

# LEHRE UND FORSCHUNG

— 2014 —

## Vorwort

Auch im Jahr 2014 konnten wir zwei wichtige Kennzahlen der Hochschule Trier – die Studierendenzahl und die eingeworbenen Drittmittel – erneut steigern; während die Studierendenzahl auf 8.151 (Vorjahr: 8.025) anstieg, konnten die Drittmittel auf 8,92 Mio. € (Vorjahr: 8,77 Mio. €) erhöht werden.

Die hohe Zahl an Studierenden übersteigt bei weitem die „Normalkapazität“ unserer Hochschule; neben der Unterstützung durch die an Grenzkosten orientierten Mittel aus dem Hochschulpakt (inzwischen in der 2. Auflage) können wir die Qualität der Lehre in dem aus unserer Sicht erforderlichen Maß nur durch weitergehende Anstrengungen sicherstellen. So können wir Dank der erfolgreichen Beteiligung am „Qualitätspakt Lehre“ auf zusätzliche Mittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zur Verbesserung der Qualität der Lehre zurückgreifen: Das Projekt STUNNING (STUDENT ceNtered learNING) zielt dabei auf eine individuellere Begleitung der Studierenden in der Studieneingangsphase, eine Verbesserung der Betreuungsrelation, eine Erweiterung des Praxisbezugs der Studiengänge sowie den vermehrten Einsatz von Studierenden-zentrierten Lehrmodellen. Das zweite Projekt open MINT Labs – Virtuelle Labore für höheren Lernerfolg ([www.openmint-labs.de](http://www.openmint-labs.de)), ein Verbundprojekt mit den Hochschulen Kaiserslautern und Koblenz, unterstützt die Präsenzlehre in ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fachgebieten mit multimedialen Lehrmaterialien und einer direkten Vernetzung mit der industriellen Arbeitswelt.

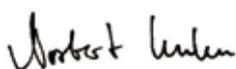
Die genannten lehrbezogenen Projekte haben auch einen positiven „Nebeneffekt“ auf unsere Drittmittelentwicklung und unterstützen den positiven Trend bei den forschungsbezogenen Drittmittelaktivitäten. Allen voran konnte unser drittmittelstärkster Forschungsschwerpunkt, das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), wieder zulegen und mit 4,18 Mio. € (Vorjahr: 3,77 Mio. €) nahezu die Hälfte unserer Drittmittel einwerben. Zudem haben sich unsere beiden weiteren Forschungsschwerpunkte – Intelligente Technologien für Nachhaltige Entwicklung Medizin-, Pharma- und Bio-technologie – etabliert und werden aufgrund ihrer inzwischen erreichten Leistungsfähigkeit nun ebenfalls in die Forschungslandkarte der HRK aufgenommen werden ([www.forschungslandkarte.de](http://www.forschungslandkarte.de)). Die daraus resultierende Schärfung unseres Forschungsprofils, die auch durch die Forschungsinitiative des Landes Rheinland-Pfalz unterstützt wird, trägt dazu bei, dass unsere Hochschule regional und international mehr und mehr als **University of Applied Sciences** wahrgenommen wird.

Der im November 2014 vom Senat verabschiedete Hochschulentwicklungsplan formuliert strategische Zielsetzungen in den Bereichen Studium und Lehre, Forschung und Entwicklung, Internationalität und Regionalität sowie Chancengleichheit und Geschlechtergerechtigkeit, deren Erfüllung auch schon in 2014 auf unserer „Agenda“ stand. Die folgenden Projekte und Erfolge sollen dies beispielhaft aufzeigen:

- „Mode und Kunst“ im Alten Posthof: Ausstellung von Studentinnen und Absolventinnen der Hochschule im Studiengang Modedesign, Trier,
- „Luminale“ 2014 in Frankfurt: Beteiligung der Studiengänge Intermedia Design und Modedesign der Hochschule Trier auf der Luminale 2014 in Frankfurt,
- Summer School der Clemson University, South Carolina/USA, zu Gast an der Hochschule Trier

- „Wenn Mädchen mit Robotern spielen“, erfolgreicher Girls' Day an der Hochschule Trier
- Durchführung des „City Campus trifft Illuminale“, gemeinsam mit der Universität Trier (Bericht ab Seite 152)
- „Audit familiengerechte Hochschule“, 2. erfolgreiche Zertifizierung der Hochschule Trier
- „Freedombus – Interkultureller Dialog für Frieden und Freiheit“ der Hochschule Trier, Europäisches Parlament übernimmt die Schirmherrschaft für das Projekt
- „Irminensteg Trier“ (neue Moselbrücke für Fußgänger und Radfahrer in Trier), 1. Preis beim Internationalen Studentenwettbewerb Concrete Design Competition 2013/2014, (Bericht ab Seite 144)
- Mit einem Liter Kraftstoff von Mainz zum Nordkap, Trierer Studierende stellen Wissenschaftsministerin Ahnen ihre beim späteren Shell Eco-Marathon erfolgreichen Fahrzeuge vor, 3. Platz mit dem proTRon IV, 2. Platz mit dem proTRon AERIS III, (Bericht ab Seite 39)
- Erster Nachwuchswissenschaftlerförderpreis f. Lebensmittelsicherheit an Frau Dr. Katharina Hausinger, Thema: vollautomatische Traubensortierung, Heinich-Stockmeyer-Stiftung,
- Red Dot Award, „Design-Oscar“ sowie der Deutsche Computerspielpreis 2015 in der Kategorie „Bestes Nachwuchskonzept“ für das Computerspiel „In Between“, entwickelt von Daniel Denne, Wolfgang Reichardt, Matthias Guntrum, Stephan Wirth und Simone Rus, Intermediales Design (Bericht ab Seite 179)
- Designpreis Rheinland-Pfalz 2014 für Silvia Gessinger und Almut Schmitt, Kommunikationsdesign. (Bericht ab Seite 175)

Die Hochschulleitung dankt allen, die zu den Erfolgen des Jahres 2014 beigetragen haben. Wir danken insbesondere den Mitgliedern des Hochschulrates und des Kuratoriums, die allesamt für die Hochschule eine große Unterstützung waren. Der Dank gilt auch den Förderern in den Stiftungen, den mit uns kooperierenden Unternehmen sowie den Vertretungen der Kammern, der Städte und Kreise unserer Hochschulstandorte.



Prof. Dr. Norbert Kuhn  
- Präsident -



Prof. Dr. Andreas Künkler  
- Vizepräsident -



Prof. Dr. Axel Kihm  
- Vizepräsident -



Detlef Jahn  
- Kanzler -

## Inhalt

<b>HOCHSCHULE KOMPAKT</b>	<b>8</b>
Hochschule in Zahlen	8
Organigramm	12
Aktuelles Studienangebot	14
Studierende	16
Hochschuleinrichtungen	18
Wissens- und Technologietransfer	27
Hochschulverwaltung	28
Gremien	29
<b>BERICHTE AUS FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG</b>	<b>30</b>
<b>HAUPTCAMPUS</b>	<b>30</b>
econnect Germany: Feldversuch in Trier - Das Elektroauto als Nutzer und Speicher regenerativ erzeugter Energie	34
proTRon EVOLUTION nimmt Gestalt an - Die Entwicklung des serienfähigen und hocheffizienten Straßenfahrzeugs schreitet voran	39
Verschleiß von Fahrradreifen	48
On-line monitoring des Laserfügeprozesses von Aluminium mit einem thermoplastischen Kunststoff	51
Charakterisierung des Detektionsverhaltens von Fehlstellen an schwingungsangeregten plattenförmigen Strukturen mittels Shearografie	56
Neue Möglichkeiten der Prototypenfertigung im 3D-Druck an der Hochschule Trier	60
Hochschule und Universität Trier kooperieren bei der Erforschung der Porta Nigra	65

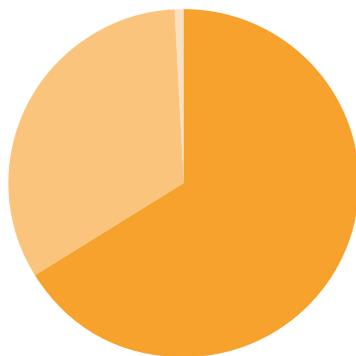
Anpassung der Sicherheitseinrichtungen an einer CE-Zertifizierten Maschine	68
Dem Versagen auf der Spur - Highspeed-Prüfeinrichtungen für Schleppkettenleitungen	72
Kabelworkshop an der Hochschule Trier - Das Kabel als Maschinenelement	74
LaROS – Labor für angewandte Radartechnologie und optische Systeme – Militärische Radarentwicklungen an der Hochschule Trier?	77
Entwicklung eines interaktiven Ausstellungsexponats zum Thema: Digitale Biologie – Morphologie vs. Genet	80
Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung	85
Ein nichtinvasives Untersuchungsverfahren zur Früherkennung von Stimmlippenkarzinomen	88
Entwicklung einer neuen Vertriebsstrategie - Kooperation zwischen dem impuls Consulting Trier e.V., dem Fachbereich Wirtschaft und der WITTE Automotive Bitburg GmbH	90
Neue Dimensionen der alternativen Streitbeilegung	93
Projekt AMICI - Angetriebene minimal-invasive chirurgische Instrumente	96
<b>UMWELTCAMPUS BIRKENFELD</b>	<b>104</b>
Optimierung der Partikelretardierung und –suspendierung in einem Hochgradienten-Magnetseparator mit Rotor-Stator-Filtermatrix	104
Forschung und Entwicklung im Nationalpark Hunsrück-Hochwald: Aktuelle Aktivitäten am Institut für Softwaresysteme	108
Praxis erleben: Optimierung der internen Logistik in Zusammenarbeit mit der Walter Werner GmbH Metallveredelung in Birkenfeld	112
Germany Today – Delegation nordamerikanischer Wissenschaftler besucht den Umwelt-Campus Birkenfeld	115

Hochschulnetzwerk ETAP – EU-Ratspräsident Van Rompuy gratulierte zum langjährigen Engagement für das Europäische Ideal	117
Kinderklimaschutzkonferenz Rheinland-Pfalz	119
Green Buildings - Entwicklungen und neue technologische Ansätze bei der hocheffizienten Gebäudetechnik	121
ZEMS – Ein Null-Emissions-Managementsystem für eine zukunftsfähige Entwicklung von Kommunen	128
Folgekostenrechner Rheinland-Pfalz - Ein unterstützendes Instrument für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung	130
Nachhaltigkeit im Spiel-Kybernetische Spiele am Umwelt-Campus Birkenfeld	133
Ressourcenökonomische Effekte in Öko-Industrieparks in Japan, Süd-Korea u. Großbritannien - ein Bericht aus dem Forschungssemester	135
<b>CAMPUS FÜR GESTALTUNG</b>	<b>140</b>
IRMENSTEG TRIER - Architekturstudierende entwerfen eine neue Moselbrücke in Trier	144
Digitales Gestalten	152
Freie Bachelorthesis in der FR Architektur - Kindergartenarchitektur unter den Aspekten der Montessori-Pädagogik	154
räumliche Interventionen in situ - auf den Spuren des Gebirgskrieges 1915-18 am Pasubio   Piccole Dolomiti	158
Deutsch-chinesische Kooperationen an der Schnittstelle von Wirtschaft und Wissenschaft nachhaltig entwickeln - Die Hochschulstrukturreform in China eröffnet neue Möglichkeiten	165
Exkursion der Fachrichtung Innenarchitektur zur Architekturbienale 2014 in Venedig	170
Stadtmarketing im Designkontext	175

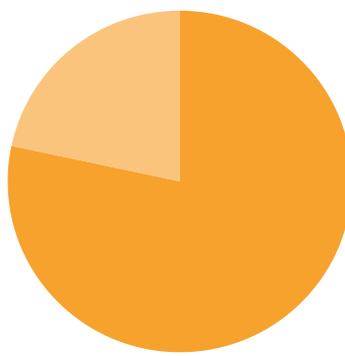
Ausgezeichnete Gründer: Mediendesign-Absolventen werden Unternehmer – Drei Unternehmensgründungen gingen 2014 aus der Fachrichtung Intermedia Design des Fachbereichs Gestaltung hervor	179
Hochbeanspruchte Rundholzkonstruktionen mit Verbindungselementen aus Polymerbeton - Nutzung von Rundholz im modernen Holz-und Ingenieurbau	182
<b>Wissens- und Technologietransfer</b>	<b>188</b>
Transfernetz Rheinland-Pfalz	188
12. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier	191
<b>Prämierte Abschlussarbeiten</b>	<b>196</b>
<b>INSTITUTE, KOMPETENZZENTREN UND FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE</b>	<b>222</b>
<b>PUBLIKATIONEN 2014 – 2015</b>	<b>227</b>
<b>VERZEICHNIS PROFESSOREN/PROFESSORINNEN</b>	<b>234</b>
<b>IMPRESSUM</b>	<b>241</b>

# 8.151

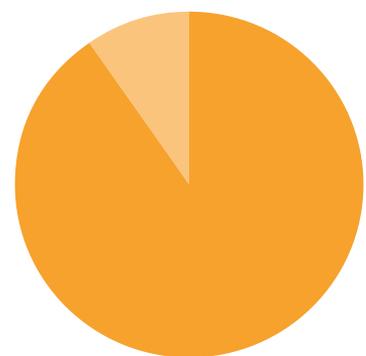
STUDIERENDE INSGESAMT AN DER HOCHSCHULE TRIER



5.408 Studierende am Standort Trier  
2.693 Studierende am Standort Birkenfeld  
50 Studierende am Standort Idar-Oberstein



5.606 männliche Studierende  
1.535 weibliche Studierende



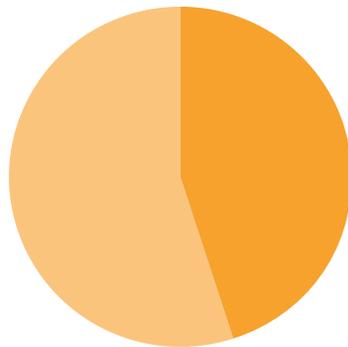
7.371 inländische Studierende  
780 ausländische Studierende

# 43

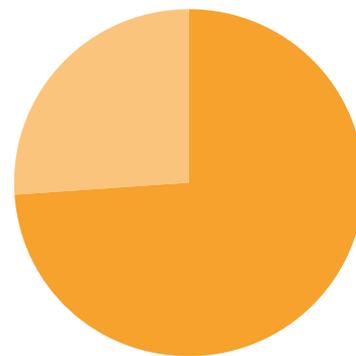
BACHELOR  
STUDIENGÄNGE

# 27

MASTER  
STUDIENGÄNGE

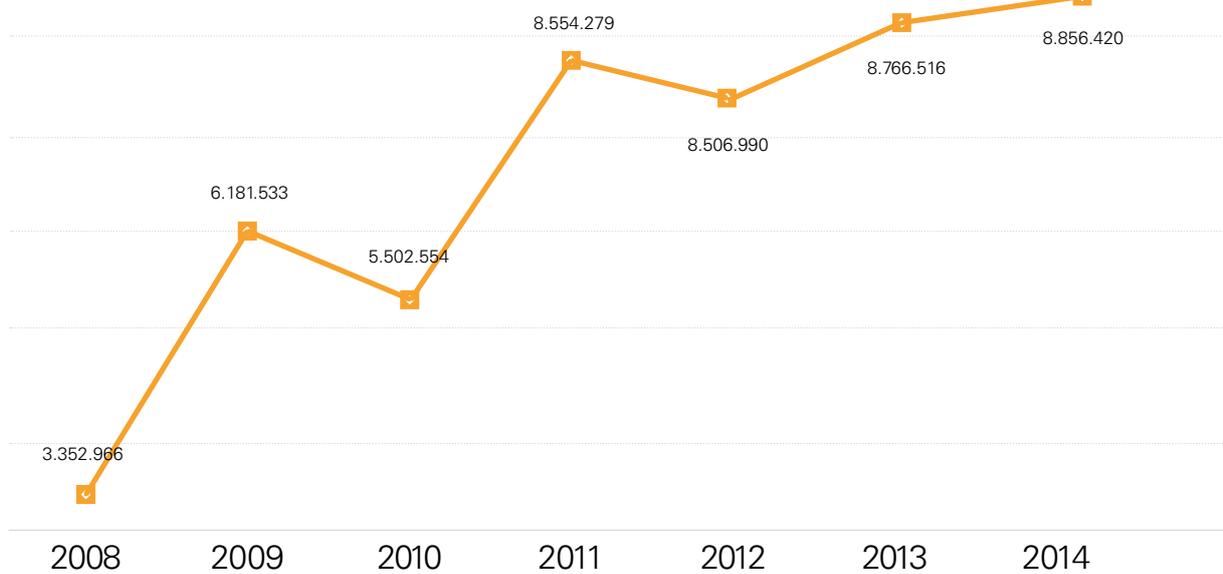


- 230 Mitarbeiterinnen
- 280 Mitarbeiter



- 510 Mitarbeiterinnen u. Mitarbeiter ohne Professorinnen und Professoren
- 178 Professorinnen und Professoren

Drittmittleinnahmen:





HOCHSCHULE **TRIER**

# FIRMEN KONTAKT MESSEN

- **10. November 2015**  
**10 - 16 Uhr**  
**Hochschule Trier**

**Buchungen bis:**  
**15. September 2015**

**ANSPRECHPARTNER:**

**Dipl.-Ing (FH) Dietmar Bier**  
**+49(651) 8103-598**  
**d.bier@hochschule-trier.de**

**[www.hochschule-trier.de/go/firmenkontaktmesse](http://www.hochschule-trier.de/go/firmenkontaktmesse)**

## Hochschule Kompakt

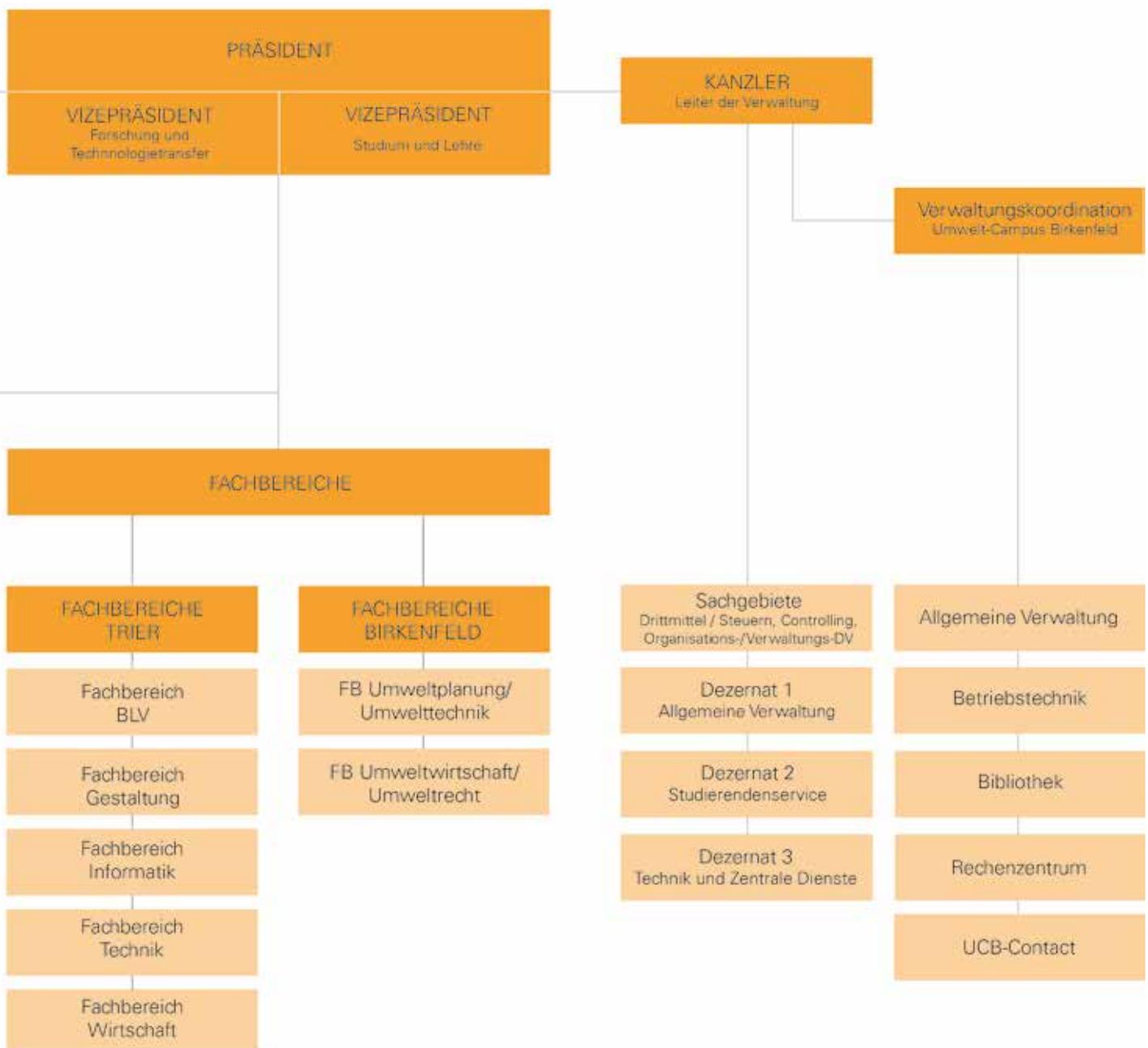
Die Hochschule Trier stellt sich mit ihren Zielen und Maßnahmen den Herausforderungen an eine moderne Gesellschaft im internationalen Wettbewerb. Sie reflektiert die gesellschaftlichen Bedürfnisse vor dem Hintergrund des technischen Fortschritts und einer globalisierten Wirtschaft. Sie übernimmt in allen Aspekten ihres Handelns Verantwortung für eine zukunftsfähige Entwicklung der Gesellschaft und be-

achtet dabei soziale, kulturelle, ökologische u. ökonomische Belange in gleicher Weise. Ihre strategische Handlungsfähigkeit muss durch Profilierung und Flexibilität sichergestellt werden. Durch Innovation und Interdisziplinarität in Lehre und Forschung sichert sie ihre Wettbewerbsfähigkeit und baut ihre Spitzenstellung im Land aus.

»Aus dem Leitbild der Hochschule Trier«

	ZEITRAUM	ANZAHL BZW. BETRAG IN T€
<b>STUDIERENDE INSGESAMT:</b>	WS 2014/15	8.151
davon in Trier	WS 2014/15	5.408
davon in Birkenfeld	WS 2014/15	2.693
davon in Idar-Oberstein	WS 2014/15	50
davon weiblich	WS 2014/15	2.535
davon ausländische Studierende	WS 2014/15	780
<b>ABSOLVENTEN:</b>	2014	796
davon weiblich	2014	267
<b>STUDIERENDENMOBILITÄT:</b>		
Incomings	2014	110
Outgoings	2014	172
<b>BESCHÄFTIGTE INSGESAMT:</b>	2014	688
Mitarbeiter ohne ProfessorInnen	2014	510
ProfessorInnen	2014	178
<b>HAUSHALT:</b>		
Etat	2014	48.446.594,75
Drittmittel	2014	8.856.420,63
<b>STUDIENANGEBOT:</b>		
Bachelor Studiengänge	WS 2014/15	43
Master Studiengänge	WS 2014/15	27
Partnerschulen weltweit	2014	305





## Aktuelles Studienangebot

Folgende Master Studiengänge wurden 2014 in 7 Fachbereichen angeboten:

FACHBEREICH	STUDIENGANG	ABSCHLUSS
BLV	Civil Engineering	Master of Science
	Bauingenieurwesen	Master of Engineering
	Energiemanagement	Master of Engineering
	Lebensmittelwirtschaft	Master of Engineering
Gestaltung	Architektur	Master of Arts
	Innenarchitektur	Master of Arts
	Edelstein- und Schmuck	Master of Arts
	Kommunikationsdesign	Master of Arts
	Modedesign	Master of Arts
Informatik	Fernstudium Informatik	Master of Computer Science
	Informatik	Master of Science
Technik	Elektrotechnik (Electrical Engineering)	Master of Science
	Maschinenbau	Master of Engineering
	Wirtschaftsingenieurwesen	Master of Engineering
Wirtschaft	Business Management	Master of Arts
	Wirtschaftsinformatik-Informationsmanagement	Master of Science
Umweltplanung	Angewandte Informatik	Master of Science
Umwelttechnik	Business Administration and Engineering	Master of Science
	Digitale Produktentwicklung -Maschinenbau	Master of Engineering
	German Japanese Dual Degree Program in International Material	Master of Science
	Flow Management (IMAT)	Master of Engineering
	Medieninformatik	Master of Science
	Bio- und Prozessverfahrenstechnik	Master of Science
Umweltwirtschaft	Unternehmensrecht und Energierecht	Master of Law
Umweltrecht	(Europäisches Wirtschaftsrecht)	
	Internationale Material Flow Management	Master of Science
	Umwelt- und Betriebswirtschaft	Master of Arts
	Insolvenzrecht und Reorganisationsverfahren.	Master of Laws
	Unternehmensrecht und Energierecht	Master of Laws

Folgende Bachelor Studiengänge wurden 2014 in 7 Fachbereichen angeboten:

FACHBEREICH	STUDIENGANG	ABSCHLUSS
BLV	Bauingenieurwesen	Bachelor of Engineering
	Lebensmitteltechnik	Bachelor of Engineering
	Technische Gebäudeausrüstung und Versorgungstechnik	Bachelor of Engineering
	Technische Gebäudeausrüstung und Versorgungstechnik - DUAL	Bachelor of Engineering
	Energietechnik - Regenerative und Effiziente Energiesysteme	Bachelor of Engineering
Gestaltung	Architektur	Bachelor of Arts
	Innenarchitektur	Bachelor of Arts
	Intermedia Design	Bachelor of Arts
	Edelstein- und Schmuck	Bachelor of Arts
	Kommunikationsdesign	Bachelor of Arts
	Modedesign	Bachelor of Arts
Informatik	Informatik - Digitale Medien und Spiele	Bachelor of Science
	Informatik	Bachelor of Science
	Informatik - Sichere und mobile Systeme	Bachelor of Science
	Medizininformatik	Bachelor of Science
	Physiotherapie - Technik und Therapie - DUAL	Bachelor of Science
Technik	Elektrotechnik (Electrical Engineering)	Bachelor of Engineering
	Elektrotechnik - DUAL	
	(Electrical Engineering (KIA-Kooperative Ingenieurausbildung))	Bachelor of Engineering
	Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik	Bachelor of Science
	Maschinenbau	Bachelor of Engineering
	Maschinenbau - DUAL	Bachelor of Engineering
	Medizintechnik	Bachelor of Science
	Sicherheitsingenieurwesen	Bachelor of Engineering
	Wirtschaftsingenieurwesen	Bachelor of Engineering
Wirtschaftsingenieurwesen - DUAL	Bachelor of Engineering	
Wirtschaft	Betriebswirtschaft und Betriebswirtschaft DUAL	Bachelor of Arts
	International Business (englisch, französisch, spanisch)	Bachelor of Arts
	Wirtschaftsinformatik	Bachelor of Science
	Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik	Bachelor of Science
Umweltplanung	Angewandte Informatik	Bachelor of Science
Umwelttechnik	Bio- Umwelt- und Prozessverfahrenstechnik	Bachelor of Engineering
	Bio- und Pharmatechnik	Bachelor of Science
	Bio- und Pharmatechnik DUAL	Bachelor of Science
	Erneuerbare Energien	Bachelor of Science
	Maschinenbau - Produktentwicklung und Technische Planung	Bachelor of Engineering
	Medieninformatik	Bachelor of Science
	Nachhaltige Ressourcenwirtschaft DUAL	Bachelor of Arts
	Physikingenieurwesen	Bachelor of Engineering
	Produktionstechnologie DUAL	Bachelor of Engineering
	Wirtschaftsingenieurwesen/Umweltplanung	Bachelor of Science
Umwelt- und Wirtschaftsinformatik	Bachelor of Science	
Umweltwirtschaft	Wirtschafts- und Umweltrecht	Bachelor of Laws
Umweltrecht	Umwelt- und Betriebswirtschaft	Bachelor of Arts

## Studierende

### Überblick

An der Hochschule Trier studierten zum Wintersemester 2014 insgesamt 8151 junge Menschen. Der Anteil der weiblichen Studierenden betrug jeweils 31%. Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Anzahl der Studierenden in 2014 um 1 %. Die Zahl der Erstsemesterstudierenden 2014 flachte gegenüber dem Vorjahr 2013 leicht ab.

### Erstsemesterstudierende, Studierende, Absolventinnen und Absolventen

Seit dem Sommersemester 2002 werden zusätzlich zum Wintersemester auch im Sommersemester in den meisten Fachbereichen Bewerberinnen und Bewerber zum Studium zugelassen und eingeschrieben. Ihre Anzahl beläuft sich im WS 2014/15 auf 2062 Studierende im ersten Fachsemester. Der bisher festgestellte Trend, dass sich zum jeweiligen Sommersemester wenige Bewerberinnen und Bewerber mit einem vorgezogenen Abitur um einen Studienplatz bemühen, hat sich – wenn auch abgeschwächt - fortgesetzt.

### Studierende

Die Gesamtzahl der eingeschriebenen Studierenden belief sich im Wintersemester 2014/15 auf 8151. Davon studierten im Jahr 2014 jeweils 5408 Studierende am Hochschulstandort in Trier, 2693 in Birkenfeld und 50 in Idar-Oberstein.

### Ausländische Studierende

Im Jahr 2014 studierten 780 ausländische Studierende an der Hochschule Trier. Das entspricht 9,5 % aller Studierenden. Die Studierenden kamen 2010 aus 82 Staaten. Am häufigsten vertreten waren Studierende aus Luxemburg (2008: 114; 2009: 145; 2010: 151), Marokko (2008: 52; 2009: 51; 2010: 50) und der Volksrepublik China (2008: 83; 2009: 54; 2010: 39). Am häufigs-

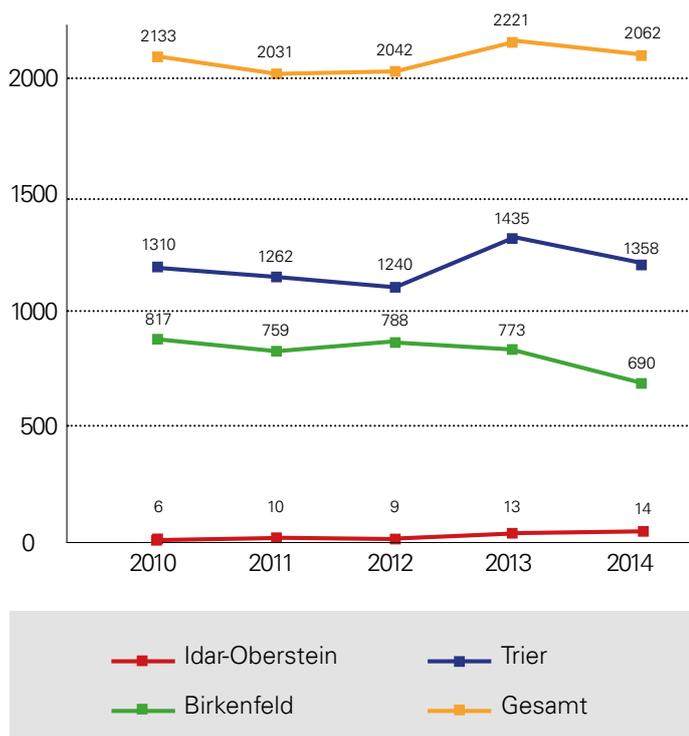


Abb. 1: Entwicklung der Erstsemesterstudierendenzahlen an den Hochschulstandorten im WS 2010 bis 2014

ten vertreten waren Studierende aus Luxemburg (2008: 114; 2009: 145; 2010: 151), Marokko (2008: 52; 2009: 51; 2010: 50) und der Volksrepublik China (2008: 83; 2009: 54; 2010: 39).

### Absolventinnen und Absolventen

Im Sommer- und Wintersemester 2014 beendeten 1163 Studenten erfolgreich ihr Studium.

