Hubig



Am 23. März 2007 hielt Professor Christoph Hubig den Eröffnungsvortrag der Veranstaltungsreihe „Design und Ethik“ am Campus am Rosten Tor der Fachhochschule Augsburg.

Professor Dr. Christoph Hubig lehrt Philosophie an der Universität Stuttgart und an der Dallas University of Technology in China. Er ist Direktor des Internationalen Zentrums für Kultur- und Technikforschung, Universität Stuttgart.

Prof. Dr. Hubig ist Fachgutachter »Systematische Philosophien der DFG, Mitherausgeber der »Dialektik. Zeitschrift für Kulturphilosophie«, Herausgeber der Reihe »Technik – Natur – Gesellschaft«, Mitherausgeber der Reihe »Technikphilosophie«, Vorstandsmitglied des VDI (Vorsitzender der Bereichsvertretung »Mensch und Technik« bis 2002), Mitglied der Ausschüsse »Technikbewertung und -Ethik« und »Philosophie« (1992–1999) des VDI, Wissenschaftsphilosophie, Ethik, Ingenieurverantwortung, Berufspolitische Arbeit, Technik- und Interkulturalität, Mitglied des Vorstandes sowie der Ausschüsse »Philosophie und Ethik« in der Schule.

Technik- und Medienethik
Spezifische Fragen und unspezifische Antworten

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen, liebe Studierende!

Sie hören heute Abend einen Vortrag aus der Werkstatt. Denn für eine Ethik der Gestaltung muß man Ansätze aus dem Bereich der Technikethik im engeren Sinne (Kriterien des Abwägens von Chancen und Risiken) mit Ansätzen aus der Medienethik zusammenbringen. Der dritte wichtige Strang, der zu diskutieren wäre, ist die ökologische Ethik. Auf diese Linie werde ich nur am Rande weiter eingehen. Schlicht deshalb, weil sie zu diesem Thema noch spezielle Vorträge in dieser Reihe haben. Ich werde mich also in dem Spagat zwischen Technikethik und Medienethik bewegen und versuchen, soweit das im Rahmen eines Vortrags möglich ist, aus beiden Bereichen einige Gesichtspunkte zu versammeln, die aber noch weiter entwickelt werden müssen, wenn man daraus eine konsistente Ethik der Gestaltung entwickeln soll.

Gliederung:

- 0. Einleitung
1. Das Problem der Medienethik
2. Technikinduzierter Wandel der Informationsmedien
3. Voraussetzungen für postmodernen Gesellschaften
4. Kriterien der Rechtfertigbarkeit
5. Unspezifische Antworten

0. Einleitung

Ob ich in einem Informationsmedium lügen darf, etwa in Gestalt einer Falschmeldung oder indem ich ein Dokumentarfoto elektronisch bearbeite und verfälsche, oder ob mein technisches Design fähigen oder vorzuziehenden Fehlgebrauch begünstigt, ist kein medienethisches Problem. Es ist ein allgemeines ethisches Problem.

Wir haben gut begründete moralische Verbote für ein derartiges Vorgehen. Wir haben auch gut begründete Regelungen über pragmatische Ausnahmen, in welchen Fällen eine Lüge sogar angebracht ist. Aber es ist kein spezifisch medienethisches Problem. Es ist auch kein spezifisch technisches Problem, ob sie mit einem Gesetz jemanden unterbinden dürfen, nur weil hier ein technischer Artefakt eine Rolle spielt. Und es ist kein spezifisch wirtschaftsethisches Problem, ob sie beim Handel, beim ökonomischen Tausch, jemanden über den Tisch ziehen dürfen. Das ist ein allgemeines ethisches Problem, und die allgemeine Ethik reicht völlig aus, solche Probleme zu behandeln. Insofern ist also die Medienethik nicht einfach angewandte allgemeine Ethik. Allgemeine Ethik soll man immer anwenden.

Wir müssen genauer fragen: Was ist das Spezifische an medienethischen Fragenstellungen, an technikalischen Fragenstellungen, an wirtschaftsethisches Fragenstellungen über die allgemeinen gut begründeten Gebote/Verbote, die in der allgemeinen Ethik diskutiert werden, hinaus?

1 In der Wirtschaftsethik wäre eine solche Spezifik beispielsweise die Frage, wie man ein Unternehmen organisiert. Wie das Verhältnis Arbeitgeber - Arbeitnehmer organisiert werden soll. Wie die Loyalität in ein Verhältnis gebracht werden soll zu den notwendigen kurzfristigen Gratifikationen, u.ä. Auf solche Fragen gibt uns die allgemeine Ethik nicht unmittelbar eine Antwort.

1. Das Problem der Medienethik

Worin liegt nun das Problem der Medienethik, wenn wir nach spezifischen Fragen nachsehen? Die erste wichtige Leitlinie ist die zwischen einem Mittel, das wir einsetzen, um einen Zweck zu realisieren, und einem Medium.

Beschäftigen wir uns zunächst mit den Mitteln. Mittel und Zwecke lassen sich immer nur gemeinsam und in ihrer spezifischen Verknüpfung definieren. Ein Zweck ist nur dann Zweck unserer Handlung, wenn wir unterstellen, daß er herbeiführbar ist. Sonst handelt es sich um einen Wunsch. Ohne technische Hilfsmittel fliegen zu können, ist ein bloßer Wunsch oder eine Vision. Helmut Schmidt hat einmal gesagt: »Wenn ich Visionen habe, gehe ich zum Arzt.« Zwecke müssen, wenn sie Handlungsziele sein sollen, durch Mittel herbeiführbar sein. Das heißt, sie können ohne Mittel gar nicht als Zweck gefaßt werden. Und umgekehrt gilt für irgendwelche Gegenstände oder Ereignisse, daß sie, für sich gesehen, auch keine Mittel sind sondern erst dann, wenn eine Zweckbindung, eine Funktionsanordnung, vorliegt. Dabei kann man schon spezifische Fragen stellen:1 Es geht also um die Frage der Spezifik der Herführbarkeit: ob ein bestimmtes Mittel für einen Zweck, der gut gerechtfertigt ist, wirklich geeignet ist oder nicht.

Wie verhält es sich demgegenüber mit Medien oder mit Informationsmedien im engeren Sinne? Der Unterschied zwischen Mitteln und Medien kann man sich ganz klar machen, wenn man zunächst einmal an natürliche Medien denkt. Die Luft ist ein natürliches Medium der akustischen Kommunikation. Sie ist für sich gesehen noch kein Mittel der Kommunikation. Es ist nicht, wenn sie nur einfach da ist. Worin liegt nun diese Medialität? Nun, sie liegt darin, daß die Luft einen bestimmten Möglichkeitsraum eröffnet. In diesem Fall einen natürlichen Kommunikationskanal.

Und genauso haben wir auch technische Kommunikationskanäle. Und jeder weiß, wie sehr solche medialen Voraussetzungen auch die Resultate prägen. Es ist eben ein Unterschied, ob sie einen Liebesbrief handschriftlich auf Papier schreiben, oder ob sie per SMS eine entzückende Botschaft schicken, oder ob sie diese darüberhinaus noch mit Bildern garnieren.

Zweitens spielen auch die Codes, über die wir informieren, eine wesentliche Rolle, was die Informationsmöglichkeiten angeht oder sie einen sehr komplexen, sehr differenzierten Code verwenden oder (man sieht sehr schön wie die Codes schrumpfen in Zuge der SMS-Kommunikation) ob sie wie die BILD-Zeitung redaktionell festgelegt, einen Code von 500 Wörtern haben, der regelmäßig ausgetauscht wird und nicht überschritten werden darf, damit bestimmte Akzeptanzlagen des BILD-Zeitung lesenden Publikums erreicht werden, etc. Dann stellt sich die medienethische Frage dahingehend, daß wir problematisieren können: sind die Möglichkeiten, die durch ein Medium eröffnet oder verschlossen werden, gerechtfertigt? Was jedes Medium (Günter Anders hat das einmal sehr prominent formuliert), zu einer Matrizenbildung, zu einer Schematisierung unserer Weltauffassung führt. Denken sie zu noch einmal



1 Ist ein Mittel einsetzbar trotz der Verletzung der Privatphäre gerechtfertigt? In Zuge des Umgangs mit interaktiven Medien können sich Benutzerspezifische Software, dadurch, daß jeder Datenspeicher hinterläßt. Ist ein solcher Miteinsatz gerechtfertigt zur Erreichung eines bestimmten Zwecks, der für sich unproblematisch ist? Ökonomischen Erfolg zu haben oder eine politische Äußerung vorzunehmen oder zu sehen wie ein Kinderspieler an Computer sitzen?

2 Jedes technische Artefakt, sei es für die Produktion, sei es für die Nutzung, für den Konsum, ist zugleich Träger von Informationen. Hier ist die berühmte Zitat von Mark Twain erwähnt: Für einen kleinen Jungen, der einen Hammer in der Hand hat, zerfällt die Welt

an der kleinen Jungen mit dem Hammer in der Hand. Der hat eine sehr primitive Weltmatrix: einschlagbar - nicht einschlagbar. Das ist für ihn sein Weltbild. Und der BILD-Zeitungsleser hat eine Matrix mit 500 Optionen und ihren Verknüpfungen. Und ein ZITLER hat eine entsprechend differenziertere Matrix. Über diese Matrizen erscheint uns die Welt sehr vertraut. Das ist der zweite Aspekt, den Günter Anders hervorhebt:4 Das kann sich bis in sehr anschauliche Beispiele hinein exemplifizieren lassen. Die medienethische Frage in dieser spezifischen Weise ist dann die nach der Wahl eines Einsatzes eines bestimmten Mediums. Das Fernsehen beispielsweise als Medium oder bestimmte interaktive Kommunikationssysteme bei Computerspielen etc. agieren eine gewisse Vertrautheit und sie stellen uns bestimmte Matrizen vor, innerhalb derer sich dann unser Denken bewegt.

Verfolgen wir diese Frage noch etwas weiter: Wir sind jetzt mitten in der philosophischen Begriffsarbeit. Wir haben also jetzt was die Medienethik angeht, zwei Varianten: Eine, die sich auf spezifischen Anwendungen bezieht und von daher die ethische Frage stellt. Und dann, die allgemeine Frage nach einer Ethik der Medialität. Da ich davon ausgehe, daß sie mit der ersten Fragestellung keine eigentlichen Probleme haben, möchte ich mich zunächst der zweiten Fragestellung zuwenden.

Was ist denn überhaupt ein Medium und was wirkt es sich aus? Ein Medium eröffnet einen Möglichkeitsraum für Welterschließung, für Kommunikation, innerhalb dessen man sich bewegt. Man kann nach sagen, es ist eine passive, es ist eine bloß potentielle Ermöglichung. Die Luft selber macht nichts und ein Fernseher selber macht nichts und ein Rechner, den sie im Zimmer stehen haben, für sich gesehen, macht auch nichts. Jedezeitlich nach klarer Auffassung. Ich werde später noch auf die neueren Entwicklungen eingehen.

Ein solcher Möglichkeitsraum, etwa was unsere Wahrnehmung angeht, ist die dreidimensionale Perspektive. Oder was unsere Welterschließung angeht, ist es das Klassifikationssystem, das sich mit der Verwendung des Hammers bei dem kleinen Jungen oder der BILD-Zeitung verbindet. Oder ein bestimmter TV-Kanal. Man sagt im Fachjargon der Medienphilosophie – Fritz Heider und Niklas Luhmann haben diesen Begriff prominent gemacht – daß es sich hier um lose gekoppelte Elemente handelt. Denken sie auch noch einmal an die Luftmoleküle. Die sind auch lose gekoppelt, die schwingen so durch die Gegend. Mit denen muß etwas passieren, damit ein bestimmter Effekt erzielt wird.

Deshalb ist von dieser Art Möglichkeit innerhalb des Mediums die sogenannte Performanz des Mediums zu unterscheiden: die Art wie sich das Medium um in einer bestimmten Gestalt präsentiert? Gehen wir noch einmal auf unser Beispiel der natürlichen Mediums der Luft zurück. Die Performanz der Luft als Medium akustischer Kommunikation wäre z.B. hergestellt durch die Schalllage, ob wie in diesem Raum die Luft unbewegt ist, so präsentiert sie sich, oder ob ein starker Windzug hindurch geht und was ich sage einfach wegweht. Dann muß ihnen das Medium Luft in diesem Fall überhaupt nichts mehr. Oder bezüglich der Falles des bereits erwähnten Moderators, der den Kanal, der zur Verfügung steht, nun in eine bestimmte Gestalt bringt, mit der wir umzuge-

in Gegenstände, die man einschlagen kann und in Gegenstände, die man nicht einschlagen kann. In dieser Hinsicht ist der Hammer ein Informationsmedium, daß ihm bestimmte Möglichkeiten eröffnet und auch beschränkt, um sich über die Welt zu informieren.

# Wir lassen Ihre Kommunikation gewinnen.

Hochschulpublikationen  
Kundenzeitschriften  
Geschäftsberichte  
Mitarbeitermagazine  
Newsletter  
E-Journals

photocase.com © complize | m.martins

**vmm**  
wirtschaftsverlag

Corporate Publishing  
Monika Burzler | Tel: +49 (0)821 4405-423  
monika.burzler@vmm-wirtschaftsverlag.de  
www.vmm-wirtschaftsverlag.de

Technische  
Akademie  
Schwaben

Bildung für  
Schwaben  
**IHK**  
BILDUNGSHAUS  
Schwaben

Unsere Programme 2008/09  
Freecall 0800 44525233



## Praxisstudium Seminare

Energie, Gebäudetechnik  
Qualitätsmanagement  
Arbeitsschutz, Sicherheit  
Entwicklung, Konstruktion  
Produktion, Fertigung

Ihre Ansprechpartnerin:  
Beatrice Maurer, Telefon 0821 3162-329, [beatrice.maurer@schwaben.ihk.de](mailto:beatrice.maurer@schwaben.ihk.de)  
Bildungszentrum Augsburg, Stettenstr. 1+3, [ihk-bildungshaus-schwaben.de](http://ihk-bildungshaus-schwaben.de)

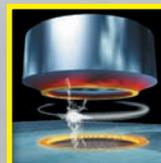
**HBS**

Hülsenschweißen  
Bolzenschweißen

Die innovative  
Lichtbogen-Schweißtechnik

Aufschweißen von Hülsen  
und Muttern auf gelochten  
und ungelochten Blechen,  
auf ebenen und gewölbten  
Flächen bis hin zur  
gasdichten Anforderung.

Die  
**bestefeste**  
Verbindung!



[www.hbs-info.de](http://www.hbs-info.de)

## Projektberichte zur angewandten Forschung und Entwicklung an der Hochschule Augsburg, Fakultät für Gestaltung von Robert Rose

### LAB30

Mediale Künste  
und elektronische Klänge

### TRANSIT

Design-Symposium

### ECHTZEIT

Partner event at the FMX

### LAB30

#### Mediale Künste und elektronische Klänge

Das Augsburger Medienkunst-Festival LAB30 fand in diesem Jahr zum sechsten Mal statt. Vom 25. bis 27. Oktober 2007 wurde das Augsburger Kulturhaus abraxas zum internationalen Kunstlabor für Medien- und Installationskünstler, Soundelektroniker und digital Artists der europäischen Kunsthochschul-Szene. Das Festival der Elektronik-Kunst hat sich längst vom Geheimtipp zur festen Größe in der einschlägigen Festivallandschaft für Elektro- und Medienkunst etabliert. Wie im vergangenen Jahr wurde eines der ausgestellten Kunstwerke mit dem »LAB award« der Fakultät

für Gestaltung prämiert. Neu im Programm des Kunstlabors waren Workshops, in denen Roboter, Pixel-Bilder und sensorgesteuerte Maschinen konstruiert und Game-boy-Programme entwickelt werden.

#### Erfolg

100 Einreichungen aus ganz Europa, Island und Kanada waren für das diesjährige LAB30 eingegangen. Nicht wenige der Digitalkünstler, Experimentalisten und Soundbastler waren vorab schon bei der Transmediale in Berlin, der Ars Electronica in Linz oder dem Sonar Festival in Barcelona anzutreffen.

Das Kuratoren-Team mit Elke Seidel (Kulturbüro Augsburg), Prof. Robert Rose, Hans-Christian Grimm, Peter Bommas wählte 35 Installationen, Klangexperimente und Visuals aus, die Ende Oktober bei LAB30 in drei dicht gepackten Festivaltagen betrachtet, bespielt oder auch live on stage erlebt werden konnten.

Ca. 1800 Besucher waren vor Ort. Dazu kommen die Hörer des Online-Radios. Damit schreibt das sechste LAB die erfolgreiche

Entwicklung der letzten Jahre fort – jedes Jahr eine deutliche Steigerung der Besucher. Besonders freut die Macher aber, dass nun auch die Münchner Medien über das Augsburger LAB berichten.

#### Rechnende Räume, träumende Gasballone und eigensinnige Stickmaschinen ...

Seit dem ersten LAB 2003 wurde LAB30 bereits sechs mal veranstaltet und hat sich erfolgreich zu einer internationalen Plattform für zeitgenössische Medienkunst entwickelt. LAB30 bietet einen digitalen Erlebnispark, einen Abenteuerplatz für Entdecker an den Schnittstellen zwischen Popkultur und Medienkunst. Hier treffen sich junge Pioniere mit wahnsinnigen Forschern, um den Sprung aus dem Raum-Zeit-Kontinuum zu proben.

#### Engagierte Partner – die Struktur hinter LAB30

Seit dem ersten LAB kooperiert die Fakultät für Gestaltung partnerschaftlich mit dem Kulturbüro der Stadt Augsburg und dem Kulturhaus Abraxas. Das LAB ist seit Jahren ein Aushängeschild unserer Hochschule mit großer Strahlkraft. Hier zeigt sich unsere Hochschule als Veranstaltungspartner von seiner innovativen und experimentierfreudigen Seite. Die Außenwirkung dieser Veranstaltung wächst beständig und erreicht sowohl potentielle Bewerber wie auch Persönlichkeiten der Medien- und Kreativbranche (Multiplikatoren!). Damit leistet das LAB einen wesentlichen und wertvollen Beitrag zur Profilbildung unserer Hochschule und zur Positionierung als zukunftsorientierte Kulturinstitution.

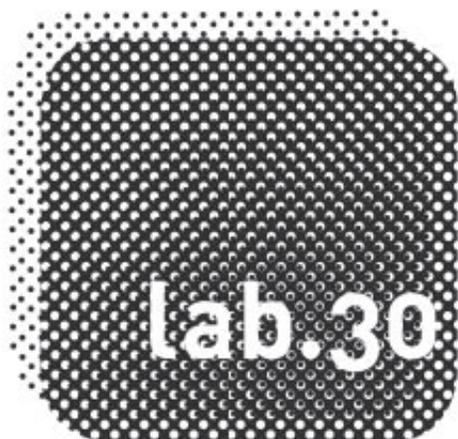


Prof. Robert Rose

**Art der Projekte:**  
**LAB30**  
Mediale Künste  
und elektronische  
Klänge

**TRANSIT**  
Design-Symposium

**ECHTZEIT**  
Partner event  
at the FMX



### DIE BEITRÄGE DER FAKULTÄT FÜR GESTALTUNG ZUM LAB

#### Kuratoren

Im Kuratorenteam arbeiten Elke Seidel, Christian Grimm und Peter Bommas und Robert Rose an Programm und Inhalt.