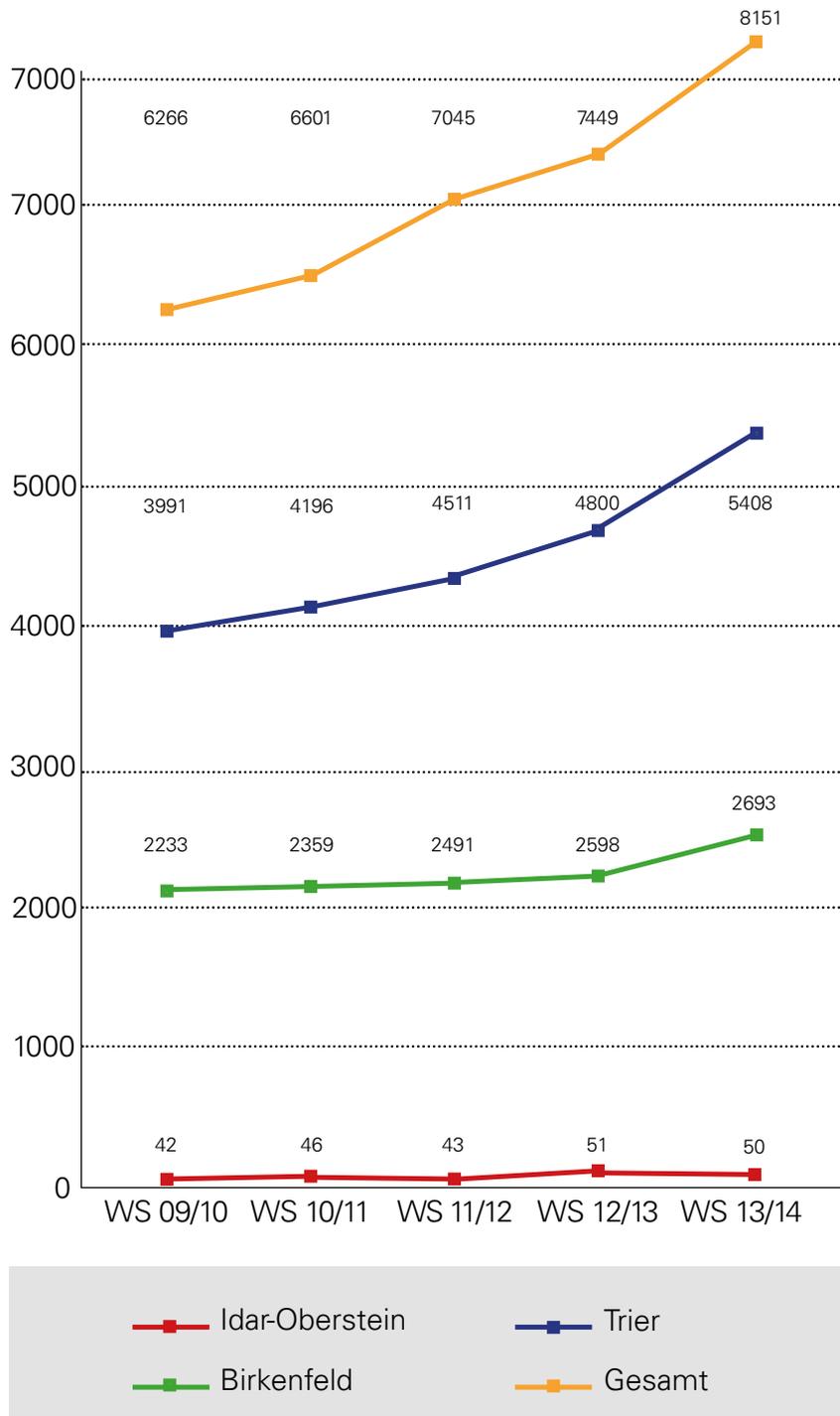


Abb. 2: Die Gesamtzahl der eingeschriebenen Studierenden von 2009 bis 2014

## Hochschuleinrichtungen

### Ada-Lovelace-Projekt

Das Ada-Lovelace-Projekt (ALP) ist ein rheinland-pfälzisches Mentoring-Netzwerk für Frauen in MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) und wird finanziert durch die Landesregierung Rheinland-Pfalz und aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds. An der Hochschule Trier agiert die ALP-Projektleitung unter der Hochschulleitung in Kooperation mit der Zentralen Gleichstellungsbeauftragten.

Im ALP-Schwerpunkt Studium arbeiten unter Koordination der Projektleitung hochschulweit eine Vielzahl von Studentinnen aus MINT-Studiengängen als Mentorinnen. Sie informieren, beraten und betreuen Schülerinnen in Workshops, Schulbesuchen, auf Messen, u.v.m. Sie informieren über Studienmöglichkeiten, erzählen von ihrem eigenen Weg und fördern so als Vorbilder das Selbstvertrauen der Mädchen im MINT-Bereich.

[www.ada-lovelace.com/trier](http://www.ada-lovelace.com/trier)



### Akademisches Auslandsamt

Das Akademische Auslandsamt ist sozusagen das Außenministerium und gleichzeitig das Finanzministerium für Aktivitäten mit Einrichtungen im Ausland. Dafür werden jährlich etwa 250 000 Euro an Drittmitteln eingeworben und an mobile Studierende, Hochschullehrer und für vorbereitende Sprachkurse verwendet. Darüber hinaus werden Stipendien von entsprechenden Organisationen wie z.B. der Fulbright – Kommission vermittelt. Mit nur 3 Vollzeitstellen für alle Standorte der Hochschule ist das eine Mammutaufgabe.

Die Aufgabenbereiche des Akademischen Auslandsamts sind neben der täglichen Beratung und Förderung von Studierenden und anderen Mitgliedern der Hochschule vor allem die Pflege und Förderung von internationalen Hochschulkontakten und Kooperationsvereinbarungen.

Sehr hoher Aufwand muss auch für die Finanzierung betrieben werden, die jedes Jahr erneut von verschiedenen Geldgebern beantragt, verwaltet und abgerechnet. Im Jahr 2014 beläuft sich die Gesamtsumme auf etwa 259.000 Euro, davon der überwiegende Teil für Stipendien für hereinkommende und herausgehende Studierende der Hochschule und für Reisekosten von Hochschullehrern.

Verglichen mit allen anderen Hochschulen des Landes Rheinland-Pfalz nimmt die Hochschule Trier nach den Universitäten in Mainz und Trier den dritten Platz bei der Förderung durch das EU-Programm Erasmus und ebenso durch das DAAD Programm PROMOS, die beiden größten Geldgeber, ein. Ein großer Erfolg, gemessen an der Zahl der Studierenden und der sehr knappen Besetzung des Akademischen Auslandsamts.

[www.hochschule-trier.de/go/aaa](http://www.hochschule-trier.de/go/aaa)

### Career-Service

Als Zusammenschluss von Hochschule Trier und Agentur für Arbeit Trier ist es das gemeinsame Ziel des Career-Service, Studierende und Absolventen/-innen beim Übergang vom Studium in den Beruf zu unterstützen. Studierenden und Absolventen wird durch Beratungen und Veranstaltungen ein umfangreicher kostenloser Service rund um das Thema Beruf und Karriere angeboten. Der Career-Service bietet neben der persönlichen Beratung zu allen Fragestellungen rund um das Thema Karriere, qualifizierende Angebote aus dem Portfolio der Bundesagentur für Arbeit an. Darüber hinaus richtet der Career-Service folgende zertifizierte Veranstaltungen zu den Kategorien Soft Skills, Gründung, Bewerbung und International aus:

- Arbeiten in Luxemburg
- Benimm- und Etiketteregeln im Business
- Bewerbungsunterlagen für Luxemburg und Frankreich
- Assessment-Center-Training
- Bewerbungsmappencheck
- Einfach bewerben – Bewerberworkshop
- Jobmesse-Knigge – Erfolgreiches Auftreten bei Hochschuljobmessen
- Nächster Stopp Vorstellungsgespräch – Bewerberworkshop
- Online bewerben – aber richtig
- Portfoliogestaltung für Designer
- Rhetorik- und Präsentation mit Persönlichkeit: Mit einem souveränen Auftritt überzeugen!
- Zeit- und Stressmanagement optimieren

Als Kooperationspartner der Firmenkontaktmesse und bietet er regionalen, nationalen und internationalen Unternehmen die Möglichkeit Praktika, Abschlussarbeiten und Jobs auf der Karriereplattform zu platzieren. Er unterstützt die Unternehmen bei der Su-

che nach Nachwuchs- und Fachkräften. Als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft kann schon frühzeitig ein persönlicher Kontakt zu Studierenden und Absolventen/-innen hergestellt werden.

Auf der Web-Präsenz präsentiert sich der Career-Service Studierenden und Unternehmen. Hier können sie sich über die vier Säulen des Services informieren:

- Bewerbung,
- Soft Skills,
- International und
- Gründung.

In der Jobbörse auf der Homepage finden Studierende tagesaktuell Stellenangebote, Praktika u. Abschlussarbeiten regionaler, nationaler und internationaler Unternehmen.

**[www.career-service.hochschule-trier.de](http://www.career-service.hochschule-trier.de)**



### Gleichstellungsbüro

Das Gleichstellungsbüro unter der Leitung der Zentralen Gleichstellungsbeauftragten, Frau Prof. Dr. Rita Spatz, ist für die erfolgreiche Re-Zertifizierung als familiengerechte Hochschule in 2014 sowie die Umsetzung von Gleichstellungsmaßnahmen verantwortlich.

Ziel dieser Maßnahmen ist z.B. die Erhöhung des Anteils von Studentinnen und Absolventinnen der Hochschule Trier mittels verschiedenen Mentoring-Programme (pepperMINT und Ada Lovelace für Schülerinnen, Salt'n'Pepper für Erstsemesterstudentinnen, Vitamin X für Studentinnen im letzten Studiendrittel). Außerdem werden Coaching-Seminare zur Unterstützung bei Karriereplanung und Persönlichkeitsentwicklung, Frauenvorlesungen, Stipendienberatungen und Beratungen für Promovendinnen und Promotionsinteressentinnen angeboten.

Das Gleichstellungsbüro organisiert die Angebote der Hochschule am jährlich stattfindenden Girls' und Boys' Day, an dem Schülerinnen die Gelegenheit haben MINT-orientierte Studiengänge kennen zu lernen und Schüler einen Einblick in Berufe in der Bibliothek und Verwaltung der Hochschule erhalten.

Die familienfreundlichen Angebote der Hochschule wurden auch 2014 angeboten. Ferienfreizeiten, die Randzeiten- und Notfallbetreuung für Kinder erleichtern den Hochschulangehörigen das Studium bzw. die Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Die Eltern-Kind-Zimmer mit PC-Arbeitsplatz an den beiden großen Standorten Trier und Birkenfeld bieten die Möglichkeit zur kurzfristigen eigenen Beaufsichtigung von Kindern.

Der Familienservice berät in persönlichen Gesprächen bei Fragen rund um die Themen Kinder und die Pflege von Angehörigen.

Der Dual-Career-Service unterstützt als zentraler Anlaufpunkt Partner und Partnerinnen neuer Hochschulangehöriger bei Wohnungssuche, er berät bei der Arbeitsplatzsuche und Kinderbetreuungsmöglichkeiten.

Der Preis des Ausschusses für Gleichstellungsfragen wurde auch 2014 vergeben. Kriterien bei der Auswahl der prämierten Arbeit sind neben der Benotung auch Kinder, Pflege von Angehörigen oder Gleichstellungsthematik in der Abschlussarbeit. Die Gewinnerin, Jana Mörmann, Studentin der Fachrichtung Intermedia Design, überzeugte mit ihrer Abschlussarbeit, einem Film über Indiens Jugend zwischen Tradition und Moderne, und konnte das Preisgeld in Höhe von 1500,- zusammen mit ihrer Tochter in Empfang nehmen.

**[www.hochschule-trier.de/go/gleichstellungsbuero](http://www.hochschule-trier.de/go/gleichstellungsbuero)**

### Gründungsbüro TRIER

Damit aus einer Idee tatsächlich eine erfolgversprechende Existenzgründung werden kann, bietet das gemeinsame Gründungsbüro der Hochschule und Universität Trier Unterstützung für Studierende, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Alumni an. Ziel ist es, für das Thema Gründung zu sensibilisieren und Interesse für diese Alternative zum Angestelltenverhältnis zu wecken. Dabei soll insbesondere das in den Abschluss- oder Seminararbeiten schlummernde Potenzial von Forschungsergebnissen optimal verwertet werden. Das Gründungsbüro dient dabei als erste Anlaufstelle für Fragen rund um das Thema akademische Gründung.

Ein regelmäßiges Angebot an Informations- und Fortbildungsveranstaltungen bietet einen ersten Einblick in das Abenteuer Gründung und dient der Ideengenerierung, dem Ideenaustausch und der persönlichen Weiterentwicklung. Ist die Idee gefunden, bieten wir eine individuell auf die Gründerperson zugeschnittene Beratung an. Zur aktiven Weiterentwicklung der Gründungsidee führen wir im Rahmen einer Betreuung eine Potenzialanalyse durch und analysieren die Stärken und Schwächen einer Geschäftsidee bis hin zum ausgereiften Businessplan. Ein weiterer Baustein der Beratung ist die Eruierung möglicher Fördermittel. Für besonders innovative Gründungsideen können z.B. Anträge auf ein EXIST-Gründerstipendium gestellt werden, welches die Stipendiaten auf dem Weg zur Gründung für maximal ein Jahr finanziell unterstützt. Das Gründungsbüro kann für die umfassende Betreuung und Ausbildung der Gründer auf ein weites Netzwerk an regionalen Kompetenzpartnern wie Industrie- und Handelskammer Trier, Handwerkskammer Trier, TechnologieZentrum Trier, Fortbildungseinrichtungen, Kreditinstitute sowie zahlreiche

Unternehmen und Coaches zurückgreifen. Im April 2012 hat das Land Rheinland-Pfalz und die Europäische Union (EFRE-)Mittel zur Errichtung eines gemeinsamen Gründungsbüros von Universität Trier und Hochschule Trier bewilligt und bestätigt damit die Bedeutung von Gründungen aus den Hochschulen. Die akademischen Ausgründungen in den vergangenen Jahren sowie die hohe Nachfrage nach unseren Seminar- und Beratungsangeboten machen das vorhandene Gründungspotenzial der beiden Hochschulen deutlich.

[www.gruenden-trier.de](http://www.gruenden-trier.de)



### **Hochschulbibliothek**

Die Hochschulbibliothek ist eine zentrale Dienstleistungseinrichtung für alle Studierenden, Forschenden und Lehrenden an unserer Hochschule, daneben steht sie für externe Nutzer offen.

In konzentrierter Atmosphäre findet in ihren Räumen zum einen das studentische Lernen statt.

Der Printmedienbestand wird vor Ort genutzt oder entliehen, das Bibliothekspersonal steht bei Recherchefragen und für alle Dienstleistungen unterstützend zur Seite.

Daneben stellt die Bibliothek auf ihrer Homepage elektronische Literatur in Form von E-Books und Zeitschriftenvolltexten zur Verfügung. Diese größtenteils lizenzpflichtige elektronische Literatur wird neben zahlreichen Fachrecherchedatenbanken erworben und ist nur für Hochschulangehörige freigeschaltet.

Zusätzlich zur elektronischen Literatur bietet die Bibliothek für alle Hochschulangehörigen die Lizenz für „video2brain“ mit sowohl deutsch- als auch englischsprachige Schulungsvideos (Programmiersprachen, Bildbearbeitung, Office, Präsentationen) an.

Die Bibliothekshomepage bietet für alle Nutzer den Zugang zum elektronischen Benutzerkonto, die Recherche im Online-Katalog und eine Übersicht aller Servicedienstleistungen.

Insbesondere im Forschungsbereich der Hochschule wird das Angebot der Fernleihe intensiv genutzt, um an der Hochschule nicht vorhandene Spezialliteratur aus anderen Bibliotheken Deutschlands zu ordern.

Die modularen Schulungsangebote der „Teaching Library“ werden von allen Fachbereichen sehr gut angenommen und unterstützen die Studierenden vom ersten Studientag bis hin zum Bachelor- und Masterabschluss oder der Promotion. Informationskompetenz ist eine unverzichtbare Schlüsselqualifikation sowohl für die spätere akademische Laufbahn als auch für eine mögliche Beschäftigung in Wirtschaft und Verwaltung.

**[www.hochschule-trier.de/go/bibliothek](http://www.hochschule-trier.de/go/bibliothek)**

### **Hochschuldidaktik**

#### **E-Learning-Koordination**

Ein besonderes Anliegen der Hochschule Trier ist die stetige Verbesserung der Qualität der Lehre. Im Rahmen des BMBF-Projektes „STUNNING“ bietet die Hochschule seit Sommersemester 2012 ihren Lehrenden die Möglichkeit der hochschuldidaktischen Weiterbildung an.

Im Bereich der Hochschuldidaktik werden neue und innovative Lehr- und Lernformen vermittelt und der fachliche und didaktische Austausch unter den Lehrenden gefördert. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf studierendenzentrierten Lehr- und Lernformen – wie beispielsweise dem Problem-basierten Lernen oder dem Forschenden Lernen. Zweistündige Kurz-Workshops, sogenannte Shortys, ergänzen das Workshop-Programm und bieten die Möglichkeit, sich neue Impulse für die Lehre geben zu lassen. Während die eintägigen Workshops auf breiterer Ebene Theorievermittlung, Konzeption und Praxis im Blick haben, werden bei den „Shortys“ kleinere Methoden oder Tools vermittelt, mit denen sich die Lehre anreichern lässt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Einzelberatung zu hochschuldidaktischen Fragen, z.B. bezüglich der (Neu-)Gestaltung einer Lehrveranstaltung, Einsatz aktivierender Lehrmethoden, Beratungstechniken für die Studienberatung u.v.m. Diese Maßnahmen werden abschließend durch eine Online-Plattform mit Selbstlernmaterialien ergänzt. Die zentrale E-Learning-Koordination stellt in Kooperation mit dem Rechenzentrum die Lernplattformen der Hochschule Trier bereit und bietet Support und Schulungen aus dem Bereich des E-Learnings an. Sie steht den Lehrenden sowie den Studierenden bei technischen und konzeptionellen Fragen, z.B. dem Entwurf von Online-Szenarien, rund um das E-Learning zur Seite.

**[www.hochschule-trier.de/go/elearning](http://www.hochschule-trier.de/go/elearning)**

### Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Die Teams der „Presse- und Öffentlichkeitsarbeit“ verstehen sich als Schnittstelle zwischen Hochschule und Öffentlichkeit. Ziel ist es, einen langfristigen Dialog zu schaffen sowie den zielgruppenorientierten Informationsaustausch zu erleichtern und auszubauen. Sie unterstützen und beraten alle Beschäftigten der Hochschule bei der Medienarbeit, der internen Kommunikation und im Marketing. Durch regelmäßige Veröffentlichungen sowie Pressearbeit informieren sie externe Zielgruppen über aktuelle Themen der Hochschule und stehen als Ansprechpartner für die Öffentlichkeit zur Verfügung. Ihre Aufgabenbereiche umfassen:

- Konzeption und Durchführung öffentlichkeitswirksamer Veranstaltungen und Pressekonferenzen
- Aufbereitung und Verbreitung von aktuellen Informationen
- Unterstützung bei der Forschungskommunikation
- Organisation von Messebesuchen und externen Informationsveranstaltungen
- Koordination der Social Media Aktivitäten der Hochschule
- Vermittlung von Experten und Interviewpartnern
- Bearbeitung von Interviewanfragen sowie allg. Medienanfragen
- Aufbereitung und Veröffentlichung von Terminen und Pressemitteilungen
- Erstellen von Informations- und Werbematerialien
- Konzeption von Anzeige- und Werbekampagnen

Zu den aktuellen Projekten zählen die Veröffentlichung eines standortübergreifenden Hochschulmagazins (Erscheinungsweise zweimal jährlich), der Relaunch des Corporate Designs der Hochschule in Zusammenarbeit mit einer Marketingagentur, die Produktion von Imagefilmen sowie die Organisation von öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen. Gemeinsam mit der Universität Trier und der Stadt Trier wurde 2014 der CityCampus durchgeführt. 2015 ist erstmalig ein Tag der offenen Tür am Hauptcampus Schneidershof geplant. Die Absolventenfeier und der Tag der offenen Tür gehören zu den wichtigsten Events am Standort Umwelt-Campus.

Diese Maßnahmen sollen zur Entwicklung einer starken, gelebten Marke der Hochschule Trier mit ihren verschiedenen Standorten beitragen und gleichermaßen die interne Kommunikationskultur stärken.

**[www.hochschule-trier.de/go/presse](http://www.hochschule-trier.de/go/presse)**

### Promotionsberatungsstelle

Die Promotionsberatungsstelle unterstützt die Absicht vieler Absolventinnen und Absolventen und Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Hochschule zu promovieren und das Engagement ihrer Professorinnen und Professoren, Promotionen (mit) zu betreuen. An der Hochschule sind seit dem Jahr 2010 sieben kooperative Promotionen erfolgreich abgeschlossen worden. Dazu kommen weitere externe Promotionen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und eine Reihe von laufenden kooperativen Promotionsprojekten. Aus den Einzelgesprächen und den Informationsveranstaltungen der Promotionsberatungsstelle sind seit der Einrichtung im April 2011 weit über 180 Interessierte registriert. Diese hohe Motivation soll nicht nur durch ideelle Ermutigung, sondern auch durch praktische Hilfestellung unterfüttert werden. So sollen die Wege bis zur Annahme der Kandidatinnen und Kandidaten mit Fachhochschulabschluss als Doktorand bzw. Doktorandin an einem universitären Fachbereich erleichtert und die erfolgreiche Durchführung der Promotion gefördert werden. Dazu tritt die Promotionsberatungsstelle nach außen in Kontakt zu Universitäten und deren Promotionsfördereinrichtungen und zu Wissenschaftsinstitutionen und vertritt die Hochschule auf überregionalen und internationalen Veranstaltungen aus dem Bereich des Promotionswesens, bei denen die Entwicklungen reflektiert und vorangetrieben werden.

Intern bietet die Promotionsberatungsstelle neben öffentlich zugänglichen Informationsformaten individuelle Beratung an, z.B. bei der Klärung der Entscheidungskriterien für eine Promotion, Fragen zur Zulassung und Finanzierung, zur Betreuungs- und Themensuche und bei Promotionskrisen. Auf Wunsch berät sie Promotionswillige und Professorinnen und Professoren bei

Forschungsförderungsanträgen, die die Finanzierung von Doktorandinnen und Doktoranden ermöglichen. Sie ist Anlaufstelle für Fragen aus der Hochschule zum gesamten Themenkomplex Promotion.

In Zusammenarbeit mit dem Gleichstellungsbüro betreibt sie spezifische Förderung für Frauen, die unter den Promovierenden gegenüber dem Geschlechterverhältnis bei den Abschlüssen unterrepräsentiert sind. Weibliche und männliche Doktoranden haben Zugang zum Familienservice der Hochschule.

Über die Promotionsberatungsstelle können finanzielle Zuschüsse der Hochschule zu fachlichen Aktivitäten der Promovierenden in der wissenschaftlichen community beantragt werden.

Zur Vernetzung der Promovierenden untereinander koordiniert die Promotionsberatungsstelle eine interne Onlineplattform, regelmäßige Treffen an der Hochschule und Fortbildungen, die Qualifikationen für die Arbeit in der Wissenschaft vermitteln.

Anregungen der Promotionsberatungsstelle zu strukturellen Verbesserungen der Promotionsvoraussetzungen an der Hochschule, etwa Campuslizenzen für Fachdatenbanken, wurden bereits umgesetzt.

**[www.hochschule-trier.de/go/promotionsberatung](http://www.hochschule-trier.de/go/promotionsberatung)**

### Rechenzentren

Im Jahr 2014 ist das Rechenzentrum in Trier wie bereits ein Jahr zuvor das Rechenzentrum in Birkenfeld dem Microsoft Campus-Agreement Abkommen beigetreten. Dadurch ist die Ausstattung von Windows-Systemen mit Betriebssystem- und Office-Lizenzen an der gesamten Hochschule einheitlich geregelt. Damit verbunden ist die Nutzung von Microsoft Lizenzen zu Hause oder für private Zwecke durch Mitarbeiter (work-at-home und home-use Programm) sowie die Nutzung von Office 365 pro durch Studierende. Diese Benefits zum Campus-Agreement sind nun für alle Mitglieder der Hochschule verfügbar, der Zugang zu den Lizenzen ist auf den Webseiten der Rechenzentren dokumentiert.

Bezüglich der Administration von Arbeitsplatzsystemen gab es im Rechenzentrum Trier zwei wichtige Neuerungen: Durch die Schaffung einer geeigneten Dauerstelle ist seit dem 1.7.2014 die Kostenberechnung für die Administration von Arbeitsplätzen außerhalb des Rechenzentrums entfallen. Ebenso wie am Umwelt-Campus Birkenfeld bietet nun das Rechenzentrum in Trier einen kostenlosen Administrations-Service für Standard-PC-Arbeitsplätze von Dozenten und Mitarbeitern an. Um die bis zu 600 PC-Arbeitsplätze (inklusive Pool PCs) in Trier effizient verwalten zu können, hat das Rechenzentrum Trier nach Klärung personal- und datenschutzrechtlicher Fragen mit dem örtlichen Personalrat das Management Tool SCCM (System Center Configuration Manager) von Microsoft zur effizienten Arbeitsplatzadministration eingeführt.

Weiterhin wurde in Trier die Druckabrechnung (Berechnung von Verbrauchsmaterial beim Drucken und Plotten zum Selbstkostenpreis) auf die Studierendenkarte umgestellt. Der bisher erforderliche Erwerb einer speziellen Druckkarte entfällt damit, so dass

die Studierenden nun nahezu alle Dienste an der Hochschule (Mensa, Rückmeldung, Drucken und Plotten) mit einer einzigen Karte erledigen können.

Für Kollaborationszwecke (Austausch von Informationen, Terminen und Daten innerhalb einer geschlossenen Nutzergruppe) wurde im Rechenzentrum Trier das Dokumentenmanagementsystem (DMS) Alfresco zur Verfügung gestellt. Es steht standortübergreifend für „selbstorganisierte“ Projektgruppen zur Verfügung. Das System erlaubt auch Nicht-Mitglieder der Hochschule (die über keinen RZ-Account verfügen) in Projektgruppen zu integrieren.

Die klassische Nutzung von Windows-Gruppen-Laufwerken wurde durch Implementierung einer Vertrauensstellung und einer gemeinsamen Philosophie bei der Rechtevergabe zwischen den Rechenzentren in Trier und Birkenfeld so erweitert, dass nun für Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aller Standorte eine gemeinsame Nutzung von Gruppenlaufwerken möglich ist.

Um den weiterhin steigenden Bedarf an Speicherplatz sicher zu stellen, wurde gegen Ende 2014 in Trier ein neuer Fileserver mit ca. 120TB Bruttokapazität (etwa das Dreifache des bisherigen Fileservers) beschafft. Der neue Server wird Anfang März 2015 in Betrieb gehen. Außerdem wurde die Backupkapazität am Standort Birkenfeld im Zuge eines Großgeräteantrages auf ca. 700TB erhöht.

In Zukunft könnte eine redundante Anbindung beider Standorte und eine Erhöhung der Bandbreite, eine noch engere Verzahnung der beiden Rechenzentren gewährleistet. So wäre es beispielsweise denkbar, für die neuen Fileserver am Standort Trier, die gesteigerte Backupkapazität am Standort Birkenfeld zu nutzen um den möglichen physikalischen Verlust eines Standortes zu kompensieren. Des Weiteren könnten beide Standorte zuverlässiger auf die jeweils vorhandene Infrastruktur am anderen Standort zurückgreifen.

Mitte des Jahres hat das Rechenzentrum in Trier eine Zufriedenheitsumfrage unter seinen Nutzern durchgeführt. Fast 90% der Bediensteten und 73% der Studierenden haben die allgemeine Zufriedenheit mit dem Rechenzentrum als gut oder sehr gut beurteilt. Dennoch haben wir aus den differenzierten Fragen und Antworten Ansätze zur Verbesserung unserer Dienste abgeleitet. Einzelheiten dazu sind dem Campino Artikel des ersten Halbjahres 2015 zu entnehmen.

Am 26.9.14 hat das Team des Rechenzentrums mit großem Erfolg mit dem Aktionsstand „Be-Mail“ am CityCampus teilgenommen, indem Kindern wie Erwachsenen auf spielerische Weise die möglichen Wege einer E-Mail vom Absender bis zum Empfänger demonstriert wurde.

**[www.hochschule-trier.de/go/rechenzentrum](http://www.hochschule-trier.de/go/rechenzentrum)**

### Studienservice

Am Campus Schneidershof liegt die zentrale Anlaufstelle für alle Anliegen rund ums Studium an der Hochschule Trier. Im Erdgeschoss des Gebäude G empfangen Sie die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Studienservice. In unserem Büro finden Studierende, Studieninteressierte, sowie Bewerberinnen und Bewerber alle wesentlichen Serviceangebote an einem Ort. Das Angebot umfasst die Bereiche Studierendensekretariat, Prüfungsamt und allgemeine Studienberatung. Der Studienservice ist montags bis donnerstags durchgehend von 9.00 Uhr bis 15.00 Uhr und freitags von 9.00 Uhr bis 12.00 Uhr geöffnet. Weiterhin ist eine Kontaktaufnahme per Telefon oder per E-Mail an [Studienservice@hochschule-trier.de](mailto:Studienservice@hochschule-trier.de) möglich. Der Studienservice gliedert sich in drei Arbeitsteams, denen jeweils bestimmte Studiengänge zugeordnet sind. Somit haben die Studierenden während des Studiums immer durchgehend feste Ansprechpartner. Eine Terminabsprache ist nicht erforderlich. Auf unserer Homepage stehen wichtige Formulare, Informationen zu aktuellen Anlässen und Prüfungsordnungen zur Verfügung. In diesem Jahr ist zur Verbesserung unseres Serviceangebots die Vergrößerung des Eingangsbereichs geplant. Zu Beginn des Wintersemesters 2014/15 verzeichnete die Hochschule Trier mit insgesamt 8.151 Studenten die bis dato höchste Anzahl von Studierenden, die bisher an einem der drei Standorte eingeschrieben waren.

**[www.hochschule-trier.de/go/rechenzentrum](http://www.hochschule-trier.de/go/rechenzentrum)**

### Wissens und Technologietransfer

Die Hochschule Trier zeichnet sich durch ein breites Themen- und Fachspektrum in Forschung und Lehre aus. Die spezifischen Ausprägungen liegen in den Gebieten Technik, Wirtschaft, Gestaltung, Umwelt und Informatik. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der verschiedensten Disziplinen haben sich in Instituten und Kompetenzzentren zusammengeschlossen, um anwendungsbezogene Forschung und Entwicklung in unseren Laboren zu betreiben.

Der Wissens- und Technologietransfer ist Schnittstelle zur Industrie und fördert das Zustandekommen von Entwicklungs-, Forschungs-, Konstruktions- und Untersuchungsprojekten. Die Hochschule ist in der Region sehr gut vernetzt und es besteht eine Vielzahl von Kooperationen. Institutionalisierte Kooperationen bestehen mit dem Career-Service und dem Gründungsbüro. Die Hochschule Trier ist Mitglied in verschiedenen Initiativen, Netzwerken und Clustern, die unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen und räumlich differenzieren.

Der Anfragende erhält Informationen zu aktuellen Forschungsergebnissen und den Zugang zu moderner Forschungsinfrastruktur, er findet Kooperationspartner für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte, er lernt qualifizierten Nachwuchs kennen und bekommt detaillierte Informationen zu gewerblichen Schutzrechten, Markt- und Wettbewerbsfragen. Die Mitarbeiter im Wissens- und Technologietransfer erörtert mit dem Anfragenden die Fragestellungen und ermittelt den konkreten Bedarf. Anschließend sorgen wir dafür, dass eine Problemlösung schnell und kompetent aus einer Hand geliefert wird.

Der Wissens- und Technologietransfer ist Mitglied des TRANSFER-NETZES RLP, dadurch besteht die Möglichkeit, auf die Kompetenzen aller Hochschulen in Rheinland-Pfalz zuzugreifen, wobei stets folgende Leitlinien beachtet werden:

- Fachliche Kompetenz
- Interdisziplinäre Leistungen
- Seriosität und Effektivität
- Vertraulichkeit
- Unabhängigkeit und Neutralität

## Hochschulverwaltung

### Haushaltsentwicklung und Drittmittel

Der Haushalt der Hochschule Trier (Kapitel 0966 des Landeshaushalts von Rheinland-Pfalz) wies für die Jahre 2013 bzw. 2014 Ausgaben, einschließlich Personalausgaben, in Höhe von 48.085.648,08 € bzw. 48.446.594,75 € aus. Dieser Haushalt umfasst die Mittel für die Standorte Trier, Birkenfeld und Idar-Oberstein. Bis einschließlich 2006 wurden die Mittel für den Standort Birkenfeld gesondert bei Kapitel 1575 geführt.

Im Haushaltsjahr 2009 sind erstmals die Nutzungsentgelte für den Landesbetrieb »Liegenschafts- und Baubetreuung« in das Haushaltskapitel der Hochschule Trier aufgenommen worden. Im Haushaltsjahr 2014 wurden hierfür Mittel bereitgestellt in Höhe von 7.910.600,00 €.