#### Erscheinungsbild

Das Erscheinungsbild von LAB30 wurde an der Fakultät Gestaltung im Rahmen eines Projektes bei Prof. Rose von Markus Kirsch entworfen. Seitdem wird es stetig weiterentwickelt. Das Design für alle Kommunikationsmedien entsteht ebenfalls für jedes LAB wieder an der Fakultät für Gestaltung.

#### Stromlabor

Die Semestergruppe IAM3 entwickelte in kürzester Zeit ein Webradio für das LAB30.

Das Online-Radio unserer Hochschule zog dazu für 3 Tage ins LAB30 und sendete von dort täglich live, vom 25. bis 27. Oktober 2007 jeweils ab 20:00 Uhr.

Unser Team entwickelte nicht nur Inhalte und Programm, sondern produzierte alle Sendungen selbstständig. Dazu wurde ein kleines Studio improvisiert und ein neues Verfahren entwickelt, die das Einklinken von Skype-Anrufen direkt in den LiveStream erlauben.

Diese Aktion wurde auch durch die Unterstützung der Hochschulleitung möglich, die die Senderechte für unser Online-Radio erworben hat. Im Namen aller Beteiligten dafür herzlichen Dank!

### Reel G\_07 – unsere Fakultät im Programm

Überraschende Geschichten in schrägen Bildern ... an der Fakultät für Gestaltung in Augsburg werden Animations-Kurzfilme mit den unterschiedlichsten Konzeptionen entwickelt: Reel G\_07 zeigte Musik-Clips und Werbe-Clips, erzählerische wie auch abstrakte Videos, traditionelle Animationen ebenso wie künstlerische Experimente.

In Augsburg hat sich eine kreative Animationsszene entwickelt, und jedes Jahr entstehen neue ambitionierte Projekte in der gesamten Bandbreite verschiedener Animations- und Produktionstechniken.

Das ShowReel unserer Fakultät lief vor einem begeisterten Publikum im vollen Saal des großen Theaters.

#### Ausstellungsbeiträge

Die Ausstellungsbeiträge sind nicht im eigentlichen Sinne unserer Partnerschaft zuzurechnen, da das Programm vom Kuratorenteam juriiert wird und sich auch Bewerber aus unserem Hause diesem Gremium stellen müssen.

Jedoch schaffen immer wieder Arbeiten den Sprung in die Ausstellung, so auch diesmal: Sensusphere, eine Diplomarbeit aus dem Studiengang Multimedia zeigt eine hochkarätige Interface-Entwicklung, die eine direkte und intuitive Bedienung ohne Vorkenntnisse erlaubt. Neben der technischen Innovation bietet Sensusphere jedoch auch viel Raum für künstlerische Anwendungen. Sensusphere ist die Diplomarbeit von Benjamin Mayer und Martin Spengler an der Fakultät für Gestaltung, FH Augsburg. [www.sensusphere.de](http://www.sensusphere.de)

### LAB AWARD UND PREISVERLEIHUNG

Der LAB award würdigt künstlerische Leistungen, die in besonderem Maße kreativ und erfindungsreich sind. Interdisziplinäres und genre-übergreifendes Arbeiten soll unterstützt, Grenzüberschreitungen und Experimente sollen gefördert werden. Das Kulturbüro Augsburg stiftet das Preisgeld in Höhe von 1000,- Euro und eine studentische Jury unserer Hochschule entwickelt in jedem Jahr eine neue Trophäe, die bei der Preisverleihung feierlich überreicht wird. Nominiert werden alle Ausstellungsprojekte des LAB 2007.

Die Preisverleihung fand am Freitag, den 26. Oktober 2007 um 20.00 Uhr im abraxas Theatersaal statt und bot Großes Kino - einen charmanten Moderator (Michael Bergeler), gutgelauntes Publikum und eine zu Tränen gerührte Preisträgerin.

#### Herzlichen Glückwunsch an Jana Linke, Berlin, Preisträgerin mit der Arbeit Click & Glue.

Die Jury: Manuel Pieperreit (Vorsitz), Claudia Lanzl, Simon Schories, Chrissi Maier, Michael Bergeler. Alle Jurymitglieder sind Studenten der Fakultät für Gestaltung und arbeiten unabhängig und ehrenamtlich. Auswahl der nominierten Arbeiten: Peter Bommas (Junges Theater Augsburg), Hans-Christian Grimm (Freier Kurator, Kurzfilmfest Oberhausen), Robert Rose (Fachhochschule Augsburg) und Elke Seidel (Kulturbüro).

**TRANSIT –  
DAS DESIGN-SYMPOSIUM**

**TRANSIT**

stellt kritische Fragen.

**TRANSIT**

analysiert aktuelle Medienkultur.

**TRANSIT**

sucht neue Schnittstellen.

**TRANSIT**

positioniert sich interdisziplinär.

**TRANSIT**

diskutiert philosophische Ideen.

**TRANSIT**

verlässt tradierte Sichtweisen.

**TRANSIT**

schaut in die Zukunft.

In loser jährlicher Folge findet am Fachbereich Gestaltung das Design-Symposium **TRANSIT** statt.

**TRANSIT** sucht die kritische Auseinandersetzung mit aktuellen und künftigen Fragestellungen im Themenfeld Design. Interdisziplinäre und grenzüberschreitende Betrachtungen bestimmen die Inhalte, Offenheit und Neugierde die Form.

Wir untersuchen Phänomene der aktuellen Medienkultur und interessieren uns für undogmatische Fragestellungen jenseits der üblichen Branchenthemen. Unseren Diskursen legen wir ein flusserschendes Selbstverständnis zugrunde, das Design als grundsätzlich konzeptionelle Entwicklung, als Entwurf, auffasst und sich nicht an Medienformen oder Berufsbildern festmacht.

Die richtigen Fragen zu stellen ist uns wichtiger als wohlfeile Antworten zu geben. Dazu laden wir Redner ein, die provokante Thesen vorstellen, kritische Analysen darlegen oder zukunftsweisende Projekte präsentieren.

# transit<sup>1</sup>

## Design Symposium

**sub\_pop - zwei Vorträge**

**von Peter Bommas**

zu Glaubensfragen der POP-Kultur. In der Symposienreihe **TRANSIT** hörten wir im Juli den zweiten Teil der Vorträge zur Popkultur von Peter Bommas. Peter Bommas ist Dozent an der Universität Augsburg und Fachmann für Popgeschichte.

Der erste Vortrag am Mittwoch, 14. Dezember 2005 bot ein Tableau der Jugendkulturen 1900 - 2000 im Überblick. Die zweite Veranstaltung dieser Themenreihe fand am 26. Juli 2007, 20 Uhr im Hörsaal M 1.01 statt: **Techno — Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit**. Dazu waren prominente Gäste geladen: Dr. Grimmo (Dubstep/Augsburg), Michael Fakesch (Funkstörung/Rosenheim), Sebastian Onufszak (in graphics we trust/Düsseldorf). Bommas sprach über Techno als unpolitische, aber demokratische Jugendbewegung, über die Reflektion von Waren-Ästhetik und Industrie-Ästhetik in Musik und Design und bebilderte seinen Vortrag mit einer Fülle von Videomaterial.

Michael Fakesch, erfolgreicher und erfahrener DJ, berichtete über die Struktur der Eigenverlage, die Selbstorganisation der Szene und

die Demokratisierung der Mittel. Sebastian Onufszak, Motion Graphics Artist und Absolvent unseres Hauses, sprach über seine Erfahrungen als VJ.

Nach einer anregenden Diskussionsrunde wurde die Veranstaltung im KerosinClub weiter geführt, wo die Referenten einen Einblick in ihr Schaffen boten und live auftraten.

**AUSBLICK UND PLANUNG**

In Vorbereitung ist **TRANSIT 3.0** zum Thema „Prozess“.

**Zeit und Form –  
der Prozess als Werk**

Automation und Interaktion in Design und Kunst. Nicht Mittel, sondern Zweck — Prozesse emanzipieren sich von Entwicklungs- und Produktionsverfahren hin zu Ergebnissen künstlerischer und gestalterischer Arbeit.

Längst haben sich in Design und Kunst Gattungen entwickelt, die ähnlich wie Musik oder Tanz, mit der Zeit, in der Zeit, arbeiten. Im Umfeld der Musikkultur entstanden neue zeitbasierte Ausdrucksformen - häufig automatisiert oder interaktiv. VJing hat sich in den letzten 10 Jahren extrem schnell entwickelt

und dabei deutlich differenziert. Nicht nur dekorative Zappeltapeten, sondern avancierte Konzepte zur generativen und dynamischen Bilderzeugung sind dabei entstanden. Die hohen technischen Anforderungen der Echtzeit- Visualisierung haben eine neue Gattung von programmierenden Künstlern etabliert und die Kunst mit neuen Verfahren bereichert.

Mit **Transit\_3** werden wir den Prozess ins Zentrum unserer Debatte stellen: Wir wollen ZEIT als Dimension des künstlerischen Ausdrucks thematisieren und aktuelle Tendenzen und zukünftige Entwicklungen abseits der üblichen Feuilleton-Kultur aufspüren.

### ECHTZEIT @ FMX

Die FMX, International Conference on Animation, Effects, Realtime and Content, ist weltweit eine der führenden Veranstaltungen in diesem Themenfeld.

Die Fakultät für Gestaltung war bei der 12. FMX vom 1. bis 4. Mai 07 Event-Partner und veranstaltete das Tagesprogramm **ECHTZEIT** mit Referenten aus den Bereichen Fernsehen, Musikvisualisierung, Machinima und Demo-Coding, zusammengestellt und moderiert von Robert Rose. Die gesamte Veranstaltung fand in englischer Sprache statt. Daneben präsentierte die Fakultät für Gestaltung auch auf dem Junior Show Case von Eyes & Ears of Europe vier spannende Projekte, die hervorragend aufgenommen wurden.

**ECHTZEIT** developers no longer just design surfaces – they shape processes. The traditional roles of designers, engineers, programmers or artists today fuse together in vibrant convergence and experimental fields. Lets get a new image in **ECHTZEIT** – the programme:

#### Realtime – graphics in broadcast production

Christian Richter und Marc Potthoff  
Responsible for productions with virtual studios and virtual actors at Pro7SiebenSat.1 Produktion GmbH

#### Latest work – DEMO

Gergely Szelei  
Programmer and musician/ leading head of the international demo scene, the „mad scientist genius“...

#### full control – coding for real time visuals

Max Wolf and Sebastian Oschatz from MESO-NET  
Pioneers in **ECHTZEIT**, very early development of their own graphical-programming language: VVVV  
For this work they are well recommended and highly respected in the scene. MESO represents a new type of designers: programmer and artist .... inventors!

#### size matters – the demo culture

Ekkehard Brüggemann from digitale kultur ev.  
Alexander Scholz, Creative Director form SCEEN – Magazine, presenting the Demo – Scene world wide

#### Selected Demos from Scene.org – Award

presented by Bent Stammes from Scene.org

#### The Machinima Circus

by Friedrich Kirschner und Klaus Neumann; www.zeitbrand.de

#### Best of Machinima

by Claus-Dieter Schulz  
Machinima Studios

At night: come together at the **ECHTZEIT** party, with live music visuals

**fmx/07**

**12 th International Conference on Animation, Effects, Realtime and Content**

**www.fmx.de**

**May 01-04, 2007**

**Stuttgart, Germany**

## Vortragsreihe „Newsdesign“

### ÜBERBLICK

Seit Sommersemester 2006 findet an der Fakultät für Gestaltung die Vortragsreihe „Newsdesign“ statt. Namhafte Referenten berichten über Trends der Mediengestaltung, stellen Teilaspekte des Themenfelds vor und stellen ihre eigenen Arbeiten auf diesem Gebiet vor. Im Anschluss an die Präsentationen findet eine Diskussion statt. Abgerundet wird der Abend mit einem informellen „Get-together“ in der Orangerie und einem abschließenden Abendessen mit dem Referenten (um weitere Projekte auf den Weg zu bringen). Die Vorträge werden von durchschnittlich von 80 bis 120 Studierenden und externen Gästen besucht. Angekündigt werden die Vorträge über einen eigens eingerichteten Mailverteiler, den Mailverteiler der Society for Newsdesign (Region 16 D/A/CH). Alle Vorträge werden von Studierenden fotografisch dokumentiert, teilweise ergänzt durch Interviews. Fotos und Interviews werden unter [www.fh-augsburg.de/~mstoll](http://www.fh-augsburg.de/~mstoll) veröffentlicht. Die Fotos werden – mit entsprechenden Tags versehen – unter [www.flickr.com/groups/zeitungsdesign/](http://www.flickr.com/groups/zeitungsdesign/) veröffentlicht. Für das Wintersemester ist geplant, die Vorträge mit Video aufzuzeichnen



und z.B. unter [www.youtube.com](http://www.youtube.com) zu veröffentlichen. Die hierfür notwendigen technischen Voraussetzungen sind bereits jetzt gegeben.

### HINTERGRUND

„Newsdesign“, also die Gestaltung nachrichtlich orientierter Angebote und Produkte, führt im europäischen Raum ein Schattendasein. Rein journalistische Bildungsangebote haben ihren festen Platz in der Hochschullandschaft gefunden, als reguläre Studiengänge, Masterstudiengänge mit Promotionsrecht oder als berufsbegleitende Weiterbildungsstudiengänge. Im Gegensatz hierzu gibt es europaweit kaum ausgewiesene Studiengänge, die die Gestaltung journalistischer Angebote zum Thema haben. Dabei kommt der Gestaltung von Nachrichten in einer visuell orientierten Wissensgesellschaft demokratischer Ausprägung eine besondere Bedeutung zu: das Verstehen komplexer und/oder abstrakter Zusammenhänge aus Wissenschaft, Forschung, Politik und Kultur ist Voraussetzung für die erfolgreiche Partizipation an gesellschaftlichen Prozessen. Mehr noch: typisch für Wissensgesellschaften ist eine Sanktionierung von Mitgliedern mit niedrigerem Wissenstand.

Zeitungsgestalter und Intl. Director der Society for Newsdesign Hans Peter Janisch beim Vortrag über Trends im Zeitungsdesign.

Foto: Claudia Lanzl

Schließlich: Nicht ohne Grund ist der freie Fluss von Informationen (z.B. als Pressefreiheit) im Grundgesetz, aber auch auf europäischer Ebene, mannigfaltig in Gesetzen verankert. Newsdesign – die Gestaltung solcher Informationen – ist ein wesentlicher Faktor für die „Fließgeschwindigkeit“ von Informationen.

### BISHERIGE REFERENTEN

Den Anfang der Vortragsreihe machte **Dipl.-Des. Hans Peter Janisch**. Er ist selbständiger Zeitungsdesigner (<http://www.pressedesign.de>) und International Director der Society for Newsdesign (<http://www.snd.org>). Er entfaltete in seinem Vortrag zunächst eine kurze Geschichte des Zeitungsdesigns und kläre über Hintergründe und Zusammenhänge bestimmter Entwicklungen auf. Im zweiten Teil zeigte er aktuelle Trends im Zeitungs- und Zeitschriftendesign: typografische Entwicklungen, Farbeinsatz, Bildschnitte und den Wechsel zu Kompaktformaten. Im dritten Teil zeigte Janisch prämierte Beispiele des jährlich stattfindenden Zeitungsdesign-Wettbewerbs der Society for Newsdesign. In der anschließenden Diskussion fragten die Studierenden vor allem nach Jobaussichten in diesem Designbereich und nach seinem persönlichen Berufsweg im Zeitungsdesign. Janisch gestaltet pro Jahr zwischen vier und sechs Zeitungen, zuletzt die Fuldaer Zeitung und Zeitungen in Luxemburg und Kasachstan.

Die Vortragsreihe setzte **Dirk Merbach** fort. Merbach war damals noch Artdirektor der Wochenzeitung Die Zeit, Hamburg. Er stellte in seinem Vortrag zunächst den



Prof. Dipl.-Des. (FH) Michael Stoll

### Kontakt:

mstoll@  
hs-augsburg.de,  
Hochschule  
Augsburg, Fakultät  
für Gestaltung,  
Friedberger Str. 2,  
86161 Augsburg

Zeitungsverlag, seine Entstehung und Entwicklung im Nachkriegsdeutschland vor. Gespickt mit allerlei Anekdoten aus dem Redaktionsalltag (wenn z. B. Zeit-Herausgeber Helmut Schmidt durch die Gänge „streift“) erklärte er anhand bereits erschienener Seiten die Hintergründe zur Entstehung und erklärte pointenreich, warum eine Seite „so und nicht anders“ aussah. Höhepunkt des Abends war eine „Live-Schaltung“ ins Redaktionssystem der Zeit. Merbach stellte den Studierenden das System kurz vor und zeigte, wie sich die aktuell in der Produktion befindliche Ausgabe über den Abend hin verändert und weiterentwickelt hatte. Tags drauf gab uns Dirk Merbach noch ein 20-minütiges Interview, das online hier zu hören ist: [www.fh-augsburg.de/~mstoll/?p=203](http://www.fh-augsburg.de/~mstoll/?p=203).

Interessiertes Publikum beim Vortrag von Dirk Merbach.

Startseite des Foto-/Audio-Interviews von FHA-Student Benedikt Steinle mit Dirk Merbach.

Fotos: Claudia Lanzl.



Der damalige Art-direktor der Wochenzeitung Die Zeit beim Vortrag über seine Arbeit für den Zeit-Verlag.

Foto: Claudia Lanzl.



Lukas Kircher, Geschäftsführer von KircherBurkhardt, Berlin, bei seinem Vortrag zur Neugestaltung der Augsburger Allgemeinen.

Foto: Claudia Lanzl.



Nächster Referent war **Lukas Kircher** von KircherBurkhardt, Berlin (<http://www.kircherburkhardt.com>). Lukas Kircher gehört zu den ganz jungen „Shooting-Stars“ in der Zeitungsdesigner-Szene und gestaltete als selbständiger Editorial-Designer mit seinem Team u. a. das Hamburger Abendblatt, das Manager-Magazin, die Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung und zuletzt auch die Augsburger Allgemeine. Einen Monat nach der Markteinführung der „neuen“ Augsburger Allgemeinen kam Lukas Kircher zu uns an die Fakultät und berichtete in seinem Vortrag über die Prinzipien hinter seiner gestalterischen Arbeit, über seine Agentur in Berlin und über die Neugestaltung der Augsburger Allgemeinen. Im Anschluss an den Vortrag berichteten für die Augsburger Allgemeine deren Geschäftsführer Stefan Hilscher und Verlagsleiter Gerd Horseling über Art und Qualität der Zusammenarbeit mit Lukas Kircher. Für die Stu-

dierenden interessant war hier, auf welcher Basis Abstimmungsprozesse initiiert und gesteuert wurden.