Mittel für Lehre und Forschung (Titelgruppe 71) konnten 2014 wie teilweise in den Vorjahren in die Selbstbewirtschaftung nach § 15 Abs. 2 der Landeshaushaltsordnung Rheinland-Pfalz übernommen werden. Drittmittel werden in der TG 86 des Hochschulkapitels geführt.

Die Ausgaben der Hochschule Trier insgesamt wurden weiterhin – außer aus dem eigentlich laufenden Haushalt (Kapitel 0966) – aus vier verschiedenen Einzel- bzw. Sonderhaushalten bestritten.

Die Einnahmen aus eingeworbenen Drittmitteln beliefen sich im Jahr 2013 auf 8.766.516 €. In 2014 wurden 8.856.421 € eingeworben. Von den in 2014 eingeworbenen Drittmitteln entfallen 4.177.159 € auf das IfaS.

Im Rahmen der Weiterbildung wurde im Jahr 2013 ein Betrag von 429.124 € und in 2014 ein Betrag von 420.416 € vereinnahmt.

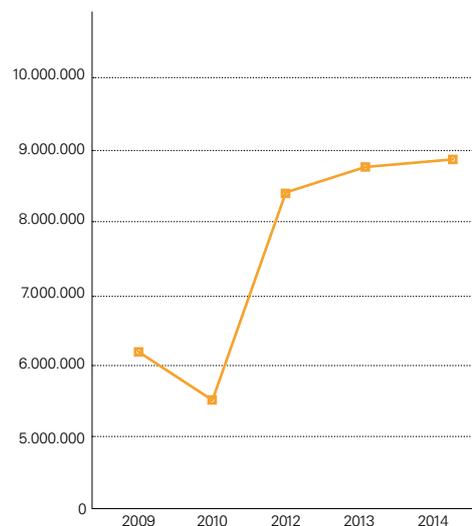


Abb. 3: Drittmiteleinnahmen der Hochschule

### Personalentwicklung

Über den originären Stellenplan hinaus wurden der Hochschule Trier im Jahr 2014 6,25 weitere feste Stellen zugewiesen. Ansonsten konnten befristete Arbeitsverhältnisse aus dem Sonderprogramm Hochschulpakt II und Wissen schafft Zukunft II geschaffen werden. Zusätzlich sind aus Drittmittelprojekten heraus weitere Beschäftigungsmöglichkeiten entstanden. Ebenfalls sind weitere Teilzeitbeschäftigungen geschaffen worden. Ansonsten werden – soweit dies nicht durch Stellenbesetzungssperren zeitlich eingeschränkt ist – aus der zwingenden arbeitsmäßigen Notwendigkeit heraus die freiwerdenden Planstellen schnellstmöglich wieder besetzt.

## Gremien

### Der Hochschulrat

Der Hochschulrat berät und unterstützt die Hochschule in allen wichtigen Angelegenheiten und fördert ihre Profilbildung, Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit. Der Hochschulrat besteht aus zehn Mitgliedern, von denen fünf Mitglieder aus den Bereichen Wirtschaftsleben, Wissenschaft und öffentliches Leben sowie fünf Mitglieder aus der Hochschule berufen werden. Die Amtszeit des Hochschulrats beträgt fünf Jahre.

### Der Senat

Der Senat hat, soweit durch das Hochschulgesetz oder die Grundordnung nichts anderes bestimmt ist, alle Angelegenheiten wahrzunehmen, welche die gesamte Hochschule angehen. Er hat insbesondere die allgemeinen Grundsätze über die Verteilung der Stellen und Mittel zu beschließen, zu den Vorschlägen der Fachbereiche für die Berufung von Professorinnen und Professoren Stellung zu nehmen, über die Einrichtung, Änderung und Aufhebung von Studiengängen zu beschließen und den Gesamtentwicklungsplan für die Hochschule aufzustellen.

### Das Hochschulkuratorium

Für jede Hochschule wird ein Kuratorium gebildet, das ihrer Verbindung mit gesellschaftlichen Kräften dient. Das Kuratorium soll gegenüber dem Senat zu grundsätzlichen Fragen, insbesondere zu Lehr- und Forschungsberichten, zum Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis, zur wissenschaftlichen Weiterbildung, zur schriftlichen Haushaltsstellungnahme der Hochschule und zu Organisationsfragen Stellung nehmen. Das Kuratorium leitet seinen Jahresbericht dem fachlich zuständigen Ministerium zu und stellt ihn der Öffentlichkeit vor. Beteiligt sich die Hochschule zur

Wahrnehmung ihrer Aufgaben an Einrichtungen, die insbesondere dem Transfer von Forschungsergebnissen oder der Weiterbildung dienen, soll ein Mitglied des Kuratoriums in ein Gremium dieser Einrichtung entsandt werden.

### Personalrat

Die Aufgaben, Pflichten und Rechte des Personalrates sind im Landespersonalvertretungsgesetz Rheinland-Pfalz (LPersVG) festgelegt. Der Personalrat ist Vertretung der Beschäftigten, er bestimmt insbesondere bei Einstellungs- und Eingruppierungsverfahren sowie bei organisatorischen Maßnahmen mit. Der Personalrat hat darauf zu achten, dass zum Schutze aller Beschäftigten geltende Gesetze und Schutzvorschriften eingehalten werden. Er ist in besonderen Fällen auch »Sprecher« der Beschäftigten, Vermittler und Helfer sowie aufgabenbezogen auch Mit-Entscheider, Kontrollinstanz und Ansprechpartner für alle dienstlichen Angelegenheiten. An der Hochschule Trier gibt es neben dem Gesamtpersonalrat, dessen Zuständigkeit sich auf Maßnahmen bezieht, die alle Hochschulstandorte zusammen betreffen, jeweils einen Örtlichen Personalrat für den Standort Birkenfeld und einen Örtlichen Personalrat für die Standorte Trier und Idar-Oberstein gemeinsam.

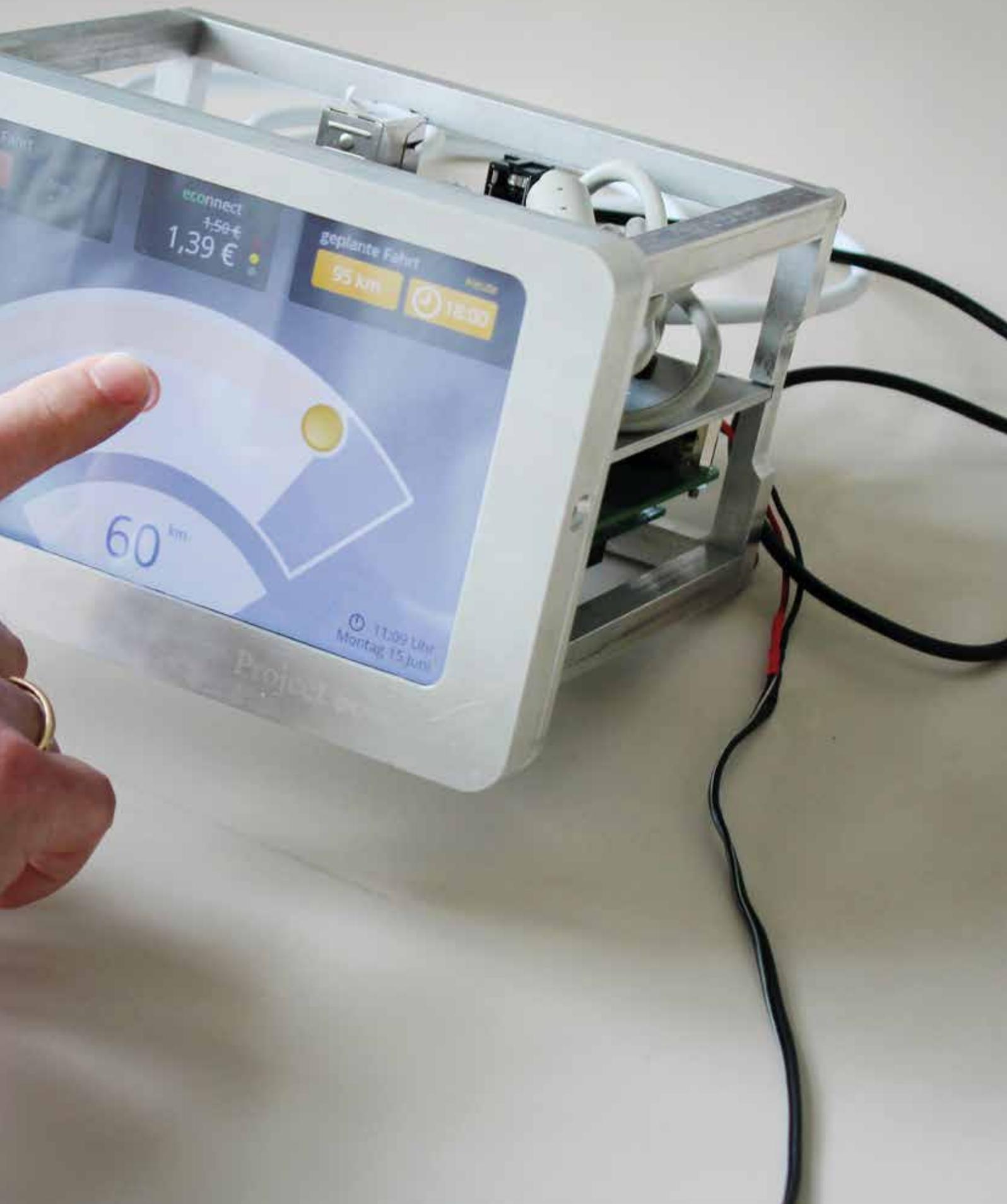
**HAUPT-**

**CAMPUS**





# HAUPT- CAMPUS



## econnect Germany: Feldversuch in Trier

### Das Elektroauto als Nutzer und Speicher regenerativ erzeugter Energie

FB INFORMATIK  
Prof. Dr.-Ing. Jörn Schneider  
Tillmann Nett

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Die Reduktion von klimaschädlichen Emissionen ist eine der wichtigsten Aufgaben der heutigen Zeit. Elektrofahrzeuge bieten vielversprechende Möglichkeiten, um als Fahrzeugnutzer an diesem Ziel mitzuwirken. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass die Batterien der Elektrofahrzeuge mit regenerativ erzeugtem Strom geladen werden, also z.B. über Wind- oder Solarkraftwerke. Zusätzlich zur Senkung des Verbrauchs an fossilen Rohstoffen für die alltägliche Mobilität, können Elektrofahrzeuge als mobile Energiespeicher den weiteren Ausbau von erneuerbarer Energie sogar beschleunigen und kostengünstiger machen. Eine der großen Herausforderungen regenerativer Energiequellen ist, dass die Erzeugung wesentlich stärker fluktuiert, als dies bei herkömmlichen Kraftwerken wie Gas-, Kohle- oder Nuklearenergie der Fall ist. Um unnötige Kosten durch Vorhalten immenser Erzeugungsüberkapazitäten und immer größere „Stromautobahnen“ zu vermeiden ist die Zwischenspeicherung von Energie anzustreben. Hier bieten Elektroautos die Möglichkeit während eines Ladevorgangs die überschüssige Energie aufzunehmen, aber auch bereits geladene Energie bei Engpässen wieder ins Netz abzugeben. Diese sogenannten -Smart-Grid-Anwendungen werden auch als Vehicle2Grid (V2G) und Grid2Vehicle (G2V) bezeichnet.

Im Rahmen dieser Ziele spielt die Akzeptanz durch die Nutzer von Elektrofahrzeugen eine entscheidende Rolle. Für die sinnvolle und effiziente Nutzung der Fahrzeugbatterien ist es notwendig zu wissen, wann der Fahrer die nächste Fahrt plant und welche Reichweite er für diese Fahrt benötigt. Der Fahrer muss also bereit sein, die gewohnte Flexibilität zum Teil aufzugeben. Um diese Nutzerakzeptanz zu erforschen, wurde im Rahmen des Projekts econnect Germany ein Feldversuch mit ca. 60 Probanden in

Trier durchgeführt. Den Testpersonen wurde jeweils für drei Wochen eines von fünf durch die Hochschule Trier aufgerüsteten Serienelektroautos vom Typ C-Zero der Marke Citroën überlassen. Die Fahrerinnen und Fahrer sollten insbesondere ein an der Hochschule entwickeltes prototypisches System zum Steuern von Lade- und Rückspeisevorgängen erproben.

Der Trierer Feldversuch ist Teil des Verbundforschungsprojekts econnect Germany, welches von der Bundesregierung im Rahmen der Ausschreibung IKT für Elektromobilität II gefördert wurde. Zudem wurde econnect Germany als Leuchtturmprojekt von der Bundesregierung ausgezeichnet. An dem Vorhaben waren insgesamt 7 Stadtwerke, 11 Unternehmen und 4 Hochschulen, darunter die Hochschule Trier, unmittelbar beteiligt. Das ausführende Organ der Hochschule Trier ist der Forschungsverbund Verkehrstechnik und Verkehrssicherheit (FVV), an dem die Fachbereiche Technik und Informatik, sowie die Abteilung für Allgemeine Psychologie und Methodenlehre der Universität Trier (hier eingebunden in Form eines Unterauftrages) beteiligt sind. Die weiteren Partner im Trierer Feldversuch sind die Stadtwerke Trier und die ABB AG, Mannheim.

#### HERAUSFORDERUNGEN AN DIE NUTZERAKZEPTANZ

Die Verwendung von Elektroautos ist beim derzeitigen Stand der Technik mit einem gewissen Verlust der gewohnten Flexibilität verbunden. Dies begründet sich zum einen durch die geringere Reichweite von Elektrofahrzeugen, typischerweise um die 100 km, in Ausnahmefällen bis zu 300 km oder mehr, zum anderen auch durch die Ladedauer. So beträgt die typische Ladezeit eines Elektroautos um die 8 Stunden für eine komplette Ladung, falls keine Schnell-

lademöglichkeit genutzt wird. Schnellladesysteme erreichen zwar Zeiten von bis zu ca. ½ Stunde für 80% Batteriekapazität, diese sind jedoch wesentlich teurer in der Bereitstellung. Anders als bei Verbrennerfahrzeugen ist es jedoch nicht notwendig während der gesamten Ladezeit anwesend zu sein, so dass sich nicht rein von einer Verringerung der Autonomie sprechen lässt, sondern es vor allem zu einer Änderung der Nutzungsgewohnheiten kommen muss. Typisch könnte z.B. sein, dass Elektroautos vor allem nachts oder am Arbeitsplatz geladen werden, so dass die langen Ladezeiten kaum eine Rolle spielen.

Werden die Elektroautos zusätzlich zur Speicherung von erneuerbaren Energien verwendet, so ist dies mit einem weiteren Verlust von Flexibilität verbunden. Je mehr Speicherpotential ein Fahrzeugnutzer ver-

fügar machen möchte, desto präziser muss sie/er Fahrten und Ladezeiten planen und zumindest letztere auch einhalten. Nur das vom Fahrzeugnutzer eingeräumte Speicher- und Rückspeisepotential kann von der Software berücksichtigt werden. Für die automatische Planung der Lade- und Rückspeisevorgänge werden daher möglichst genaue Daten über die geplanten Fahrten vom Benutzer benötigt.

Um die Akzeptanz zu maximieren, wurden in einer Vorstudie mögliche Nutzungsszenarien von privaten Fahrzeugen erfragt. Dabei zeichneten sich vor allem zwei Nutzungsweisen ab: 1. Kurze spontane Fahrten, die sich schwer vorhersehen lassen. 2. Längere geplante Fahrten von bekannter Reichweite zu einem planbaren Zeitpunkt. Um beiden Nutzungsarten gerecht zu werden, wurde für den Feldversuch ein System entworfen, in dem der Fahrer beide Nutzungsarten getrennt konfigurieren kann (s. Abbildung 1). Dieses System bietet zum einen die Möglichkeit die spontane Reichweite für den typischen Aktionsradius des Fahrers zu setzen. Diese spontane Reichweite wird dann bei Planung eines Ladevorgangs unabhängig von der Netzauslastung so schnell wie möglich zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig bietet das Benutzerinterface die



Abb. 1: Das Benutzerinterface im Fahrzeug

Möglichkeit Zeitpunkt und Reichweite der nächsten geplanten Fahrt einzustellen. Auf Basis dieser Daten in Kombination mit einer Vorhersage der voraussichtlichen Verfügbarkeit von regenerativer Energie wird dann ein Lade- und Rückspeiseplan erstellt, der die gewünschte Reichweite zum geplanten Abfahrtszeitpunkt zur Verfügung stellt, zugleich aber auch die Schwankungen bei Energieproduktion und -verbrauch im betrachteten Bilanzkreis möglichst optimiert. Als Bilanzkreis wird hierbei eine Menge von Stromverbrauchern und -erzeugern bezeichnet, die der Stromvertreiber (hier also die Stadtwerke Trier) rechnerisch gebündelt hat und dem Verteilnetzbetreiber entsprechend gemeldet hat.

#### ERGEBNISSE DES FELDVERSUCHS

Zur Erforschung der Nutzerakzeptanz können theoretische Überlegungen nur einen kleinen Teil beitragen. Vielmehr ist es wichtig, ein System an realen Nutzern zu testen, und dabei das entsprechende Verhalten zu protokollieren. Daher wurde im Rahmen des Projekts ein Feldversuch durchgeführt. Dazu wurden fünf Elektroautos für jeweils drei Wochen an Probanden vergeben, um eine empirische Erforschung der relevanten Aspekte zu ermöglichen.

Die Probanden waren aufgefordert das Elektroauto anstelle ihres normalen Autos zu nutzen und dabei mit Hilfe eines an der Hochschule Trier entwickelten Bordcomputers die Ladevorgänge zu planen. Dazu mussten die Fahrer ihre spontane Reichweite sowie die Daten für die geplanten Fahrten in dem oben gezeigten Interface (s. Abbildung 1) eingeben. Da jedoch nicht zu erwarten ist, dass ein solcher Mehraufwand und der damit verbundene Verlust der Autonomie ohne einen Gegenwert von den Nutzern hingenommen wird, wurde zusätzlich untersucht durch welche Kom-

pensationsmechanismen die Probanden am besten dafür entlohnt werden können. Entsprechend der psychologischen Theorien für Risikobereitschaft wurden zwei Tarifstrukturen entwickelt. Bei der einen wurde der Strom auf Basis eines variablen Preises abgerechnet. Der Strompreis konnte sich dabei alle 15 Minuten ändern. Die verwendeten Preise wurden so berechnet, dass sie den aktuellen Bedarf des Bilanzkreises repräsentierten, d.h. ein hoher Energiebedarf führte zu einem hohen Preis, ein niedriger Bedarf zu einem niedrigen Preis. Der Bordcomputer hatte in diesem Tarifmodell die Aufgabe, den Ladefahrplan bezüglich des Preises zu optimieren. In dem anderen Tarifmodell wurde ein fester Bonus auf Basis der Einstellungen gewährt. D.h. Einstellungen, die dem Energievertreiber ein größeres Nutzungspotential einräumten verursachten geringere Kosten beim Nutzer, als Einstellungen die den Stadtwerken einen geringeren Spielraum boten.

Eine aktuelle Vorauswertung der Daten signalisiert, dass beide Tarifstrukturen gleichermaßen als Anreiz für eine effiziente Planung von Ladevorgängen geeignet sind. Das ist insofern positiv, da die Stromanbieter hierdurch eine größere Freiheit haben, wie sie ihre Tarife gestalten können, so dass Tarife für Elektromobilität in ein bestehendes Tarifgerüst sehr flexibel eingepasst werden können. Weitere Auswertungen zeigen auch, dass die Systeme sehr gut von den Nutzern akzeptiert werden. Ein mögliches Problem ist, dass ein Fahrer, der sich Planungsaufwand sparen will, schlichtweg die Spontanfahrt auf die maximale Reichweite setzt. Dadurch müsste die gesamte Reichweite so schnell wie möglich geladen werden und es kann keine Optimierung von Seiten des Energievertriebs mehr stattfinden. Eine Analyse der Daten zeigt jedoch, dass die eingestellte spontane Reichweite typischerweise

um die 40 km lag, also wesentlich geringer war, als die maximal verfügbare Reichweite. Zusätzlich nutzten die meisten geplanten Fahrten weniger als die volle Reichweite. Die typische Reichweite lag hier bei 80 km. Diese beiden Faktoren erlauben eine sehr gute Nutzung von Elektroautos als Energiespeicher. Zusätzlich boten diese Faktoren den Fahrern von Elektroautos sehr positive Einsparungsmöglichkeiten. So lagen die Kosten für die typischen Ladevorgänge um ein Drittel unter den vergleichbaren Kosten für Haushaltstrom.

Die Anzahl der Ladungen innerhalb der drei Wochen variierte sehr stark zwischen den einzelnen Nutzern. In den bereits vorausgewerteten Daten gab es sowohl Fälle von Fahrern, mit einer einzigen Ladung in drei Wochen, als auch Fahrer, die ihr Fahrzeug bis zu 27 Mal geladen haben. Diese großen Unterschiede reflektieren vermutlich die unterschiedlichen Nutzungsgewohnheiten von privaten Fahrzeugen zum einen, zum anderen aber auch die unterschiedlichen Möglichkeiten der Probanden. So wurde z.B. darauf geachtet, dass genau die eine Hälfte der Probanden eine Möglichkeit zur Verfügung hatte das Fahrzeug auch zu Hause zu laden, die andere Hälfte jedoch keine solche Möglichkeit hatte. Eine genaue Auswertung des Einflusses dieser Faktoren steht jedoch zurzeit noch aus.

Eine Auswertung der Preisdaten für den Frühling 2014 zeigt weiter das große Nutzungspotential eines solchen Systems. So lagen die Preise häufig um bis zu 5 Cent unter dem Referenzpreis von 25 Cent, der veranschlagt wurde, wenn sich Erzeugung und Verbrauch im Bilanzkreis die Waage halten (s. Abbildung 3). Dies zeigt das Einsparpotential, welches durch eine bessere Verwendung von erneuerbaren Energien erschlossen werden kann. Während der Tageszeiten von 11:00 bis 17:00 Uhr bot sich

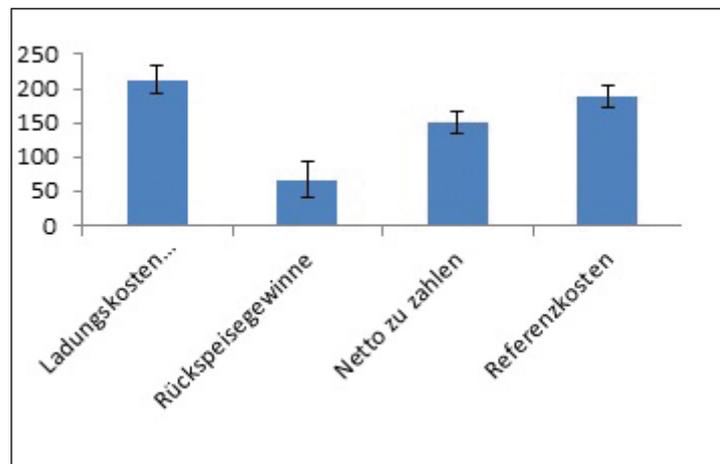


Abb. 2: Durchschnittliche Kosten pro Ladevorgang (in Cent)

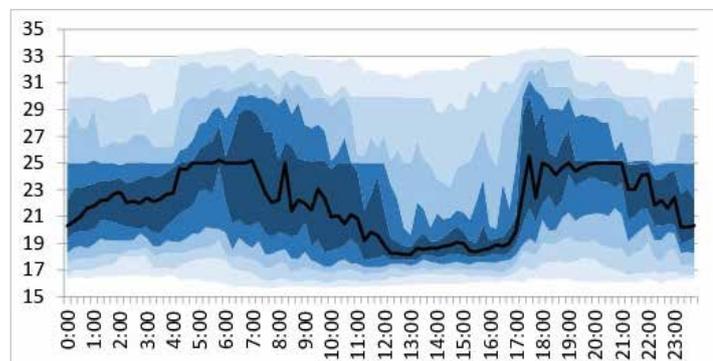


Abb. 3: Verlauf der Preise über den Tag für Frühling 2014

eine gute Nutzungsmöglichkeit. Gleichzeitig deutet der Verlauf möglicherweise auf weitere notwendige Innovationen und Investitionsbedarf hin. Ein typisches Nutzungsszenario von Elektroautos sieht das Laden zu Hause während der Nachtzeiten vor. Diese Analyse zeigt jedoch, dass eine Speicherung von Energie insbesondere während der Tageszeiten relevant ist, da es zu diesen Zeiten eher ein Überangebot von Energie gibt. Hier sind weitere Lösungen für eine weitreichende Verwendung von Elektromobilität notwendig. Z.B. ist es möglich, dass Arbeitgeber eine Ladeinfrastruktur zur Verfügung stellen, die dann für das Laden- und Rückspeisen von Mitarbeitern genutzt werden kann.

#### FAZIT

Insgesamt zeigt der Feldversuch das große Potential von Elektromobilität für Smart Grid-Anwendungen. Es zeigt sich, dass die Nutzerakzeptanz, zumindest wenn das System bereits während der Designphase auf den Nutzer hin ausgelegt wird, wesentlich weniger Probleme bereitet als oft in der öffentlichen Diskussion dargestellt. Zusätzlich deuten die Ergebnisse der Vorwertung in eine interessante Richtung. Die Verwendung von Elektrofahrzeugen im Sinne des Feldversuchs bietet das Potential die Nutzungskosten für Elektroautos durch die Nutzung von erneuerbaren Energien weiter zu senken und die Kosten der Energiewende insgesamt zu begrenzen durch entsprechende Synergieeffekte (weniger zusätzliche Infrastruktur für Speicherung und Verteilung von Energie).

In der Praxis ist der Preis für ein Elektroauto aktuell sehr viel höher als der Preis eines vergleichbaren Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor. Diese hohen Anschaffungskosten behindern eine weitreichende Nutzung von Elektrofahrzeugen. Durch die Verwendung

von erneuerbaren Energien und die Einbindung von Elektrofahrzeugen in intelligente Netze, ist es möglich die Verbrauchskosten von Elektrofahrzeugen zu senken und das schwankende Aufkommen erneuerbarer Energie regional auszugleichen. Es steht zu hoffen, dass dieses Potential in Zukunft ausgeschöpft werden kann.



**Prof. Dr.-Ing. Jörn Schneider**

FB Informatik  
FR Informatik

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 590  
j.schneider@hochschule-trier.de

## proTRon EVOLUTION nimmt Gestalt an

### Die Entwicklung des serienfähigen und hocheffizienten Straßenfahrzeugs schreitet voran

FB TECHNIK / FB INFORMATIK

Prof. Dr. Hartmut Zoppke

Prof. Dr. Matthias Scherer

Prof. Dr. Georg Rock

Christian Gapp, B. Eng.

Eduard Rall, B.Sc.

Daniel Schmiech, B. Eng.

David Schneider, B. Eng.

Andreas Wilhelmi, B. Eng.

Die Arbeiten im Projekt proTRon konzentrierten sich auch im abgelaufenen Jahr mit hoher Priorität auf die Entwicklung des mobilitätsgerechten Alltagsfahrzeugs proTRon EVOLUTION.

Die größte Herausforderung bei dieser Fahrzeugentwicklung stellt die Erfüllung der gesetzlichen Sicherheitsvorschriften hinsichtlich des Seiten- und Frontcrashes dar unter Beibehaltung eines extrem geringen Fahrzeuggewichts. Die gleichzeitige Forderung nach Serienfähigkeit auf einem für Kleinwagen akzeptablen Preisniveau schließt dabei exotische Leichtbaulösungen wie bei den bisher entwickelten Wettbewerbsfahrzeugen aus und erfordert neue intelligente Konzepte.

Um Leichtfahrzeuge in ihrer passiven Sicherheit an das Niveau eines heutigen Kom-

paktwagens heranzuführen, muss vor allem die Fahrzeugkarosserie eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit aufweisen, um Verformungsenergie an den schwereren und größeren Unfallpartnern abgeben und die dabei entstehenden Kräfte abstützen zu können. Dabei stehen Deformations- und Beschleunigungsenergie in Wechselwirkung miteinander. Bei gleichbleibender Steifigkeit, wird bei Verringerung der Fahrzeugmasse ein größerer Anteil der Aufprallenergie in Bewegung und ein kleinerer Anteil in Deformation umgewandelt. Dieser Trend verstärkt sich, wenn die Steifigkeit des Fahrzeuges überproportional anwächst.

Aus diesem Grund wurde ein Sicherheitskonzept auf den Weg gebracht, welches diesen Gegebenheiten gerecht wird und die Basis für die weiteren Schritte hin zur konstruktiven Karosserieentwicklung bildet. Dies beinhaltet hauptsächlich konzeptionelle Überlegungen, wie die auftretenden Kräfte während eines Aufpralls unter Beibehaltung der Sicherheitszelle für die Insassen aufgenommen und weitergeleitet werden können. Im Seitencrash erfolgt dies im Konzept über einen deutlich vergrößerten Seitenschweller gegenüber dem ursprünglichen Fahrzeugschweller. Für dieses Konzept wurden erste Prüfstandversuche durchgeführt, die dem gesetzlich geforderten Seitencrash entsprechen, um die Energieaufnahme verschiedener Werkstoffe und Konstruktionen zu vergleichen. Dies beinhaltete auch die Erprobung neuer Werkstoffe für Strukturbauteile wie flachfaserverstärkte Kunststoffe, zu denen bisher noch keine experimentell bestimmten Parameter zur Verfügung standen. Nachdem diese ersten Voruntersuchungen wurden mit der konstruktiven Karosserieentwicklung begonnen. Aufgrund der sehr ambitionierten Ziele bezüglich passiver Sicherheit bei gleichzeitig

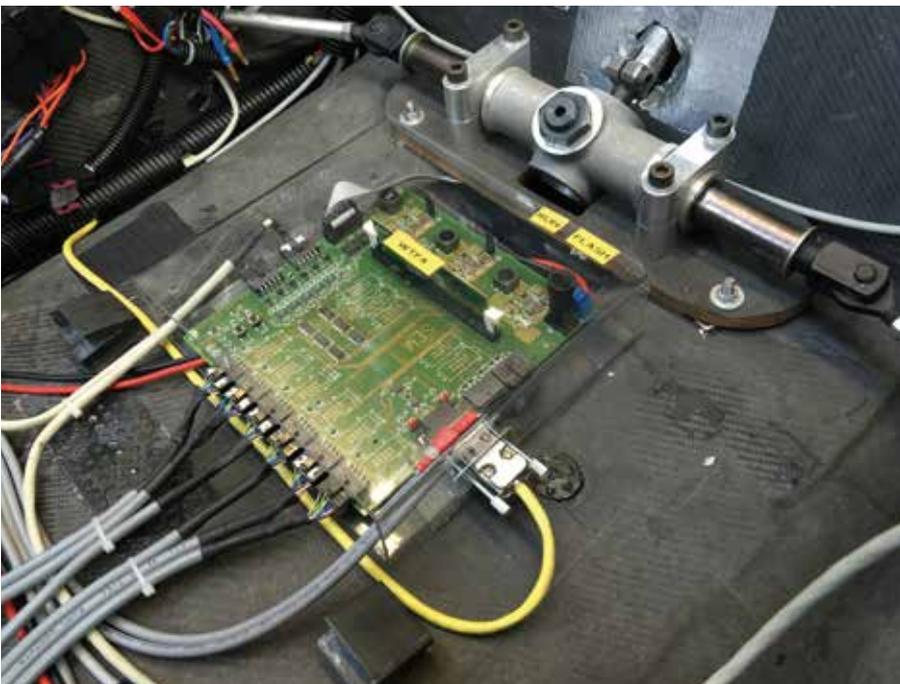


Abb. 1: Motorsteller Mainboard mit Controller Steckkarte

sehr geringem Gewicht zu erzielen, wird die ursprüngliche Karosserie, die dem Projekt als Ausgangsplattform diente, nahezu komplett durch eine Eigenentwicklung ersetzt. Zentraler Bestandteil ist die Bodengruppe des Fahrzeugs, die aus Leichtbaugründen als Monocoque-Struktur realisiert wird. Unter Einbeziehung der Sitzstrukturen und des sehr steifen Batterieraums wird eine Sicherheitszelle um den Fahrzeuginnenraum gebildet, die die Insassen im Falle eines Unfalls schützt. Der Einsatz naturfaserverstärkter Kunststoffe in Strukturbauteilen, die in den Hauptlastpfaden durch Kohlefasern in Beanspruchungsrichtung verstärkt werden, soll dabei eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Bauweise möglich machen, ohne die Kostenziele für eine mögliche Serienfertigung zu gefährden.

Für die konstruktive Auslegung des Monocoques wurden zunächst die Lastfälle analysiert, die die gesetzlichen Vorgaben für die Zulassung von Straßenfahrzeugen abbilden. Dabei werden unter anderem die Unfallsituationen des Frontal- und Seitenaufpralls be-

rücksichtigt. Mit Hilfe der Finite-Elemente Methode konnte eine topologieoptimierte Monocoque-Struktur ausgelegt werden, die Aufschluss über die Kraft- bzw. Lastpfade im Bauteil gibt. Die Darstellung der Hauptlastpfade ermöglicht eine anforderungsgerechte Auslegung der Materialien. So können in weniger belasteten Regionen sehr leichte NFK-Teile eingesetzt werden, die in den hochbelasteten Lastpfaden durch CFK verstärkt wird.

Parallel zur Topologieoptimierung wurden grundlegende Untersuchungen zu Klebeverbindungen von Faserverbund-Bauteilen durchgeführt, deren Ergebnisse in die Monocoque-Entwicklung und die Aufspaltung der Gesamtstruktur in fertigungsgerechte Teilstrukturen einfließen konnten.

Für das laufende Jahr steht die Fertigung des Monocoques im Vordergrund. Dazu müssen Fragestellungen zur Fertigung des ersten Prototypens aber auch einer möglichen Serienfertigung gelöst werden. Simultan zur Karosserieentwicklung des proTRon Evolution wurden alle wesentlichen Bau-

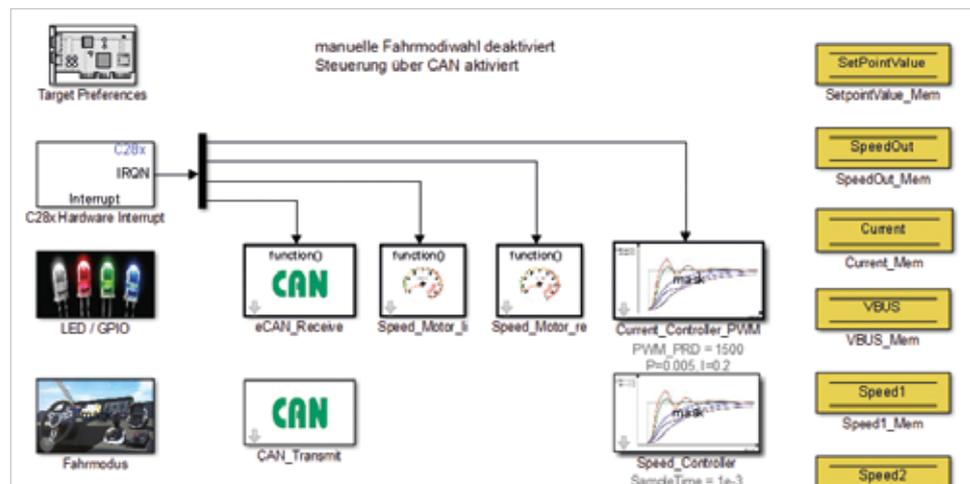


Abb. 2: Simulink/Root-Modell Fahrsoftware AERIS 2014

gruppen des Fahrzeugs einem Benchmarking-Prozess unterzogen und es erfolgten auch hier erste konzeptionelle Festlegungen. Auch im Jahr 2014 nahm das Team proTRon mit seinen beiden Wettbewerbsfahrzeugen am jährlichen Shell Eco Marathon in Rotterdam teil. Die notwendige Weiterentwicklung des proTRon und des proTRon AERIS erfolgte parallel zu den Arbeiten am proTRon Evolution. Durch Änderungen des Reglements musste für den proTRon AERIS in der Klasse der Urban Concepts Battery Electric ein eigener Motorsteller entwickelt und ins Fahrzeug integriert werden. Durch vorausschauende Planung der elektrischen Komponenten wurde bereits im Vorjahr ein entsprechendes Konzept für eine Motorsturelektronik erstellt. Die Umsetzung in eine reale Hardware konnte daher in kürzester Zeit durchgeführt werden.

Die Elektronik umfasst 3 getrennte Baugruppen, eine Steuerplatine, eine Leistungselektronik und einen Winkelsensor zur Messung der Rotorlage. Um möglichst energieeffizient das Fahrzeug bewegen zu können, werden zwei permanenterrregte Synchronmaschinen eingesetzt, welche über eine einfache Übersetzung direkt am Radträger angeflanscht sind. Zur effizienten Ansteuerung der Motoren muss der momentane Rotorwinkel oder Winkelsektor bekannt sein. Hier kommt die eigens für unsere Motoren entwickelte Hall-Sensorplatine zur Winkelsektor-Bestimmung zum Einsatz. Dieser Sensor liefert eine Winkelauflösung von  $20^\circ$  und erzeugt durch die genaue Platzierung der Hall-Sensoren ein eindeutiges Muster, welches direkt zur Kommutierung verwendet werden kann. Das Sensorsignal wird an die Steuerplatine weitergeleitet und dort von einem Mikrocontroller zur Kommutierung des Motors ausgewertet. Auf dem Controller ist eine im Rapid Prototyping Verfahren entwickelte Software zur Regelung integriert. Diese regelt den Strom in den Motoren mittels Pulsweitenmodulation, welche vom Controller über die Steuerplatine bis zur Leistungselektronik übermittelt wird. Die Leistungselektronik enthält drei MOSFET-Halbbrücken zur Ansteuerung der drei Phasen des Motors. Durch das reibungslose Zusammenspiel der elektrischen Komponenten, war es auch in diesem Jahr wieder möglich, auf den 2. Platz in der Kategorie Urban Concepts zu gelangen und damit auch zum wiederholten Mal das Beste deutsche Team darzustellen.

2014 setzte das Team proTRon zudem die gelungene Zusammenarbeit mit dem Informatik- Fachbereich fort. Im Vorjahr hatte diese Kooperation bereits ein voll funktionsfähiges Telemetrie-System hervorgebracht, welches am Shell Eco-marathon 2013 in Rotterdam erstmals erfolgreich eingesetzt wurde. Mit Hilfe des Telemetrie-Systems lassen sich im Fahrzeug erfasste Sensordaten kabellos über das Internet an Computer und mobile Endgeräte außerhalb des



Abb. 3 Telemetrie 2014: Hardware (Raspberry Pi)

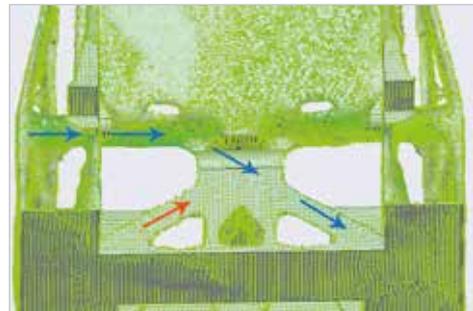


Abb. 4: Topologieentwicklung und -optimierung des Monocoques



Abb. 5 Telemetrie 2014: Weboberfläche



Abb. 6 : Crashversuch eines Schwellerabschnitts

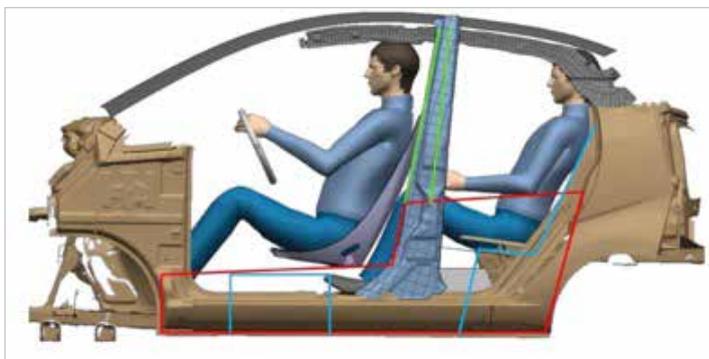


Abb. 7: Darstellung des optimierten Fahrzeugschwellers

Wettbewerbsfahrzeugs übertragen. Dies ermöglicht einen vollkommen ortsungebundenen Zugriff auf die Sensordaten und somit eine flexible und zeitnahe Anpassung der Fahrstrategie im Wertungslauf. Ziel war es, dadurch den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren und eventuelle Funktionsstörungen frühzeitig zu erkennen. 2014 galt es nun Altbewährtes zu verfeinern und durch neue Konzepte zu ergänzen. Eine Erweiterung war hierbei das GPS-Modul, dessen Daten in der Telemetrie-Weboberfläche auf einem neuen Kartenelement angezeigt wurden. Dies ermöglichte es, die Position des Fahrzeugs auf der Rennstrecke auch ohne Blickkontakt nach zu vollziehen. Auch an der Hardware hat sich 2014 einiges getan. Durch ein am Raspberry Pi angebrachtes „PiCAN“ CAN-Bus-Board, wurden rund 200g Gewicht eingespart und eine kompaktere Bauweise erzielt. Auf diesem Wege konnte zugleich die Performanz des Systems gesteigert werden, da der CAN-to-LAN Adapter des Vorjahres eingespart wurde. Ein weiterer Punkt war die Reduzierung der Datenlast bei der Onlineübertragung. Hierzu wurde ein Caching-Server zwischen die Endgeräte und das Raspberry Pi im Fahrzeug geschaltet. Dieser verteilte sowohl die Weboberfläche an die Endgeräte, als auch die vom Fahrzeug stammenden Sensordaten.

2015 wird die Forschung am Telemetrie-System weiter fortgesetzt und es werden neue Wege in puncto Hard- und Software gegangen. Mit der Orientierung an gegebenen Automobilstandards wie OBD und CAN lässt sich besonders sparsame, kompakte und für den Automobilbereich zertifizierte Hardware verwenden. Der Ausbau des spezialisierten Telemetrie-Systems zu einem, dank Widget-Konzept, flexibel anpassbaren Infotainment-System, eröffnet nahezu gren-

zenlose Möglichkeiten der Funktionserweiterung. In Verbindung mit der Integration von sozialen und interaktiven Komponenten sowie von Bewertungs- und Belohnungssystemen erschließen sich neue Anwendungsfelder. Dank standardisierter OBD- und Bluetooth-Schnittstelle eröffnet sich die Einsatzmöglichkeit in praktisch jedem neueren Fahrzeug. Dadurch nimmt die neue Telemetrie ein breiteres Zielpublikum ins Visier und löst sich vom bloßen Einsatz in prototypischen Wettbewerbsfahrzeugen. Von genau dieser Weiterentwicklung profitiert insbesondere der auf Alltagstauglichkeit und den Straßenbetrieb ausgelegte proTRon Evolution.



#### Team proTRon

FB Technik, Informatik  
FR Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 210  
c.gapp@mb.hochschule-trier.de

## Ökologisch und verantwortungsbewusst: Nachhaltig in die Zukunft mit LED und Photovoltaik



### Innovation und Ressourcenschutz

#### + Wir nutzen Sonnenenergie:

160.000 kWh Leistung pro Jahr = 84 Tonnen CO<sub>2</sub>-Einsparung

#### + Umstellung auf LED-Leuchten:

Einsparung von 190.000 kWh = 100 Tonnen weniger  
CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Jahr

Saubere Energie für die Zukunft unseres  
besten Werkstoffes: Holz

CO<sub>2</sub>-Einsparung bei  
der Mobilität



**LEYENDECKER**  
Ihr HolzLand

## Wassereinspritzung bei Ottomotoren zur Schadstoffreduzierung

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Christof Simon  
M. Eng. M. Noll

### 1. Einleitung

Zur Schadstoffreduzierung bei Verbrennungsmotoren stehen den Motorenentwicklern sowohl bei Otto- als auch bei Diesel-Motoren grundsätzlich zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Das sind zum einen die innermotorischen Maßnahmen wie beispielsweise Abgasrückführung, Einspritzdruck/Einspritzzeitpunkt, Zündzeitpunkt beim Ottomotor, Verdichtungsverhältnis und zum anderen die Abgasnachbehandlungsverfahren (Oxidationskatalysatoren, Rußfilter, NO<sub>x</sub>-Speicher-katalysatoren oder SCR-Katalysatoren).

Während die innermotorischen Verfahren in der Regel weitgehend verbrauchsneutral arbeiten, führt der Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen grundsätzlich zu einer Kraftstoffverbrauchszunahme und damit unmittelbar auch zu einem erhöhten CO<sub>2</sub>-Ausstoß.

Im Gegensatz zu den oben genannten innermotorischen Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung, bei denen eine Absenkung der Rußbelastung bei Dieselmotoren allerdings immer zu einer Zunahme der NO<sub>x</sub>-Konzentration führt, und umgekehrt (Ruß-NO<sub>x</sub>-Trade Off), ermöglicht die Wassereinspritzung in Form einer Diesel/Wasseremulsion eine gleichzeitige Absenkung der beiden genannten Schadstoffe in der Größenordnung von 20 bis 40% NO<sub>x</sub> und 50 bis 70 % Ruß [1] bis [7].

Während der Einfluß der Wassereinspritzung auf die Schadstoffbildung bei Dieselmotoren bereits recht gut erforscht ist, ist der Einfluß der Wassereinspritzung als Maßnahme zur Schadstoffreduzierung bei Ottomotoren dagegen weitgehend unbekannt.

Da bei Ottomotoren mit Direkteinspritzung, neben der bestehenden Begrenzung der gasförmigen Schadstoffkomponenten, mit Einführung der EURO VI-Abgasnorm, auch

eine Begrenzung der Partikelzahl gegeben ist, stellt sich hier unmittelbar die Frage nach den Auswirkungen der Wassereinspritzung auf die Schadstoffbildung bei Ottomotoren. Wie sich eine Wasserbeimischung durch Eindüsung in den Saugkanal eines Ottomotors auf die Schadstoffe (CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub> und Partikel) auswirkt, soll in diesem Beitrag anhand einiger Messergebnisse aufgezeigt werden. Diese Messungen wurden im Rahmen eines öffentlich geförder-ten Forschungsprojektes im Motorenlabor des Fachbereichs Technik durchgeführt. Zur Durchführung der Messungen standen laboreigene Abgasmessgeräte der Fa. AVL und ein ebenfalls zum Motorenlabor gehörender Versuchsmotor zur Verfügung.

### 2. Versuchsmotor

Zur Durchführung der geplanten Versuche mit Wassereindüsung ins Saugrohr (Ladeluftrohr) des Motors kam ein Ottomotor der BMW AG zum Einsatz. Bei diesem Motor handelt es sich um einen modernen, direkteinspritzenden Reihensechszylinder-Bi-Turbo mit einem Hubraum von 3 ltr. und einer effektiven Leistung von 225 kW bei einem maximalen Drehmoment von 400 Nm. Die Leistungsabgabe des Motors erfolgt über eine Kardanwelle an eine wassergekühlte Wirbelstrombremse. Den Gesamtaufbau des Prüfstands zeigt Abbildung 1.

Hier bedeuten:

- 1) Wasserzulauf von der Wasserwaage zur Wasserförderpumpe
- 2) Wasserförderpumpe
- 3) Ladeluftrohr
- 4) Drossel
- 5) Magnetventil (Durchflußmengenregelung)
- 6) Druckmeßstelle
- 7) Wasserdüse

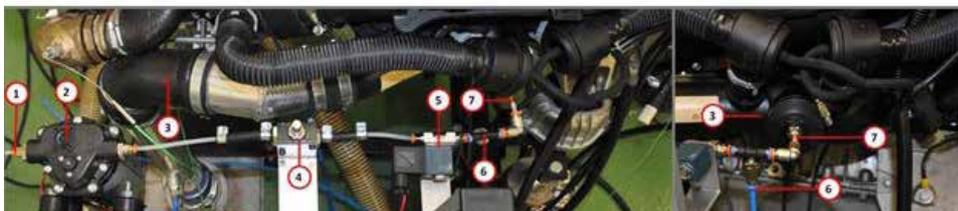
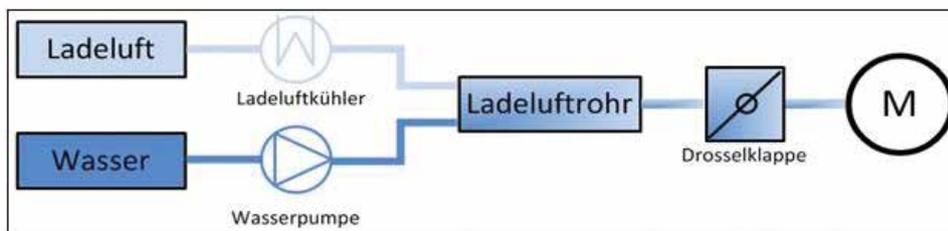
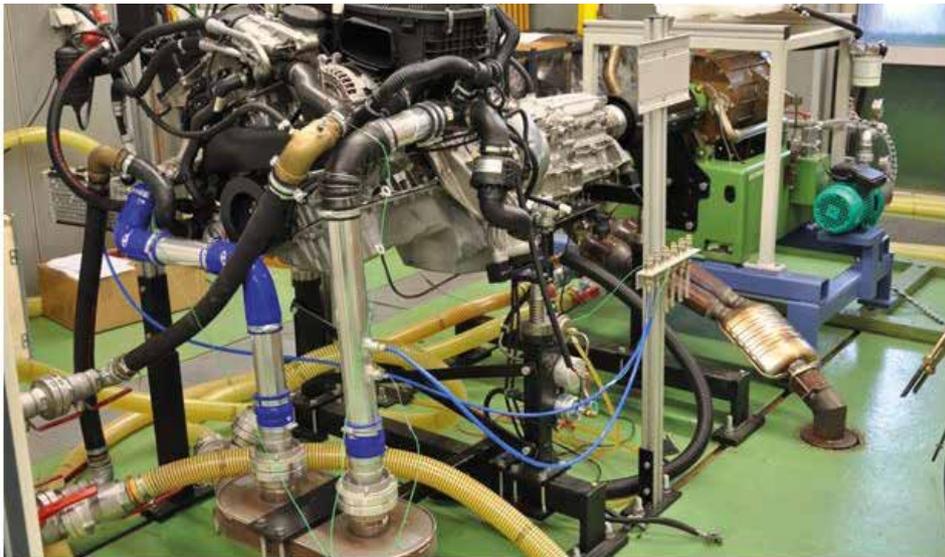


Abb. 1: Versuchsmotor mit Wassereindüse-Einheit

Im oberen Bildteil von Abbildung 1 ist der Verbrennungsmotor mit der vom Motor angetriebenen Wirbelstrombremse sichtbar. Mittlerer und unterer Bildteil zeigen den schematischen und realen Aufbau der Wassereindüse-Einheit. Danach wird das Wasser in das zwischen Ladeluftkühler und

Drosselklappe angeordnete Saugrohr des Motors eingedüst.

### 3. Ergebnisse

Zur Untersuchung des Einflusses der Wassereindüse auf die Schadstoffe, wurden zwei Betriebspunkte mittlerer Motorlast betrachtet. Drehmoment und Drehzahl für

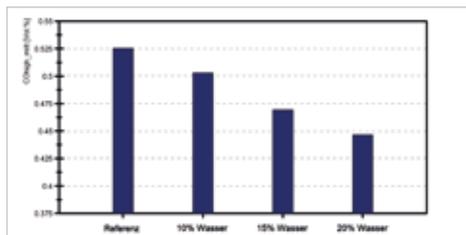


Abb. 2: CO-Konzentration bei Benzinbetrieb und mit Wassereindüsung

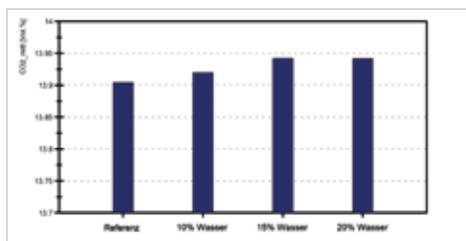


Abb. 3: CO<sub>2</sub>-Konzentration bei Benzinbetrieb und mit Wassereindüsung

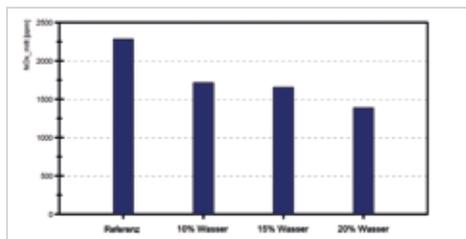


Abb. 4: NO<sub>x</sub>-Konzentration bei Benzinbetrieb und mit Wassereindüsung

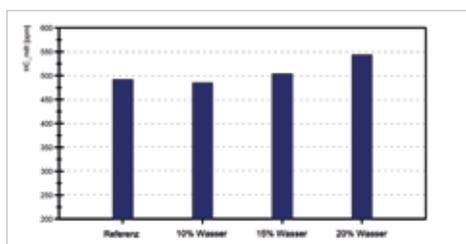


Abb. 5: HC-Konzentration bei Benzinbetrieb und mit Wassereindüsung

diese beiden Betriebspunkte sind jeweils mit  $M_d = 200 \text{ Nm}$  und  $n = 2200 \text{ min}^{-1}$  und  $3000 \text{ min}^{-1}$  gegeben.

Im Folgenden werden die wesentlichen Messergebnisse für den Betriebspunkt mit dem Drehmoment  $M_d = 200 \text{ Nm}$  und der Drehzahl  $n = 2200 \text{ min}^{-1}$ , stellvertretend für beide Punkte, vorgestellt. Die angegebenen Wassermengen 10, 15 und 20% (Näherungswerte) beziehen sich jeweils auf die eingespritzte Kraftstoffmenge in den beiden betrachteten Betriebspunkten.

Die Abbildungen 2 bis 6 zeigen den Kohlenmonoxidgehalt CO, Kohlendioxidgehalt  $\text{CO}_2$ , Stickoxidkonzentration  $\text{NO}_x$ , Kohlenwasserstoffkonzentration HC sowie die Partikelzahl in  $\text{Mio}/\text{cm}^3$ , vergleichsweise für den Betrieb ohne (Referenz) und mit Wassereindüsung.

Bei der Betrachtung von Abbildung 2 fällt die mit der Wassereindüsung verbundene relativ starke CO-Abnahme auf, die nach [8] vermutlich auf radikalische Abbauprozesse des bei den vorliegenden Verbrennungstemperaturen zwischen 2000-3000 K aufgespaltenen Wassers zurückzuführen ist, die sich nach Abbildung 3 allerdings in einer schwachen  $\text{CO}_2$ -Anhebung niederschlägt. Dieses konträre Verhalten ist in der Güte der Verbrennung begründet. Eine verbesserte Verbrennung führt, bei jeweils gleichem Kohlenstoffanteil im Kraftstoff, grundsätzlich zu einem CO-ärmeren, bzw.  $\text{CO}_2$ -reicheren Abgas. Niedrige CO-Werte bedeuten somit in der Regel erhöhte  $\text{CO}_2$ -Werte, und umgekehrt.

Während die HC-Konzentration durch die Wassereindüsung eher nur geringfügig beeinflusst wird (leichte Zunahme, Abb. 5), zeigt die  $\text{NO}_x$ -Bildung einen starken Abwärtstrend. Die deutliche  $\text{NO}_x$ -Abnahme nach Abbildung 4 ist, entsprechend der Reduzierung bei der dieselmotorischen Verbrennung, auf die Absenkung der Verbrennungstemperatur, infolge des in der Verbrennungsluft enthaltenen Wassers, zurückzuführen (Verdampfungswärme des Wassers).

Hinsichtlich der Partikelzahl ist gemäß Abbildung 6 bei 10% Wassereindüsung zwar eine geringe Abnahme festzustellen, die sich bei 15 und 20%-Wasserbeimischung allerdings wieder in eine leichte Zunahme umkehrt.

#### 4. Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass sich die Wassereindüsung auf die Stickoxid- und die Kohlenmonoxid-Bildung zwar positiv ausübt, die Partikelzahl mit zunehmendem Wasseranteil, ähnlich den Kohlenwasserstoffen, dagegen im Trend geringfügig zunimmt. Inwieweit die Partikelzahl durch eine Optimierung bestimmter Motorparameter ebenfalls positiv beeinflusst werden kann, wäre in einem weiteren Forschungsprojekt zu untersuchen.

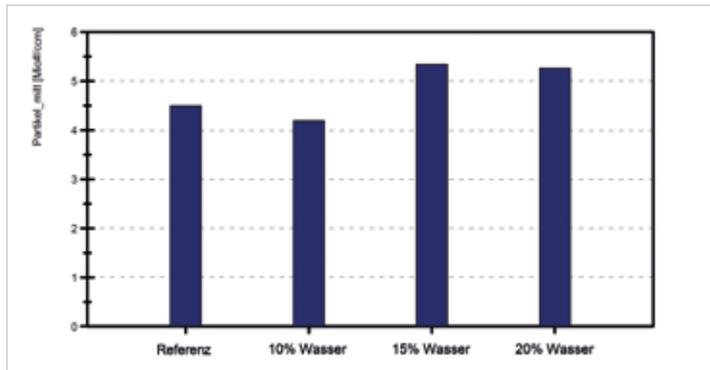


Abb. 5: Partikelzahl bei Benzinbetrieb und mit Wassereindüsung



### Literaturhinweise

[1] Strey, R., Simon, Ch.

Russ- und NOx-Reduktion dank Dieseldieselkraftstoff-Wasser-Mikroemulsion  
 MTZ- Juni 2005

[2] Berenz, A., Dörksen, H., Simon, Ch.

Gegenüberstellung der Leistungs- und Abgasdaten beim Betrieb eines Dieselmotors mit reinem Dieseldieselkraftstoff und einer Diesel/Wasser-Emulsion  
 Forschungsbericht (Industrieprojekt) FH-Trier, FG. Kolben- und StrömungsMaschinen; Oktober 2007

[3] Simon, Ch.

Diesel-Wasser-Emulsion als Maßnahme zur Schadstoffreduzierung bei Dieselmotoren  
 Vortrag: Deutscher Nahverkehrstag 2008 am 20. Juni in Mainz, Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau

[4] Berenz, A., Dörksen, H., Simon, Ch.

Ermittlung der betriebspunktoptimierten Mischungsverhältnisse von Diesel / Wasser – Emulsionen zum Betrieb von Dieselmotoren.  
 Gefördert durch die Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation; 30.08.2008

[5] Dörksen, H., Mengel, Ch., Claes, A., Simon, Ch.

Abgas-, Leistungs- und Verbrauchsmessungen an einem modernen Dieselmotor der Deutz AG beim Betrieb mit einer on board gemischten Diesel/Wasser-Emulsion; Industrieprojekt Dezember 2009

[6] Dörksen, H., Mengel, Ch., Simon, Ch., Will, B.

Erzeugung und Einspritzung von Diesel/Wasser-Emulsionen, MTZ- Juli/August 2010

[7] Dornbusch, H., Dörksen, H., Simon, Ch.

Schadstoffreduzierung durch Diesel-Wasser-Emulsionen, MTZ- Januar 2013

[8] Menger, L.

Optimierung von wasserhaltigen Kraftstoffen und deren Emissionsbewertung unter realitätsnahen Bedingungen, Dissertation am Institut für Physikalische Chemie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln, August 2013

## Verschleiß von Fahrradreifen

FB TECHNIK  
 Prof. Dr.-Ing. Hubert Hinzen  
 Gennadi Holwich, M. Eng.  
 Stefan Daufer, B. Eng.  
 Lorenz Lay B. Eng.

### Problemstellung

Auch wenn so mancher Radfahrer nicht sonderlich sportlich unterwegs ist und insofern wenig Wert auf optimales Kurvenverhalten und geringe Rollreibung legt, so wird er sich zumindest wünschen, dass sein Reifen wenig verschleißt und damit möglichst viele Kilometer erlaubt, bevor er ausgetauscht werden muss. Jeder Versuch, diesen Sachverhalt zu quantifizieren, taucht in die Tribologie, der Lehre von Reibung und Verschleiß ein. Dabei bedeutet der Begriff „Reibung“, dass eine Reibkraft zu Reibarbeit und Reibleistung führt und mit dem „Verschleiß“ ist der Verlust an Material gemeint. Wie alle Probleme der Tribologie ist auch der Verschleiß von Fahrradreifen von vielfältigen Einflussgrößen abhängig, von denen die Fahrbahnbeschaffenheit und die Fahrweise nur die wichtigsten sind. Der Verschleiß führt schließlich dazu, dass der fortschreitende Verlust an Reifenmaterial die Lauffläche so stark schädigt, dass der Reifen schließlich unbrauchbar wird.

### Ursachen des Verschleißes

Die Vielzahl der dabei wirkenden Betriebsparameter zwingt zunächst einmal dazu, die Ursachen des Verschleißes zu klären: Der Materialabtrag kommt dadurch zustande, dass die Oberfläche des Reifens gegen-

über der Fahrbahn zwar abrollt, zusätzlich aber auch kleinste „Relativbewegungen“, also „rutschende“ Verschiebungen der Berührflächen zueinander ausführt. Dieses Aussage mag zunächst einmal verwundern, weil das rollende Rad ja erfunden worden ist, um diesen reibungs- und verschleißbehafteten Vorgang zu vermeiden. Die weiter unten stehende Betrachtungen zeigen jedoch, dass es ganz ohne Relativbewegung nun doch nicht geht. Insofern lässt sich der Materialabtrag des Reifens mit der rutschenden Bewegung eines Radiergummis auf Papier vergleichen: Die Relativbewegung des Radiergummis verursacht ständig kleine Raderschnipsel, die als Materialabtrag verloren gehen. So wie der Radiergummi irgendwann einmal verbraucht ist, so verliert auch der Reifen durch Relativbewegung, dem sog. „Schlupf“ ständig kleinste Materialpartikel. Dieser Materialabtrag lässt sich auf drei Ursachen zurückführen:

### Leerlaufverschleiß

Selbst wenn das Laufrad antriebslos bewegt wird, kommt es zu einem Schlupf, der seinerseits Verschleiß zur Folge hat. Wenn das Rad in Bild 1 auf der Fahrbahn abrollt, so findet die Berührung nicht etwa in einem einzigen Berührungspunkt statt. Aufgrund seiner elastischen Verformungseigenschaften flacht der Reifen geringfügig ab, was hier völlig übertrieben dargestellt ist. Der Kreis, den der Punkt auf dem Umfang des Reifens beschreiben will, wird auf der Linie A-E als Sekante abgekürzt, wodurch es zu Relativbewegungen kommt. Die als konstant angenommene Winkelgeschwindigkeit des Rades  $\omega$  ruft im Punkt A eine Umfangsgeschwindigkeit  $v_{UA}$  hervor, die ihrerseits aber nur eine Komponente der Fahrgeschwindigkeit  $v_{Fahrt}$  ist. Es entsteht eine weitere Geschwindigkeitskomponente  $v_{NA}$ , die den Reifen nach innen deformiert. An jedem

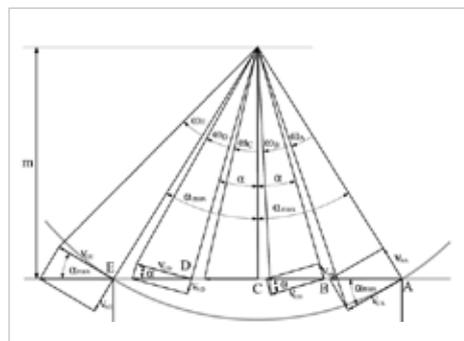


Abb. 1: Leerlaufschlupf

weiteren Punkt der Berührzone kommt es zu dieser Vektoraddition, wobei sich aber sowohl der Winkel  $\alpha$  als auch der effektive Radius fortlaufend ändert: Bis zum Punkt C verkleinert sich sowohl die Fahrgeschwindigkeit  $v_{\text{Fahr}}$  als auch die nach innen gerichtete Normalkomponente. Über den Punkt C hinaus wird die Fahrgeschwindigkeit wieder größer und die Normalkomponente weist nach außen, so dass sich der Reifen wieder in die Ausgangslage zurück verformt. Da sich aber die abhängig von ihrer Lage geringfügig unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten auf eine gemeinsame Fortbewegungsgeschwindigkeit einigen müssen, werden die Unterschiede durch verschleißbehaftete Rutschvorgänge ausgeglichen. Der dabei auftretende Bewegungswiderstand wird mit dem Rollreibungsprüfstand nach Bild 2 gemessen. In Dauerversuchen kann auch der Materialabtrag ermittelt werden.

### Traktionsverschleiß

Im normalen Fahrbetrieb rollt nur das Vorderrad im Leerlauf. Insofern kann die Paarung Vorderrad - Fahrbahn als „Reibradgetriebe im Leerlauf“ betrachtet werden, während die Kombination Hinterrad - Fahrbahn als „Reibradgetriebe unter Last“ zu verstehen ist. Der auf das Hinterrad wirkende Antrieb verursacht zusätzlichen Schlupf, der einen weiteren Verschleißanteil zur Folge hat. Tatsächlich beobachtet der Radfahrer, dass sein Hinterreifen schneller verschleißt als der Vorderreifen, was ihn zuweilen dazu veranlasst, zur Verlängerung der Laufleistung des Reifenpaares die beiden Reifen untereinander zu tauschen. Zur Untersuchung des damit verbundenen Verschleißes wurde bereits im Hochschulreport 2013 der in Bild 3 aufgeführte Prüfstand erläutert: Die Besonderheit dieses Prüfstandes ist es, dass die vom oberen Laufrad auf die untere Lauftrummel übertragene Leistung nicht durch eine Bremse verbraucht wird, sondern durch Verspannung mit einem parallelen Kettentrieb mechanisch wieder auf den Antrieb zurückgeführt wird. Aus diesem Grund verbraucht der Prüfstand nur die Leistung, die durch Reibung tatsächlich verloren geht.