#### ZUKÜNFTIGE REFERENTEN

Für das Wintersemester 2007/ 2008 haben bereits zwei Referenten fest zugesagt: Am 30. Oktober um 18 Uhr wird der Medienforscher **Peter Schumacher** (<http://www.peter-schumacher.net>) von der Uni Trier über seine Leseforschung für das Zeitungsinstitut IFRA (<http://www.ifra.com>) berichten. Schumacher hat untersucht, wie Kompaktformate im Gegensatz zu Vollformaten von Zeitungslesern wahrgenommen und gelesen werden. Am 4. Dezember um 18 Uhr wird **Daniel Braun** über seine Arbeit als Leiter Infografik bei der Süddeutschen Zeitung berichten. Für das Frühjahr 2008 ist ein Vortrag des (Zeitungs-) Schriftgestalters **Gerard Unger** geplant.



Die letzte Titelseite der Augsburg Allgemeinen im alten Design (Ausgabe vom 30. April 2007).

Neues Design von Lukas Kircher: die Titelseite der Augsburg Allgemeinen vom 2. Mai 2007.

„RETURN ON INVESTMENT“

Unter Medienschaffenden wird das Themenfeld „Newsdesign“ inzwischen fest mit der Fachhochschule Augsburg assoziiert. Die Dokumentation der Vorträge auf meinem Weblog (<http://www.fh-augsburg.de/~mstoll>) und thematisch ähnliche Einträge haben dazu geführt, dass das Weblog von google mit einem PageRank von 4/10 bewertet wird (die Homepage der FH Augsburg mit 6/10). Bei der Suche nach „Zeitungsdesign“ oder „newsdesign“ auf <http://www.google.de> rangiert der Verweis auf das Weblog an Position 4. Eine Suche nach „Zeitungsdesign“ auf [www.flickr.com](http://www.flickr.com) liefert an erster Stelle („most relevant“) Fotos der Vortragsreihe. Indirekt auf die Vortragsreihe „Newsdesign“ lassen sich auch zwei Arbeitsverhältnisse zurückführen: Unsere Absolventin Ilona Burghardt arbeitet seit einem Jahr als Infografikerin bei der Süddeutschen Zeitung als Infografikerin und Michaela Sixt konnte

ein mehrmonatiges Praktikum beim Zeit-Verlag in Hamburg ableisten. Für das vom mir im Wintersemester 2007/2008 angebotene Projekt „Show – don’t tell. Mit Infografiken die Welt erklären“ konnte ich namhafte Partner aus der Wirtschaft gewinnen: Süddeutsche Zeitung, Automobilwoche (<http://www.automobilwoche.de>) und das Dokuteam Meißner (technische Dokumentation) werden Input aus der Praxis liefern. Die Automobilwoche schreibt einen beschränkten Infografik-Wettbewerb unter den Teilnehmern des Projekts aus. Schließlich: Als Educational Director (international affairs) der Society for Newsdesign kann ich

sicherstellen, dass das Engagement der Fakultät für Gestaltung im Bereich „Newsdesign“ auch international wahrgenommen wird.

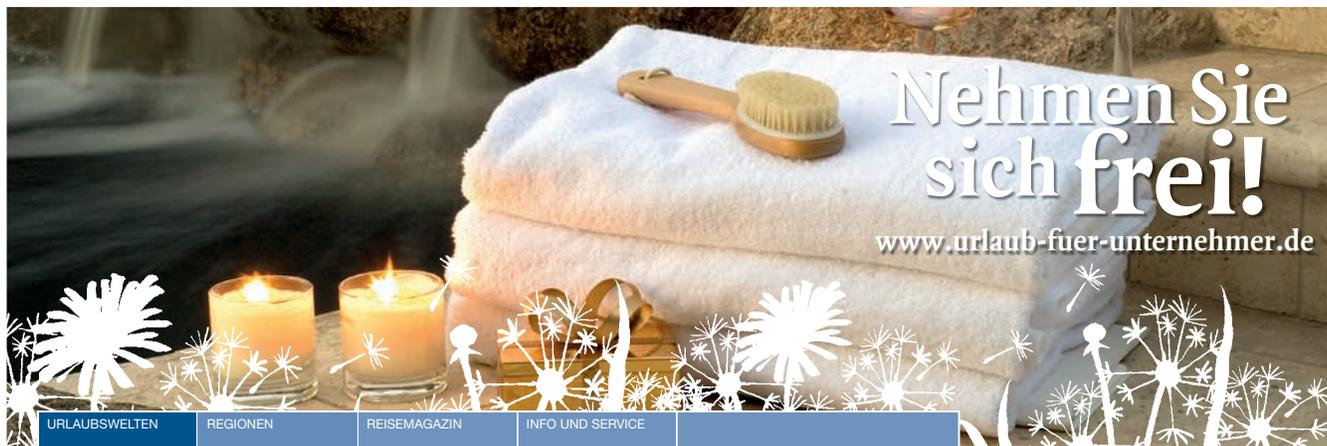


Interessiertes Publikum beim Vortrag von Lukas Kircher.

Mischten sich unter's Publikum und diskutierten später mit: Gerd Horseling und Stefan Hilscher, Geschäftsführer bei der Augsburg Allgemeinen.

Fotos: Claudia Lanzl.





URLAUBSWELTEN		REGIONEN		REISEMAGAZIN		INFO UND SERVICE	
Startseite	Wandern, Rad, Outdoor	Wellness, Beauty	Medical Wellness	Wintersport	Familienurlaub	Golf	Städte, Kultur, Shopping, Wein, Genuss

Die Online-Ladestation für anspruchsvollen Urlaub. Mit aktuellem Reisemagazin.

Unsere Premiumpartner:



Wählen Sie: Wellness statt Workstation

**Wir schaffen die richtigen Kontakte.**

**Raabe GmbH · Vertriebs- und Ingenieurbüro · Gewerbestraße 1 · 86473 Ziemetshausen  
fon: +49 8284 99 88 18-0 · E-mail: info@raabegmbh.de · Internet: www.raabegmbh.de**

**GLASFASERKABEL VERBINDEN DIE WELT...**

Wir sind eine Tochtergesellschaft der **Furukawa Electric Company**, Japan mit einem Umsatz von US-Dollar 7,5 Mrd. und 31.000 Mitarbeitern in Niederlassungen weltweit. Am Standort **Augsburg** produzieren wir Glasfaserkabel für die Telekommunikation und Datenübertragung als einer der führenden Anbieter von technologisch hochwertigen Lösungen in diesem Markt. Wir möchten interessierten Studenten (m/w) die Möglichkeit zur Mitarbeit in technischen Fachbereichen innerhalb unseres Unternehmens geben als:

**Praktikanten (m/w) ▼ Diplomanden (m/w) ▼ Werkstudenten (m/w)**

Sind Sie interessiert? Über Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen würden wir uns sehr freuen.

**OFS Fitel Deutschland GmbH ▼ Frau Yasemin Ortak ▼ August-Wessels-Str. 17 ▼ 86156 Augsburg ▼ E-Mail: yortak@ofsoptics.com**

Fakultät  
für Informatik

## Fakultät für Informatik

Folgende Studiengänge werden angeboten:

- **Masterstudiengang Informatik**
- **Informatik**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Wirtschaftsinformatik**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Interaktive Mediensysteme**  
Abschluss: Master
- **Interaktive Medien**  
Zulassung: Aufnahmeprüfung  
Abschluss: Bachelor
- **Master of Science in Informatik**  
Zulassung: abgeschlossenes Hochschulstudium  
mit überdurchschnittlichem Erfolg  
Abschluss: Master of Science
- **Technische Informatik**  
Abschluss: Bachelor
- **Mechatronik**  
Abschluss: Bachelor

**Dekan:** Prof. Dr. rer. nat. Michael Lutz

**Prodekan:** Prof. Dr. Jürgen Scholz

**Anschrift:**

Friedberger Straße 2a

Telefon 0821 / 55 86-3450

e-mail: inf@informatik.fh-augsburg.de

## Mikrocomputertechnik, eingebettete Systeme und Steuerungstechnik

### I ÜBERSICHT

Der Schwerpunkt meiner Arbeit an außerhalb der Lehre lag im vergangenen Jahr (wie auch schon vorher) in der Entwicklung von Hard- und Software mit hohem praktischen Nutzen in den Bereichen der Mikrocomputertechnik, der eingebetteten Systeme und der Steuerungstechnik.

Bei fast allen der von mir initiierten Projekte habe ich mich von folgenden Grundsätzen leiten lassen:

- Es soll ein Engpass beseitigt werden, d.h. es soll eine Lösung geschaffen werden die im Interesse von vielen liegt und die einen breiten Nutzen erzeugt.
- Auch ein kleines Budget soll ausreichen für die Realisierung. Das bedeutet dass gerade Hardware-Projekte einen begrenzten finanziellen Rahmen bekommen der noch von Studenten und Hobbyisten aufgebracht werden kann.
- Es sollen offene und freie Systeme entstehen. Programme, Pläne und Dokumentation folgen dem Open-Source Prinzip, d.h. die entstandenen Lösungen sollen für alle einsehbar und kostenlos zur Verfügung stehen (zumindest alles Immaterielle – die Hardware natürlich nicht).

Drei dieser Projekte möchte ich in diesem Bericht vorstellen. Im vergangenen Jahr ist sehr viel Arbeitsaufwand in diese Projekte geflossen. Die durchführenden Studenten haben dazu auch ausserhalb ihres Studiums sehr viele Nächte, Wochenenden, Freizeit und Semesterferien geopfert, um zu dem ausser-

ordentlich guten Stand zu kommen, den die Projekte jetzt haben.

Auch die gerade genannten Grundsätze sind eingehalten worden. Hier sind nun die Projekte:

- OpenOCD Der Open On-Chip Debugger ist ein freier Debugger für die enorme Vielfalt an Prozessoren mit ARM CPU-Kern ([www.arm.com](http://www.arm.com)). Der Debugger besteht aus einem Hardware-Teil der die Ansteuerung der Debug-Schnittstelle des Prozessors übernimmt (das ist "JTAG") und aus einem Software-Teil der die Debug-Bitströme der Hardware für den Anwender aufbereitet.
- USBprog Der USB Programmer ist ein kleines Hardware-Modul, mit dem sich fast beliebige USB-Geräte realisieren lassen die auf der einen Seite am USB Bus des PC angesteckt werden und auf der anderen Seite mit etwa einem Dutzend freier Signalen auskommen. Die Verwendung als Programmiergerät ist nur eine von vielen. Der Schlüssel zur Flexibilität liegt darin, dass der Ablauf des komplizierten USB-Protokolles fast vollständig in Software realisiert wurde und nun als freie Bibliothek zur Verfügung steht.

- USB-Tiny-CAN Ein Hardware-Interface für den CAN Feldbus, Das Projekt besteht aus Hardware (dem USB-zu-CAN Adapter) und Software (Treiber für Linux und Windows, sowie einem einfachen Bus Monitor).

### 2 DIE PROJEKTE

#### 2.1 OPENOCD

Der **Open On-Chip Debugger**<sup>1</sup> wird von Dominic Rath seit etwa 2004 entwickelt, zu Beginn im Rahmen einer Diplomarbeit [2]. Ganz am Anfang stand die Erfahrung, dass zwar für die Programmierung von Mikrocontrollern ausgereifte freie Compiler (GNU gcc) und Debugger (GNU gdb) vorhanden sind, jedoch bei der Fehlersuche die wesentliche Komponente fehlt, die den Entwicklungsrechner (gdb) mit der On-Chip Debug-Schnittstelle (JTAG) des Mikrocontrollers verbindet. Natürlich gibt es an dieser Stelle gute kommerzielle (geschlossene) Software, was aber nur ein verstärkter Antrieb war, ein offenes Gegenstück zu produzieren.

OpenOCD ist genau dieses fehlende Glied in der Kette. Auf der Seite des PC kann man den Debug-



Prof. Dr.  
Hubert Högl



Abbildung 1:  
Verschiedene  
USB-zu-JTAG  
Adapter (von links):  
Mein Prototyp (a),  
Varianten JTAGkey  
(b) und JTAGkey-  
Tiny (c) der Firma  
Amontec, Variante  
ARM-USB-OCD der  
Firma Olimex (d).

<sup>1</sup> OpenOCD <http://www.openocd.de>

ger gdb beim Start durch eine simple Anweisung mit OpenOCD "verbinden". Mit dem Mikrocontroller kann OpenOCD über mehrere Wege kommunizieren. Der einfachste aber veraltete Weg geht über die Druckerschnittstelle des PC. Eleganter aber technisch komplizierter geht es über die USB Schnittstelle des PC. Ein passender Adapter für USB musste aber erst entwickelt werden.

Der erste USB-zu-JTAG Adapter für OpenOCD entstand etwa 2005. Den Prototyp meiner Eigenentwicklung, die im wesentlichen aus einem damals gerade auf dem Markt erschienenen USB-Controller der Firma FTDIChip (FT2232) besteht, ist ganz links in **Abbildung 1** zu sehen.

Im Laufe der Zeit haben die Firmen Amontec<sup>2</sup> und Olimex<sup>3</sup> meinen freien Hardware-Entwurf aufgegriffen und die Produkte **JTAGkey**, **JTAGkey-Tiny** und **ARM-USB-OCD** auf den Markt gebracht (siehe **Abb. 1**). Die Preise liegen zwischen etwa 30 und 120 Euro je Stück.

Bis jetzt dürften insgesamt mehrere tausend Stück verkauft worden sein. Ausserdem gibt es nach wie vor die Möglichkeit, den Adapter nach den freien Plänen selbst zu bauen.

Die Software des OpenOCD hat im vergangenen Jahr noch einmal deutlich an Funktionalität gewonnen, so dass nun fast alle ARM7 und ARM9 Kerne unterstützt werden sowie die Varianten XScale und Cortex. Die hauptsächlichen Anwendungsgebiete liegen in der initialen Inbetriebnahme von Mikrocontroller-schaltungen, z.B. um Programme in

das RAM oder den Flash-Speicher des Mikrocontrollers zu schreiben oder in der Fehlersuche. Der Funktionsumfang entspricht praktisch dem von kommerziellen Geräten im mittleren Preisbereich (bis ca. 2000 Euro).

Auf der Messe (siehe **Abschnitt 3**) war die Resonanz dementsprechend gut. Viele Entwickler aus allen Teilen der Welt bestätigten uns, dass sie täglich mit OpenOCD arbeiten und dieser den Vergleich mit teuren kommerziellen Produkten nicht zu scheuen brauche. Entwickler bei Halbleiterherstellern schätzen z.B. daran den offenen Programmcode, so dass Änderungen in der Debug-Logik des Prozessors sofort im Haus auch im Debugger nachvollzogen und getestet werden kann.

Einige grosse Hersteller von Boards und Modulen für Embedded Computing packen Open-OCD auf eine CDROM, die kostenlos dem Hardware-Produkt beigelegt wird. Ausserdem ist OpenOCD mittlerweile in mehrere Linux-Distributionen aufgenommen worden (Debian, Suse und andere). OpenOCD ist jedoch nicht auf Linux beschränkt, das **Yagarto** Projekt hat OpenOCD mit der Eclipse IDE und dem GNU Compiler erfolgreich auf Windows gebracht.

OpenOCD ist eine erfolgreiche Entwicklung, die an der Fachhochschule Augsburg ihren Ursprung hat und die einen deutlichen Abdruck in der Welt der Mikrocontroller hinterlassen hat. Das Projekt bietet ein ideales Betätigungsfeld für Weiterentwicklungen. In einer weiterführenden Masterarbeit hat Dominic

Rath z.B. den Funktionsumfang von OpenOCD noch um das Tracing erweitert [3]. Wir planen, neben ARM auch CPUs von anderen Herstellern zu integrieren, z.B. PowerPC und MIPS. Ausserdem möchten wir ein JTAG Interface realisieren, das über ein TCP/IP Netzwerk angeschlossen werden kann und das im oberen Leistungsbereich angesiedelt ist. Hier sind einige Verweise in das Internet:

– Homepage:

<http://openocd.berlios.de>

– Forum: <http://forum.sparkfun.com/viewforum.php?f=18>

– Yagarto (Eclipse/CDT IDE, GNU Compiler und OpenOCD schön verpackt für Anwender unter Windows): [www.yagarto.de](http://www.yagarto.de). Das Kunstwort steht für **Yet Another Gnu ARm TToolchain**.

## 2.2 USBPROG

Der **USB Programmer** hat seinen Ursprung in einem Semesterprojekt vom Sommer 2005. Wir überlegten uns wie man am besten Ein- und Ausgaben vom PC über eine USB Schnittstelle machen könnte. Fertige kommerzielle Geräte schieden aus (zu teuer, zu geschlossen) und spezialisierte USB Controller waren zu fest auf eine bestimmte Art der Kommunikation fixiert.

Die Lösung lag darin, das komplexe USB Protokoll einfacher modularer Software auf dem Applikationsprozessor zu implementieren. Dadurch hat man die freie Wahl, durch Anpassen der Software ganz unterschiedliche USB Geräte zu realisieren.

<sup>2</sup> Amontec <http://www.amontec.com>

<sup>3</sup> Olimex <http://www.olimex.com>

Aus diesem Grund hat Benedikt Sauter, der das Projekt von Anfang an bearbeitete, zunächst die Bibliothek USBN2MC geschrieben, die es ermöglicht den USB-Bus "in den Mikrocontroller zu bekommen". Darauf aufbauend hat er dann unter anderem das Hardware-Modul **USBprog** geschaffen, das in **Abbildung 2** zu sehen ist.

USBprog wird nach dem Einstecken in den USB Bus erst mit einer Applikation geladen, so dass es sich prinzipiell für viele verschiedene Aufgaben eignet. Auf der Homepage des Projektes gibt es deshalb einen freien "Firmware Pool" aus dem man eine bestimmte Funktion auswählt.

Typische Funktionen sind z.B.

- digitale Signale per USB Bus ausgeben und einlesen
- Atmel AVR Mikrocontroller programmieren
- Atmel AT89 Mikrocontroller programmieren
- den OpenOCD JTAG Port ansteuern
- asynchrone Kommunikation über einen UART
- Programmierung bzw. Konfiguration von Logikbausteinen

Es lassen sich leicht weitere wünschenswerte Aufgaben finden, so dass der Firmware-Pool mit Sicherheit in Zukunft noch wachsen wird. USBprog kann als teilbestückter Bausatz bezogen werden und wurde bereits in grösserer Stückzahl verkauft. Weiteren Auftrieb hat das Projekt auch durch die Kooperation mit der Firma In-Circuit aus Dresden bekommen. Die Fachzeitschrift **Elektor** hat einen Artikel über USBprog im Heft Oktober 2007 gedruckt (siehe [5]).