In diesem Zusammenhang wurde bewusst der etwas ungewöhnliche Begriff „Traktion“ verwendet, der zusammenfassend sowohl das Antreiben als auch das Bremsen beschreiben soll. Tatsächlich macht der Bremsvorgang das gerade gebremste Rad (sowohl vorne als auch hinten) zum lastübertragenden Reibradantrieb, der zu Schlupf und damit zu Verschleiß führt. Das Bremsen nimmt gegenüber dem Antreiben zwar nur einen geringen zeitlichen Anteil ein, kann aber im Falle von Notbremsungen besonders heftig ausfallen. Der dabei anfallende Materialverlust kann sogar als Bremsspur auf der Fahrbahn sichtbar werden.

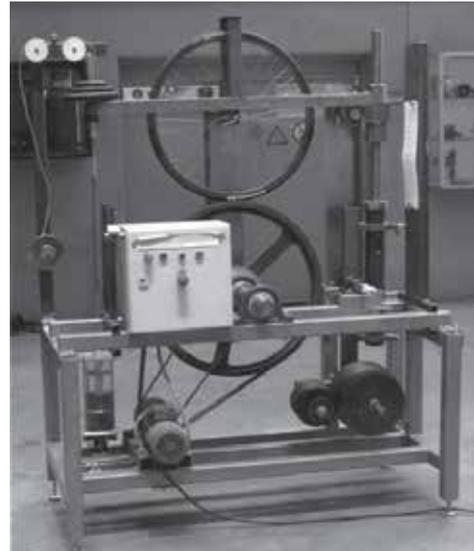


Abb. 2: Rollreibungsprüfstand

### Kurvenverschleiß

Ein dritter Verschleißanteil entsteht dadurch, dass bei Kurvenfahrt eine Zentrifugalkraft übertragen werden muss, die zu einem Schlupf senkrecht zur Fahrtrichtung führt: Der Kreis, den das Fahrrad bei Kurvenfahrt praktisch befährt, ist stets geringfügig größer als der Kreis, der sich theoretisch aufgrund des Lenkeinschlages ergeben würde. Das Fahrrad fährt nicht „wie auf Schienen“ durch die Kurve, sondern driftet stets leicht aus diesem idealen Kreis heraus. Der dabei entstehende Schlupf führt zu einem weiteren Verschleißanteil. Entsprechende Untersuchungen werden mit dem Kurvenprüfstand nach Bild 4 durchgeführt, der zunächst einmal für einen ganz anderen Zweck erstellt worden ist (vgl. auch Hochschulreport 2007):

Mit ihm wird die Frage geklärt, mit welcher maximalen Geschwindigkeit der Radfahrer in die Kurve gehen kann, ohne einen Sturz zu riskieren.

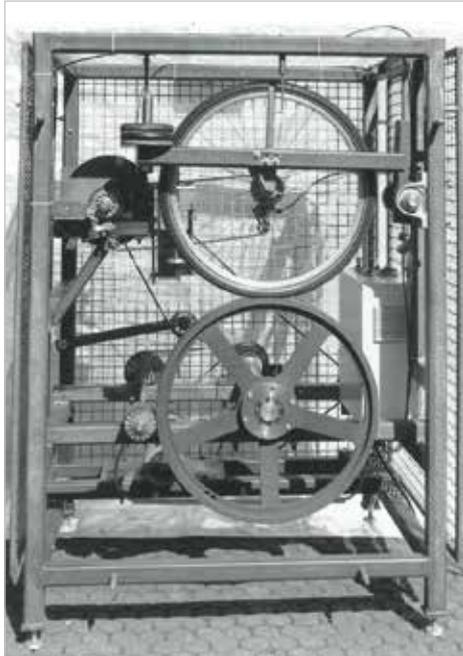


Abb. 3: Traktionsprüfstand

### Versuchsauswertung

In allen drei Fällen wird unter standardisierten Betriebsbedingungen einen Kennwert ermittelt, der den Verschleißwiderstand beziffert. Im Laufe der Zeit häuft sich aufgrund der Reibleistung (in Watt bzw. Kilowatt) eine gewisse Reibarbeit (in Wattstunden bzw. Kilowattstunden) an, die mit der in den Prüfständen installierten Messtechnik genau erfasst werden kann. Der dabei auftretende Materialabtrag wird mit einer Präzisionswaage aufs Milligramm genau gemessen. Bezieht man diesen verschleißbedingten Materialverlust auf die Reibarbeit, so gewinnt man einen Kennwert, der den Verschleißwiderstand des Reifens beschreibt. Der Reifen braucht gar nicht bis an das Ende seiner Gebrauchsdauer betrieben werden und es muss auch nicht die heikle Frage geklärt werden, wann der Reifen als unbrauchbar eingestuft werden muss. Der Dauerversuch muss nur so lange fortgeführt werden, bis der verschleißbedingte Materialverlust mit der erforderlichen Präzision erfasst werden kann.

Die Kennwerte für alle drei Verschleißarten sind von gleicher Größenordnung, wodurch die eingangs getroffene Annahme gestützt wird, dass der Verschleiß im wesentlichen eine Folge des Schlupfes ist. Die Zusammensetzung der drei Anteile zu einem Gesamtverschleiß richtet sich nach dem individuellen Fahrverhalten. Insofern können mit diesen Untersuchungen keine konkreten Angaben über die Laufleistung eines Reifens gemacht werden. Allerdings lassen sich mit diesen Kennwerten verschleißintensive und verschleißresistente Reifen eindeutig voneinander unterscheiden.



Abb. 4: Kurvenprüfstand



**Prof. Dr.-Ing. Hubert Hinzen**

FB Technik  
FR Maschinenbau

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 471  
hubert.hinzen@t-online.de

## On-line monitoring des Laserfügeprozesses von Aluminium mit einem thermoplastischen Kunststoff

FB TECHNIK  
 Prof. Dr.-Ing. Peter Böhm  
 Prof. Dr.-Ing. Peter Plapper  
 Christian Lamberti, M.Sc.  
 Leonhard Neumann

### Das Fügen von Kunststoffen mit Metallen

Kunststoffe zählen aufgrund ihrer geringen Dichte (im Mittel  $1 \text{ g/cm}^3$ ) verglichen mit Stahl (im Mittel  $7,8 \text{ g/cm}^3$ ) zu den Leichtbau-Werkstoffen. Diese Eigenschaft trägt dazu bei, dass Kunststoffe mehr und mehr im Automobilbau, der Flugzeugindustrie und im Anlagenbau Anwendung finden. Der Gewichtsanteil der Kunststoffe im Automobilbereich stieg von 10 % im Jahre 2004 auf fast 20 % im Jahre 2014. Bei neuen Flugzeugtypen wie etwa dem A 380 werden vermehrt Verbundwerkstoffe eingesetzt, u.a. aus Gründen der Kostenersparnis, der Einsparung von Gewicht sowie der besseren Fertigungsqualität. Strukturbauteile können jedoch nicht immer komplett aus Kunststoffen gefertigt werden, da die Kunststoffe nicht die notwendige Steifigkeit und Festigkeit aufweisen. Abhilfe kann hier die Kombination der Werkstoffe schaffen, wie z.B. die der Kunststoffe mit denen der Metalle zu einem werkstofflichen hybriden Produkt. Hybride Werkstoffkombinationen wie Aluminium und thermoplastische Kunststoffe müssen also gefügt werden, um einen festen Werkstoffverbund zu bilden. Bisher werden Metall-/Kunststoff Verbunde in der Regel geklebt, da zum derzeitigen Stand der Technik, neben der rein mechanischen Befestigung durch Schrauben oder Nieten, nur diese Fügemethode einen zweckmäßigen Verbund garantierte. Klebungen sind aber häufig nicht alterungsbeständig und werden stark durch Temperatur und Belastung beeinflusst. Demzufolge sind Fügemethoden gefragt, die anstelle von Klebungen mindestens deren Fügequalitäten erreichen. Sowohl das Schweißen von Metallen als auch das Schweißen von Kunststoffen wird seit langer Zeit mit großem Erfolg praktiziert, jedoch nur innerhalb ihrer Werkstoffgattung. Das Schweißen über die Werkstoffgattung hinweg war bisher

nicht möglich, da das Schweißen das Aufschmelzen beider Werkstoffe voraussetzt. Der Schmelzpunkt der Metalle liegt jedoch in einer Größenordnung, in der Kunststoffe bereits thermisch degradiert sind. Sollen also zwei ungleiche Werkstoffgattungen, wie z.B. Aluminium und Polyamid 6.6, thermisch gefügt werden, ist ein Stoffschluss der beiden Werkstoffe auf Grund ihrer unterschiedlichen chemischen Eigenschaften kaum umsetzbar. An der Universität Luxemburg wird derzeit das thermische Fügen von derartigen Kunststoff-Metall-Verbindungen erforscht. Dabei wird die Fügeenergie durch einen Laser in den Werkstoff eingebracht. Das Laserstrahlfügen ist ein außerordentlich Ressourcen schonendes Verfahren und findet häufige Anwendung in der industriellen Fertigung. Der Laserstrahl wird mit einem Strahlführungssystem zu der Bearbeitungsstation befördert. Mittels fokussierender Optiken, wie Spiegel oder Linse, werden die Laserstrahlen gebündelt. Durch die Fokussierung erreicht der Laserstrahl die benötigte Strahlenintensität um die Werkstückoberfläche aufschmelzen zu können. Durch eine Absorption der Laserstrahlen nimmt der Werkstoff Energie auf und wird aufgeschmolzen. Während des Prozesses bewegt sich der Laser mit einer bestimmten Vorschubgeschwindigkeit über die Aluminiumoberfläche und es entsteht eine Fügenaht. Auf Grund der Reflexion des Laserstrahls nehmen Metalle nur einen sehr geringen Teil der Strahlungsenergie auf (Stahl ca. 5%). Aluminium weist, auf Grund der Oxidschicht, einen höheren Reflexionsgrad auf als Stahl. Angesichts der hohen Strahlenintensität verdampft und ionisiert der Werkstoff. Dabei wird ein Dampfkanal erzeugt, der den gleichen Durchmesser aufweist wie der gebündelte Laserstrahl. Der nach oben abströmende Metaldampf ermöglicht eine weitere Absorption des Laser-

strahles. Die Energie wird vom Metaldampf an das Werkstück übertragen, was zu einem tiefen Eindringen des Laserstrahles und zu weiteren Verdampfen des Werkstückes führt. Zusätzlich wird der Laserstrahl mehrfach an der Kapillarwand gespiegelt und erhöht die Effektivität. Somit resultiert aus der Dampfkapillare der Tiefschweißeffekt. Die Dampfkapillare ist während dem Schweißprozess von der Schmelze umgeben. Dabei verhindert der Dampfdruck ein Zusammenfallen der Dampfkapillare. Der größte Anteil der Schmelze strömt während der Vorschubbewegung um die Dampfkapillare herum und erkaltet. Der restliche Teil verdampft und quillt als Metaldampf aus der Kapillare. Eine Überprüfung der Qualität der Schweißnähte kann allerdings erst nach dem Schweißprozess zunächst rein visuell und zur Untersuchung der inneren Verbindungsflächen mithilfe von metallografischen Methoden stattfinden, Abb. 1. Sollte das hier beschriebene Laserstrahlfügen über Labormessungen hinaus seine Anwendung in der industriellen Serienproduktion finden, so ist ein zerstörungsfrei arbeitendes Verfahren gefragt, das sofort während des Schweißprozesses eine Aussage über die Qualität der Verbindung treffen kann.

Ein derartiges Verfahren ist die sog. Schallemissionsanalyse (SEA), das an der Hochschule Trier im Fachbereich Technik Anwendung findet. Um festzustellen, ob sich mit dieser Prüfmethode zufriedenstellende Ergebnisse erzielen lassen, arbeiten die Universität Luxemburg und die Hochschule Trier derzeit in mehreren Projekten miteinander. Im LTCC (Laser Technologie Kompetenz Center) der Luxemburger Universität wurden und werden dazu Messungen zur Ermittlung der Schweißqualität mittels Schallemissionsanalyse durchgeführt. Schallemissionen (SE) sind Schall-

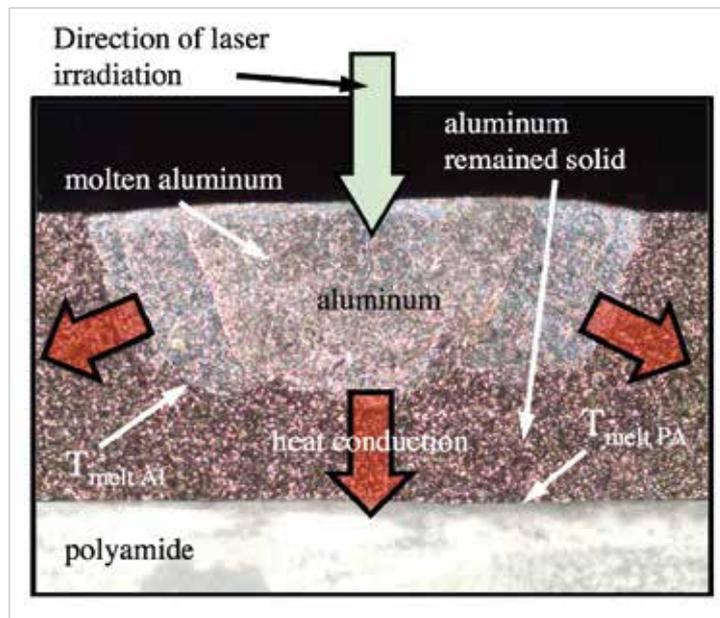


Abb. 1: Querschliff Aluminium-/Polyamid, Quelle: Lit. 1

wellen die ein Festkörper unter einer mechanischen Belastung an die Umwelt abgibt. Die SEA findet in vielen Bereichen Anwendung. Hierzu zählen beispielsweise die Risserkennung bei Fertigungsprozessen, Materialforschung, geologische Untersuchungen oder die online Überwachung von technischen Anlagen. Ein Beispiel für eine SE im hörbaren Bereich ist der seit dem Mittelalter bekannte Zinnschrei. Damals bogen die Zinn-Gießer die ihnen angelieferten Zinnplatten und emittierten dadurch den Zinnschrei. Anhand des Klanges konnten die Zinn-Gießer Rückschlüsse auf die Reinheit des Zinns schließen. Die Schallemissionsanalyse arbeitet also nach dem Prinzip – Detektion von Schallsignalen die durch Werkstoffvorgänge ausgelöst werden. Zur Aufnahme dieser Schallsignale werden sog. Schallwandler verwendet, ähnlich der Ultraschallprüfung, die im Gegensatz dazu aber nur passiv arbeiten, also Signale nur empfangen und nicht senden. Die detektierten Signale werden an einen Auswerterechner weiter gegeben und verarbeitet. Die Aufgabe bestand also darin folgende Fragestellung zu lösen – Können die detektierten und ausgewerteten Schallsignale direkt den Ereignissen in den beiden Werkstoffen – Aluminium und Polyamid – während des Fügeprozesses zugewiesen werden und kann dabei sofort auf die Qualität der Fügung geschlossen werden?

### Räumliche und zeitliche Modulationsfrequenz des Lasers

Zunächst wurde untersucht ob sich die Modulationsfrequenz des Lasers auf die Art und die Höhe der Schallsignale auswirkt. Anhand des SE-Signals ließe sich sowohl die räumliche als auch die zeitliche Modulationsfrequenz des Laserstrahls ablesen. Bei den folgenden Versuchen wurde der Laser pulsend mit einer Frequenz von 10 kHz betrieben. Die Pulslänge betrug 10  $\mu$ s. Der Laser besaß eine Leistung von 350 W. Die räumliche Modulationsfrequenz betrug 500 Hz. Das analoge Signal wurde mit einer Abtastrate von 1 MHz digitalisiert. Die Fortbewegung des Lasers auf der Oberfläche lässt sich in Abb. 2 erkennen. Der Laserstrahl fährt in ellipsoiden, sich überlappenden Bahnen in x-Richtung. In Abb. 3 sind Schallsignale durch die SEA wiedergegeben, die während des Schweißprozesses detektiert wurden. Im oberen Teilbild ist die zeitliche Modulationsfrequenz durch die Pulsenergie des Lasers zu erkennen. Im unteren Teilbild erkennt man die räumliche Modulationsfrequenz.

Zum Zeitpunkt des Impulses (0,186 s) befindet sich der Laser nach 93 Umdrehungen wieder im Ausgangspunkt und somit in einem Bereich, der bereits vom Laser abgefahren wurde. Hieran lässt sich auch die unterschiedliche Impulsstärke bei der zeitlichen Modulationsfrequenz erklären, Abb. 3a. Trifft der gepulste Laser auf geschmolzenes Aluminium, wird ein größerer SE-Impuls erzeugt. Für jede Laserleistungsstufe wurden fünf Proben hergestellt. Die Leistungsstufen betragen 220, 240, 280, 320 und 360W. Der Laser bewegte sich mit einer konstanten Bestrahlung und einer Vorschubgeschwindigkeit von 50 mm/s über die Aluminiumoberfläche. Somit war zunächst klar, dass der Laserschweißprozess tatsächlich Schallsignale emittiert, die u.a.

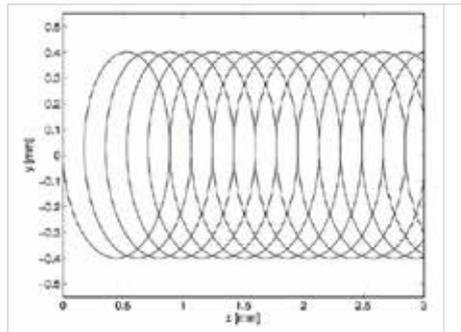


Abb. 2: Laserstrahlbewegung auf der Oberfläche

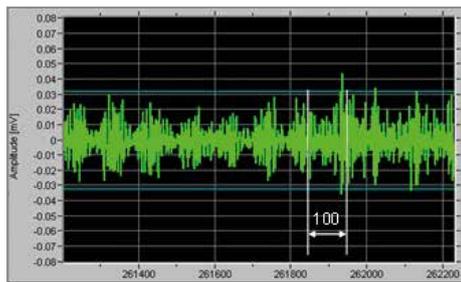


Abb. 3a: zeitliche Modulationsfrequenz des Lasers

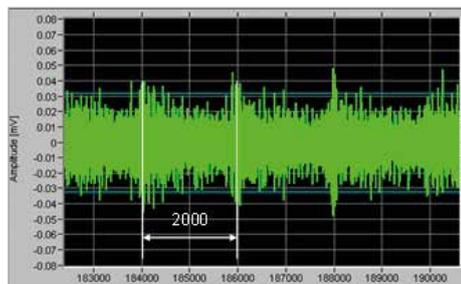


Abb. 3b: räumliche Modulationsfrequenz des Lasers

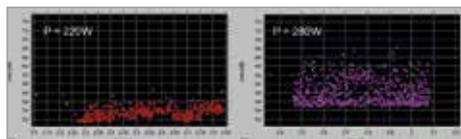


Abb. 4: Korrelationsdiagramme bei 220 W und 280 W Laserleistung

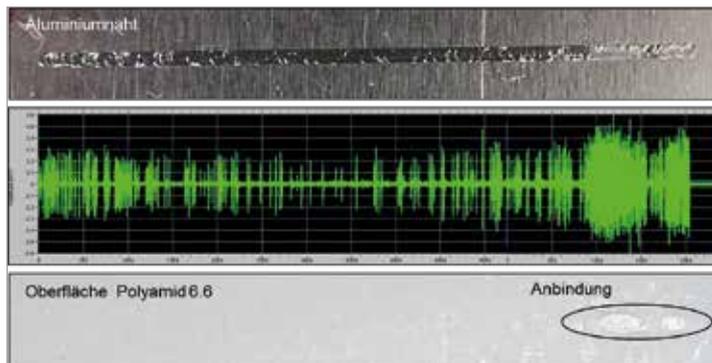


Abb. 5: Darstellung des Schweißergebnisses auf der Aluminiumoberfläche mit korrelierter Schallemission

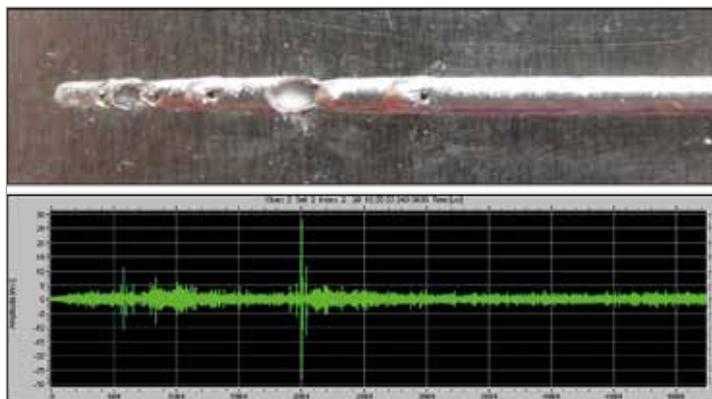


Abb. 6: Korrelation der entstehenden Fehler beim Aufreißen der Aluminiumnaht mit den Schallemissionssignalen

genau der Modulationsfrequenz des Lasers zugewiesen werden können. Im Weiteren musste nun geklärt werden, inwieweit die schallemittierenden Werkstoffvorgänge mit der SEA zugeordnet werden können.

### Auswirkung der Laserleistung auf die Schallemission

Da die Laserleistung entscheidend für die Qualität der Schweißnaht ist, wurde in weiteren Versuchen ermittelt inwieweit die Laserleistungsstufe mit den Ergebnissen der Schallemission korreliert. Dazu wurden online diejenigen Schallsignale, die über einer bestimmten Schwelle registriert werden, in ein Amplituden-Zeit-Diagramm übertragen. Aus Abbildung 4 wird deutlich, dass mit zunehmender Laserleistung eindeutig mehr und höhere Schallsignale (Hits) registriert werden. Diese Korrelation ist über alle gewählten Laserleistungen nachgewiesen worden.

### Detektion des Abreißens des Schmelzbades

Bei zu geringen Laserleistungen (220 - 240W) kann es zu einem Abreißen des Schmelzbades kommen. Dadurch entsteht die Möglichkeit einer nicht ausreichenden Anbindungsfläche auf der Polyamidoberfläche. In Abb. 5 wird eine Aluminiumnaht aufgezeigt mit dem zugehörigem Schallemissionsergebnis sowie der metallografischen Übersicht der Polyamidoberfläche. Anfangs baut sich keine Naht auf, das Schmelzbad des Aluminiums reißt immer wieder ab. Es entstehen lediglich immer wieder kurze Amplitudenstöße. Erst am Schluss weist das SE-Signal größere und zusammenhängende Amplituden über einen längeren Zeitraum auf. Dabei bildet sich eine Anbindung zwischen Aluminium und Polyamid 6.6, wobei die Anbindung zwischenzeitlich wieder

abreißt. Es lässt sich erkennen, dass die Amplituden des SE-Signals proportional zur Anbindung sind.

Andere Phänomene wie etwa das Aufreißen der Aluminiumnaht durch den entstehenden Gasdruck bei zu hohen Laserleistungen werden ebenfalls detektiert und zugeordnet, Abb. 6. Bei diesem Vorgang werden Teile der Aluminiumschmelze aus der Naht geschleudert, wobei sich für die Schallemission dadurch hohe Amplitudenspitzen ergeben, die sich in Abhängigkeit des Gasdrucks und der Masse der herausgeschleuderten Schmelze bilden. Weitere Auswertemethoden, wie etwa der Frequenzanalyse der Signale, deuten in ersten Versuchen darauf hin, dass das Herausspritzen der Aluminiumschmelze von der restlichen Naht im Frequenzspektrum getrennt werden kann. Allerdings ist die Frequenz anscheinend abhängig vom Gasdruck und der Masse der herausgeschleuderten Schmelze und kann nicht immer eindeutig zugewiesen werden. Hierzu sind weitere Versuche geplant, um die werkstofflichen Phänomene genauer zu beschreiben und vor allem zu separieren. Weiterhin existiert ein Versuchsprogramm zum Nachweis der Anbindungsbreite der Schweißnaht mittels der Schallemission. Hier lässt sich bereits die Aussage treffen, dass zwischen SE-Signal und Anbindung ein Zusammenhang existiert. Diese Korrelation wird aber derzeit noch teilweise durch das Auftreten von Gasbläschen, die unregelmäßig über die Schweißnaht hinweg auftreten, verschmiert. Zu Beginn des Schweißprozesses erfolgt die Anbindung ohne bzw. mit sehr wenig Gasbläschen. Ab der Hälfte der Naht beginnt dann die Gasbildung. Zum Ende bildet sich ein Gaskanal und die Aluminiumschmelze platzt immer wieder auf. Das Ergebnis sind hohe Impulsstöße im SE-Signal.

Somit konnte in ersten Versuchen eindeutig nachgewiesen werden, dass die Schallemission ein durchaus griffiges Instrument zur on-line Überwachung des Laserstrahlschweißens von hybriden Materialien darstellt. In weiteren Versuchen müssen Eingriffsgrenzen der Schallemission ermittelt werden, die eine sofortige Korrelation mit der Qualität des Schweißprozesses on-line ergibt, so dass die SEA gegebenenfalls in der Serienfertigung mit dem Laserstrahlschweißprozess erfolgreich eingesetzt werden kann.

#### Literatur:

1. Lamberti, Solchenbach, Plapper, Possart  
Laser assisted joining of Hybride Polyamide-Aluminium structures, 8th International Conference on Photonic Technologies LANE 2014, Erlangen, Germany, Elsevier.
2. Böhm, Lamberti,  
On-line monitoring of the laser joining process of Aluminium alloy and Polyamide 6.6 by acoustic emission analysis, 3rd Annual International Conference on Industrial, Systems and Design Engineering, June 2015, Athens, Greece
3. Crostack, Storp, Böhm  
Monitoring electron beam welding process using EMATs  
World meeting on acoustic emission, March 1989, Charlotte, USA



**Prof. Dr.-Ing. Peter Böhm**

FB Technik  
FR Maschinenbau

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 383  
PBoehm@hochschule-trier.de



**Prof. Dr.-Ing. Peter Plapper**

Universität du Luxembourg  
Campus Kirchberg

T.: +352 466644 5804  
Peter.plapper@uni.lu

## Charakterisierung des Detektionsverhaltens von Fehlstellen an schwingungsangeregten plattenförmigen Strukturen mittels Shearografie

FB TECHNIK  
Prof. Dr. Michael Schuth  
Wassili Buerakov  
Erik Müller

### EINLEITUNG

Mit der Shearografie (ESPSI) steht ein flächendeckendes, berührungsloses und zerstörungsfreies Messverfahren zur Verfügung, das Materialfehler intuitiv verständlich anzeigt, da es sich um ein bildgebendes Verfahren handelt.

Unter Schwingungsanregung einer Struktur und gleichzeitiger Laserbelichtung lassen sich unter der Oberfläche liegende Materialfehler identifizieren, indem sie lokal zu einer veränderten Schwingung in der Gesamtstruktur führen. Sie machen sich im Ergebnisbild eines Shearogrammes durch die Ausbildung von Interferenzstreifen (Lichtstreifenmustern) bemerkbar (Abbildung (1)). Eine Shearografie-Einheit erfasst dazu die Bewegungsvorgänge an der laserbelichteten Oberfläche des Prüfobjektes. Das behandelte Messverfahren wird im Folgenden als Körperschall-ESPSI bezeichnet.

### VERSUCHSAUFBAU

Ein Schwingerreger leitet periodisch Kraftsignale\* in ein plattenförmiges Prüfobjekt. Das Antwortsignal der schwingungsangeregten Struktur sind longitudinale und transversale Festkörperwellen, die sich auch an der Objekt Oberfläche ausbreiten. Bei Longitudinalwellen bzw. Transversalwellen schwingen Oberflächenteilchen in Ausbreitungsrichtung der Welle bzw. senkrecht dazu.

Über eine Lasersteuerung kann der Beleuchtungsmodus (Dauerbeleuchtung, stroboskopische Beleuchtung, etc.) eingestellt werden. Im Falle einer dem Takt der Objektschwingung angepassten stroboskopischen Laserdioden-Beleuchtung erscheint die bewegte Objekt Oberfläche für die Kamera in Ruhe. Die tatsächliche dynamische Anregung führt jedoch dazu, dass sich unterhalb der Oberfläche liegende Fehlstellen als Anomalien im scheinbar ruhenden Ge-

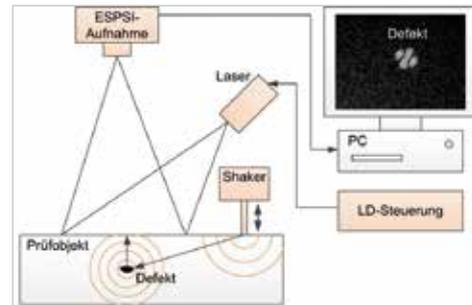


Abb. 1: Aufbau eines Messverfahrens zur shearografischen Fehlstellensuche von schwingungsangeregten Strukturen

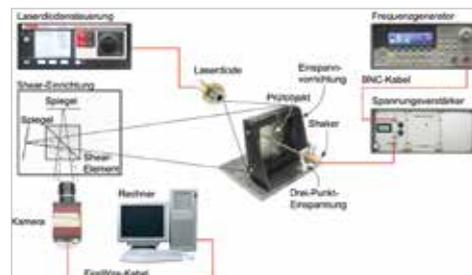


Abb. 2: Aufbau eines Messverfahrens zur shearografischen Fehlstellensuche von schwingungsangeregten Strukturen

samtbild hervorheben. Die Messaufnahme (nach der Abbildung) wird vom CCD-Chip in Echtzeit erfasst und auf den Bildschirm eines angeschlossenen Rechners nach erfolgter Auswertung übertragen.

### EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN AN ALUMINIUMPLATTEN

Der Versuchsaufbau ist in Abbildung (2) dargestellt. Die Shear-Einrichtung kopiert die vom Objekt reflektierte Strahlung geräte-technisch. Durch einen geneigten Spiegel verschiebt sich das kopierte Strahlenbündel zum unveränderten Strahlenbündel auf der Kamerabildebene (Vershearung). Das Kamerabild ist ein Shearogramm.

In drei Versuchen wurde das Detektionsverhalten von Fehlstellen in Aluminiumplatten mittels Körperschall-ESPSI untersucht. Die

\*Impulse, harmonische Schwingungen etc.

fehlerpräparierte Probe wird zentrisch auf ihrer Rückseite durch einen Schwingerreger belastet. Fehlstellen werden als Einfürasungen unterschiedlichen Durchmessers und gleicher Tiefenlage nach Abb. (3a) simuliert.

Im Frequenz-Amplituden-Diagramm nach Abbildung (3b) wird die Anregungsamplitude des Shakers über seiner Anregungsfrequenz dargestellt. Aus dem Diagramm lässt sich die Häufigkeit ablesen, mit der eine Fehlstelle bei verschiedenen Anregungsfrequenzen detektiert wurde.

Um den Einfluss der lateralen Fehlstellengröße auf die Erkennbarkeit der Fehlstellen zu charakterisieren, eignen sich Linienzüge, die in das Frequenz-Amplituden-Diagramm eingetragen werden und das Feld der Messpunkte eingrenzen. In Abbildung (3b) ist ein Linienzug für Messungen am Sackloch A des Probenkörpers dargestellt. Diese rechtsseitige Begrenzungslinie gibt das Frequenzlimit an, bis zu dem der deutlich größte Anteil der Messpunkte mit zunehmender Anregungsfrequenz bestimmt werden kann. Außerdem lassen sich anhand rechtsseitiger Begrenzungslinien die Reproduzierbarkeit des Messverfahrens und damit seine Funktionstauglichkeit überprüfen: Eine Messung gilt unter gleichen Versuchsbedingungen zweifelsfrei als reproduzierbar, wenn die Begrenzungslinien mehrerer aufeinanderfolgender Messungen identisch liegen. Erwartungsgemäß hängt die Detektierbarkeit einer Fehlstelle von ihrer lateralen Ausdehnung ab. Je größer die laterale Ausdehnung, desto häufiger und einfacher ist ein Defekt zu finden.

**EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN AN EINER CFK-PLATTE**

Der verwendete Versuchsaufbau ist in Abbildung (4) dargestellt. Das Prüfobjekt ist eine fehlerpräparierte CFK-Platte der Maße 730x730x2 mm<sup>3</sup> (LxBxH). Die in Tabelle (1) im Fall (1) detektierte Fehlstelle D ist eine rückseitig eingebrachte Kerbung ohne Durchtritt zur Plattenvorderseite, die Fehlstelle F ist eine Kerbung mit Durchtritt zur Vorderseite. Am Ort C ist eine rückseitige Sacklochbohrung mit dem Durchmesser von 10 mm zu sehen.

Für die eingestellte Dauerbelichtung zeigt Tabelle (1) die aus drei Messreihen aufgenommenen Ergebnisbilder der Körperschall-ESPSI am Prüfobjekt. Da sich die Wellenfelder während der Dauerbelichtung scheinbar in Ruhe befinden, ist von der Erscheinung eines stehenden Wellenfeldes an der Plattenoberfläche auszugehen.

Obwohl sich Wellenbewegungen vom Erregerzentrum kreisförmig ausbreiten, wird infolge der Vershearung nur der Ausschnitt des stehenden Wellenfeldes wahrgenommen, der in Shearrichtung liegt. Die Lokalisierbarkeit von Fehlstellen hängt daher von der Shearrichtung ab. Tabelle (2) beinhaltet die gleichen drei Aufnahmen wie

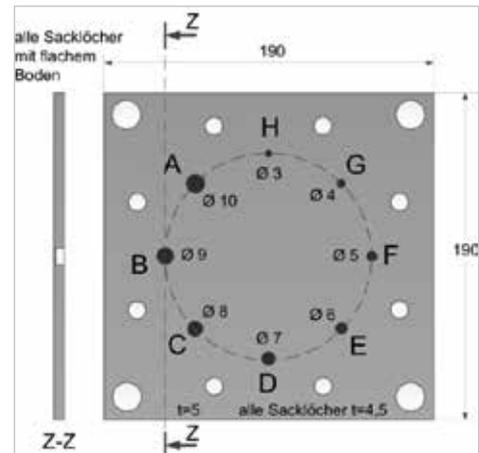


Abb. 3a: Aluminiumplatte mit sämtlichen Simulativ-Fehlstellen (rückseitig)

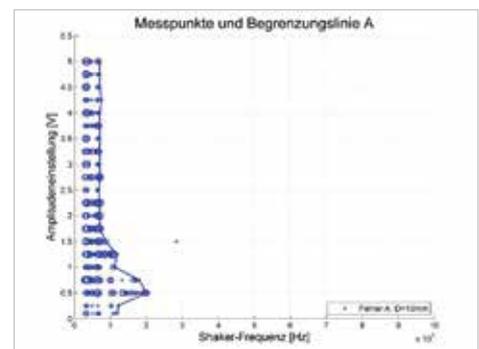


Abb. 3b: Frequenz-Amplituden-Diagramm Sackloch A

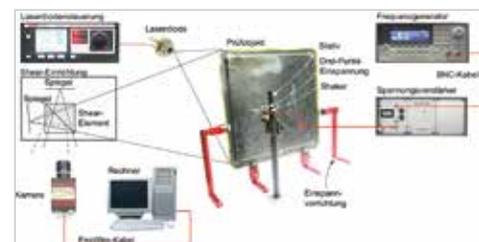
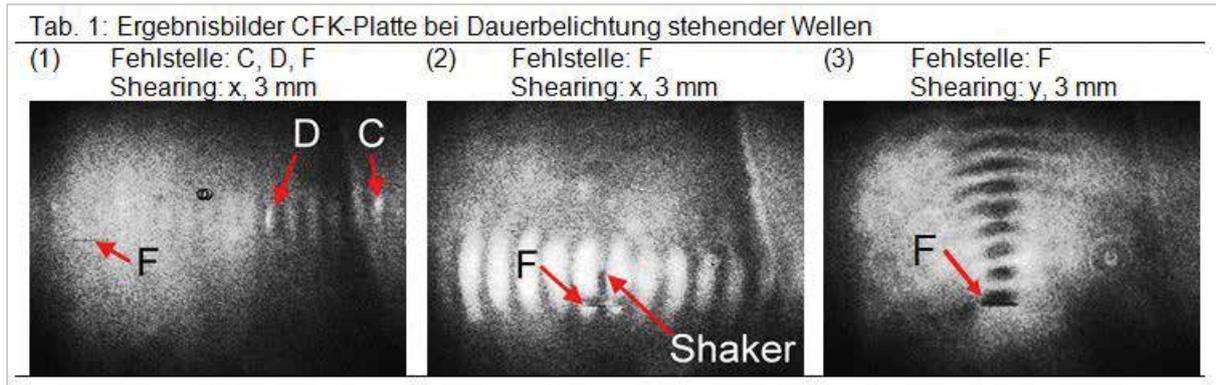
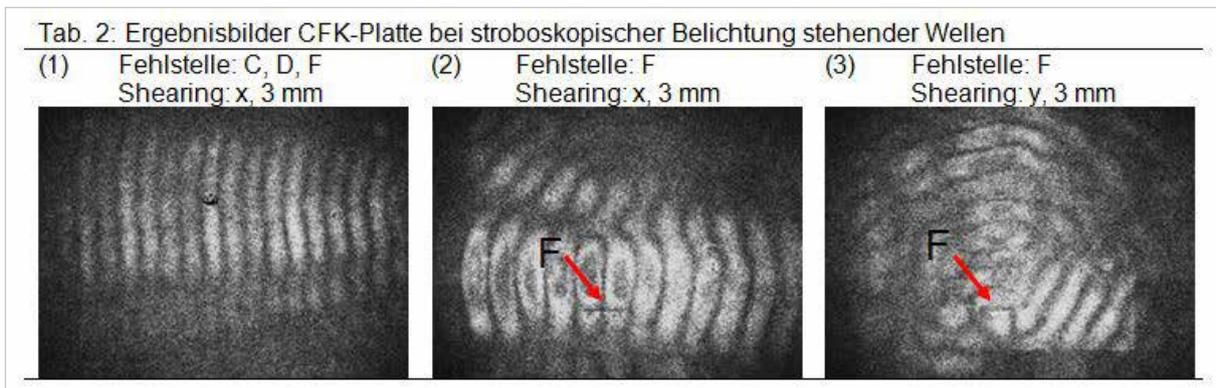


Abb. 4: Shearografischer Aufbau zur experimentellen Untersuchung einer fehlerpräparierten CFK-Platte



Tab. 1: Ergebnisbilder CFK-Platte bei Dauerbelichtung



Tab. 2: Ergebnisbilder CFK-Platte bei stroboskopischer Belichtung

in der Tabelle (1). Diese wurden jedoch bei stroboskopischer Belichtung aufgenommen.

Im Fall (2) hebt sich die Fehlstelle F durch eine Unterbrechung des regelmäßigen Wellenbildes hervor, jedoch mit vergleichsweise geringer Erkennbarkeit. In der Aufnahme (3) wurde die Shearrichtung geändert. Das regelmäßige Wellenbild wird nicht nur unterbrochen, sondern erscheint im Ergebnisbild als vollkommen reflektiert.

Bei stroboskopischer Belichtung stehender Wellenfelder sind Fehlerorte oftmals schlechter erkennbar jedoch quantitativ auswertbar. Körperschall-ESPSI zeigt bei stro-

boskopischer Belichtung stehender Wellenfelder eine verringerte selektive Wirkung. Insgesamt erscheint die Dauerbelichtung daher vorerst geeigneter für eine Fehlerstellensuche.

**FAZIT**

Experimentelle Untersuchungen von fehlerpräparierten CFK- und Aluminiumplatten konnten erfolgreich unter Anwendung der stroboskopischen Belichtungsmethode und der Dauerbelichtung mittels Laserstrahlung durchgeführt werden. Je nach Anregungsfrequenz des Schwingerreger zeigten sich deutliche Shearogramme an Fehlerorten im

Ergebnisbild.

Am Beispiel einer Aluminiumplatte konnte mit der Einführung rechtsseitiger Begrenzungslinien die Reproduzierbarkeit des Detektionsverhaltens von Fehlstellen überprüft und bestätigt werden.

Zur qualitativen Auffindung von Fehlstellen ist die Dauerbelichtungsmethode der stroboskopischen Belichtung überlegen. Shearogramme an Fehlerorten heben sich mit höherem Kontrast zur Umgebung im Ergebnisbild der Messung ab.



**Prof. Dr.-Ing. Michael Schuth**

FB Technik  
FR Maschinenbau

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 396  
schuth@hochschule-trier.de  
www.ogkb.hochschule-trier.de






**WIR VERBINDEN KOMPETENZ  
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE**

Mitglied werden und Netzwerk ausbauen in der größten Ingenieurvereinigung Deutschlands.

[vdi.de/studium](http://vdi.de/studium)  
[vdi.de/mitglied-werden](http://vdi.de/mitglied-werden)



## Neue Möglichkeiten der Prototypenfertigung im 3D-Druck an der Hochschule Trier

Durch die Einführung eines neuen 3D-Drucksystems erweitert das Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung LDPF im Fachbereich Technik sein Anwendungsspektrum um die professionelle Herstellung von funktionellen Kunststoffprototypen

FB TECHNIK  
Michael Hoffmann  
Jens Eberhard

### EINLEITUNG

Der 3D-Druck, eine Fertigungstechnologie die in Fachkreisen als additives bzw. generatives Fertigungsverfahren bezeichnet wird, erlebt in den letzten Jahren einen enormen Zuwachs. Verfahrensoptimierungen zur Erhöhung der Prozesssicherheit, neue Werkstoffe und Werkstoffkombinationen, sowie eine stetige Verbesserung von Auflösung und Genauigkeit der Prototypen bei gleichzeitig sinkenden Kosten der Fertigungsanlagen ermöglicht einen wirtschaftlichen Einsatz in Produktentwicklungsprozessen bis hin zu industriellen Produktionsprozessen. Diese Entwicklung wurde an der Hochschule Trier bereits vor vielen Jahren erkannt. Im Fachbereich Technik wurde unter der Leitung von Michael Hoffmann im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung [LDPF] ein Kompetenzzentrum für Computerunterstützte Konstruktion und Fertigung aufgebaut. Neben der digitalen Aufberei-

tung, Prozessoptimierung und Absicherung von CNC-gesteuerten Fertigungsprozessen für die klassischen, sogenannten subtraktiven Fertigungsverfahren wie Fräsen und Drehen werden sowohl in der Lehre als auch in konkreten Industrie- und Forschungsk Kooperationen verschiedene additive Fertigungsverfahren (3D-Drucktechnologien) im praxisnahen Einsatz untersucht und bewertet.

Als „additiv“ bezeichnet man dabei alle Herstellverfahren, bei denen der Werkstoff zur Erzeugung des Bauteils schichtweise aufgetragen wird. Das Schichtbauprinzip ermöglicht es, in kürzester Zeit geometrisch komplexe Strukturen herzustellen, die mit konventionellen Fertigungsverfahren gar nicht oder nur sehr aufwendig realisierbar sind. Die Prototypen können dabei bereits wichtige Merkmale und Eigenschaften wie mechanische Festigkeit oder Farbe des spä-

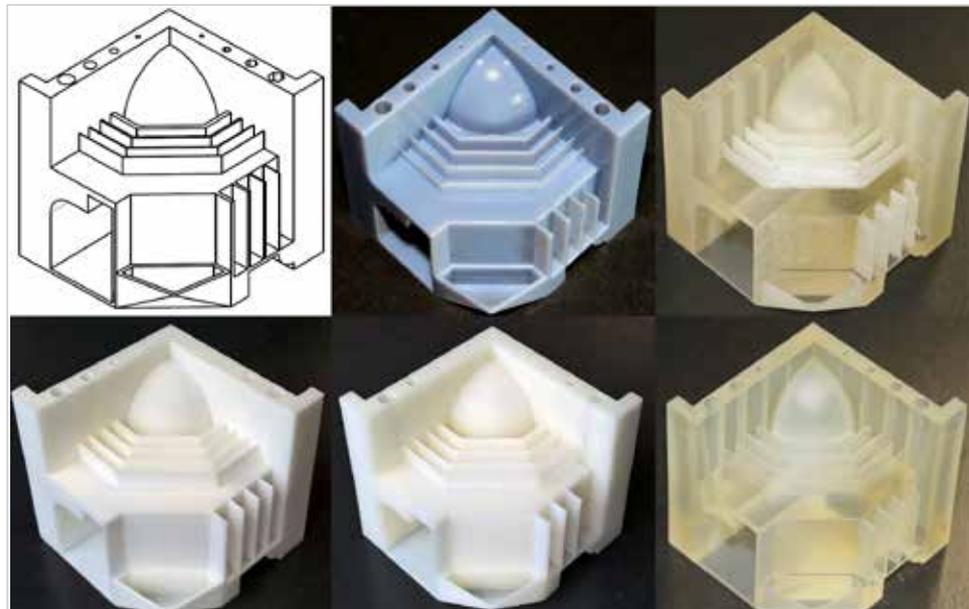


Abb. 1: Benchmark- Bauteil verschiedener Anbieter

**Vergleich Rapid Prototyping Systeme**

HOCHSCHULE TRIER  
The University of Applied Sciences

Modell	LDPF	Photon 2500	Photon 2000	Photon 2100	Photocube P100
Bauvolumen (mm³)	1000	1000	1000	1000	1000
Auflösung (µm)	100	100	100	100	100
Materialien	ABS, PLA, Nylon				
Druckzeit (h)	10	10	10	10	10
Preis (€)	1000	1000	1000	1000	1000

Abb. 2: Auswertung des Benchmarks

teren Endproduktes haben.

Die heutigen 3D-Drucktechnologien bieten im Hinblick auf Reifegrad und Durchgängigkeit der Prozesskette noch erhebliches Optimierungspotential und sind somit in der Breite für den industriellen Einsatz noch nicht geeignet. Gleichwohl zeigen sich bereits sehr viele Aspekte, die zu einem erheblichen Wettbewerbsvorteil führen können. So zum Beispiel in der Produktentwicklung: Durch den Einsatz additiver Fertigungsverfahren können die Prozesszeiten in der Konstruktion, dem Produktionsbeginn und der Verfügbarkeit der ersten Produkte erheblich reduziert werden.

### Marktanalyse und Benchmark von 3D-Drucksystemen für industrielle Anwendungen

Im Oktober 2014 konnte der bestehende 3D-Druckservice um einen professionellen Kunststoffdrucker erweitert werden. Im Vorfeld wurden eine aufwändige und intensive Markt- u. Technologierecherche sowie ein konkreter Benchmark (Abbildung 1) der etablierten 3D-Drucksysteme durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse (Abbildung 2) fiel die Wahl auf ein System, das den Gegebenheiten und Anforderungen des Labors am besten entspricht.

Das neue 3D-Drucksystem Fortus 250mc (Abbildung 3) des US-amerikanischen Herstellers Stratasys arbeitet nach dem FDM-Verfahren (Fused Deposition Modeling, zu Deutsch: Schmelzschichtung). Die

Maschine ist für die professionelle/industrielle Fertigung von mechanisch belastbaren und funktionellen Prototypen ausgelegt (Enterprise Segment). Das Drucksystem beinhaltet unter anderem einen abgeschlossenen und beheizten Bauraum, darin ein Extruderkopf mit zwei Düsen für unterschiedliche Materialien (ABS-Kunststoff und ein auswaschbares Stützmaterial) sowie eine Nutzersoftware die vielfältige Änderungen ermöglicht, um die Verfahrensparameter an die jeweilige Aufgabe anzupassen. Den korrekten Umgang mit Hard- und Software erlernten die Mitarbeiter des Labors während einer mehrtägigen Schulung.

Seit Oktober 2014 ist das neue Drucksystem in Betrieb und wurde seither bereits intensiv genutzt. So z.B. in vielfältigen studentischen Projekten, Abschlussarbeiten oder auch einem Schüler-Workshop.



Abb. 3: Neuer 3D-Drucker Fortus 250mc (Quelle: Stratasys)



Abb. 4: 3D-Druck der Kunststoffgehäuse



Abb. 5: Ergebnisse des Workshops



Abb. 6: Montage und Test

### Schülerworkshops

#### „Ideen [be]greifen mit 3D-Druck“

Ende Oktober veranstaltete Michael Hoffmann wieder einen mehrtägigen Workshop für SchülerInnen der gymnasialen Oberstufen und Fachoberschulen in den Schulferien. Nach kurzer Einführung in das weMINTo-Projekt (siehe Bericht Lehre und Forschung 2013), einem Einblick in die Bedienung eines professionellen 3D-CAD Systems und der 3D-Druck Technologie konnten die Teilnehmer ein Spielgehäuse nach eigenen Vorstellungen gestalten. Anschließend wurden die entstandenen 3D-Modelle über Nacht gedruckt (Abbildung 4 und 5). Gemäß dem Motto „Ideen [be]greifen“ durften die Schülerinnen und Schüler das selbst erstellte Gehäuse am Ende in den Händen halten und natürlich auch mit nach Hause nehmen (Abbildung 6).

### Digitale Produktentwicklung u. 3D Druck in Kooperationsprojekten

Neben dem Einsatz im Lehrbetrieb werden die additiven Technologien des Labors auch im Rahmen verschiedener Kooperationsprojekte mit der Industrie genutzt. Ein Beispiel ist die Zusammenarbeit der Hochschule mit dem Unternehmen Klimatec Luft- und Klimatechnik GmbH mit Sitz in Trier.

Ziel der Kooperation war die Optimierung eines Bauteils aus der Serienproduktion von Klimaschränken (Abbildung 7 und 8). Dabei handelt es sich um einen Eckverbinder, der in einer Stückzahl von ca. 10.000 Einheiten/Jahr im Kunststoffspritzguss produziert werden soll. Die Teileproduktion und die Fertigung des dazu erforderlichen Kunststoffspritzgießwerkzeugs sollte wie beim alten Bauteil an einen externen Dienstleister vergeben werden. In der Vergangenheit bestand die Problematik, dass nach Fertigstellung der Konstruktionszeichnungen drei Monate oder mehr vergingen, bis eine Spritzgussform bei einem entsprechenden Dienstleister angefragt, angeboten, beauftragt, konventionell gefertigt und einsatzbereit war und erst dann erste Produkte praktisch getestet werden konnten. Änderungen am Verbindungselement wären dann nicht mehr oder nur mit hohem Zeit- und Kostenaufwand möglich.

„Im Rahmen des Kooperationsprojektes waren durch die Verwendung eines parametrischen CAE-Systems eingebrachte Ideen, deren Umsetzung in die 3D-Entwürfe in verschiedenen Varianten und die Fertigung von Prototypen im 3D-Druck in ein paar Tagen realisierbar“, erklärt Jens Eberhard, Projektingenieur im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung. Diese Prototypen dienten dabei nicht nur zur Anschauung, sondern wurden gleich in der Produktion eines Klimagerätes als Musterbauteil integriert und in



Abb. 7: Klimaschrank, Foto: Klimatec

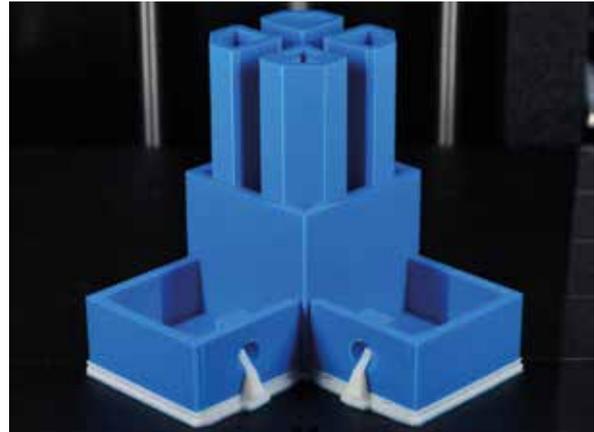


Abb. 8: Druck eines Funktionsprototyps in Kunststoff



Abb. 9: Funktionsprototyp aus dem 3D-Druck: Winkelsteller für den Möbelbau



Abb. 10: Funktionsprototyp aus dem 3D-Druck: Winkelstellers zur Höhenverstellung von Möbelfüßen

Funktion sowie Handhabung getestet.

„Die Tatsache, dass der Leiter der Entwicklungsabteilung Herr Helmrich bereits kurz nach seinem Studium mit seiner Problemstellung wieder den Weg zur Hochschule gesucht hat, zeigt die Bedeutung der Vernetzung von Hochschule und den regional ansässigen Unternehmen.

Wir unterstützen in solchen Kooperationen die KMUs, um durch die Einführung neuer Technologien wettbewerbsfähig zu bleiben“, betont Michael Hoffmann, Leiter des Fach-

gebiets Computerunterstützte Konstruktion und Fertigung im Fachbereich Technik an der Hochschule Trier.

„Der Technologietransfer mit der Hochschule spielt für uns eine wichtige Rolle, um uns stetig weiter zu entwickeln. Wir möchten diesen weiterhin intensivieren, um die Kompetenzen der Hochschule zu nutzen und durch individualisierte Lösungen kundenspezifische Wünsche noch besser erfüllen zu können. Durch die Zusammenarbeit mit Herrn Eberhard und Herrn Hoffmann,

vom Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung, konnten wir in kürzester Zeit unsere Konstruktion des Eckverbinders weiter verbessern und letztendlich die Fertigung des Spritzgießwerkzeugs in Auftrag geben.“ resümiert Marc Helmich, Leiter Entwicklung und Konstruktion, Klimattec Luft- und Klimatechnik GmbH.

Ein weiterer Anwendungsfall für das neue Drucksystem war die Entwicklung und Optimierung mehrerer Prototypen eines Winkelantriebs für den Möbel- und Holzbau. In diesen Branchen kommt es häufiger vor, dass Schraubenmuttern über eine weitere Distanz auf einer Gewindestange bewegt werden müssen. Gerade an schwer zugänglichen Stellen können solche eher simplen manuellen Arbeitsschritte verhältnismäßig viel Zeit in Anspruch nehmen. Abhilfe soll eine verzahnte Mutter mit einem passenden Antriebsaufsatz für Akkuschrauber schaffen. Die, inzwischen als Patent angemeldete Idee stammt von Matthias Kronenberg und Stefan Schmaalenberg von der Möbelfabrik Atelier aus Salmtal-Dörbach. Im nächsten Schritt sollte aus den skizzierten Ideen ein funktionaler Prototyp entwickelt und gefertigt werden. Damit wandten sich die Erfinder an das Labor von Michael Hoffmann.

Auf Basis der Beschreibungen und Skizzen wurde ein Konzept im 3D-CAD ausgearbeitet. So entstand im LDPF zunächst ein virtuelles parametrisches Modell am PC. Dort konnten schon einige notwendige Verbesserungen erkannt und direkt umgesetzt werden. Die Realisierung eines Funktionsprototyps aus den 3D-Daten erfolgte dann durch den Einsatz des neu beschafften 3D-Druckers (Abbildung 9). In nur wenigen Stunden fertigte die Maschine den ersten belastbaren Prototyp. Auch die gewünschte Antriebsfunktion war vorhanden. „Mit diesen Prototypen können

wir nun unsere Idee sehr anschaulich vorstellen und konkrete Schritte für die Serienproduktion einleiten“, stellten die Kooperationspartner begeistert fest.

Anschließend folgten weitere Optimierungen an der Geometrie sowie eine funktionale erweiterte Version dieser Technik für verstellbare Möbelfüße (Abbildung 10).

Durch diese Art von Praxis-Kooperationen können wir unseren Studierenden und Industriepartnern sehr anschaulich zeigen, wie innovative Ideen mit Hilfe von generativen Fertigungsverfahren in kürzester Zeit realisiert und weiterentwickelt werden können.



**Michael Hoffmann**

FB Technik  
Fachgebietsleitung CAD und CAM

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 281  
M.Hoffmann@fh-trier.de  
<http://hochschule-trier.de/~hoffmann>

## Hochschule und Universität Trier kooperieren bei der Erforschung der Porta Nigra

FB TECHNIK  
Michael Hoffmann  
Sebastian Traut

Als UNESCO-Welterbe und bedeutendes römisches Baudenkmal genießt die Porta Nigra internationale Bekanntheit. „Dennoch wissen wir aus ihrer 2000-jährigen Geschichte nicht so viel wie wir wissen sollten“, stellt Prof. Dr. Gottfried Kerscher aus dem Fach Kunstgeschichte von der Universität Trier fest. Kunsthistoriker der Universität und Bauforscher des Deutschen Archäologischen Institut in Berlin versuchen derzeit gemeinsam, in einem von der DFG geförderten Projekt Wissenslücken zu dem monumentalen Trierer Stadttor zu schließen. Dabei soll die Porta Nigra unter bauforscherischen, kunsthistorischen und archäologischen Fragestellungen untersucht werden.

Die Kunsthistorikerinnen Anika Molter M.A und Martina Kancirova M.A der Universität Trier interessieren sich insbesondere für die Veränderungen, die im 11./12. sowie 18. Jahrhundert an dem antiken römischen Bauwerk vorgenommen wurden und die letztlich dazu beigetragen haben, die Porta Nigra zu erhalten. „Es ist unzweifelhaft, dass diesem Stadttor dasselbe Los geblüht hätte wie anderen Stadttoren, wenn es nicht in eine Stiftskirche umgebaut und am Ende reantikiert worden wäre: Es wäre wohl bis auf wenige Mauern verschwunden“, erläutert Professor Kerscher.

Mit dem Umbau zur Stiftskirche St. Simeon im Mittelalter entstanden zwei übereinander liegende Kirchen sowie ein geradezu

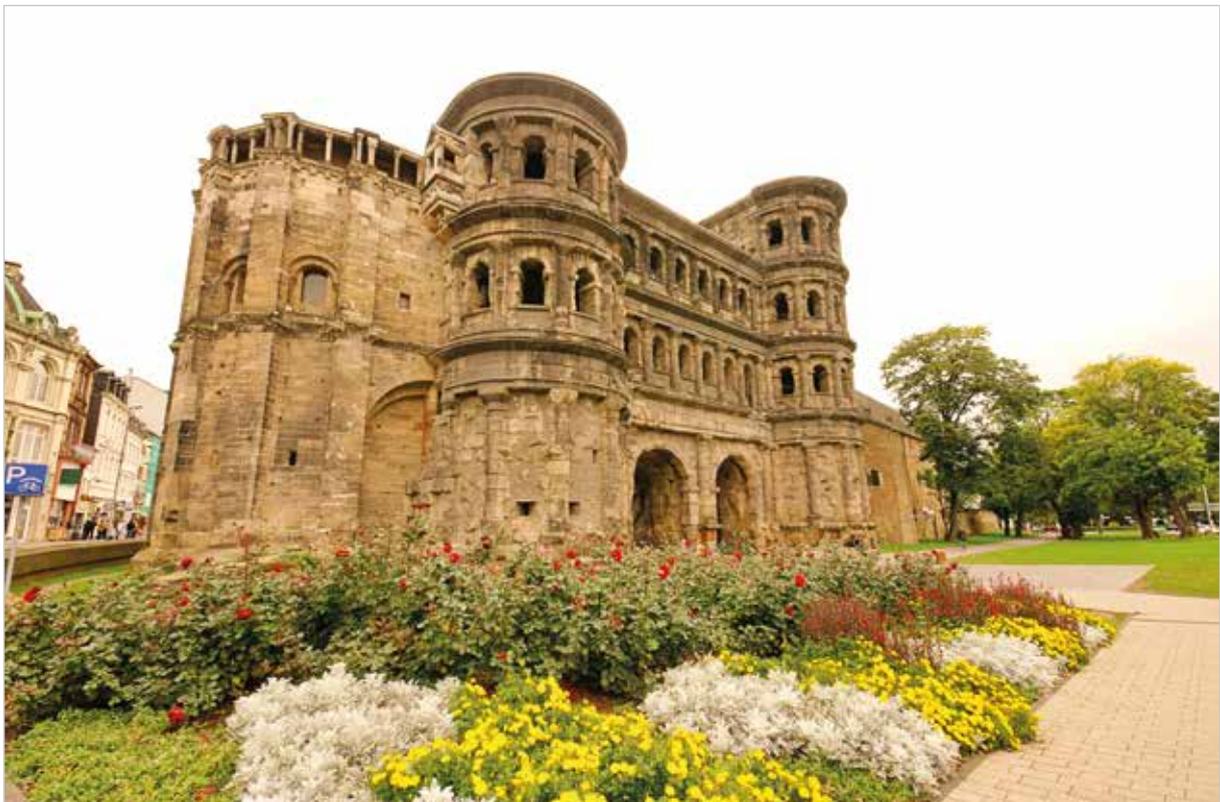


Abb. 1: Porta Nigra UNESCO-Welterbe [Foto: LianeM-fotolia.com]

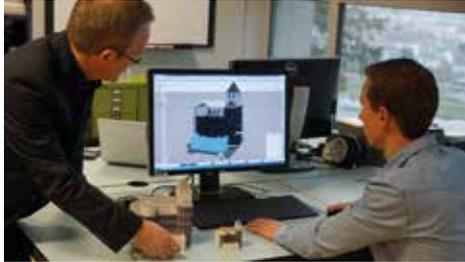


Abb. 2: Anpassungen im 3D-CAD-Modell

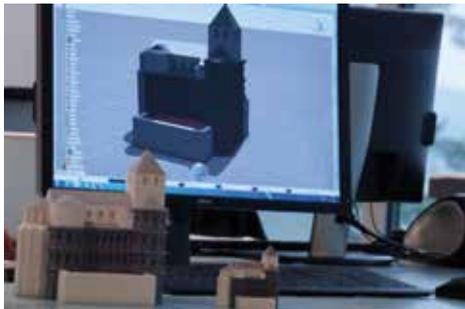


Abb. 3: 3D-CAD Modell und 3D-Druck in verschiedenen Maßstäben

monumentaler Aufgang in die Sakralbauten. Während die Klausur des Heiligen Simeon einigermaßen gut erforscht ist, gibt es zur Stiftskirche bislang nur wenige eingehende Untersuchungen. Das ist zumal deswegen spektakulär, da es einen zweiten, nicht weniger repräsentativen Bau gab, den Dom. Zeitweise stifteten und bauten dieselben Bischöfe für die beiden für Trier so wichtigen Bauten. [...] (Universität Trier, 2014)

Zur Veranschaulichung und Dokumentation des historischen Bauabschnitts entstand in einer Kooperation der Wissenschaftler aus dem Fach Kunstgeschichte der Universität und dem Fachbereich Technik an der Hochschule Trier eine Digitale Rekonstruktion des Bauabschnitts der Porta Nigra als Stiftskirche aus dem Mittelalter.

Die 3D-Rekonstruktion erfolgte im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung an der Hochschule Trier unter der Leitung von Dozent Michael Hoffmann und seinem Team. Das Modell wurde innerhalb einer Woche intensiver Arbeit und Recherche der historischen Vorlagen erarbeitet. Ziel war es, die Daten auch für einen 3D-Druck im Labor aufzubereiten. Sebastian Traut ist studentische Hilfskraft und hat an der Rekonstruktion am Rechner mitgewirkt: „Das Computermodell ist so aufgebaut, dass es im Detaillierungsgrad abhängig von der jeweils gewünschten Größe des 3D-Drucks angepasst werden kann, ein einfaches Skalieren wäre nicht möglich.“ Zur Dokumentation und Veranschaulichung der jeweiligen Bauphasen wurden die entsprechenden Modellsegmente unterschiedlich eingefärbt. Für die Herstellung von 100 Exemplaren der Porta Nigra im Maßstab 1:1.250 benötigt der 3D-Drucker dann etwa 8 Stunden. Erste Ergebnisse des Forschungsprojektes wurden im Rahmen des City Campus, der Nacht der Wissenschaft, am 26. September 2014 in Trier vorgestellt. Die Modelle konnten in einer ersten kleinen Auflage erworben werden.

Das Labor verfügt über verschiedene 3D-Drucksysteme. In diesem Fall kam ein Pulverdruckverfahren zum Einsatz. Dabei wird jeweils eine Schicht Pulver auf eine Plattform aufgetragen und gleichzeitig über einen Druckkopf der Modellquerschnitt mit einem Bindemittel verfestigt. Ein zweiter Druckkopf trägt bei Bedarf Farbe auf. So entsteht schichtweise das Bauteil. Die einzelnen Pulverlagen sind dabei nur 0,08 Millimeter dick und werden durch das Bindemittel miteinander verklebt.

Dieses Verfahren ermöglicht farbige oder texturierte Modelle mit bis zu 180.000 Farben. Gedruckte Teile werden abschließend in einer Vakuumkammer mit einem Zwei-Komponenten-Harz infiltriert, um die Stabilität zu gewährleisten.