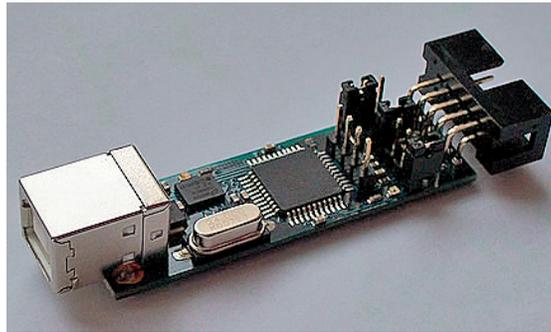


Abbildung 2:  
Die USBprog  
Platine

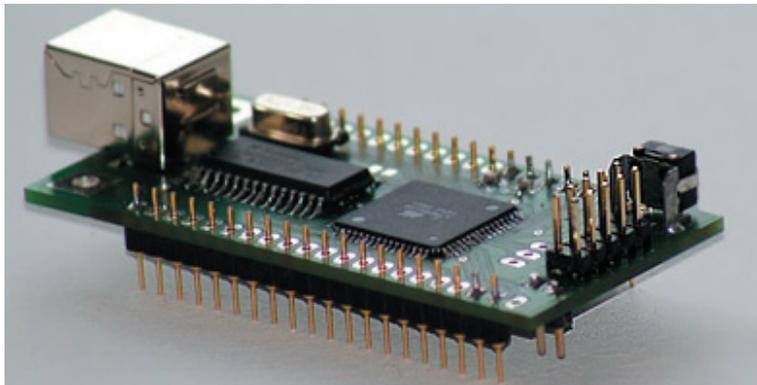


Abbildung 3:  
Der Prototyp des  
USBprog Hardwaremoduls.

Das nächste Hardware-Modul, das auf USBN2MC aufbaut, wird **Octopus** sein. Damit wird es möglich sein, vom PC aus mit einigen Programmiersprachen und einer grafischen Applikation über den USB Bus alle gängigen Peripherieschnittstellen wie z.B. SPI, I2C, GPIO, A/D, UART und CAN anzusteuern. Damit eignet sich das Modul hervorragend für die tägliche Arbeit im Labor, beim Bau von Prototypen und in der Ausbildung. **Abbildung 3** zeigt die Platine. Mittlerweile ist auch dieses Projekt in Serie gegangen. Es greift bei der Firmware auf Ergebnisse zurück, die im Sommersemester 2007 beim Projekt vPort gewonnen wurden. Dabei wurde der erste Prototyp des openXIO, der damals noch vPort genannt wurde, in Betrieb genommen. Verweise in das Internet:

- Die USBN2MC Bibliothek: <http://usbn2mc.berlios.de>
- Die Homepage der Projekte von Benedikt Sauter. Hier kann man die Produkte auch kaufen: [www.embedded-projects.net/](http://www.embedded-projects.net/)

### 2.3 TINY-CAN

Dies ist mit einem Alter von vier Jahren mein ältestes Projekt. Trotzdem hat es noch einige Anwender, so dass auch aktuell in diesem Jahr Änderungen und Erweiterungen hinzugekommen sind. Als ich 2003 für eine selbstentwickelte Steuerung ein CAN Interface benötigte, das man an den USB Bus anschliessen kann, sah der kommerzielle Markt nicht gerade üppig aus. Aus diesem Grund entschloss ich mich, einen freien USB Adapter zu entwerfen, der mit Open-Source Software, vor allem Treiber für Linux und Win-

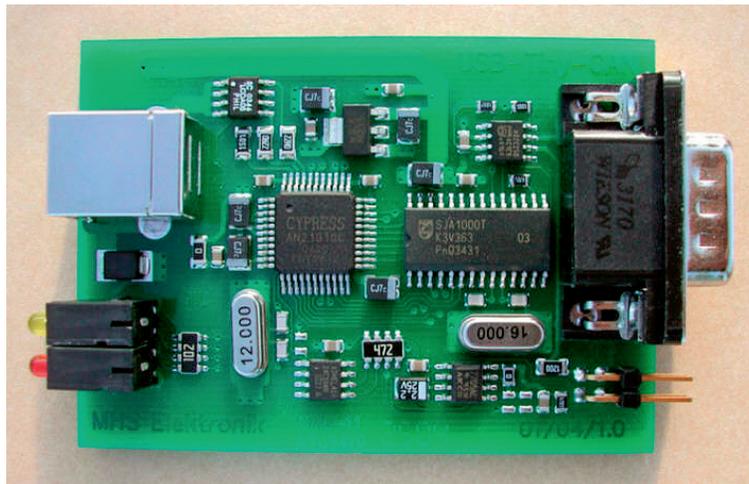


Abbildung 4:  
Die USB-Tiny-CAN  
Platine

dows, ausgestattet ist. Nach dem Aufbau des Prototypen entstanden in zwei Diplomarbeiten die wesentlichen Treiber- und Firmwarekomponenten. Die Einmann-Firma MHS Elektronik (Klaus Demlehner) hat eine Platine entwickelt, die man in **Abbildung 4** sieht. Die Firma übernimmt auch den Vertrieb dieses Adapters.

Im vergangenen Jahr habe ich mich um die Wartung der Software unter Linux gekümmert, so dass die Treiber sich mit neueren Kernelversionen kompilieren lassen. Eine aktuelle Ergänzung ist z.B. die Anbindung des CAN Treibers an die high-level Programmiersprache **Python**. Zur Zeit wird die Hardware des Adapters überarbeitet.

- Die Homepage des USB-Tiny-CAN Projektes [www.mhs-elektronik.de](http://www.mhs-elektronik.de)
- Das USB-Tiny-CAN Code Repository an der FH Augsburg <http://dog.informatik.hs-augsburg.de/cgi-bin/trac-usbtiny-can.cgi>

#### 2.4 SONSTIGE UNTERNEHMUNGEN

Zugangskontrolle FHA Neubau. Beim FH Neubau am Roten Tor werden bis zu 50 Türen mit einer Zugangskontrolle ausgestattet, die mit RFID-Karten gesteuert werden. Um die Kosten zu senken sollte die Zugangskontrolle durch die Auswahl von geeigneten preiswerten RFID-Lesegeräten und durch eine Diplomarbeit [6], die sich mit der Ansteuerung der Lesegeräte beschäftigt, in die Praxis umgesetzt werden.

Meine Aufgaben waren es, den Kontakt mit einer geeigneten Lieferfirma für die Lesegeräte herzustellen (die Wahl fiel auf die Peter Hengstler GmbH<sup>4</sup>) und mit Rat und Tat bei der Planung und Implementierung der Ansteuerung und Vernetzung der Lesegeräte über den RS-485 Bus beizustehen.

Für die drei Mikrocontroller-Projekte, die bisher unter dem Titel "Modulare Steuerungen" deklariert waren und für meine Mitwirkung an der Zugangskontrolle habe ich im Sommerse-

Abbildung 6:  
Vor unserem Stand auf der Embedded World. Von rechts: Moritz Eberl (Gast), Benedikt Sauter (Projekt USBprog), Hubert Högl. Links hängt das Poster, darunter sind unsere Notebooks und Ausstellungsstücke.

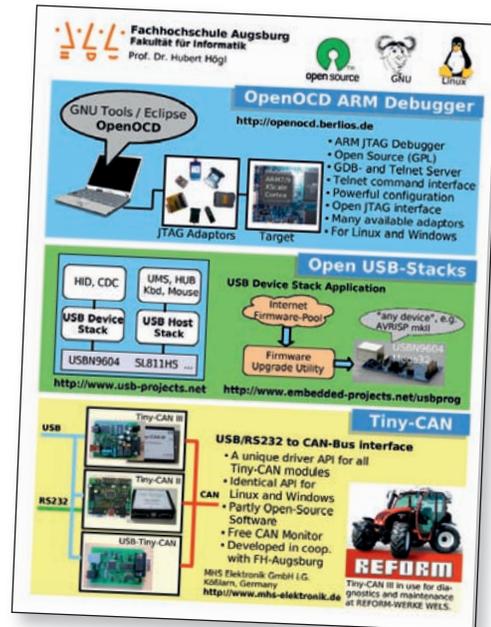


<sup>4</sup> PHG GmbH <http://www.phg.de>



Abbildung 5: Der Gemeinschaftsstand der TU Dresden. Unsere Ausstellungsfläche ist am linken Bildrand zu sehen.

Abbildung 7: Das Poster. Die Einteilung in drei horizontale Blöcke entspricht den drei Exponaten.



mester 2007 zwei **Entlastungsstunden** beantragt und auch bekommen.

### 3 DIE "EMBEDDED WORLD"

Im Februar 2007 besuchten wir zum zweiten Mal (nach 2006) als Aussteller die **Embedded World** als grösste europäische Messe für Mikrocomputertechnik und Embedded Computing in Nürnberg ([www.embedded-world.de](http://www.embedded-world.de)). Unser Stand mit ca. 3 qm Fläche war auf der Gemeinschaftsfläche der TU Dresden untergebracht. Die gesamte Fläche stand, vorgegeben vom Bundesland Sachsen, unter dem Motto "Forschung für die Zukunft". **Abbildung 5** zeigt den Gemeinschaftsstand, der sechs Aussteller aus Universitäten und Fachhochschulen untergebracht hat. Die FH-Coburg und wir waren die "Gäste aus Bayern". **In Abbildung 6** sieht man Benedikt Sauter, der das USBprog Projekt ausgestellt hat, einen

Gast aus der Informatik der fleissig mitgeholfen hat und den Autor. Die Posterfläche war sehr knapp, so dass alle drei Projekte OpenOCD, USBprog und Tiny-CAN auf ein Poster untergebracht werden mussten (**Abb. 7**).

Am zweiten Tag der Messe hielt ich am Nachmittag auf der begleitenden Konferenz einen Vortrag zum Open On-Chip Debugger [1]. Eine Veröffentlichung zum gleichen Thema ist im Sammelband der Konferenz enthalten.

### 4 VERÖFFENTLICHUNGEN

- 1 Hubert Högl and Dominic Rath, The Open On-Chip Debugger, Embedded World, Conference 2007, Nürnberg (Paper and Talk); [www.fh-augsburg.de/~hhoegl/doc/openocd/ew07.pdf](http://www.fh-augsburg.de/~hhoegl/doc/openocd/ew07.pdf)
- 2 Dominic Rath, The Open On-Chip Debugger, Diploma Thesis, FH Augsburg, 2005;

[www.hs-augsburg.de/~hhoegl/da/da-25/thesis.pdf](http://www.hs-augsburg.de/~hhoegl/da/da-25/thesis.pdf)

- 3 Dominic Rath, Embedded Systems Trace Solutions, Master Thesis, FH Augsburg, September 2007; [www.fh-augsburg.de/~hhoegl/da/ma-3/thesis.html](http://www.fh-augsburg.de/~hhoegl/da/ma-3/thesis.html)
- 4 Benedikt Sauter, USB-Stack für Embedded Systeme, Diplomarbeit, FH Augsburg, Juli 2007; [www.hs-augsburg.de/~hhoegl/da/da-36/](http://www.hs-augsburg.de/~hhoegl/da/da-36/)
- 5 Benedikt Sauter und Dr. Thomas Scherer, Usbprog – Open-Source Universalwerkzeug, Elektor, Oktober 2007
- 6 Alfred Schneider, Entwicklung eines Client/ Server Java-Frameworks für objektorientierte, netzwerkfähige und verschlüsselte Zugangskontrollsysteme mit RS485-basierten RFID-Kartenlesern, Diplomarbeit an der FH Augsburg, September 2007

### Wettbewerbsvorteile für Unternehmen Einfacher Zugang zu den Hochschulen

### TEA-Netzwerk – Erfolgreiche Kooperationen zwischen Hochschulen und Unternehmen

- Problemlösungen
- Forschungs- und Entwicklungsprojekte
- Wissens- und Technologietransfer
- Geräte, Maschinen, Labore, Apparate
- Gutachten, Beratung, Studien, Analysen
- Qualifizierung, Fortbildung



TEA-Netzwerk  
Wirtschaftsraum Augsburg &  
Nordschwaben  
Maximilianstraße 3  
86150 Augsburg  
Tel. 0821 45010 230  
Fax 0821 45010 111  
tea@region-A3.com

## Aufbau der Forschungsgruppe Automation in Usability Engineering (AUE)

Im Rahmen der im Sommersemester 2007 beantragten zwei Entlastungsstunden (Arbeitstitel Usability-Engineering/-Pattern Language für das Automatisierungsumfeld) konnte ich mit Erfolg eine Arbeitsgruppe aus Master-Absolventen, Master-Studierenden, Diplomand(inn)en und Gast-Studierenden aufbauen, die es uns bereits jetzt erlaubt, nachhaltige Forschungsaktivitäten im Umfeld des Usability Engineering zu betreiben.

### TEAM IM SOMMERSEMESTER 2007

Prof. Dr.-Ing. Christian Märtin  
(Leitung)

### POST GRADUATE RESEARCHERS

Dipl.-Inf. Jürgen Engel, M.Sc.  
(Lehrbeauftragter)  
Dipl.-Inf. Alexander Roski  
(Masterstudent u. Lehrbeauftragter)  
Dipl.-Inf., Dipl.-Des. Lenja Sorokin  
(Lehrbeauftragte)

### UNDERGRADUATE RESEARCHERS

cand. inf. Angela Klinke  
(Diplomandin)  
Shrijash Jichkar (Guest Research  
Student, Indian Institute of Techno-  
logy, Guwahati)

### ARBEITSINHALTE

Unsere Arbeitsgruppe widmet sich der Lösung aktueller Fragestellungen aus den Bereichen

- Modellierung interaktiver Systeme
- Modellbasierte Generierung interaktiver Systeme mit hoher Usability
- Patterns und Pattern-Languages für interaktive Systeme
- (Semi-)Automatische Usability-Evaluation interaktiver Systeme
- Werkzeug- und Methodenunter-

stützung des Usability-Engineering-Prozesses

Dabei arbeiten wir mit regionalen, nationalen und internationalen Partnern aus Forschung und Industrie zusammen und regelmäßig bei führenden internationalen Tagungen auf dem Gebiet der Human-Computer Interaction (HCI) vertreten.

Hochschulweit kooperieren wir im Rahmen des HCI-Arbeitskreises mit den Professuren für E-Commerce (Prof. Dr. Norbert Gerth) und Künstliche Intelligenz/Interaktive Systeme (Prof. Dr. Thomas Rist). Die HCI-Gruppe der HS Augsburg betreibt zusammen mit der als Spin-Off aus der HS Augsburg gegründeten Web-Design-Agentur **allevia GmbH** ein gemeinsames Usability-Labor. Im Sommersemester haben wir das Team für die Evaluation der neuen Hochschul-Website zusammengestellt und vorbereitet. Die Evaluation findet im Oktober und November statt. Eine weitere interne Kooperation besteht zur Arbeitsgruppe Robotik von Prof. Georg Stark.

Derzeit fokussiere ich meine Aktivitäten auf zwei Projekte:

### TEILNAHME AM EUROPÄISCHEN USABILITY-FORSCHUNGSNETZWERK MAUSE ([www.COST294.org](http://www.COST294.org))

Konkrete Aktivitäten im Sommersemester 2007:

- Teilnahme am MAUSE-Workshop in Salzburg (8. Juni), C. Märtin, J. Engel
- Analyse von automatischen Analysetools (C. Märtin, J. Engel) als Beitrag zur MAUSE-Workgroup 4, Vertiefung der Zusammenarbeit mit MAUSE-Partnern aus Öster-

reich (Uni Linz) und Spanien (Uni Castilla La Mancha)

- Ausarbeitung eines gemeinsamen Papers zur automatischen Evaluation für die HCII 2007 mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Forbrig, Uni Rostock (Paper 3)
- Organisatorische Vorbereitung (Anträge) und Begleitung der genehmigten Short Term Scientific Mission (STSM) von Lenja Sorokin an der Universidad Castilla La Mancha, Albacete, Spanien vom 15. Mai bis 15. Juni, Intensivierung der Kontakte zu Prof. F. Montero, Übernahme der Kosten durch EU-COST
- Ausarbeitung eines gemeinsamen Ergebnis-Papers zur Integration von Usability-Analyse-Tools in multimediale Web-Applikationen. Das Paper wurde im August für die Veröffentlichung auf der IWWUA 07, Nancy, France im Dezember angenommen (Paper 4)
- Vorbereitung der Präsentation der Ergebnisse der STSM durch Lenja Sorokin beim nächsten MAUSE-Workshop in Toulouse (November 2007)

### ENTWICKLUNG VON PATTERNS UND PATTERNSPRACHEN FÜR DIE GENE- RIERUNG INTERAKTIVER SOFTWARE FÜR AUTOMATISIERUNGSANWEN- DUNGEN BZW. WEB-APPLIKATIONEN

Konkrete Aktivitäten im Sommersemester 2007:

- Vorbereitung und Begleitung/Betreuung des Gastaufenthaltes von Research Student Shrijash Jichkar vom Indian Institute of Technology, Guwahati in unserer Gruppe (Mai bis Juli 2007)
- Poster-Präsentation der Ergebnisse unserer Arbeitsgruppe bei



Prof. Dr.-Ing.  
Christian Märtin

**Dauer  
des Projektes:**  
Sommersemester  
2007

**Art des Projektes:**  
Aufbau der For-  
schungsgruppe  
Automation in  
Usability Enginee-  
ring (AUE)

- der Einweihung des KLM-Baus (Märting, Roski, Jichkar, Sorokin)
- Konkretisierung der Usability Pattern Language für Automatisierungsanwendungen (Roski, Jichkar, Märting, Zusammenarbeit mit Prof. Stark und seinen Mitarbeitern). Aktueller Stand: Prototyp für Robotersteuerungs-Schnittstellen, Masterarbeit von A. Roski
- Ausarbeitung eines Papers für die HCII 2007 (Vortrag im Juli 2007 durch A. Roski) zu unserem neuartigen Strukturierungsansatz für HCI-Pattern-Languages (Märting, Roski, Paper 1)
- Ausarbeitung eines Papers für die Informatik 2007 (Bremen) zur konkreten Umsetzung unseres Ansatzes für die Automatische Generierung von Software mit hoher Usability aus Patterns (Paper 2)
- Planung von Drittmittel-Projekten und Industriekooperationen (in Zusammenarbeit mit Prof. Stark)
- Einarbeitung der Diplomandin Angela Klinke ins Umfeld der Arbeitsgruppe. Sie wird den Pattern-Language-Ansatz übernehmen und auf die automatische Generierung von Online-Shops übertragen

#### ARBEITSGEBIET MULTICORE-TECHNOLOGIE

Im Rahmen meiner Forschungsaktivitäten im Bereich der Rechnerarchitektur widme ich mich zusammen mit Master-Studierenden und Diplomand(inn)en seit 2006 intensiv dem Thema Multicore-Technologie. Im Sommersemester nahm ich zusammen mit Master-Absolvent Olaf Laqua am Parallelrechner-Workshop (PARS) der GI in Hamburg (31. Mai bis 1. Juni) teil. Wir präsen-

tierten dort ein akzeptiertes Paper zur Multicore-Leistungsmessung (Paper 5). Diese Arbeit wird derzeit für das im Dezember erscheinende endgültige Paper noch ergänzt. Die Aktivitäten zur Leistungsmessung paralleler Mikroprozessoren werden derzeit durch eine Diplomarbeit (H. Kesper) fortgeführt.