Auf Anfrage der Staatskanzlei wurde das Projekt zusammen mit weiteren aktuellen Arbeiten aus dem Zentrum für Alterswissen-



Abb. 4: Projektpräsentation im Museum am Dom (Foto: Uni Trier/A.Thull), v.l.: Anke Molter (Uni Trier), Klaus Jensen, Malu Dreyer, Michael Hoffmann (Hochschule Trier)

schaft an der Universität Trier im Oktober 2014 beim Besuch der Ministerpräsidentin Malu Dreyer im Museum am Dom in Trier vorgestellt. Frau Dreyer begeisterte die erfolgreiche Zusammenarbeit von Museum und Hochschulen und war beeindruckt, wie Geschichte in die Gegenwart geholt werde. „Hier wird auf höchstem Niveau gearbeitet“, betonte die Ministerpräsidentin am Abend beim Empfang. [...] (Staatskanzlei, 2014)

Auf der Basis des vorhandenen 3D-Modells wird aktuell in einer weiteren Kooperation mit dem Studiengang Intermediales Design, sowie dem Stadtmuseum Simeonstift ein Konzept für eine Dauerausstellung für Blinde und Sehbehinderte Besucher erarbeitet. Dabei sollen u.a. Tastmodelle verschiedener Exponate entstehen, so z.B. auch ein „Steckmodell“ zu den Bauphasen der Porta Nigra.

Durch diese Art von Kooperation zwischen den Trierer Hochschulen eröffnen sich neue

Wege in der Erschließung und Reproduktion historischen Materials. So werden z.B. in einem weiteren Projekt Möglichkeiten und Grenzen der Digitalen Rekonstruktion, der Einsatz virtueller Simulationsmodelle und die Nutzung von 3D-Drucktechnologien in der experimentellen Archäologie eines Römischen Patrouillenschiffes untersucht (siehe Bericht Lehre und Forschung 2013).

#### Quellen:

<http://mbwwwk.rlp.de>, 11.08.2014

<http://www.uni-trier.de>, 13.08.2014

<http://www.rlp.de>, 21.10.2014 (Malu Dreyer Im Gespräch)



**Michael Hoffmann**

FB Technik  
Fachgebietsleitung CAD und CAM

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 281  
M.Hoffmann@fh-trier.de  
<http://hochschule-trier.de/~hoffmann>

## Anpassung der Sicherheitseinrichtungen an einer CE-Zertifizierten Maschine

### Ein Beispiel aus dem Michelin-Werk Trier

FB TECHNIK  
Prof. Dr. Lars Draack  
Peter Wengler, B. Eng.

Im Zusammenspiel von Industrie und Hochschule entstand im Zuge eines studentischen Praxisprojektes eine technische Lösung für die Zielkonflikte zwischen Sicherheit, Produktion und Instandhaltung. Dazu stellte das Michelin Werk Trier ihren Maschinenpark zur Analyse zur Verfügung. Ziel der Untersuchung, die in Kooperation mit dem Fachbereich Maschinenbau/Sicherheitstechnik der Hochschule Trier und dem Michelin Werk Trier durchgeführt wurde, war es zu zeigen, dass das maximale Schutzniveau nicht immer die optimale Lösung im betrieblichen Alltag darstellt.

Welcher Betrieb kennt nicht das Leid von unsachgemäßer Sicherheitstechnik, die stört, überdimensioniert oder einfach nur überflüssig ist? Die praktische Lösung dieser Fehlkonstruktionen im täglichen Produktionsablauf ist meist nicht nur illegal, sondern stellt auch sowohl ein extrem hohes physisches als auch rechtliches Risiko für die Beschäftigten und den Unternehmer dar. Die Folge ist: Sicherheitseinrichtungen werden manipuliert!

Besonders an Altmaschinen und nachgerüsteten Maschinen können Sicherheitseinrichtungen ungünstig sein. Der Gesetzgeber fordert immer ein Maximum an Sicherheit für Mensch und Maschine. Aber kann eine Maschine mit maximalem Niveau der Sicherheitstechnik die vielen Anforderungen von Produktion und Instandhaltung in gleichem Maße erfüllen? Ist die Forderung nach einem maximalen Sicherheitsniveau auch das Optimum in der betrieblichen Praxis?

Im Drahtwerk der Michelin Reifenwerke konnte eine Maschine gefunden werden, welche diese Frage im entsprechenden Fall beantworten kann.

#### Problembeschreibung und Ursachen

Die automatische Verklammerungsmaschine ist eine CE zertifizierte Maschine mit einem hohen Sicherheitsniveau. Sie ist mit einem komplett trennenden Schutz ausgestattet und entspricht auf den ersten Blick voll und ganz der aktuellen und maßgebenden Maschinenrichtlinie 2006-42-EG. Allerdings musste diese Maschine mit hohem Sicherheitsniveau bei Instandsetzungs- und Einrichtungsarbeiten ständig manipuliert werden. Die im Betriebsmodus „Instandhaltung“ vorhandenen Sicherheitseinrichtungen der Verklammerungsmaschine waren ungeeignet für solche Tätigkeiten. Des Weiteren zeigten die in diesem Betriebsmodus gefertigten Produkte hohe qualitative Unterschiede zum vollautomatischen Modus. Obwohl die Betriebsanleitung einen Weg zur Instandsetzung und Einrichtung zeigt ist die Praktik der Manipulation inoffiziell zur tolerierten Methode aller Instandsetzungsmitarbeiter geworden.

Ursachen dieser Manipulation waren folgende:



Abb. 1: Verklammerungsmaschine V2

1. Prozessbeobachtung Instandhalter, Einrichter nicht möglich,
2. Einrichten geht schneller, genauer und einfacher,
3. Manipulation notwendig für Arbeitsprozess Einrichten,
4. Effiziente Störungsbeseitigung,
5. Arbeitserleichterung,
6. Durch Manipulation kein Betriebsartenwechsel notwendig,
7. Keine Unterbrechung des Automatikbetriebes.

Aufgrund dieser vielfältigen Ursachen der Manipulation konnte festgehalten werden, dass Instandsetzungs- und Einrichtarbeiten an dieser Maschine mit der damaligen Sicherheitstechnik sehr schlecht bis gar nicht möglich war.

**Ziele**

Die Instandhaltungsmitarbeiter sollten eine produktive und rechtlich abgesicherte Möglichkeit erhalten, die Maschine zu warten und einzurichten. Die beschriebene Problemstellung bietet drei – mehr oder weniger – geeignete Möglichkeiten:

1. Den momentanen Zustand (Manipulation der Sicherheitseinrichtungen) weiterhin tolerieren,
2. Die Instandhalter verpflichten, nach Betriebsanleitung zu warten bzw. einzurichten,
3. Die Sicherheitseinrichtungen verändern.

Möglichkeit eins konnte aus zwingenden rechtlichen und moralischen Gründen definitiv nicht weiter verfolgt werden. Ebenfalls fällt die zweite Möglichkeit aus den genannten Schwierigkeiten weg. Es musste eine technische Lösung erarbeitet werden, bei der die Aspekte der Sicherheit- und Instandhaltungstechnik zufriedenstellend abgedeckt werden. Jedoch bilden sich zu diesem Problem folgende Zielkonflikte heraus:

Sicherheit	Instandhaltung
CE-Konformität erhalten	Sicherheitseinrichtungen verändern
Trennung zum Gefahrenbereich	Prozess nah an Maschine beobachten
Sicherheitslevel darf nicht niedriger werden	Maschine im Automatikbetrieb
Gefahrbringende Bewegungen einschränken	Energien sollen erhalten bleiben

**Rechtlicher Hintergrund**

Eine bestehende Maschine zu verändern ist als äußerst kritisch zu bewerten. Der Gesetzgeber arbeitet in diesem Zusammenhang mit dem Begriff der „wesentlichen Veränderung“ einer Maschine ohne genauer darauf einzugehen, was dies im Detail bedeutet. Eine „wesentliche Veränderung“ im Sinne des ProdSG hat die Herstellereigenschaft zur Folge. Wer Veränderungen vornimmt, muss

selbst prüfen, ob sie wesentlich sind. Falls eine wesentliche Veränderung vorliegt, ist die Maschine als neu anzusehen. Die Maschine muss daher in vollem Umfang und nicht nur dem veränderten Bereich der EG-Maschinenrichtlinie entsprechen. Grundsätzlich gilt jedoch immer, dass das Sicherheitsniveau durch Änderungen nicht herabgesetzt werden darf.

Der Hersteller einer Maschine muss durch konstruktive Maßnahmen sicherstellen, dass eine nicht bestimmungsgemäße Verwendung bzw. eine Manipulation verhindert wird. Konstrukteure sollen das menschliche Verhalten bzw. Fehlverhalten bereits während der Konstruktion berücksichtigen. Die Maschinenrichtlinie formuliert dies folgendermaßen: „vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung“.

An dieser Stelle könnte diskutiert werden, ob die getroffene Aussage, dass diese Maschine der Maschinenrichtlinie entspricht, zutrifft, da der Hersteller die in der Maschinenrichtlinie 2006-42-EG Anhang I a-c geforderten Punkte nicht einhält. Es stellt sich demnach die Frage, ob der Hersteller der Forderung der Sicherheit bei vernünftigerweise vorhersehbaren Fehlanwendungen an dieser Stelle nachgekommen ist

**Konzept und Fazit**

Da es äußerst schwierig ist, Sicherheitseinrichtungen an einer Maschine zu verändern, bleiben wenige technische Möglichkeiten, um ein alternatives Schutzkonzept zu entwickeln. Die technische Lösung besteht aus zwei Zustimmungstastern, die im Betriebsmodus „Instandhaltung“ anstatt der Zweihandsteuerung aktiviert werden. Die Taster werden in der Maschine angebracht. Sie sind durch ihre zweikanalige Auslegung und der drei Druckpositionen ausfall- und manipulationsicher.



Abb. 2: Konzept



Der Schrittbetrieb weicht dem vollautomatischen Betrieb mit voller Geschwindigkeit. Diese Bedingung war unumgänglich. Der Schrittbetrieb ist produktionstechnisch nicht vergleichbar mit dem automatischen Betrieb der Maschine, da Ergebnisse der Produkte zu unterschiedlich sind. Der Schrittbetrieb ist jedoch das, was die Maschinenrichtlinie vorschreibt. Ebenfalls könnte mit reduzierter Geschwindigkeit der gefahrbringenden Bewegung gearbeitet werden, was mit pneumatischen Ventilen jedoch nicht möglich ist. Eine Alternative wäre, den pneumatischen Ventilantrieb durch einen elektrischen zu ersetzen. Um trotzdem zu gewährleisten, dass das Sicherheitsniveau dem Vorgängerniveau und damit der Richtlinie entspricht, werden zwei Zustimmungstaster angebracht. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Prozessbeobachtung. Der Mitarbeiter ist nicht mehr ortsgebunden. Er hat mit den Zustimmungstastern die Möglichkeit, sich im Gefahrenbereich zu bewegen. Jedoch muss der Nachlauf der Maschine beachtet werden. Nach dem Loslassen eines Tasters fährt die Maschine in die nächste Position. Der Mitarbeiter hat währenddessen weiterhin beide Taster in der Hand und kann somit nicht in die Maschine hineingreifen.

Diese Lösung stellt keine Zweihandsteuerung dar. Es wurde versucht, dieses Konzept nahe an eine Zweihandsteuerung anzulehnen, muss jedoch definitions- und funktionsbedingt vom Begriff abgegrenzt werden.

Unter Zuhilfenahme der TRBS 2111 „Mechanische Gefährdungen“ und der TRBS 1112 „Instandhalter“ wurde der organisatorische- und personenbezogene Teil des Konzeptes erstellt. Jede Neuerung, gerade in der Sicherheitstechnik, bedarf einer Schulung und Unterweisung bezüglich ihrer Eigenschaften. Dazu verpflichtet auch §9 der Betriebssicherheitsverordnung. Eine

wesentliche Veränderung konnte mit Hilfe des Entscheidungsdiagramms des FB Maschinensicherheit der BG RCI sowohl bei der Veränderung des Schrittbetriebs in Automatikbetrieb als auch beim Austausch der Zweihandsteuerung durch zwei Zustimmungstaster nicht festgestellt werden.

Mit diesem Konzept konnte die Eintrittswahrscheinlichkeit deutlich gesenkt werden. Es ist nahezu unmöglich, mit beiden Zustimmungstastern in der Hand in die Maschine hineinzugreifen. Gänzlich beseitigen lässt sich das Risiko bei Arbeiten im Gefahrenbereich natürlich nicht.

Der Fall zeigt, dass trotz des hohen Sicherheitsniveaus einer Maschine dieses unter gewissen Umständen nicht gegeben ist. Geringerwertige Sicherheitstechnik kann das Schutzniveau oftmals wesentlich erhöhen. Warum?

Formal gesehen wird das Schutzlevel durch den Austausch der Zweihandschaltung mit einem Zustimmungstaster gesenkt. Der Zustimmungstaster hat einen niedrigeren Schutzlevel als eine Zweihandsteuerung. Dies ist eine Aussage der Berufsgenossenschaft. Bedenkt man allerdings, dass das Schutzniveau einerseits formal gesenkt wird, ist jedoch andererseits die Sicherheit der Mitarbeiter an der Maschine gestiegen. Zieht man in Betracht, dass die momentan akzeptierte Methode für Einrichtungs- und Instandsetzungsarbeiten die Manipulation einer Maschine voraussetzt, wird dieser Zustand durch die formal schlechtere Sicherheitseinrichtung jedoch abgeschafft. Mit dem Zustimmungstaster bzw. den zwei Zustimmungstastern, die die Hände des Mitarbeiters binden sollen, wird eine Möglichkeit geschaffen, die Maschine ohne Manipulation, also rechtlich unbedenklich, einrichten bzw. instand setzen zu können. Das Sicher-

heitsniveau ist also im Vergleich zum Ausgangszustand deutlich gestiegen.

In vielen Fällen ist das maximale Sicherheitsniveau ein absolutes Muss! In anderen Fällen wie im gezeigten Beispiel kann allerdings auf einen Kompromiss nicht verzichtet werden. Die Risikobeurteilung muss zeigen, ob ein Risiko besteht, wie hoch dieses Risiko ist und ob das Risiko nach einem möglichen Kompromiss zu vertreten ist. Eine genaue Dokumentation ist bei solchen kritischen Umbauten ein unabdingbares Muss. Bei der Konstruktion neuer Maschinen ist aber unbedingt darauf zu achten, dass Sicherheitstechnik sinnvoll verbaut wird, sodass sie ohne Manipulation genutzt werden kann.



**Prof. Dr. Lars Draack**

FB Technik  
FR Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen, Sicherheitstechnik

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 519  
Draack@hochschule-trier.de

## Dem Versagen auf der Spur

### Highspeed-Prüfeinrichtungen für Schleppkettenleitungen

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Armin Wittmann  
Tobias Ehlenz, M. Eng.

An Hochschulen gilt das Gebiet der Kabelherstellung und Kabelprüfung noch als wenig „sexy“ und ist deshalb als Forschungsgebiet noch wenig etabliert.

An der Hochschule Trier ist das anders! Hier ist man dabei ein Kabelprüflabor aufzubauen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf innovativen Prüfmethoden und der Optimierung bestehender Prüfverfahren und Produktionsverfahren.

Bisher vorhandene Normen decken den Einsatzbereich von Hochleistungskabeln nur teilweise ab. Für einige Kabel werden sogar in Ermangelung einer spezifischen Norm, Prüfverfahren von anderen Normen von den Herstellern abgewandelt und so für den Einsatzfall „passend“ gemacht. Ähnliches gilt für die Einsatzbedingungen. Die Prüfungen bilden den Einsatz des Kabels in der Schleppkette nur unzureichend ab. Beispielsweise wird, um lange Prüfzeiten zu vermeiden, die Schleppkettentauglichkeit häufig durch Substitutionsprüfungen (Rollenziegeprüfung DIN VDE0472-603, Biegewechselprüfung EN 50396:2005) nachgewiesen.

Die Normen (DIN VDE 0473, DIN VDE 0472) und Prüfverfahren prüfen zumeist mit „praxisfernen“ Parametern, teilweise sogar ohne den Einsatz des Kabels innerhalb einer Schleppkette. Somit sind reale Belastungen

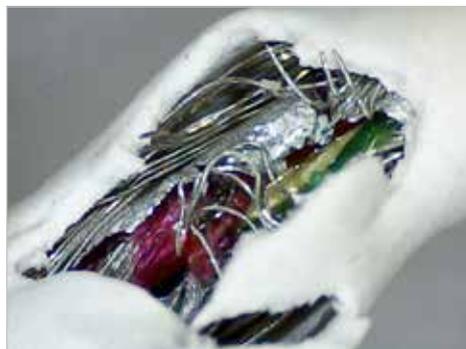


Abb. 1: Zerstörte, geschirmte Datenleitung

nur unzureichend oder mit großer Unsicherheit in der Prüfung abgebildet. Es besteht deshalb selbst nach bestandener Prüfung eine große Restunsicherheit, da die gewonnenen Erkenntnisse keine Rückschlüsse auf die tatsächliche Lebensdauer zulassen. Kabelkauf bleibt also Vertrauenssache!

Dieser Problematik Rechnung tragend wurde an der Hochschule Trier eine spezielle Schleppkettenprüfanlage entwickelt, aufgebaut und in Betrieb genommen.

### Der reale Einsatz der schleppfähigen Leitungen wird nicht abgedeckt



Abb. 2: Schleppkettenprüfanlage

Im realen Einsatz unterliegen Hochleistungskabel produktions- bzw. prozessabhängigen Einflussgrößen. Verseilungsparameter, Lagenaufbau, ebenso wie individuelle Geschwindigkeitsprofile und Beschleunigungen beeinflussen die Lebensdauer der Leitungen erheblich. Standardisierte Substitutionsprüfprozesse, wie oben beschrieben, können diese Belastungen nicht abbilden. Auch bisher eingesetzte Schleppketteneinrichtungen mit fest eingestellten Geschwindigkeiten decken nur Teilbereiche ab und geben damit nur eine scheinbare Sicherheit für die Kabel einsetzenden Unternehmen.

Dabei ist es bereits im Konstruktionsprozess von Maschinen und Anlagen wichtig, die prozess- und trägheitsbedingte

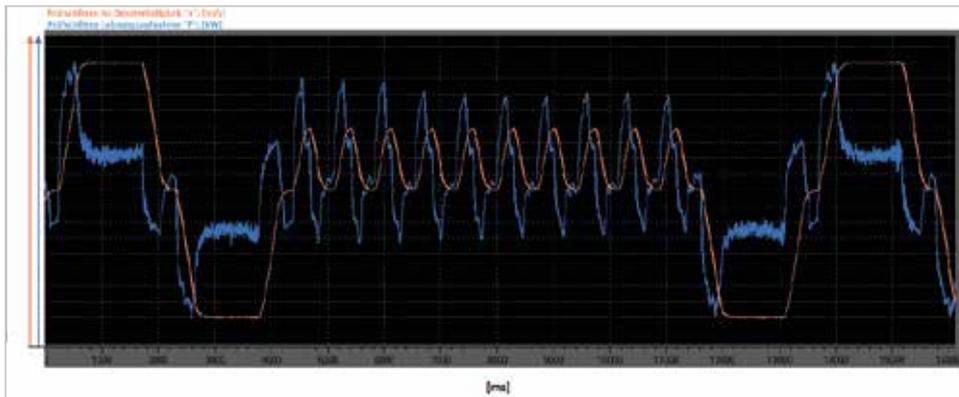


Abb. 3: Auswertung des Verfahrensprofils der Prüfanlage

Belastungen z.B. durch die mitgeführten Schleppketten oder durch das voraussichtliche Geschwindigkeitsprofil zu kennen und entsprechend in der Antriebsleistung und der Wahl der richtigen Leitung zu berücksichtigen.

Mit der Prüfeinrichtung der Hochschule Trier ist dies nun möglich. So können individuelle translatorische Fahrprofile (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Wegprofil, Lastprofil) sowie unterschiedliche Schleppkettenbefüllungen in der Prüfung getestet werden.

### Neue Prüfeinrichtung verschafft Abhilfe

Mit dem eingesetzten Linearantrieb ist dabei die Überwachung zahlreicher Parameter wie z. B. der Antriebsleistung, der dynamischen Masse sowie der Vorschubkraft möglich.

Weiterhin kann eine Ablaufsteuerung bei Eintreten definierter Zustände eingebunden werden. In der derzeitigen Ausführung sind Beschleunigungen bis zu  $30 \text{ m/s}^2$  möglich. Bei Bedarf kann der Antrieb jedoch auch auf unterschiedlichste Beschleunigungsbereiche durch Austausch des Primär- und Sekundärteils angepasst werden.

Da Anwendung und Laborversuch in der Regel voneinander abweichen, ist die Ein-

bindung praxisnaher Prüfungen von nicht unerheblicher Relevanz. Aufbauend auf der o. g. Prüfeinrichtung ist daher ein weiteres Ziel des Labors, einen Ablauf zur Bestimmung eines hinreichend validierten und verifizierten Versagensmodells für den jeweiligen Leitungstyp und Einsatzbereich zu entwickeln, so dass auf Basis eines kleinstmöglichen Prüfungsportfolios Qualitätsüberwachungen möglich sind.



**Prof. Dr.-Ing. Armin Wittmann**

FB Technik  
FR Maschinenbau

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.:+49 651 8103 381  
A.Wittmann@mb.hochschule-trier.de

## Kabelworkshop an der Hochschule Trier

### Das Kabel als Maschinenelement

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Armin Wittmann  
Benjamin Altpeter, B.Eng.

Alljährlich findet an der Hochschule Trier ein Kabelworkshop statt, mit dem Ziel, Studierende für das Thema „Hochleistungskabel“ zu begeistern und Know-how zwischen Hochschule und Industrie auszutauschen. Am 03. Dezember 2014 fand dieser Studierendenworkshop bereits zum dritten Mal statt. Dieses Mal zum Thema „Das Kabel als Maschinenelement“, Forschungsschwerpunkt des Kabellabors der Hochschule. Die Erforschung des Kabels als Maschinenelement soll zukünftig ermöglichen, die Lebensdauer eines Kabels bei bekannter Belastung zu ermitteln. Mit diesen Erkenntnissen kann eine mechanische Dimensionierung für den bewegten Einsatz von Leitungen erfolgen. Bei bekannter Lebensdauer ist es zusätzlich möglich, das Bauteil rechtzeitig auszutauschen und so unvorhergesehenen und ungewollten Maschinenstillstand und Schäden zu vermeiden.

Zum Kabelworkshop wurden etwa 50 Studierende eingeladen, die im Rahmen der Fertigungstechnik II Vorlesung bei Prof. Dr.-Ing. Wittmann bereits die Fertigungsprozesse bei der Herstellung von Kabeln kennen gelernt haben und ihr Wissen hier durch Erfahrungen „aus erster Hand“ von einigen Kabelexperten vertiefen konnten. Weiterhin nahmen Vertreter aus der Industrie am Workshop teil. Darunter beispielsweise der selbständige Consultant Jörg Bör (CabX), sowie die Firmen Arvo und Lappkabel. Auch die Fachhochschule Köln, vertreten durch Prof. Dr.-Ing. Späth, war zu Gast.

#### „Wo ein Wille ist, ist auch ein Maschinenelement...“

Zur Erörterung, warum ein Kabel als Maschinenelement betrachtet werden kann, hat Prof. Dr.-Ing. Hinzen (Lehrgebiet Maschinenelemente) einleitend einen Vortrag gehalten. Er führte aus, was ein Maschinenelement im Allgemeinen auszeichnet

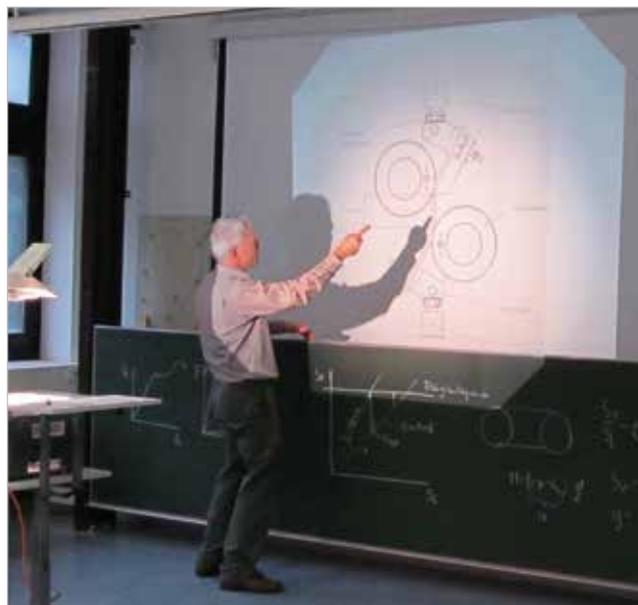


Abb. 1: Prof. Hinzen erklärt die Seilreibung nach Eytelwein

und warum ein Kabel als solches betrachtet werden kann. Dazu hat er Analogien zu Seilen und dem Riemengetriebe ausgenutzt, um die Thematik „Kabel“ mit bereits existierenden Erkenntnissen zu verknüpfen. Daran anknüpfend, erklärte Prof. Dr.-Ing. Wittmann die Notwendigkeit der Betrachtung eines Kabels als Maschinenelement. Denn „oftmals wird das Bauteil Kabel unterschätzt“. Darüber hinaus gibt es noch keine Richtlinien zur mechanischen Dimensionierung eines Kabels, das einer kontinuierlichen Bewegung ausgesetzt ist, wie es beispielsweise bei Robotern oder Werkzeugmaschinen der Fall ist. Auf der elektrotechnischen Seite dagegen ist die Leitungsdimensionierung bereits ganz gut erforscht. Zur Betrachtung des Kabels als Maschinenelement hat sich das Kabellabor zum Ziel gesetzt, die Einflüsse bestimmter Fertigungsparameter zu erforschen und einen Zusammenhang zur Lebensdauer herzustellen. Dies soll anhand von Parameter-

studien erfolgen, bei denen gezielt einzelne Parameter reproduzierbar begutachtet und bewertet werden.

### Neuerungen im Kabellabor

Fester Bestandteil der Veranstaltung ist die Besichtigung des Kabellabors, das nicht nur die Industrievertreter beeindruckte. Die Vielzahl an Prüfständen und vor allem auch die innovativen Eigenentwicklungen, die in der kurzen Zeit von vier Jahren, in denen das Labor existiert, entstanden sind, beweisen, dass das Labor einen guten Grundstein für das Forschungsvorhaben gelegt hat. Die Neuerungen, ein Torsionsprüfstand und eine noch nicht ganz fertige Mehrfachrollenbiegeprüfeinrichtung, finden besondere Beachtung. Mit der Letzteren wird es möglich sein, die bisherigen Prüfzeiten um bis zu 70% zu reduzieren, erläutert Tobias Ehlenz. Die Innovationsfähigkeit und das Engagement sind Gründe, weshalb das Kabellabor der Hochschule Trier häufig als unabhängiges Prüflabor angefragt wird. Auch die Firma Lappkabel lädt die Hochschule und die Studierenden ein doch auch mal ihr Werk zu besichtigen.

Nach der Mittagspause erhielten die Studierenden einen interessanten Fachvortrag über die mechanischen Eigenschaften eines Kabels und deren Einflussmöglichkeiten im Fertigungsprozess, referiert durch Jörg Bör. Die Studierenden haben erfahren, wie sich welche Fertigungsparameter auf das fertige Produkt Kabel auswirken. Auch hier hat sich wieder herausgestellt, dass der Einfluss der meisten Fertigungsparameter auf die Lebensdauer bewegter Leitungen lediglich auf Erfahrungen beruhen und nicht näher erforscht sind.

### Vorstellung von Studierendenprojekten

Abschließend wurden zwei studentische Projekte, die im Kabellabor durchgeführt



Abb. 2: Professor Wittmann stellt sein Kabellabor vor

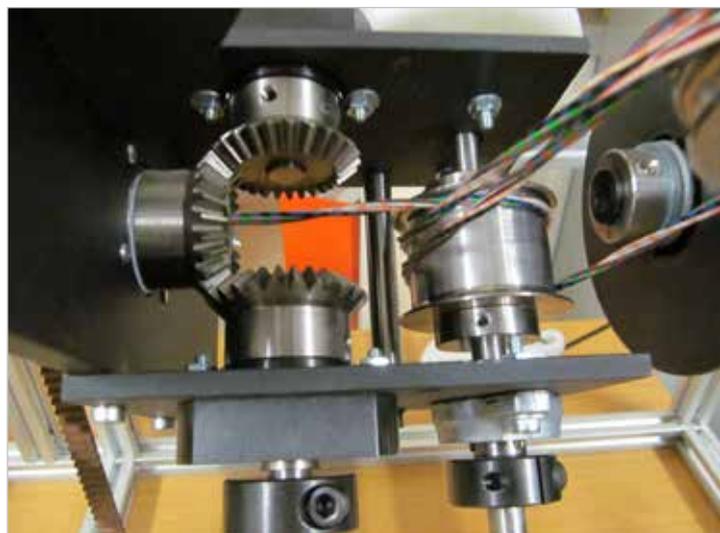


Abb. 3: Innovative Verseilungsanlage des Kabellabors

wurden, präsentiert. Zunächst ein Konstruktionsprojekt, das im Rahmen des Bachelorstudiums Maschinenbau von den drei Studierenden Tobias Brand, Sven Burger und Benjamin Altpeter realisiert wurde, bei dem eine Apparatur zur Untersuchung des Reibverschleißes von Kabelisolierungen konstruiert wurde. Als Zweites stellte Tobias Ehlenz den aktuellen Stand seiner Master-Thesis vor, bei welcher





# TEAMS WORK.

**Weil Erfolg nur im Miteinander entstehen kann.** Seit 2005 gehört die Ed. Züblin AG mehrheitlich zum Unternehmensverbund der österreichischen STRABAG SE. Zusammen sind wir ein europäischer Technologiekonzern für Baudienstleistungen und erstellen jährlich tausende Bauwerke weltweit, indem wir die richtigen Menschen, Baumaterialien und Maschinen zur richtigen Zeit am richtigen Ort versammeln. Ohne Teamarbeit – über geografische Grenzen und Bereiche hinweg – wäre dies nicht möglich. Werden Sie Teil unseres Teams!

Als Nr. 1 im deutschen Hoch- und Ingenieurbau bietet die Ed. Züblin AG ein umfassendes Leistungsspektrum und entwickelt im In- und Ausland maßgeschneiderte Lösungen für Bauvorhaben jeder Art und Größe. Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Für unsere Direktion Bayern/Systembau suchen wir kontinuierlich qualifizierte Unterstützung an unseren Standorten **Stuttgart, München, Regensburg, Nürnberg, Straubing, Bayreuth, Würzburg** sowie **deutschlandweit** und im europäischen Ausland.

- **Praktikanten/Praktikantinnen Technische Gebäudeausrüstung**
- **Technische Praktikanten/ Technische Praktikantinnen**
- **Praktikanten/Praktikantinnen Technisches Büro Planung**
- **Nachwuchs-Ingenieure/ Nachwuchs-Ingenieurinnen**

Bei Interesse senden Sie uns bitte Ihre vollständigen und aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen mit Angabe Ihres frühestmöglichen Eintrittstermins über das Onlineformular.



Weitere Details finden Sie auf [www.zueblin.de](http://www.zueblin.de) (Rubrik Karriere)

**Ed. Züblin AG**, Direktion Bayern/Systembau, Frau Jacqueline Klos, Albstadtweg 3, 70567 Stuttgart/Deutschland, Tel. +49 711 7883-373

er ein automatisiertes Messsystem entwickelt, das den Zustand eines Kabels während den Belastungstests aufzeichnet und Rückschlüsse auf den „Mechanischen Verschleiß“ der zu prüfenden Leitung ermöglicht. Hier betritt das Kabel Labor in zweifacher Sicht Neuland. Nicht nur, dass bisherige Prüfvorschriften und Literatur nahezu nichts über Versagensbeginn und Lebensdauer aussagen, es muss hier zusätzlich noch der Einstieg in die Messtechnik gestemmt werden, unterstützt von der Fachrichtung Elektrotechnik durch Prof. Dr. -Ing. Diewald.

Nach einer abschließenden Diskussionsrunde wurde die Veranstaltung mit durchaus positivem Fazit abgeschlossen. Die Studierenden konnten Ihre Kenntnisse über die „Kabelei“ vertiefen und waren sehr erfreut, dass sie bei der Veranstaltung mit dem Wissen aus der Vorlesung folgen und mitwirken konnten. Das durchweg positive Fazit der Industriegäste bestätigt, dass das vorgestellte Forschungsvorhaben, das Kabel als Maschinenelement zu etablieren durchaus sinnvoll ist. Allerdings stellten alle Workshop-Teilnehmer fest, dass die Komplexität der Fertigungsprozesse eines Kabels einerseits und andererseits die Vielfalt der Anwendungsfälle (Einbauort, Umgebungsbedingungen etc.) dieses Vorhaben zu einem sehr anspruchsvollen Forschungsthema machen.