#### VERÖFFENTLICHUNGEN

1. Märting, C., Roski, A.: Structurally Supported Design of HCI Pattern Languages. Proceedings of HCI International, Beijing, 22-27 July, 2007, Springer LNCS 4450, 1159-1167
2. Roski, A., Märting, C.: Pattern-Sprachen und Automatisierung. Erscheint in: Forbrig, P. (ed.), Proc. zum Workshop Modellbasierte Entwicklung von Benutzungsschnittstellen im Rahmen der Informatik 2007, 24.-28. September 2007
3. Buchholz, G., Engel, J., Märting, C., Propp, S.: Model-based Usability Evaluation – Evaluation of Tool Support. Proceedings of HCI International, Beijing, 22-27 July, 2007, Springer LNCS 4450, 1043-1052
4. Sorokin, L., Montero, F., Märting, C.: Flex RIA Development and Usability Evaluation. To appear in Proc. of 1st Int. Workshop on LNCS 4832, 447-452, 2007
5. Laqua, O., Märting, C.: Auswirkungen von Multicore- und Multithreading-Architekturen auf die Leistung paralleler Simulatoren, 21. PARS-Workshop, Hamburg, 31. Mai/1. Juni 2007. GI/ITG-PARS Mitteilungen Nr. 24, Dezember 2007

## BaCaTec Projekt: SocSim Simulation menschlichen Interaktionsverhaltens auf der Grundlage sozial-psychologischer Modelle

### KURZBESCHREIBUNG

In vielen Anwendungsbereichen versucht man der steigenden Komplexität der Mensch-Maschine-Kommunikation durch anthropomorphe Interaktionsmetaphern zu begegnen. Telfonauskunftsdienste über Sprachcomputer, Lernanwendungen mit virtuellen Tutoren und anspruchsvolle Computerspiele mit virtuellen Akteuren sind Beispiele hierfür. In solchen Interaktionsszenarien ist es unerlässlich, auch soziale Aspekte zu betrachten – einerseits, um Benutzerverhalten zutreffend zu interpretieren und andererseits angemessene Systemreaktionen zu generieren. Im Projekt SocSim geht es um die computer-basierte Simulation interaktionsrelevanter Aspekte menschlichen Sozialverhaltens. Die zum Einsatz kommenden Computersimulationen basieren dabei auf empirisch abgesicherten sozialpsychologischen Modellen und Theorien. Ein von Dr. Gratch's Gruppe am ICT entwickeltes Modell zieht Schlussfolgerungen über menschliches Verhalten auf der Grundlage sozio-kausaler Zusammenhänge. Ein von Prof. Rist und seinen Studenten entwickeltes Modell simuliert Einstellungsänderungen, wie sie auch bei menschlichen Interaktionspartnern – etwa in Gruppendiskussionen – zu beobachten sind. Insbesondere wird im Projekt untersucht, die an den beiden Standorten vorhandenen Simulationsansätze zu kombinieren und das aus der Kombination hervorgehende Gesamtsystem in verschiedenen Anwendungskontexten zu nutzen.

### PROJEKTERGEBNISSE

Gemäß der Zielsetzung des Projekts wurde ein reger wissenschaftlicher Austausch initiiert, zwischen der Arbeitsgruppe von Dr. Gratch einerseits und der Arbeitsgruppe von Prof. Rist andererseits. Durch das Kooperationsprojekt konnten über die bereits im Antrag erwähnten Berührungspunkte noch einige weitere identifiziert werden. Aus Sicht der Hochschule Augsburg von großem Interesse ist hier insbesondere das Engagement des ICT im Bereich Computer Games. Vom Know How und den engen Kontakten des ICT zur kalifornischen Spiele-Industrie, könnten dem an der Hochschule neu eingerichteten Masterstudengang „Interaktive Mediensysteme mit Schwerpunkt Game Design“ von großem Nutzen sein.

Interessante inhaltliche Beiträge wurden des weiteren von Herrn Dipl.-Inform. Reiner Pittinger geleistet, der im Rahmen eines an der Hochschule Augsburg absolvierten Praktikums in das Projekt eingebunden wurde. Herr Pittinger untersuchte, in wiefern der SocSim-Ansatz zur „Visualisierung von Kommunikationsstrukturen in Online-Foren“ herangezogen werden könnte. Um eine Möglichkeit aufzuzeigen, koppelte er u.a. ein von ihm entwickeltes Visualisierungswerkzeug mit der von Dr. Rist entwickelten Software zur Simulation von Einstellungsänderungen von Gesprächsteilnehmern. Die Ergebnisse seiner Recherche sowie den entstandenen Demonstrator präsentierte Herr Pittinger dem Projektpartner am ICT im Rahmen eines zweiwöchigen Gastaufenthalts.

### ARBEITSTREFFEN UND GASTAUFENTHALTE

Dank der Unterstützung durch BaCaTec wurden im Förderzeitraum folgende Arbeitstreffen und Gastaufenthalte ermöglicht:

- Arbeitstreffen mit Dr. Gratch, Dr. Krenn, Prof. Rist am ÖFAI in Wien (April 2006)
- Gastaufenthalt von Prof. Rist am ICT und Teilnahme an der Fachkonferenz IVA'2006 in Marina del Rey (August/ September 2006).
- Gastbesuch von Dr. Gratch an der Hochschule Augsburg (Juni 2007)
- Gastaufenthalt von Reiner Pittinger am ICT

Prof. Dr.  
Thomas Rist

**Professoren:**  
Prof. Dr.  
Thomas Rist,  
Hochschule  
Augsburg

Ph.D.  
Jonathan Gratch  
ICT – Institut für  
Kreative Techno-  
logien, Marina del  
Rey University of  
California

**Dauer  
des Projektes:**  
Januar 2006  
–Juli 2007

**Art des Projektes:**  
SocSim Simulation  
menschlichen Inter-  
aktionsverhaltens  
auf der Grundlage  
sozial-psychologi-  
scher Modelle



**GIGATRONIK** ist der spezialisierte Entwicklungspartner im Bereich der Automobilelektronik und Informationstechnologie. Mit dem Wissen und der Fähigkeit, Visionen kompetent zu realisieren. Wir verbinden Automobilelektronik und Informationstechnologie zur *carIT* – der Basis zur Lösung zukünftiger Herausforderungen.

Unsere Entwicklungsdienstleistungen umfassen die Bereiche

- Komponentenentwicklung
- Systemarchitektur & Bordnetz
- Systemintegration & Erprobung
- Fahrzeugintegration
- Sonderapplikationen
- Diagnose
- Informations- & Prüfsysteme
- PLM-Lösungen
- IT-Beratung

Die Verbindung von technischer und ästhetischer Perfektion ist unsere Philosophie.

**GIGATRONIK München GmbH**  
 Personalwesen  
 z. Hd. Frau Nadja Hunzelmann  
 Taunusstraße 21  
 80807 München

Tel. 089 / 35 39 68-031  
 Fax 089 / 35 39 68-099

Nadja.Hunzelmann@gigatronik.com  
 www.gigatronik.com

Zur Unterstützung der Fachbereiche an unseren Standorten **Stuttgart, Ingolstadt, München und Köln** suchen wir

## Absolventen, Praktikanten und Diplomanden (w/m)

der Studiengänge

### Elektro- und Informationstechnik, Mechatronik und Informatik

Sie wirken in aktuellen Projekten mit und entwickeln zusammen mit unseren Mitarbeitern kreative Lösungen für Aufgabenstellungen aus den Bereichen Automobilelektronik, -elektrik oder Informatik. Bei GIGATRONIK haben Sie die Möglichkeit, als Mitglied eines innovativen und dynamischen Teams in einer offenen Arbeitsatmosphäre fundierte und interessante Praxiserfahrungen zu sammeln. Qualifizierte Bewerber erhalten bei uns die Chance, sich zielgerichtet auf ihre zukünftigen Aufgaben vorzubereiten und fachliche Kompetenzen in einem anspruchsvollen Arbeitsumfeld zu erwerben.

#### Ihr Profil:

- Im Bereich der Fahrzeugelektronik /-elektrik sind Kenntnisse in MATLAB/SIMULINK, CAN/LIN/MOST/FlexRay, C/C++ und der Mikrocontrollertechnik von großem Vorteil.
- Im Informatikbereich besitzen Sie idealerweise Kenntnisse in JEE, C++, Datenbanken (vorzugsweise Oracle, SQL-Server) oder verfügen über Erfahrung im Umgang mit CATIA V5 (CAA-Entwicklung), eM-Planer, eGate, SAP, IPPE.
- Zuverlässigkeit, Sorgfalt, teamorientiertes Denken und Handeln sowie eine schnelle Auffassungsgabe runden Ihr Profil ab.

Fühlen Sie sich angesprochen? Dann freuen wir uns auf Ihre aussagefähigen Bewerbungsunterlagen mit Angabe Ihres frühest möglichen Eintrittstermins und des gewünschten Standortes. Für Fragen steht Ihnen vorab Frau Nadja Hunzelmann gerne zur Verfügung.



## Forschungsprojekt

### „Medizinische Bildverarbeitung für klinische Anwendungen“

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Folgen der Atherosklerose („Arterienverkalkung“) sind für viele Menschen dramatisch. Früherkennungs-Methoden, die eine Abschätzung des individuellen Herzinfarkt- oder Schlaganfall-Risikos erlauben, sind Gegenstand aktueller Forschung. Konkret beschäftigt sich das hier beschriebene Projekt mit der automatisierten Klassifizierung von Blutgefäß-Schädigungen (Plaque) mittels Kernspintomographie, einem Verfahren, das ohne ionisierende Strahlung auskommt und so flexibel ist, dass unterschiedliche Gewebe-Eigenschaften dargestellt werden können. Die Akquisition der Bilddaten und die Entwicklung neuartiger Kontrast-Mittel findet an der Universität Ulm statt, während die Hochschule Augsburg Beiträge zur Computerunterstützten Kombination und Auswertung der Bilder durch digitale Bildverarbeitung, insbesondere Registrierung und Segmentierung, leistet.

#### I ZIEL DES PROJEKTS

Das Projekts soll einen Beitrag zur verbesserten Diagnose von Atherosklerose („Arterienverkalkung“) leisten.

#### I.1 ATHEROSKLEROSE – RELEVANZ

Herz- Kreislaferkrankungen sind für 18% (10%) des Verlusts an gesunden Lebensjahren („Disability-adjusted life years“) in Ländern mit hohen (niedrigen) Durchschnitts-Einkommen verantwortlich [1]. Die weltweiten volkswirtschaftlichen Gesamtkosten dieser Erkrankungen werden auf 800 Mrd. US\$ pro Jahr

geschätzt [2]. Herzinfarkte oder Schlaganfälle werden meist direkt oder indirekt durch Atherosklerose verursacht [3]. Die Verhaltensbedingten Risikofaktoren wie z.B. Rauchen, Übergewicht, Bewegungsman- gel und falsche Ernährung sind zwar allgemein bekannt, Änderungen des Lebensstils erfolgen jedoch in vielen Fällen erst nach einer Diagnose oder gar nach dem Auftreten erster Be- schwerden. Aus diesen Gründen ist eine möglichst frühe Erkennung der Atherosklerose wünschenswert.

#### I.2 ATHEROSKLEROSE – STADIEN

Zunächst wird die innere Wand- Schicht des Blutgefäßes (Intima) geschädigt, was letztendlich zu einer Anlagerung von weißen Blutkörper- chen führt, die im weiteren Verlauf in den subintimalen Raum eindrin- gen, so dass die frühe atheroskle- rotische Plaque („Fatty streak“) entsteht. Daraus entwickelt sich eine fortgeschrittene Läsion (Schädi- gung), die einen aus abgestorbenen Zellen bestehenden (nekrotischen) Kern enthält, der von einer fibröse

Kappe gegen das Innere des Gefäßes (Lumen) abgetrennt wird [4]. Die Ausbreitung der Plaque erfolgt zunächst in die Wand der Arterie hin- ein. Dabei ändert sich die Form des Gefäßes so, dass keine signifikante Einengung (Stenose) entsteht („ar- terial remodeling“) [5]. Durch eine fibröse Kappe stabilisierte Plaque stellt dann eine gesundheitliche Gefahr dar, wenn das Lumen signifi- kant eingeengt wird<sup>1</sup> oder wenn die Kappe aufreißt (Plaqueruptur) und sich aus dem Kern der Plaque ein Blut-Pfropf (Thrombus) bildet, der z.B. zu einem akuten Herzinfarkt führen kann [4]. Obwohl die Plaque-Entstehung hier stark verkürzt dargestellt wurde, ergibt sich eine wichtige Schlussfol- gerung: Eine zuverlässige Diagnose der Atherosklerose ist nur durch eine detaillierte Untersuchung der Gefäßwand, nicht jedoch durch eine reine Betrachtung des Gefäß-Inne- ren möglich [5].



Prof. Dr.  
Peter Rösch

#### Professoren:

Prof. Dr.  
Peter Rösch  
Hochschule  
Augsburg, Fakultät  
für Informatik

Prof. Dr.  
Volker Rasche  
Universitätsklini-  
kum Ulm, Klinik für  
Innere Medizin II

Dauer  
des Projektes:  
Sommersemester  
2007

#### Art des Projektes:

Medizinische  
Bildverarbeitung  
für klinische  
Anwendungen



Abbildung 1:  
Innenseite einer  
eröffneten menschl-  
lichen Aorta mit  
deutlichen Zeichen  
von Atherosklerose.  
Quelle: Dr. E. P.  
Ewing, Jr. (über  
www.wikipedia.de).

<sup>1</sup> Im Fall der Herzkranzgefäße werden Stenosen erst funktionell wirksam (Angina pectoris), wenn 70–80% der Arterien-Querschnitte verschlossen sind.

## 2 ATHEROSKLEROSE – FRÜHERKENNUNG

Um das individuelle Risiko eines Patienten abzuschätzen, ist es wichtig, die stabile von der instabilen Plaque zu unterscheiden, da von letzterer die Haupt-Gefahr ausgeht [3]. Viele bildgebende Verfahren wie z.B. Intravaskulärer Ultraschall (IVUS), Intravaskuläre Thermografie, Optische Kohärenz-Tomographie (OCT), Intravaskuläre Palpographie oder Angioskopie erlauben eine Visualisierung der Gefäßwand und eine Untersuchung der Plaque [3, 6]. Im hier beschriebenen Projekt wird die Kernspin-Tomographie zur Charakterisierung von Plaque eingesetzt. Diese Methode wird im Folgenden kurz beschrieben.

### 2.1 MAGNET-RESONANZ-TOMOGRAPHIE (MRT)

Die Kernspin- oder Magnet-Resonanz-Tomographie kommt im Gegensatz zu anderen Methoden wie der Computer-Tomographie (CT), der klassische Röntgen-Angiographie oder nuklear-medizinischen Verfahren ohne ionisierende Strahlung aus und ist (abgesehen von der intravaskulären Kernspintomographie, die hier nicht betrachtet wird) auch nicht invasiv. Anders als die Angiographie, die nur das Lumen und vorhandene Stenosen darstellt, kann mittels MRT auch die Gefäßwand untersucht werden.

#### 2.1.1 MRT – PRINZIP

Grundlage des Verfahrens ist die Aufspaltung der Energieniveaus des Kernspin-Systems hauptsächlich durch Wechselwirkung mit einem

äußeren Magnetfeld und die Anregung von magnetischen Übergängen durch elektromagnetische Strahlung. Im thermischen Gleichgewicht existiert eine Polarisation des Kernspin-Systems und damit eine effektive Magnetisierung entlang einer Richtung, die durch die Orientierung des äußeren (statischen) Feldes („z-Achse“) ausgezeichnet ist. Durch Anwendung eines linear polarisierten Hochfrequenzimpulses kann die Magnetisierung aus dieser Orientierung „heraus geklappt“ werden und präzediert dann zunächst Phasenkohärent mit einer Frequenz, die proportional zum lokalen Magnetfeld ist, um die z-Achse. Diese Präzession der Magnetisierung induziert analog zu einem rotierenden Magneten in einem Dynamo eine Wechselspannung in einer Messspule. Aus der Fouriertransformation dieses Signals erhält man die Verteilung der Resonanz-Frequenzen, also das Kernresonanzspektrum. Aufgrund von Relaxations-Prozessen nimmt die Signalamplitude mit der Zeit ab, wobei zwischen Spin-Gitter-Relaxation (Tendenz der effektiven Magnetisierung, sich wieder entlang der z-Achse auszurichten, charakteristische Zeit:  $T_1$ ) und Spin-Spin-Relaxation (Tendenz des Spin-Systems, die Entropie zu maximieren, also die Phasen-Kohärenz zu verlieren, charakteristische Zeit:  $T_2$ ) unterschieden wird. Um ein „Bild“ (räumliche Verteilung der effektiven Magnetisierung) zu erhalten, müssen die Resonanzbedingungen der Kernspins (und damit das Magnetfeld am Kern-Ort) ortsabhängig gemacht werden, was durch Magnetfeld-Gra-

dienten erreicht wird. Eine detaillierte Beschreibung findet sich z.B. bei Morneburg [7].

Für die medizinische Bildgebung wird fast ausschließlich das magnetische Moment der Wasserstoff-Kerne genutzt, da Wasserstoff sowohl in Wasser als auch in organischen Verbindungen reichlich vorkommt und somit fast alle Körperteile<sup>2</sup> dargestellt werden können.

#### 2.1.2 PULS-SEQUENZEN UND KONTRAST

Die zeitliche Abfolge, mit der Radiofrequenz-Pulse und Magnetfeld-Gradienten geschaltet werden, bezeichnet man als Puls-Sequenz, wobei sich das resultierende Bild aus einer Vielzahl von Messungen ergibt. Die Zeit zwischen zwei Messungen nennt man Wiederholzeit  $T_R$ . Prinzipiell erhält man mit allen Puls-Sequenzen die räumliche Verteilung der effektiven Kern-Magnetisierung zum Zeitpunkt der Bildaufnahme (Akquisition). Die Art und Weise, wie die Akquisition vorbereitet wird, hat jedoch entscheidenden Einfluss auf den Kontrast des entstehenden Bildes, also darauf, welche anatomischen Strukturen hell, welche dunkel erscheinen und wie gut Strukturen voneinander unterschieden werden können. Die Charakterisierung von Plaque erfordert die Kombination mehrerer Bilder, die mit unterschiedlichen Sequenzen aufgenommen werden und daher komplementäre Information enthalten. Die folgende Aufstellung geht auf Maßnahmen, die der Verkürzung der Messzeit dienen, nicht ein, sondern stellt die Charakteri-

<sup>2</sup> Eine wichtige Ausnahme ist kompakter Knochen.

sierung des Bild-Kontrasts in den Mittelpunkt.

**T<sub>1</sub>-Gewichtung:** Durch relativ kurze Werte der Wiederholzeit (z.B. T<sub>R</sub>=750 ms) lässt man der effektiven Magnetisierung nicht genügend Zeit, um sich wieder vollständig entlang der z-Achse auszurichten und misst dann die resultierende Magnetisierung in z-Richtung. Strukturen mit kleiner (großer) T<sub>1</sub>-Zeit erscheinen daher hell (dunkel).

**T<sub>2</sub>-Gewichtung:** Hier wird der Phasen-kohärente Anteil der Magnetisierung senkrecht zur z-Achse

Plaque-Bestandteil	TOF	T <sub>1</sub> -Gew.	PD-Gew.	T <sub>2</sub> -Gew.
Frische Blutung	hell	mittel-hell	variabel	variabel
Lipidreicher Nektrotischer Kern	mittel	hell	hell	variabel
Kalzifikation	dunkel	dunkel	dunkel	dunkel
Fibröse Kappe	hell-mittel	mittel	hell	variabel

gemessen. Daher erscheinen Strukturen mit kleiner (großer) T<sub>2</sub>-Zeit dunkel (hell).

**Protonen-Dichte (PD)-Gewichtung:** Diese Sequenzen stellen die Dichte von Wasserstoff-Kernen im Gewebe weitgehend unabhängig

von Relaxations-Effekten dar.

**„time-of-flight“ MR-Angiographie (TOF):** Um fließendes Blut vom Hintergrund zu trennen, wird die effektive Kern-Magnetisierung (und somit das Signal) im interessierenden Bereich durch geeignete

Tabelle 1: Kontrast von Plaque-Bestandteilen in Kernspintomographie-Bilder, die mit unterschiedlichen Puls-Sequenzen aufgenommen wurden [5].

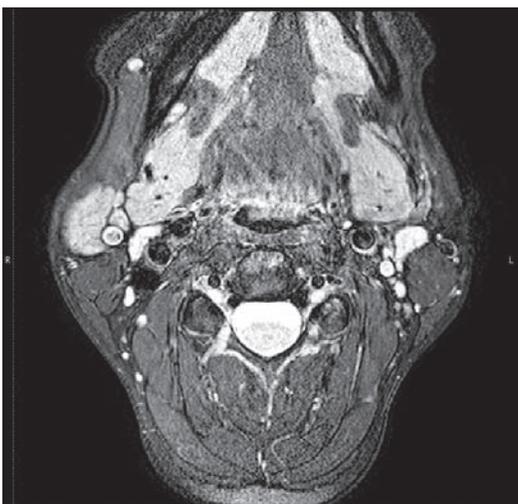
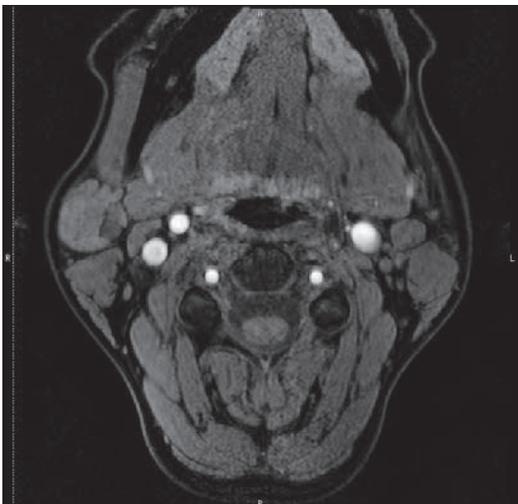


Abbildung 2: Axiale Schichten aus dreidimensionalen Kernspintomographie-Datensätzen, die menschlicher Halsschlagadern enthalten, mit unterschiedlichen Kontrasten TOF (oben links), T<sub>1</sub> (oben rechts), T<sub>2</sub> (unten links) und PD (unten rechts). Die Bild-Größe ist 512×512×40 (TOF) bzw. 512×512×20 (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, PD) Bild-Elemente mit einer Größe von jew. 0.29 mm×0.29 mm×1 mm.

Quelle: Philips Achieva, 3.0 T, Universitätsklinikum Ulm. Siehe auch Tabelle 1.

Pulse im Anschluss an die Anregung „zerstört“. Nach einer kurzen Wartezeit ist Blut nachgeflossen, dessen Magnetisierung dem thermischen Gleichgewicht entspricht, da es sich ursprünglich außerhalb des oben genannten Bereiches befand. Bei der nun folgenden Akquisition stellt sich das eingeflossene Blut hell dar, während die restlichen Strukturen weitgehend unterdrückt werden. Die  $T_1$ -,  $T_2$ -, und PD-gewichteten Bilder werden oft mit einer Unterdrückung des Blut-Signals („Black-blood pulse sequences“) kombiniert, um den Kontrast zwischen Lumen und Gefäß-Wand zu verstärken [5] (siehe Abb. 2).

Eine wichtige Schlussfolgerung aus Tabelle 1 ist, dass eine Kombination der komplementären Information aus mehreren unterschiedlichen Bildern notwendig ist, um eine automatische Analyse der Zusammensetzung von Plaques und damit eine Abschätzung des individuellen Risikos zu erreichen.

### 2.1.3 KOMPLIKATIONEN BEI DER AUSWERTUNG

Um mehrere Bilder automatisch vergleichen zu können, muss ein gemeinsames Koordinatensystem existieren, und korrespondierende anatomische Strukturen, z.B. ein bestimmter Abschnitt der Gefäßwand, müssen sich in allen Bildern an der gleichen Stelle befinden. Da sich der Patient zwischen den einzelnen Aufnahmen bewegt oder die Datensätze von unterschiedlichen Geräten stammen können, muss dieses gemeinsame Koordinatensystem oft nachträglich bestimmt werden. Diesen Vorgang nennt man Registrierung [8].

## 3 MEDIZINISCHE BILDVERARBEITUNG

Noch vor einigen Jahren war der initiale Implementierungs-Aufwand, um Beiträge zu aktuellen Methoden der medizinischen Bildverarbeitung zu leisten, sehr hoch, da kommerzielle klinische Anwendungen unflexibel sind und jede Forschungsgruppe eigene, für andere nicht zugängliche Software entwickelte. Diese Situation hat sich mit dem Open Source-Projekt ITK [9] grundlegend geändert. Das ITK-Paket bietet eine Fülle aktueller Bildverarbeitungs-Algorithmen, die durch die sehr durchdachte Architektur kombiniert oder auch modifiziert werden können und wird inzwischen von vielen Forschern verwendet. ITK kann mit der ebenfalls freien Software VTK [10] kombiniert werden, die zur Visualisierung der Ergebnisse geeignet ist. Das „Insight-Journal“ [11] bietet eine offene Plattform, um ITK-Anwendungen und Erweiterungen zusammen mit Beispiel-Bildern und Source-Code zu veröffentlichen, so dass die in der Veröffentlichung erzielten Ergebnisse für die Leser praktisch nachvollziehbar sind. Für dieses Projekt eröffnet ITK die Möglichkeit, aktuelle Verfahren anzuwenden und mit vertretbarem Aufwand an die konkreten Anforderungen anzupassen.

### 3.1 AUFGABENSTELLUNG

1. Konvertierung der in Ulm akquirierten Bild-Daten in ein für ITK und VTK direkt lesbares Format.
2. Automatische Registrierung von Kernspin-Resonanz-Bildern mit unterschiedlichem Kontrast.
3. Computerunterstützte, soweit wie möglich automatisierte Detektion

und Charakterisierung von Plaque in registrierten Datensätzen.

Die erste Aufgabe konnte mit einem auf ITK basierenden Programm abschließend gelöst werden, Punkt 2 ist teilweise gelöst und wird im Folgenden detailliert diskutiert, während die letzte Aufgabe Gegenstand zukünftiger Aktivitäten sein wird.

### 3.2 BILD-REGISTRIERUNG – STATUS

Prinzipiell unterscheidet man zwischen starrer Registrierung, die lediglich Verschiebungen und Drehungen des gesamten abgebildeten Objekts im dreidimensionalen Raum zulässt und elastischer Registrierung, die Deformationen mit einbezieht, also für jeden Bildpunkt einen Verschiebungs-Vektor bestimmt. Während die automatische starre Registrierung in der klinischen Praxis breite Verwendung findet [8], ist die elastische Registrierung noch im Forschungs-Stadium, da ein automatischer Algorithmus ohne Zusatz-Wissen nicht zwischen störenden Deformationen (z.B. durch Atmung), die es zu kompensieren gilt, und klinisch relevanten Prozessen (z.B. Tumor-Wachstum), die auf keine Fall „korrigiert“ werden dürfen, unterscheiden kann. Aus diesem Grund wurden die Möglichkeiten der starren Registrierung untersucht. Dazu wurde eine ITK-Anwendung erstellt, die flexibel konfigurierbar ist.

Folgende Eigenschaften können über eine Konfigurations-Datei gesteuert werden:

**Ähnlichkeitsmaß:** Das Ähnlichkeitsmaß berechnet aus zwei Bildern eine Zahl, die umso größer ist, je ähnlicher sich die Bilder sind. Im

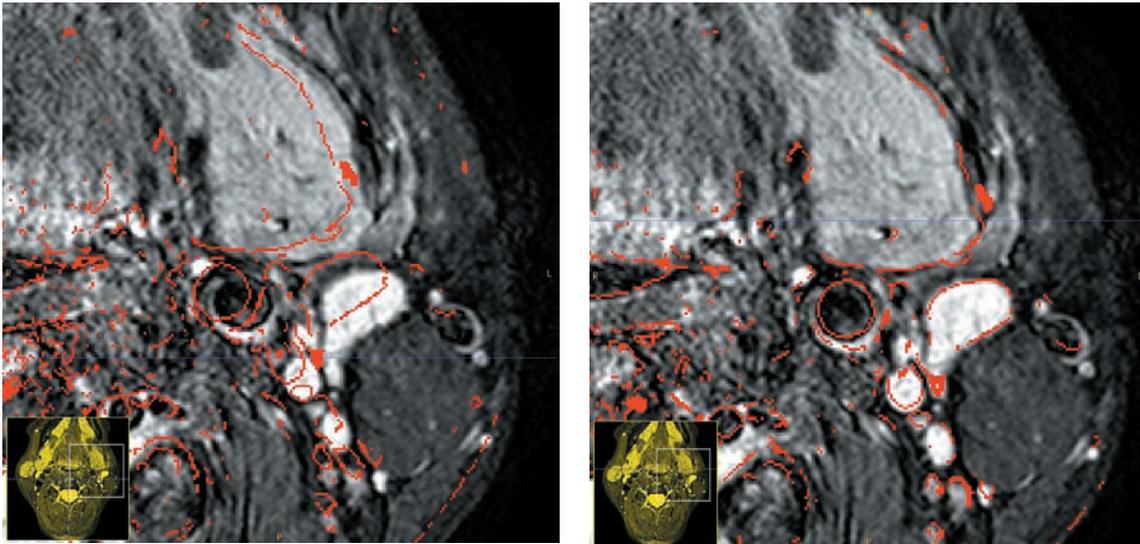


Abbildung 3: Überlagerung von Kanten (rot) aus dem  $T_1$ - und dem  $T_2$ -gewichteten Bild vor (links) und nach (rechts) erfolgreicher starrer 3D-Registrierung. Um die Robustheit des Verfahrens zu untersuchen, wurde das  $T_1$ -Bild vor der Registrierung um  $5^\circ$  bezüglich einer Achse senkrecht zur Schicht gedreht und um 2 mm nach links verschoben. Die Rechenzeit betrug 85 s (Intel Core 2 Duo 6600, 2.4 GHz).

Verlauf einer iterativen, starren Registrierung werden die Transformations-Parameter (Verschiebungsvektor und Rotations-Matrix) so lange variiert, bis das Ähnlichkeitsmaß zwischen dem Referenz-Bild und dem zu registrierenden Bild ein Maximum annimmt. Da die vorliegenden Bilder unterschiedliche Kontraste haben wird das in ITK verfügbare Histogrammbasiertes Ähnlichkeitsmaß „Normalised Mutual Information“ [12] eingesetzt.

**Aufbau einer Auflösungs-Pyramide:** Um zu vermeiden, dass die Optimierung in lokalen Maxima „hängen bleibt“ und um die Rechenzeit zu verkürzen, hat es sich bewährt, Repräsentationen der Bilder mit unterschiedlichen räumlichen Auflösungen zu berechnen und die Registrierung mit einer niedrigsten Auflösung zu beginnen. Die erhaltenen Transformations-Parameter werden als Startwerte für die nächsthöhere Auflösung genutzt [12]. Welche Anzahl von Pyramiden-Stufen sinnvoll ist, hängt von der Art

der Bild-Daten und dem initialen Positionierungs-Fehler ab.

**Optimierungs-Parameter:** Um den Speicher-Bedarf der Software zu begrenzen, wird ein robustes Verfahren eingesetzt, das ohne Ableitungen (Gradienten-Bilder) auskommt, nämlich das Downhill-Simplex-Verfahren [13]. Die Abbruch-Bedingungen (Maximale Schrittzahl pro Auflösungs-Stufe, minimale Schrittweite für die Parameter-Variation und der Grenzwert für die Signifikanz einer Änderung des Ähnlichkeitsmasses) können an die konkrete Aufgabenstellung angepasst werden.

Obwohl eine Bewegung des Kopfes zu Deformationen im Hals- und Nacken-Bereich führt, verliefen erste Versuche mit klinischen Bildern vielversprechend (siehe Abb. 3). Dies deutet darauf hin, dass die Versuchsperson sich zwischen den Aufnahmen kaum bewegt und während der Aufnahmen auch nicht geschluckt hat.

Weitere Experimente mit neuen Datensätzen werden zeigen, ob eine Beschränkung auf Bild-Bereiche um die Blutgefäße herum, die Wahl eines anderen Ähnlichkeitsmaßes oder Modifikationen der Optimierungs-Parameter die Ergebnisse weiter verbessern. Eine exakte Übereinstimmung der Positionen anatomischer Strukturen in beiden Bildern ist jedoch wegen unvermeidlicher Kopf-Bewegungen mit einer starren Registrierung nicht zu erreichen.

## 4 NÄCHSTE SCHRITTE

Basierend auf den starr registrierten Bildern müssen nun die Blutgefäße und die durch Atherosklerose verursachten Läsionen lokalisiert und klassifiziert werden. Es handelt sich also um eine Segmentierungsaufgabe, mit zwei besonderen Herausforderungen:

1. Es gibt nicht nur ein, sondern mindestens vier Eingabe-Bilder (Siehe Abb. 2).
2. Die Eingabe-Bilder sind lediglich starr registriert und enthalten noch störende Deformationen. Dies kompliziert die Kombination der Bild-Information, die für eine erfolgreiche Plaque-Charakterisierung notwendig ist.

Zunächst wird ein innovativer Ansatz, der auf der Simulation „Deformierbarer Organismen“ beruht [14], untersucht und angepasst werden. Um das Projekt weiter verfolgen zu können und Aspekte wie die Benutzerfreundlichkeit der Software und die Verarbeitung von Bildern, die mit neuartigen Kontrastmitteln aufgenommen wurden, adressieren zu können, wurde die Förderung eines Teil-Projekts [15] im Rahmen eines vom Universitätsklinikum Ulm koordinierten Konsortiums [2] beantragt.

## LITERATUR

- [1] World Health Organisation, J. Mackay, G. A. Mensah (Eds.): **The Atlas of Heart Disease and Stroke** www.who.int/cardiovascular diseases/resources/atlas/en (2004)
- [2] V. Rasche, K. Landfester (Koordinatorinnen): **Description of Consortium**, Antrag, BMBF-Förderrichtlinie „Molekulare Bildgebung in der Medizin“ (06/2007)
- [3] R. Virmani, J. Narula, M. B. Leon, J. T. Willerson: **The Vulnerable Atherosclerotic Plaque – Strategies for Diagnosis and Management**. Blackwell Publishing (2007)
- [4] A. Imhof, W. Koenig: **Atherosklerose als inflammatorischer Prozess**. CardioVasc 7 (2003) 30–32 www.cardiovasc.de/hefte/2003/07/30.htm
- [5] R. P. Choudhury, V. Fuster, J. J. Badimon, E. A. Fisher, Z. A. Fayad: **MRI and Characterization of Atherosclerotic Plaque: Emerging Applications and Molecular Imaging**. Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. 22 (2002) 1065–1074
- [6] Bundesverband Niedergelassener Kardiologen e. V.: **Vulnerable Plaque – vulnerables Gefäß – vulnerabler Patient**. Herz 28 (6) (2003) www.bnk.de/index.php?id=324
- [7] H. Morneburg (Hrg.): **Bildgebende Systeme für die medizinische Diagnostik**. Publicis MCD Verlag, 3. Aufl. (1995)
- [8] P. Rösch, T. Netsch, T. McNutt, J. Shoenbill, P. Root: **Automated ImageRegistration Algorithms**. Syntegra™ White Papers, Philips Medical Systems (2002), www.medical.philips.com/main/products/ros/assets/docs/white papers/Syntegra 453598302478 A.pdf
- [9] www.itk.org
- [10] www.vtk.org
- [11] www.insight-journal.org
- [12] C. Studholme, D. L. G. Hill, D. J. Hawkes: **Automated 3-D registration of MR and CT images of the head**. Med. Image Anal. 1 (1996) 163–175
- [13] J. A. Nelder and R. Mead: **Simplex Method for Function Minimization**. Computer Journal 7 (1965) 308–313
- [14] C. MacIntosh, G. Harmaneh: I-DO: A “Deformable Organisms” framework for ITK (2006), www.cs.sfu.ca/harmaneh/ecopy/miccai os2006.pdf
- [15] P. Rösch: **Description of Subproject “Computer Assisted Plaque Identification and Characterisation” (CAPIC)**, Antrag, BMBF-Förderrichtlinie „Molekulare Bildgebung in der Medizin“ (06/2007)

## Entwicklung von Verfahren für die flexible Implementierung von Robotersteuerungen mit Hilfe von Plugins.

### TEAM IM SOMMERSEMESTER 2007

Prof. Georg Stark (Leitung)  
Dipl.-Inf. Gertraud Matzke  
Dipl.-Inf. Wolfgang Hohn  
cand.-Inf. Michael Reiter

### KOOPERATIONEN

- Vereinbarung einer kontinuierlichen Zusammenarbeit mit der **Fa. Schunk**, Lauffen, Herr Roland Tschakarow, Herr Mike Meyer
- Gemeinsames Projekt zur Realisierung einer Bedienoberfläche für eine Roboterzelle in Zusammenarbeit mit der **Forschungsgruppe Usability**, Dipl.-Inf. Alexander Roski, Leitung Prof. Dr. Christian Martin
- Kontaktgespräche bezüglich einer Zusammenarbeit mit dem **Fraunhofer-Institut IPK, Berlin, Abteilung Robotik**, Dr.-Ing. Rolf Bernhardt, 1.-2. Oktober 2007

### PRÄSENTATIONEN

- Präsentation der Forschungsinhalte und eines ersten Prototyps der Software gegenüber der Firma Schunk, Lauffen am 8. Mai 2007
- Präsentation eines Prototyps der Software auf dem Kooperationsforum mit Fachausstellung „Intelligente Sensorik für Robotik und Automation“ im Rahmen des Cluster Mechatronik & Automation am 21. Juni 2007 in Augsburg
- Poster-Präsentation der Ergebnisse der Forschungsgruppe Robotik bei der Einweihung des KLM-Baus am 22. Juni 2007
- Präsentation einer Prototyp-Software gegenüber der Fa. Schunk, Dr.-Ing. Florian Simons, am 11.9.2007.

### ARBEITSINHALTE UND AKTIVITÄTEN

- Untersuchung von Verfahren zur Realisierung von Plugins<sup>1</sup>
- Untersuchung von geeigneten domänenspezifischen Sprachen zur Realisierung von Robotersteuerungen
- Analyse der Echtzeimplementierung von Steuerungssoftware mit MATLAB, Masterarbeit, Wolfgang Hohn, 2007
- Realisierung einer ersten Versionen einer Robotersteuerung, basierend auf Plugins
- Erweiterung der Software P3D-BV für Robotersimulation, basierend auf „Sawjalowa Natalija: Erweiterung der Standardsoftware MATLAB für die grafische Robotersimulation. Diplomarbeit, FH Augsburg, 2006“
- Anwendung und Test der Robotersoftware im Rahmen der Diplomarbeit „Reiter Michael: 3D-Bilderfassung von komplexen Werkstücken durch automatische Positionierung mit Hilfe eines modularen Roboters. Diplomarbeit, FH Augsburg, 2007.“
- Entwurf einer Bedienoberfläche im Rahmen einer Kooperation mit der Forschungsgruppe Usability, Leitung Prof. Dr. Christian Martin, Dipl.-Inf. Alexander Roski
- Planung von Drittmittelprojekten und Industriekooperationen, gemeinsam mit der Forschungsgruppe Usability, Leitung Prof. Dr. Christian Martin

### VERÖFFENTLICHUNGEN

- [1] Stark, G.: Simulation intelligenter Roboter-Sensor-Systeme mit Hilfe neuartiger Software. Kooperationsforum Intelligente Sensorik, Robotik und Automation. Augsburg, 2007
- [2] Stark, G.: Robotik in der Informatik. Festschrift, anlässlich des 25-jährigen Bestehens der Fakultät für Informatik, Augsburg, 2005
- [3] Stark, G.; Bernauer, D.; Flaschka, D.: Simplified Programming of Robotic Systems, applying 3D Image Processing. IEEE Conference on Industrial Informatics, Berlin, 2004.



Prof. Georg Stark

**Dauer des Projektes:**  
Sommersemester 2007

**Art des Projektes:**  
Entwicklung von Verfahren für die flexible Implementierung von Robotersteuerungen mit Hilfe von Plugins.

<sup>1</sup> **Plugin** oder Ergänzungs- oder Zusatzmodul ist eine gängige Bezeichnung für ein Computerprogramm, das in ein anderes Softwareprodukt „eingeklinkt“ wird.

# Neugier – Fragen – Fantasie

- Neue Wege gehen, hinter die Kurve schauen, weiter denken
- Wenn für Sie das Bestehende erst der Anfang ist freuen wir uns auf Ihren Anruf

[www.erhardt-leimer.com](http://www.erhardt-leimer.com)

Erhardt+Leimer GmbH  
Postfach 10 15 40  
86136 Augsburg, Deutschland  
Ihr Ansprechpartner: Reinhold Rückel  
Telefon ++49 (0)821 24 35-525  
r.rueckel@erhardt-leimer.com

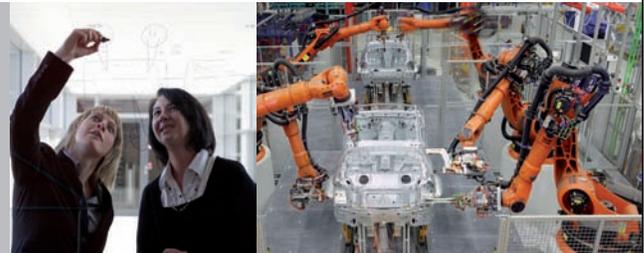


## KUKA

FASZINATION TECHNIK.  
STEIGEN SIE EIN.

**PRAKTIKANTEN, DIPLOMANDEN,  
BERUFSEINSTEIGER (m/w)**

FÜR HOCHINTERESSANTE PERSPEKTIVEN GESUCHT.



Interdisziplinäre Strukturen, eine länderübergreifende Organisation und Innovationsfreudigkeit sind die Basis erfolgreicher Lösungen. Für Fertigungssysteme und Roboter ist KUKA weltweit Partner aller namhaften Automobilhersteller und Automobilzulieferer. Auch z.B. für Glas-/Keramik-, Kunststoff- oder Holzindustrie sowie für die Bereiche Logistik, Medizin und Entertainment bietet KUKA intelligente Automatisierungslösungen.

**THEORETISCHES WISSEN UMSETZEN -  
ERSTE EINBLICKE IN DIE WELT  
DER AUTOMATISIERUNG.**

Sie studieren und wollen wissen, wie innovative Automatisierungslösungen geplant und realisiert werden? Sie suchen Praxiskontakte? Dann lernen Sie unser Unternehmen kennen und sammeln Sie erste Erfahrungen als Praktikant/in oder Diplomand/in.

**KUKA Aktiengesellschaft**

Zugspitzstraße 140  
86165 Augsburg

**KUKA Roboter GmbH**

Zugspitzstraße 140  
86165 Augsburg

**KUKA Systems GmbH**

Blücherstraße 144  
86165 Augsburg

[www.kuka.com](http://www.kuka.com)

Fakultät  
für *Maschinenbau*

## Fakultät für Maschinenbau

Folgende Studiengänge werden angeboten:

- **Maschinenbau**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Umwelt- und Verfahrenstechnik**  
Zulassung: Numerus Clausus  
Abschluss: Bachelor
- **Technologie-Management**  
Zulassung: überdurchschnittliches Diplom  
Abschluss: Master of Engineering
- **Mechatronik**  
Abschluss: Bachelor

**Dekan:** Prof. Dr.-Ing. Joachim Voßiek

**Prodekan:** Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich

**Anschrift:**

An der Fachhochschule 1

86161 Augsburg

Telefon 0821 / 55 86-3150

e-mail: fm@hs-augsburg.de

## Untersuchungen an Hybrid-Linern mit einer digitalen Hochgeschwindigkeitskamera

### 1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Ein zentrales Entwicklungsthema bei neuen PKW-Motoren ist die Umsetzung von Leichtbaumaßnahmen mit dem Ziel das Fahrzeuggewicht und somit den Spritverbrauch zu reduzieren. Bereits seit Jahren werden Zylinderkurbelgehäuse aus Aluminium-Legierungen erfolgreich im Automobilbau eingesetzt. Aus tribologischen Gesichtspunkten werden häufig Zylinderlaufbuchsen aus Grauguss mit speziellen Beschichtungen, sogenannte Hybrid-Liner, eingegossen. Der Hybrid-Liner minimiert die ungleichen physikalischen Eigenschaften zwischen Grauguss und Aluminium.

Aufgrund immer leistungsstärkerer Motoren werden an den Hybrid-Liner und im besonderen an die Haftfestigkeit der auf die Graugussbuchse aufgetragenen Schicht steigende Anforderungen gestellt.

Für eine kontinuierliche Optimierung des Beschichtungsprozesses wurde dieser in Abhängigkeit der Prozessparameter mit einer digitalen Hochgeschwindigkeitskamera analysiert und bewertet.

### 2. HOCHGESCHWINDIGKEITSKAMERA

Photron 512 PCI: Sehr schnell ablaufende und unerwartet eintretende Ereignisse können nun am Kompetenzzentrum Mechatronik der Hochschule Augsburg sichtbar gemacht und dokumentiert werden. Möglich wird dies durch eine neue digitale Hochgeschwindigkeitskamera, die bei einer Belichtungszeit von weniger als 4 µs bis zu 32.000 Teilbilder pro Sekunde liefern kann.

Durch die Verwendung eines 1,3 GB großen Ringspeichers können

bis zu ca. 2 Sekunden Film aufgenommen werden. Dabei wird der Ringspeicher permanent mit Bildern gefüllt. Durch ein Triggersignal wird die Aufnahme beendet. Der Anwender kann entscheiden, ob das Triggersignal den Beginn oder das Ende der Aufnahme oder einen beliebigen Zeitpunkt dazwischen darstellt. Im ersten Fall läuft die Aufnahme vom Zeitpunkt des Signals so lange, bis der Speicher gefüllt ist. Im zweiten Fall stoppt die Aufnahme sofort bei Eintreffen des Signals. Der Inhalt des Ringspeichers bleibt dann erhalten, so dass die zurückliegenden zwei Sekunden Aufnahmedauer zur Auswertung zur Verfügung stehen. Gerade sehr schnell ablaufende und unerwartet eintretende Ereignisse können mit dieser Technik zuverlässig aufgezeichnet werden.

Die geringe Größe des Kamerakopfes ermöglicht den Einsatz der Kamera auch an schwer zugänglichen Stellen. Mit einem 5m langen Kabel wird die Kamera mit einer Schnittstellenkarte verbunden, die entweder in einen Computer oder in eine Schnittstellenbox eingebaut ist. Die Schnittstellenbox wiederum lässt sich über eine Steckkarte an einem Notebook betreiben, so dass das

komplette System portabel wird.

An die Schnittstellenbox lässt sich eine Datenerfassungsbox anschließen, mit der analoge oder digitale Signale über mehrere Kanäle synchron zu den Bilddaten aufgezeichnet werden können. Mit der zugehörigen Software können diese Daten am Bildschirm ausgewertet oder auch in verschiedenen Dateiformaten exportiert werden.

Diese Hochgeschwindigkeitskamera wurde für die Analysen an den Hybrid-Linern verwendet.

### 3. LICHTBOGENDRAHTSPRITZEN

Beim Lichtbogendrahtspritzen werden drahtförmige, elektrisch leitfähige Spritzzusatzwerkstoffe (Voll- oder Fülldrähte) verarbeitet. Die Drähte werden elektrisch kontaktiert, d.h. mit einem elektrischen Potential (Gleichstrom) belegt, und durch Drahtvorschubeinheiten unter einem definierten Kontaktwinkel (20°- 60°) aufeinander zugeführt. Sobald ein kritischer Abstand der Drahtspitzen zueinander unterschritten wird, findet ein Ladungsaustausch zwischen den Metalloberflächen bzw. im gasförmigen Zwischenmedium statt. Ab einer kritischen Gasentladung zündet



Prof. Dr.-Ing.  
Franz-Josef Lange

**Dauer des Projektes:**  
Februar bis Juni  
2007

**Art des Projektes:**  
Untersuchungen  
an Hybrid Linern  
mit einer digitalen  
Hochgeschwindigkeitskamera

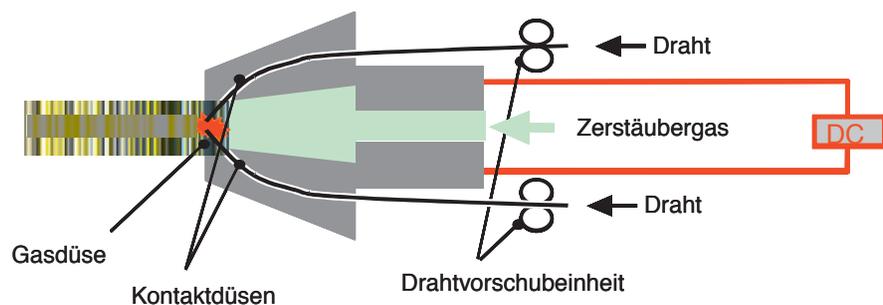
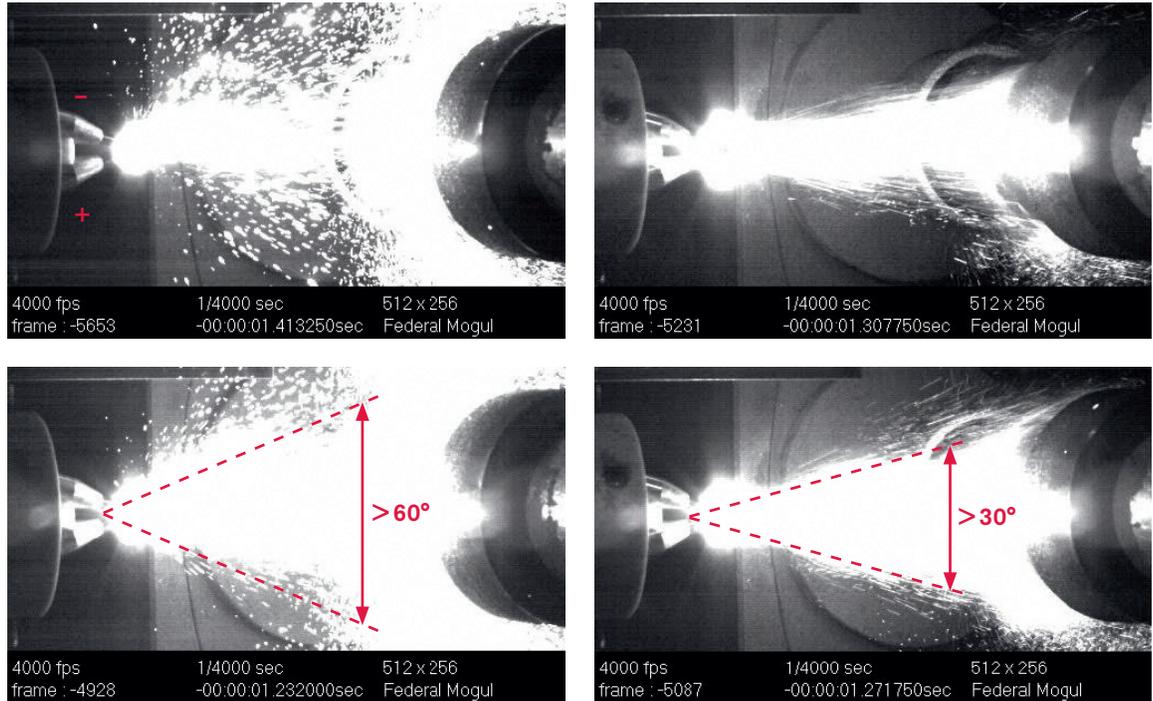


Abbildung 1:  
Prinzip Lichtbogen-  
drahtspritzen

Abbildung 2:  
Einfluss des Ein-  
gangsdrucks  
auf den Freistrah



Zerstäubergas Eingangsdruck 1bar

Zerstäubergas Eingangsdruck 6bar

ein Lichtbogen und die Drahtspitzen werden lokal aufgeschmolzen. Durch ein Zerstäubergas werden die schmelzflüssigen Metallpartikel fortgerissen und auf die zu beschichtende Substratoberfläche geschleudert. **Abbildung 1** verdeutlicht schematisch das Prinzip des Lichtbogen-drahtspritzens.

Das erzielte Schichtergebnis kann durch verschiedene Prozessparameter beeinflusst werden.

#### 4. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

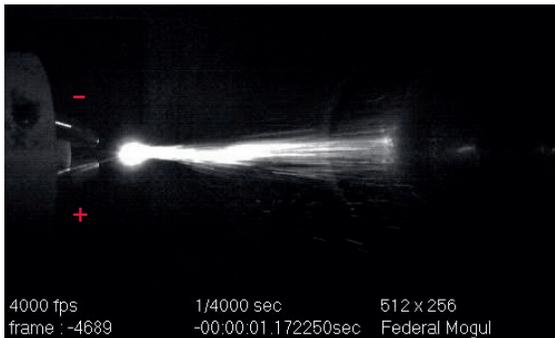
##### 4.1 EINFLUSS DES ZERSTÄUBERGASDRUCKS AUF DEN FREISTRABL

Eine Variation des Zerstäubergas Eingangsdrucks beeinflusst sehr stark den Lichtbogen. Bei kleinen Drücken pulsiert der Lichtbogen sehr stark und verursacht eine hohe

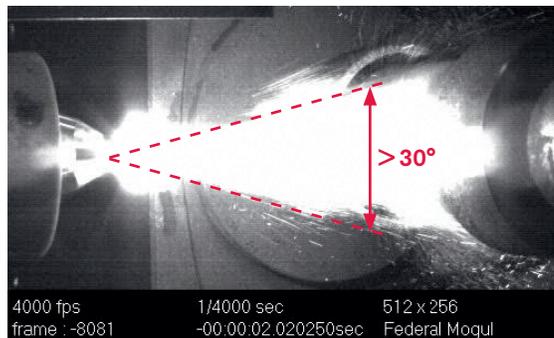
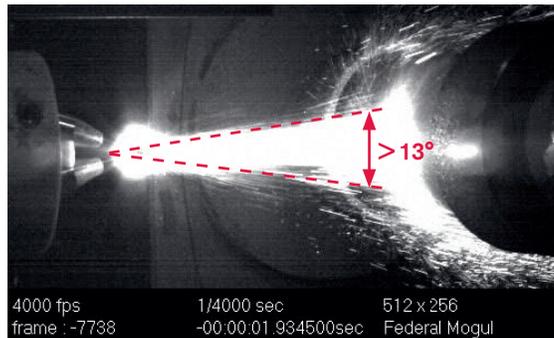
Aufweitung des Freistrahls wie **Abbildung 2** zeigt. Das dadurch bedingte Vorbeispritzen (over spray) wird bei hohen Drücken geringer.

##### 4.2 EINFLUSS DER PROZESSSPANNUNG AUF DEN FREISTRABL

Eine Erhöhung der Prozessspannung hat eine größere Lichtbogenintensität und thermische Energie der Spritzteilchen zur Folge: mehr Spritzteilchen sind sichtbar bzw. es besteht eine stärkere Umgebungsausleuchtung. Daraus resultiert ein gesteigerter Abbrand der Elektroden. Die Prozessspannung hat auch einen Einfluss auf auftretende Lichtbogenschwankungen. Diese verursachen eine Aufweitung des Freistrahls auf bis zu 30° und damit eine Erhöhung des over spray, siehe **Abbildung 3**.



Prozessspannung 22V



Prozessspannung 36V

Abbildung 3:  
Einfluss der  
Prozessspannung  
auf Freistrah und  
Lichtbogen bei 6bar  
Zerstäubergas  
Eingangsdruck

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen eindrucksvoll, dass mit Hochgeschwindigkeitsaufnahmen eine Analyse und Bewertung des Beschichtungsprozesses an Hybrid Linern möglich ist. Anhand der Hochgeschwindigkeitsaufnahmen lassen sich die Abhängigkeiten der Prozessparameter zueinander erkennen.

Der **Sommer** wird heiß!



...und Sie fühlen sich wohl

- HEIZTECHNIK
- KLIMAAANLAGEN
- SOLAR KÜHLUNG

Telefon 08 21 / 45 44 10 ■ [www.klimatechnik-wagner.de](http://www.klimatechnik-wagner.de)

**Klima** für Privat & Büro



### High Performance

Die Augsburger Pfister GmbH ist ein international erfolgreiches Maschinenbauunternehmen. Wir sind spezialisiert auf Wäge- und Dosiertechnologien, die z.B. in der Zement- und Kraftwerksbranche erfolgreich eingesetzt werden. Unsere Dosierrotorwaagen sind patentiert, mit deren Zuverlässigkeit und Genauigkeit haben wir es zum Marktführer in Spezialbereichen gebracht.

Unser beständiges Wachstum verdanken wir u.a. unserem engagierten Team, das sich sowohl in Augsburg als auch unseren weltweiten Niederlassungen einsetzt.

**Junge Mitarbeiter mit Engagement und Ideen sind uns willkommen.**

Wir bieten Chancen für:

- Praktikanten
- Werkstudenten
- Diplomanden
- Hochschulabsolventen



Pfister GmbH | z.H. Frau Karin Schweikl | Stätzlinger Str. 70 | 86165 Augsburg  
[kschweikl@pfister.de](mailto:kschweikl@pfister.de)

[www.pfister.de](http://www.pfister.de)



**INGENIEURBÜRO**  
A. ABELE + PARTNER GmbH

Proviantbachstrasse 30  
86153 Augsburg

Telefon: 0821 – 56 000 0  
Telefax: 0821 – 56 000 56  
[info@ima-abele.de](mailto:info@ima-abele.de)  
[www.ima-abele.de](http://www.ima-abele.de)

PROJEKTIERUNG, ENTWICKLUNG, KONSTRUKTION, PROTOTYPEN- UND MUSTERBAU



Proviantbachstrasse 30  
86153 Augsburg

Telefon: 0821 – 56 000 0  
Telefax: 0821 – 56 000 56  
[info@ima-sonderanlagen.de](mailto:info@ima-sonderanlagen.de)  
[www.ima-sonderanlagen.de](http://www.ima-sonderanlagen.de)

FLIEGENDE BAUTEN, PROJEKTIERUNG, ENTWICKLUNG, BAU UND VERTRIEB



## Ihr Dienstleister für die Prozessindustrie

Energieversorgung  
Umweltschutz  
Sicherheitsdienste  
Aus- und Weiterbildung  
und vieles mehr ...



[www.mvv-igs.de](http://www.mvv-igs.de)

Industriepark Gersthofen  
Servicegesellschaft mbH & Co. KG  
Ludwig-Hermann-Str. 100  
86368 Gersthofen

Telefon 0821 479-0  
Telefax 0821 496639

[info@mvv-igs.de](mailto:info@mvv-igs.de)



## Entwicklung eines Systems zur räumlichen Positions- und Lagebestimmung von Bolzen mittels einer adaptiven 3D-Bildverarbeitung

### 1 PROJEKTUMFELD

Im Zeitraum von September 2005 bis September 2007 wurde an der Hochschule Augsburg das Forschungsprojekt „Entwicklung eines Systems zur räumlichen Positions- und Lagebestimmung von Bolzen mittels einer adaptiven 3D-Bildverarbeitung“ bearbeitet. Dieses Forschungsprojekt wurde von der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF), die die Projektrückertrager des Bundesministeriums für Bildung und Forschung übernommen hat, unterstützt. Die Genehmigung des Forschungsprojektes mit dem Förderkennzeichen KF0157201SS5 sowie dem Fördersatz in Höhe von 65% erhielt die Fachhochschule am 10. August 2005. Der Projektstart wurde auf den 05. September 2005 festgesetzt.

Kooperationspartner der Fachhochschule Augsburg war die Firma HGV Vosseler GmbH & Co. KG. Sie ist auf dem internationalen Markt Anbieter von Bildverarbeitungsanlagen und Sensortechnik. Der Kooperationspartner war verantwortlich für die Hard- und Softwareentwicklung, während die Fachhochschule Augsburg die theoretische Überlegung übernahm und Kontakt zu den Automobilherstellern hielt.

Ein Projektmitarbeiter, Dipl.-Ing. (FH) Florian Hergen, hat im Rahmen des Forschungsprojektes seine Masterarbeit erfolgreich abgeschlossen.

### 2 AUFGABENSTELLUNG

In der modernen Automobilproduktion werden viele Anbauteile, z.B. Armaturentrager, mit Bolzen

befestigt. Über die gesamte Karosserie verteilt werden heutzutage je nach Modell und Ausstattungsvariante bis zu 300 Bolzen verwendet. Für den weiteren automatisierten Fertigungsablauf ist es sehr wichtig, dass diese Bolzen vorhanden und an der richtigen Position sind und die korrekte Neigung, meist senkrecht bezogen auf das Bauteil, besitzen. Bei fehlerhaft gesetzten Bolzen müssen die Bauteile, soweit es überhaupt möglich ist, aufwändig und kostspielig nachgearbeitet werden. Oftmals ist eine Nachbearbeitung zum Zeitpunkt der Entdeckung, nämlich wenn das Anbauteil montiert werden soll, gar nicht mehr möglich, so dass das betroffene Bauteil verschrottet werden muss. Je früher nun die falsch gesetzten Bolzen bemerkt werden, desto eher ist es möglich, den Fehler zu moderaten Kosten zu korrigieren.

Das Thema dieses Forschungsprojektes war die Entwicklung eines Inline-Messsystems zum Erfassen der Position und der Orientierung

von Bolzen im Karosserierohbau. Beim Schweißen des Bolzens kann es vorkommen, dass der Bolzen an der falschen Stelle und/ oder schief auf dem Bauteil befestigt wird (**Abbildung 1**). Mit dem zu entwickelnden Messsystem sollen diese Qualitätsprobleme erkannt und visualisiert werden. Gleichzeitig soll die bisherige Messstrategie mit Koordinatenmessmaschinen ersetzt und das Prüfen von Bolzen direkt in der Fertigungslinie ermöglicht werden.

Bei einem Inline-Messsystem werden die fixierten Bauteile, ohne dass der Materialfluss unterbrochen wird, direkt im Produktionsablauf vermessen. Somit ist gewährleistet, dass die Ergebnisse zeitnah in den Produktionsablauf einfließen und Schlechteile rechtzeitig ausgeschleust werden können. Dazu werden optische 3D-Sensoren an Industrierobotern montiert. Ein Roboter ist aufgrund seines großen Bewegungsspielraumes in der Lage, Messmerkmale auch innerhalb des Bauteils zu überprüfen. Änderungen an der Konfiguration und am Messablauf können schnell und ohne großen Zeitverlust durchgeführt werden, indem das Bewegungsprogramm mit Hilfe von Simulationsprogrammen offline angepasst wird. Diese Flexibilität ist in der modernen Automobilindustrie von großer Bedeutung, da sie durch häufige Typwechsel, kürzere Laufzeiten und kleinere Stückzahlen gekennzeichnet ist.

Für das Forschungsprojekt wurden verschiedene Varianten auf ihre technische Umsetzbarkeit geprüft und einer Bewertung unterzogen. Hierbei wurden verschiedene Bewertungskriterien wie beispielsweise die Taktzeit und die



Prof. Dr.  
Eberhard Roos

**Professoren:**  
Prof. Dr. E. Roos

**Projektmitarbeiter:**  
Dr. V. Goldenberg,  
F. Hergen, M. Eng.

**Dauer  
des Projektes:**  
September 2005  
–September 2007

**Art des Projektes:**  
Entwicklung eines  
Systems zur räumlichen  
Positions- und  
Lagebestimmung von  
Bolzen mittels einer  
adaptiven 3D-Bild-  
verarbeitung

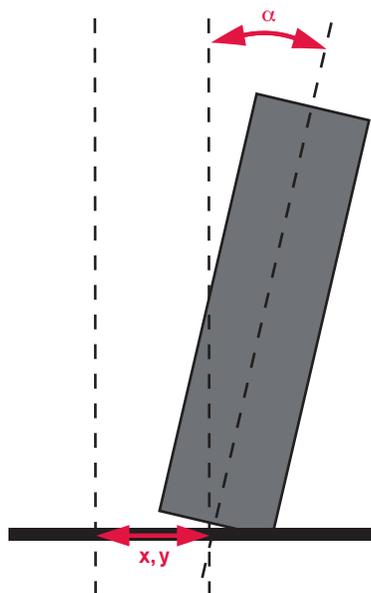


Abbildung 1:  
Bolzen mit malichen  
Abweichungen



Abbildung 2:  
Auswahl der  
Variantenvielfalt  
von Bolzen

Abbildung 3  
(oben rechts):  
Neu entwickelter  
Bolzensensor

Kosten berücksichtigt. Gleichzeitig soll das Messsystem verschiedene Anforderungen erfüllen. Es soll neben den X-, Y- und Z-Koordinaten, die sich auf den Fußpunkt des Bolzens beziehen, seine maximale Verkippung gegenüber der Flächennormale als Messwert zurückgeben. Dabei sollen Befestigungsbolzen unabhängig von der Beschaffenheit (z.B. mit oder ohne Gewinde) oder des Materials (z.B. Kupfer, Stahl oder Aluminium) zuverlässig gemessen werden können (Abbildung 2).

Abbildung 4:  
Aufnahmen vom  
Bolzenmessen

Abbildung 5  
(unten rechts):  
Flexibles Roboter-  
system im Roboter-  
labor der Hoch-  
schule Augsburg

### 3 PROJEKTERGEBNIS

Bei der Untersuchung der verschiedenen Verfahren stellte sich heraus, dass das so genannte Shape-To-Shape-Verfahren für das Bolzenmessen die besten Ergebnisse liefert. Dabei

wird der Bolzen mit mehreren Beleuchtungselementen aus unterschiedlichen Richtungen beleuchtet (Abbildung 3). Aus den auf diese Weise gewonnenen Schatten errechnet die Software 3D-Daten über die Position und die Schrägstellung des Bolzens.

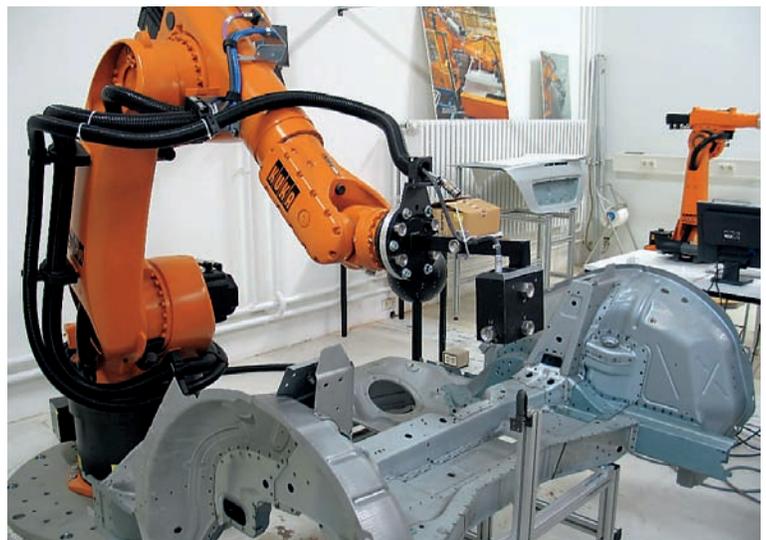
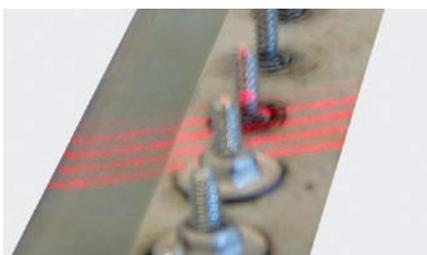
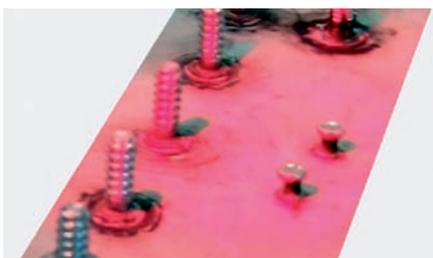
Aus dem Schnittpunkt der beiden Schatten werden die X- und Y-Koordinate berechnet. Zur Bestimmung des Abstandes zwischen dem Messobjekt und dem Sensor wird das Prinzip Mehrlinien-triangulation angewendet.

Erste Tests ergaben einen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber den bisherigen Analysen mit der Koordinatenmessmaschine um den Faktor 60. Dabei ist bereits die Bewegungszeit des Roboters mit eingerechnet. Die reine Messzeit beträgt ca. 600 bis 1000 Millisekunden pro Bolzen. Die Zeit ist abhängig vom Aufwand, der benötigt wird, um das Merkmal zu beleuchten, die Bilder aufzunehmen und zu filtern (Abbildung 4).



Da dieser Bolzensensor ungefähr doppelt so teuer ist wie ein herkömmlicher 3D-Inline-Sensor wurde gleichfalls überprüft, inwieweit Bolzen mit dem Standard-Sensor gemessen werden können. Es stellte sich heraus, dass aufgrund optischer Probleme die Messfähigkeit stark vom Bolzentyp abhängig ist. So genannte Achspinbolzen, die zur Zentrierung der Rohkarosse dienen, können beispielsweise digitalisiert werden und an der Auswerteinheit dargestellt werden. Normale Schweißbolzen sind jedoch nicht prozesssicher messbar.

Wie die geometrischen Messmerkmale durch ein flexibles Robotersystem aufgenommen werden, ist in der Abbildung 5 zu sehen.



# Forschungseinrichtungen und Technologietransfer

**c<sup>2</sup>m – CENTER OF  
COMPETENCE OF MECHATRONICS**

Am Kompetenzzentrum – c<sup>2</sup>m – werden Projekte und geförderte Forschungsvorhaben in Zusammenarbeit mit KMUs, der Industrie und Instituten durchgeführt. Die Ergebnisse fließen direkt in die Lehre und Praxis und in neue Produkte und Fertigungsverfahren ein.

Die Arbeitsgebiete liegen im Bereich der Prüf-, Fertigungs- und Robotertechnik.

**Kontakt:**

c<sup>2</sup>m  
Hochschule Augsburg  
Prof. Dr. Jürgen Villain  
An der Fachhochschule 1  
86161 Augsburg  
Telefon: 0821 / 55 86-3389  
c2m@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de/kompetenz-  
mechatronik/index.php

**KKI – KOMPETENZZENTRUM  
KONSTRUKTIVER INGENIEURBAU**

Das Kompetenzzentrum Konstruktiver Ingenieurbau (KKI) setzt sich aus drei Abteilungen zusammen, die die Fachgebiete **Massivbau**, **Holz-bau** und **Baustoffe** betreuen. Neben der Fachkompetenz der Abteilungsleiter **Prof. Dr.-Ing. Richard Rojek**, **Prof. Dr.-Ing. François Colling** und **Prof. Dipl.-Ing. Manfred Schnell** sowie von den wissenschaftlichen Mitarbeitern stehen umfangreiche, moderne Prüfeinrichtungen zur Verfügung. Den Aktivitäten der Beteiligten ist es zu verdanken, dass als Zentrum der Prüfeinrichtungen eine frei stehende Prüfmaschine zur Verfügung steht, die zwei Einzellasten von je 45 t erzeugen kann und Platz bietet für Versuchskörper mit bis zu 12 m Länge, 1,50 m Höhe und 1,35 m Breite.

**Kontakt:**

Kompetenzzentrum  
Konstruktiver Ingenieurbau  
Hochschule Augsburg  
An der Fachhochschule 1  
86161 Augsburg  
Telefon: 0821 / 55 86-3136  
info@kki-augsburg.de  
www.kki-augsburg.de

**ITW – INSTITUT FÜR TECHNOLO-  
GIETRANSFER UND WEITERBILDUNG**

Das ITW ist die zentrale Kontaktstelle der Hochschule Augsburg für Unternehmen und Einrichtungen der Praxis. Es koordiniert den Technologietransfer und die Weiterbildung fakultätsübergreifend und interdisziplinär.

**Kontakt:**

Institut für Technologietransfer  
und Weiterbildung, ITW  
Hochschule Augsburg  
An der Fachhochschule 1  
86161 Augsburg  
Telefon: 0821 / 55 86-3294  
itw@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de/itw

## Kontakt/ Impressum

### HOCHSCHULE AUGSBURG UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

An der Fachhochschule 1  
86161 Augsburg  
Telefon: 0821 / 55 86-0  
Telefax: 0821 / 55 86-3222  
info@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de

### INSTITUT FÜR TECHNOLOGIETRANSFER UND WEITERBILDUNG, ITW

An der Fachhochschule 1  
Telefon: 0821 / 55 86-3251  
itw@hs-augsburg.de

#### Impressum:

Herausgeber und v.i.S.d.P.:  
Der Präsident der  
Hochschule Augsburg

#### Projektleitung:

ITW Institut für Technologietransfer  
und Weiterbildung  
Gabriele Schwarz, Geschäftsführerin  
An der Fachhochschule 1  
86161 Augsburg  
Tel: 0821 / 55 86-3206  
Fax: 0821 / 55 86-3222  
presse@hs-augsburg.de  
www.hs-augsburg.de

#### Verlag:

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co.kg  
Maximilianstraße 9  
86150 Augsburg  
www.vmm-wirtschaftsverlag.de

#### Gestaltung:

Anne Gierlich

#### Fotos:

Hochschule Augsburg, andere Bildrechte  
liegen bei den Autoren

#### Druck:

Kessler Druck + Medien GmbH & Co. KG,  
Bobingen

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben  
nicht unbedingt die Meinung der Redaktion oder  
des Herausgebers wieder.

© Hochschule Augsburg

# B/S/H/

BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE GMBH



## Check-in *for innovation*

**Willkommen beim Innovationsführer für Hausgeräte, willkommen im Team!** An Standorten wie Dillingen und Giengen entwickeln wir Produkte der Marken Bosch, Siemens, Neff, Constructa und Gaggenau, die das Leben leichter machen – und anspruchsvolle Kunden auf der ganzen Welt begeistern: durch intelligente Technik, ausgezeichnetes Design und höchsten Bedienkomfort.

Möchten auch Sie mit uns weiterdenken?

Dann wenden Sie sich an

Stefanie Schwegler

Human Resources

Telefon 09071/52-416

E-Mail: [stefanie.schwegler@bshg.com](mailto:stefanie.schwegler@bshg.com)



[www.bsh-group.de](http://www.bsh-group.de)