**Prof. Dr. -Ing. Armin Wittmann**  
 FB Technik  
 FR Maschinenbau  
 Hochschule Trier,  
 Hauptcampus  
 T.: +49 651 8103 381  
 A.Wittmann@mb.hochschule-trier.de

## LaROS – Labor für angewandte Radartechnologie und optische Systeme

### Militärische Radarentwicklungen an der Hochschule Trier?

FB TECHNIK  
Prof. Dr. Andreas Diewald  
René Thull,  
Patrick Breundl,  
Tobias Bernarding

Die Radartechnik gehörte Jahrzehnte lang zu den militärisch dominierten Technologiebereichen in der Elektrotechnik. Dies lag zum einen in der Funktion begründet über eine große Reichweite feindliche (oder auch sog. kooperative) Objekte in Form von Flugzeugen, Schiffen und Fahrzeugen zu entdecken, ihren Abstand und die Geschwindigkeit zu messen und gegebenenfalls zu klassifizieren. Zum anderen war die militärische Dominanz maßgeblich durch die doch sehr aufwändige Technologie begründet, denn neben kostspieligen Labormessgeräten zur Entwicklung kamen noch sehr teure elektrotechnische Komponenten zum Einsatz, um gleichzeitig hohe Frequenzen und hohe Leistung auszusenden. Dies konnte sich in vergangenen Tagen nur das Militär leisten, was letztendlich zu solchen Kuriositäten führte, dass Personen wie z.B. Richard V. Snyder mit HF-Entwicklungen für nur einen Kunden (das US Militär) über Jahrzehnte mehrere Milliarden USD an Umsatz generierte (1).

Seit ca. 10 Jahren werden Radarsysteme zunehmend auch in Automobilen eingesetzt, um Funktionen wie „Abstandstemporegelmat“ oder auch „ToterWinkel-Überwachung“ ermöglichen zu können. Anfänglich aufgrund des Kostenfaktors nur in Fahrzeugen der Premiumklasse vorhanden, finden sich diese Sensoren nun mittlerweile in Mittelklassewagen und auch in Kleinfahrzeugen (z.B.: serienmäßig als 24 GHz AEB - Automatischer Notfallbremsassistent – im Skoda Fabia ab 2014). Jetzt muss man doch erwähnen, dass die Hochschule Trier nunmehr nicht gerade eine Vorzeigehochschule für hochfrequenztechnische Forschung und Lehre ist. Wurden bis Ende des letzten Jahrtausends noch von Prof. Roland Schneider und Prof. Jörg Steinle die Hochfrequenztechnik und Übertragungstechnik gelehrt und fanden auch noch viele Absolventen

eine Anstellung im öffentlichen Dienst bei der Telekom (vormals Deutsche Bundespost) in Trier, so sind diese Lehrgebiete seit 2000 bzw. 2005 gänzlich vom Curriculum der Studierenden verschwunden. Einzig Prof. Dr. Otfried Georg liest noch Vorlesungen wie „elektromagnetische Wellen“ und „Optische Nachrichtentechnik“.

Wie kann somit der Autor diese Fragestellung im Titel stellen? Die Radartechnik besteht natürlich nicht nur aus der Hochfrequenztechnik. Sie stellt einen wesentlichen technologischen Bestandteil der Radartechnik dar, aber vervollständigt diese nicht. Als zweites „Standbein“ kommt nun die (Radar-)Signalverarbeitung ins Spiel, die allerdings schon seit ca. 15 Jahren im Fachbereich abgedeckt wird. Prof. Dr. Elmar Seidenberg wechselte 2000 von der deutschen „Radarschmiede“ FGAN (heute Fraunhofer FHR) zur Hochschule Trier und unterrichtet neben „Mikroprozessortechnik“ und „Eingebettete Systeme“ Fächer wie „Stochastische Signalverarbeitung“, „Bild- und Mustererkennung“ und „klassische Nachrichtentechnik“, wichtige Grundlagen für die Radarsignalverarbeitung.

Zudem wurden seit April 2014 die hochfrequenztechnischen Aktivitäten im Fachbereich Technik wiederbelebt durch den Ruf des Autors auf die Nachfolge von Prof. Schindel. Innerhalb des letzten Jahres wurden die übergebliebenen Reste des HF-Labors zusammengetragen u. neu aufgebaut. Weiterhin wurde die HF Messtechnik über die Nikolaus-Koch-Stiftung durch einen vektorialen Netzwerkanalysator bis 40 GHz erweitert. Durch die stete Mithilfe der Mitarbeiter (namentlich Herr Stöß, Herr Berres, Herr Fox und Frau Frankreiter) konnte das Labor nun den Raum B206 zusammen mit dem Bauteilleger d. Elektrotechnik beziehen.

Zusätzlich haben der Autor, Prof. Dr. Seidenberg und Prof. Dr. Georg, das Labor für an-

gewandte Radartechnik und optische Systeme (kurz LaROS) im Fachbereich Technik gegründet ([www.hochschule-trier.de/go/laaros](http://www.hochschule-trier.de/go/laaros)). Somit sind sowohl forschungsseitig, als auch lehrseitig die Kompetenzen gebündelt, um den Studierenden einen Einstieg in das komplexe Thema der Radartechnik geben zu können. Die Eingangsfrage könnte nun durchaus mit „Ja“ beantwortet werden und der Leser wird zu Recht nun nach konkreten Ergebnissen des Labors fragen.

Seit dem September 2014 arbeitet eine 4-köpfige Studierendengruppe an einem komplexen „Multiple-Input-Multiple-Output“ (MIMO)-Radar im 24 GHz-Band namens HuMiSe. Der Humanitarian Microwave Sensor kann durch geschickte Signalverarbeitung aus einem orthogonalen Sende- und Empfangsantennenarray (siehe Bild 1) ein zweidimensionales Bild erzeugen, in dessen „Pixel“ (im Radarjargon „angle bins“) jeweils die Entfernung und auch die Geschwindigkeit, bzw. Mikrometerbewegung gemessen werden kann. Das MIMO Radar ist somit in der Lage kleinste

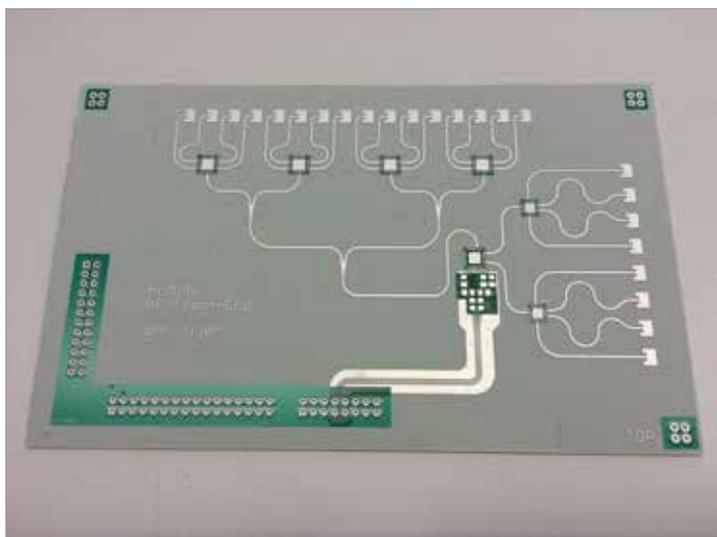


Abb. 1: PCB des HuMiSe HF-Frontends

Bewegungen wie zum Beispiel den seismokardiographischen Herzschlag auf der Körperoberfläche oder auch die Atembewegung des Brustkorbes von verschiedenen Personen an verschiedenen Positionen zu detektieren. Damit kann das MIMO Radar als Decken-Sensor eingesetzt werden, um eine Vielzahl von Personen gleichzeitig auf Herzschlag und Atmung zu überwachen. Dies würde sich unter anderem in Katastrophenszenarien (z.B. in Sammelstellen für Erdbebenopfer, etc.) sehr gut eignen. Der Sensor ist darüber hinaus auch für andere Einsatzmöglichkeiten (z.B.: Glasfrontenüberwachung auf Einbruch, etc.) verwendbar. Somit steht der Sensor auch als Experimentalradar der Hochschule zur Verfügung, um verschiedene Radarapplikationen verifizieren zu können.

Die Projektleitung in der HuMiSe-Entwicklung wurde von Herrn Rene Thull übernommen, der zugleich auf dem Entwurf der Basisbandbandelektronik seine Abschlussarbeit anfertigt (siehe Bild 2). Die Bestückung der Prototypen-Platinen (A-Sample) ist erfolgt, die Inbetriebnahme ist für Mitte März anvisiert.

Das HF-Frontend wurde in seiner Bachelorprojekt von Tobias Bernarding entwickelt, der das Design zudem noch durch eine Vollwellensimulationen (elektromagnetischer FEM-Löser) verifizierte. Herr Patrick Breundl entwickelte die Signalerfassung mittels Mikrocontroller und die Übertragung auf MATLAB-basiertes PC-System.

In den nächsten Schritten werden nun signalverarbeitungstechnische Algorithmen zur Vitaldatenmessung auf dem PC-System evaluiert, danach erfolgt die eingebettete Implementierung der Algorithmen in DSP- und Mikrocontrollersystemen, woraus sich im Anschluss ein weiterer Prototyp (B-Sample) entwickelt. Mit diesem Prototypen versucht das LaROS Partner aus der

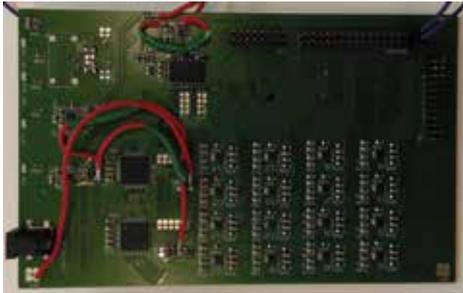


Abb. 2: PCB des HuMiSe Basisband-Backends

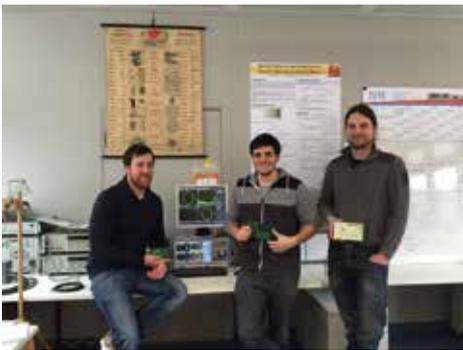


Abb. 3: HuMiSe-Team vor dem Rohde & Schwarz Netzwerkanalysator ZNB40 (Breundl, Thull und Diewald)

Industrie zu finden, die langfristig mit dem Labor kooperieren möchten. Somit ist ersichtlich, dass die Radarentwicklung an der Hochschule Trier alles andere, als militärisch motiviert ist, sondern indes humanitäre Absichten verfolgt.

Welches sind die kommenden Projekte? Natürlich stehen noch weitere Entwicklungen ins Haus:

Ein zukunftssträchtiges Projekt stellt der low-cost Deckensensor für Altersheime und die häusliche Pflege dar, um ältere Menschen auf Notfälle zu überwachen. Hier entwickelt derzeit der Masterstudent Christian Hammes eine breitkeulige Patchantenne, um von einer zentrierten Deckenposition die Raumecken besser ausleuchten zu können. Weiterhin soll auch ein Radar-Target Simulator entwickelt werden, der der Automobilindustrie endlich ein Benchmarking Tool

für die Radarsysteme der Zulieferer liefert bzw. auch ein Hardware-in-the-loop Testing ermöglicht. Der Masterstudent Fabian Schirmeister arbeitet derzeit in seiner Projektarbeit auf MIMO-Konzepte für Automobilradare. Im Bereich der Dopplersimulation wurden bereits zwei Beiträge in internationalen Konferenzen veröffentlicht (2)(3).

Entscheidend an der Struktur des LaROS ist, dass die Projektleitung aller Projekte maßgeblich in studentischer Hand liegen.

Weiterhin beabsichtigen das LaROS und das „Institut für Funkkommunikation und Navigation“ (iWiCoN) der Technischen Universität Kaiserslautern ab 2015 eng zu kooperieren. In dem Rahmen der Kooperation sollen gemeinsame Promotionsvorhaben auf dem Themengebiet der Radartechnik durchgeführt und gemeinsame öffentliche und industrielle Drittmittelprojekte akquiriert werden.

In der kurzen Zeit konnte das Team des LaROS (siehe Bild 3) nun schon einige Dinge auf den Weg bringen. Es gibt allerdings noch viel zu tun. Also, packen wir es an!

### Bibliography

1. Snyder, Richard V. Biography of Dr. Richard V. Snyder. [Online] <http://www.rsmicro.com/company-information/president>.
2. Doppler analysis and modeling of complex motions in layered media. Diewald, A. Rome : s.n., 2014. European Microwave Conference (EuMC) . pp. 1774-1777.
3. FDTD Method incorporating the Doppler Effect. Diewald, A. accepted for publication, Nuremberg : VDE, 2015. German Microwave Conference, GeMIC. p. tba



**Prof. Dr. Andreas Diewald**

FB Technik  
FR Elektrotechnik

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.:+49 651 8103 217  
diewald@hochschule-trier.de

## Entwicklung eines interaktiven Ausstellungsexponats zum Thema: Digitale Biologie – Morphologie vs. Genetik

FB INFORMATIK/GESTALTUNG

Prof. Daniel Gilgen

Prof. Dr.-Ing. Georg J. Schneider

René Biwer,

Adrian Damerow,

Jan Gessinger,

Julia Goerke,

Madita Kolles,

Christina Kraus,

Stefanie Krämer,

Natascha Lorig,

Sandy Panacek,

Yasmine Plein,

David Schuster

### ABSTRACT

Der Beitrag beschreibt die Konzeption, Gestaltung und Umsetzung eines interaktiven Exponats zum Thema „Digitale Biologie – Morphologie vs. Genetik“. Mit diesem Exponat (vgl. Abb. 1) sollen die Verwandtschaftsbeziehungen von Lebewesen ermittelt werden, wobei sowohl das Genom, als auch die Gestalt zur Ermittlung der Nähe der Verwandtschaft herangezogen werden soll. Erläutert werden die Vorteile der gezielten Benutzerführung, sowie die Bedeutung der physischen Interaktionsobjekte für die Behaltenswahrscheinlichkeit der spielerisch aufbereiteten wissenschaftlichen Inhalte. Das Exponat wurde speziell für die MS Wissenschaft, einem Ausstellungsschiff

der Initiative „Wissenschaft im Dialog“ entworfen und in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern und Studierenden der Hochschule Trier realisiert. Um auch eine jüngere Zielgruppe anzusprechen, gestalteten die Designer der Hochschule ein übersichtliches Spielkonzept, das auf einem Multi-Touch-Display durch physische Interaktion bedient wird. Dieser berührungsempfindliche Tisch-Computer reagiert auf Tierfiguren, die auf Sockeln montiert sind und im formalen Kontrast zur digitalen Darstellung stehen.

### EINLEITUNG

Mitte der sechziger Jahre führte die Entschlüsselung des genetischen Codes zu ei-



Abb. 1: Exponat in der Wanderausstellung (Foto: Ilja Händel, Wissenschaft im Dialog 2014)

ner Revolution in der Genetik. Seitdem sind Methoden entwickelt worden, die einen tieferen Einblick in die Evolution erlauben, da die Arten nun anhand ihrer genetischen Informationen betrachtet werden können. Weltweit existieren drei DNA-Sequenzdatenbanken (auch „Genbank“, „Genbibliothek“, u. A.), auf die auch die Wissenschaftler der an der Entwicklung des Exponats beteiligten Forschungsinstitute regelmäßig zurückgreifen und in die sie die Daten ihrer selbst ermittelten Gensequenzen einspeisen. In diesen Datenbanken sind Informationen zu über 400.000 Arten gespeichert. Will man zuverlässige Aussagen über Verwandtschaftsbeziehungen von Arten treffen, müssen jeweils die gleichen Abschnitte des Genoms verglichen werden. Genau das wurde bei dem Projekt „Digitale Biologie – Morphologie vs. Genetik“ berücksichtigt und umgesetzt. Ein entscheidender Vorteil der neuen Methoden ist, dass anders als bei der morphologisch begründeten Bestimmung von Tieren oder Pflanzen, keine vollständigen Exemplare benötigt werden. Die z. B. aus einem Spinnenbein ermittelte Gensequenz kann mit der Datenbank abgeglichen und so die Art zweifelsfrei identifiziert werden – wenn sie bereits in der Datenbank erfasst ist. Keine der beiden Methoden – auf morphologischen Merkmalen beruhende Bestimmung und genombasierte Arteinteilung – ist heute für sich allein sinnvoll. Dieser Aspekt wurde in der Auswahl der Arten und des Spielverlaufs berücksichtigt.

## GRUNDLAGEN

In diesem Kapitel werden die theoretischen Grundlagen beschrieben, welche die Leitlinien unserer Implementierung darstellen.

### DIGITAL GAME-BASED LEARNING

Der Begriff Game-based Learning wird in Prensky (2001) geprägt. Hier wird darauf hingewiesen, dass Lernen sehr stark von einem spielerischen Vorgehen profitieren kann. Neben dem demographischen Wandel, durch den immer mehr „Digital Natives“ zu unserer Gesellschaft gehören, die mit digitalen Spielen aufgewachsen sind, ist der natürliche Umgang und sogar die Erwartung an die Vermittlung von Wissen durch multimediale Anwendungen gestiegen. Durch die spielerische Herangehensweise können Motivation und Interaktion mit dem zu lernenden Gegenstand erhöht werden. Breuer (2011) führt weiter die Ähnlichkeiten von Lern- und Spielprozessen aus. Er weist auch auf die Kommunikation zwischen Spielern hin, die einer Lerngruppe ähneln und die weitere positive Effekte auf den Lernprozess haben. Als Merkmale digitaler Spiele arbeitet er die folgenden Kriterien heraus: Interaktivität, Multimedialität, Involvement, Herausforderung Belohnung und soziales Erleb-

nis. Diese Kriterien sind bei der Umsetzung der Installation „Digitale Biologie – Morphologie vs. Genetik“ eingeflossen, um den Lerneffekt, der insbesondere im Bereich der DNA-Analyse äußerst abstrakten Thematik, auf spielerische Weise zu vermitteln.

### HANDLUNGSORIENTIERTES LERNEN

In Koch und Selka (1991) wird das Prinzip des „Handlungsorientierten Lernens“ vorgestellt. Diese Vorgehensweise, die ursprünglich für praxisorientiertes Lernen in der beruflichen Bildung gedacht ist, zeigt, dass „Zweck-Mittel-Handlungen“, die bei dieser Methode im Vordergrund stehen, die kognitive Repräsentation von Handlungsschritten unterstützen und in Kombination mit der Handlungsausführung zu einem positiven Effekt führen (vgl. Reich, 2014). Die zu durchlaufenden Schritte sind dabei Information sichten und beschaffen, Planung der Vorgehensweise, Entscheidung über die Vorgehensweise, Ausführung, Kontrolle des Arbeitsergebnisses, Auswertung/Reflexion. Ziel der Methode ist die Förderung der Selbstständigkeit. Die „Spielregeln“ zur Ermittlung der Verwandtschaftsbeziehungen wurden unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Prinzipien erstellt.

### SPIELVERLAUF UND HANDLUNGSGESTALTUNG

Die Arten, von denen die Verwandtschaftsbeziehungen ermittelt werden sollen, werden durch plastische Figuren, die auf frei beweglichen Sockeln montiert sind, repräsentiert (vgl. Abb. 1). Die beweglichen Tierfiguren sollen zuerst entsprechend der aufgrund ihrer äußeren Merkmale (Morphologie) vermuteten Verwandtschaft zueinander geordnet werden. Anschließend erhalten die Spieler die Möglichkeit, eine simulierte „Genanalyse“ durchzuführen, deren Ergebnis mit der digital gespeicherten

Erbinformation der Arten abzugleichen ist. Mit diesen zusätzlichen Informationen sollen sie ihre Anordnung überprüfen. Sie führen also die Ergebnisse der ‚analogen‘ Morphologie und der digital gespeicherten Erbinformationen zusammen. Das Ziel des Spiels ist erreicht, wenn alle Figuren richtig platziert sind. Den Spielern soll so nahe gebracht werden, dass man Verwandtschaft und Abstammung von Lebewesen am besten durch Kombination verschiedener Untersuchungsansätze erforschen kann. Das Exponat „Digitale Biologie – Morphologie vs. Genetik“ zeigt exemplarisch die Weiterentwicklung einer wissenschaftlichen Methode durch den digitalen

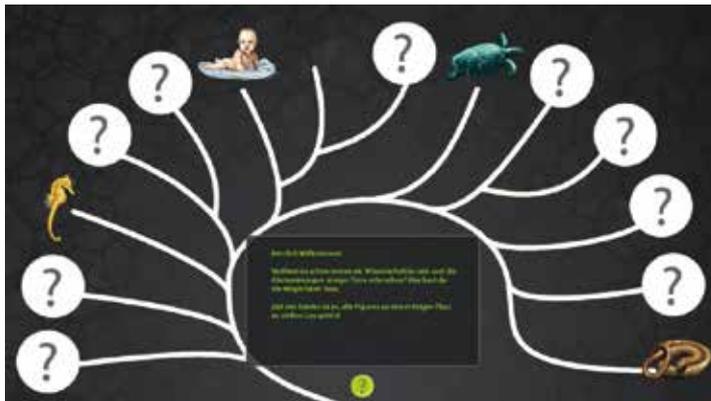


Abb. 2: Startbildschirm mit Kladogramm

Fortschritt. Neben der Interaktion mit diesen Objekten kann der Benutzer oder die Benutzerin auch durch Berühren des Touchscreens den Spielablauf beeinflussen. Hierzu erscheinen auf dem Bildschirm entsprechende Grafiken, sowie schriftliche Aufforderungen.

1. Der Benutzer wird begrüßt und animiert die Arten, entsprechend ihrem Aussehen (Morphologie), in einen Stammbaum zu sortieren (vgl. Abb. 2). Ein paar Arten sind vorgegeben, um den Anfang zu erleichtern. Dies sind: Seepferdchen, Mensch, Karettschildkröte und Blindschleiche. Die Aufgabe ist ohne gute Vorkenntnisse nicht spontan zu lösen. Folgende Verwandtschaften (Nähe im Stammbaum) werden auf Grund ihres Aussehens vermutlich falsch gesetzt: Salamander zu Eidechse, Regenwurm zu Blindschleiche oder Blindwühle, Schwertwal zu Hai. 2. Die gesetzten Objekte werden überprüft. Der Benutzer bekommt ein Feedback welche am richtigen und welche am falschen Platz im Stammbaum stehen, indem die korrekt platzierten Figuren mit einem grünen Kreis und die falsch platzierten Figuren mit einem roten Kreis gekennzeichnet werden.

Aber der Benutzer erhält noch keine Auflösung der korrekten Verwandtschaftsbeziehung. 3. Der Benutzer erhält die Aufforderung, die Arten zu scannen, indem er auf das entsprechende Feld drückt. Eine kurze Animation zeigt eine schnelle Kamerafahrt durch die Haut eines vorbeischwimmenden Hais bis zur DNA, die sich zur Analyse öffnet. Die farbigen Markierungen entsprechen im Folgenden der Genomdarstellung als Balkendiagramm. 4. Durch Aktivieren einer Art (Antippen auf dem Touchscreen) werden in den Sequenz-Bildern bei allen anderen gescannten Arten die gemeinsamen Stellen farbig markiert. Hieraus soll der Benutzer die Erkenntnis gewinnen, dass je mehr farbige Markierungen, also gemeinsame Gene, vorliegen, desto wahrscheinlicher eine enge Verwandtschaft ist. 5. Entsprechend der »Genom-Analyse«, also dem Ermitteln an genetischer Ähnlichkeit, soll nun der Stammbaum erneut besetzt, bzw. korrigiert werden. 6. Die Ordnung im Stammbaum wird überprüft und das (richtige) Ergebnis angezeigt. Hierbei soll die Erkenntnis gewonnen werden, dass neben dem Sortieren nach äußeren (morphologischen) Merkmalen die Analyse des Genoms wichtige zusätzliche Informationen liefert. Nach und nach wird das Genom von immer weiteren Arten (analysiert und) digitalisiert. 7. Zum Abschluss wird der Benutzer gelobt oder zur erneuten Korrektur aufgefordert. Da die Interaktionsobjekte nach erfolgreicher Durchführung an der richtigen Stelle auf dem Stammbaum stehen, wird der Benutzer aufgefordert, diese wieder auf die leuchtenden Flächen am Bildschirmrand zu stellen.

#### TANGIBLE USER INTERFACE

Die Gestaltung der haptischen Interaktions-Objekte verzichtet auf einen zusätzlichen Schutz der Tierplastiken. Entwurfs-

varianten sahen ursprünglich ein Schutzglas vor, um hiermit die Konnotationen zum klassischen Naturkundemuseum zu stärken. Final wurden die unterschiedlichen Tierfiguren auf einheitlichen Kunststoffsockeln montiert, die sich nur in der Befestigungshöhe der Figuren unterschieden, um ein einheitlicheres Bild zu erzeugen (vgl. Abb. 1). Beobachtet wurde, dass besonders die großen Plastiken wie der Hai oder die Kuh direkt an der Figur und nicht am Sockel gegriffen wurden. Dies belegen auch die Abnutzungsspuren an den Figuren. Ein entsprechender Ersatz wurde eingeplant, obwohl einige der verwendeten Tierfiguren speziell von einer Präparatorin handgearbeitet wurden. Das Berühren der unterschiedlichen Objekte bedeutet für das Erleben der Interaktion einen entscheidenden Mehrwert. Die Aktivierung mehrerer Sinneseindrücke und Lernkanäle erhöht die Behaltenswahrscheinlichkeit (vgl. Werneck, 1986) erheblich.

### TECHNISCHE REALISIERUNG

Als technische Grundlagen zur Gestaltung der interaktiven Anwendung wurden verschiedene Technologien benutzt. Beim interaktiven Tisch handelt es sich um ein Samsung SUR 40 Multitouch Display mit Objekterkennung. Dies ist ein 40 Zoll Display mit LED Backlight, Full-HD-Auflösung und integriertem Microsoft 7 PC, sowie vorinstalliertem .NET Framework 4.0 und Microsoft XNA Framework zur Programmierung. Der Tisch verfügt weiterhin über die Microsoft PixelSense Technologie. Hierbei werden innerhalb der Bildpunkte des Displays Infrarot Sensoren verbaut. Wird die Oberfläche des Displays berührt, können die Reflexionen erkannt und ausgewertet werden. Somit können bis zu 50 Berührungen gleichzeitig erkannt werden. Es können aber auch spezielle Marker erkannt werden. Diese Marker wurden unter die Sockel der Interaktionselemente, in unserem Fall der Tierfiguren, geklebt, welche somit eindeutig identifiziert werden können. Weiterhin kann auch deren Position und Ausrichtung auf dem Display erkannt werden. Insgesamt können 256 verschiedene Marker erzeugt und somit ebenso viele unterschiedliche Interaktionselemente unterschieden werden.

Animationen und Informationsboxen konnten problemlos auf dem Display dargestellt werden.

Zusätzlich zu der interaktiven Tischanwendung sollte eine weitere Feedbackmöglichkeit für die Benutzer mittels LEDs geschaffen werden, die in den Rahmen des Tisches integriert sind. Die LEDs sollten den Benutzer auf spezielle Zustände der Anwendung aufmerksam machen. So sollten die Sockel der Tierfiguren beim Start des Spieles leuchten, bis alle Tiermodelle auf das Display gestellt wurden. Außerdem sollten die Stellflächen der Tierfiguren neben dem

Tisch nach erfolgreicher Beendigung des Spiels leuchten, um den Benutzer dazu zu animieren, die Figuren wieder auf die Ausgangspositionen neben dem Spielfeld zu stellen. Dies wurde mit Hilfe von LED Matten realisiert, welche unter den runden Startpositionen der Tierfiguren neben dem Tisch (vgl. Abb. 1, weiße Kreise im grünen Rand neben dem Display) verbaut wurden. Die Matten wurden mit Hilfe eines Arduino Boards angesteuert. Die ausgezeichneten Spielstände, zu denen die Matten leuchten sollten, wurden über eine serielle Kabelverbindung von dem Tisch-PC an das Arduino Board übermittelt.

### AUSBLICK

Ein in der Hochschule durchgeführter Test, als auch die Befragung und Beobachtung von Benutzern in der Ausstellung hat gezeigt, dass der erfolgreiche Spielverlauf deutlich vom Vorwissen der Benutzer abhängt. Wünschenswert wäre entsprechend die Abfrage des biologischen Vorwissens oder die adaptive Anpassung der Aufgaben entsprechend dem Spielverlauf. Für die Umsetzung bedeutet dies umfangreiche Untersuchungen mit unterschiedlichen Zielgruppen und einen entsprechenden Mehraufwand. Da es sich bei dem Ausstellungsformat um eine Wanderausstellung handelte, stand keine dauerhafte Netzwerkanbindung zur Verfügung. Die Abfrage einer Emailadresse über das Exponat hätte sonst für das Zusenden weiterer Informationen genutzt werden können.

### KOOPERATION

Durch die Zusammenarbeit mit Biologen des LOEWE Biodiversität und Klima Forschungszentrum (BiK-F) und der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, hatten die Studierenden der Hochschule Trier aus dem Fachbereich Gestaltung, Intermedia Design und der Informatik die Möglichkeit ein wissenschaftlich fundiertes interaktives Exponat zu entwickeln. Zusätzlich wurde die Realisierung von dem Zoologischen Forschungsmuseum Alexander Koenig unterstützt. Das Ausstellungsschiff „MS Wissenschaft“, welches jedes Jahr im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung mit einer Ausstellung zum großen Thema des jeweiligen Wissenschaftsjahres auf Tour geschickt wird, hat im Sommer 2014 in 38 Städten in Deutschland und Österreich angelegt. Nach 127 Ausstellungstagen in knapp fünf Monaten wurden insgesamt 90.000 Besucher, darunter 480 Schulklassen, an Bord empfangen (vgl. BMBF 2014).

### LITERATUR

- Breuer, J. (2011): Spielend lernen? Eine Bestandsaufnahme zum (Digital) Game-Based Learning. In: LfM-Dokumentation, Band 41, Landesanstalt für Medien NRW.
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung: <http://www.ms-wissenschaft.de/> (04.11.2014).
- Koch, J., Selka, R. (1991): Leittexte, ein Weg zu selbständigem Lernen. W. Bertelsmann. Prensky, M. (2001): Digital Game-Based Learning. McGraw-Hill.
- Reich, K.: Methodenpool. <http://methodenpool.uni-koeln.de> (04.11.2014).
- Werneck, T., Heidack, C. (1986): Gedächtnistraining. Heyne.



**Prof. Daniel Gilgen**

FB Gestaltung  
FR Intermedia Design

Hochschule Trier,  
Gestaltungscampus

T.: +49 651 8103 131  
[d.gilgen@hochschule-trier.de](mailto:d.gilgen@hochschule-trier.de)



**Prof. Dr.-Ing. Georg J. Schneider**

FB Informatik  
FR Informatik

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 580  
[g.schneider@hochschule-trier.de](mailto:g.schneider@hochschule-trier.de)

## Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung

FB BLV

Prof. Dr.-Ing. Joachim Sartor

### 1. Einleitung und Projektkonzeption

Grundidee des Projekts ist die Einhaltung der natürlichen Wasserbilanz in Siedlungsgebieten, um die weithin bekannten Nachteile durch Flächenversiegelung zu vermeiden. Dies sind im Regelfall:

- verringerte Grundwasserneubildung
- Verschärfung der Hoch- und Niedrigwasserabflüsse im Gewässer sowie
- Änderungen im Kleinklima (geringere Verdunstung, Erwärmung und Staubbildung).

Zur Einhaltung bzw. zur weitgehenden Annäherung an die natürliche Wasserbilanz werden als Ergänzung oder Alternative zu Ableitung und technischem Rückhalt zunehmend Konzepte der sogenannten naturnahen Regenwasserbewirtschaftung in Baugebieten gefordert. Diese können folgende Maßnahmen (bzw. -kombinationen) umfassen

- Entsiegelung
- Versickerung
- Dachbegrünung
- Dacheinstau
- Regenwassernutzung.

Hinsichtlich dieser Einzelmaßnahmen beschränkt man sich in der Praxis derzeit aber weitgehend auf die Umsetzung von Versickerungsmaßnahmen. Dies hat vor allem wirtschaftliche Gründe, da die so „abgekoppelten“ Flächen bei der hydraulischen Bemessung von Kanalisationsanlagen nicht in Rechnung gestellt werden müssen. Wie in Sartor (2002) näher beschrieben, lässt sich mittels einfacher Bilanzrechnungen zeigen, dass aufgrund der weitgehend entfallenden Verdunstungskomponente durch solche reinen Versickerungsmaßnahmen im Jahresmittel dem Untergrund (je nach Flächen-

2- und 7-fachen der natürlichen Mengen zugeführt wird. Es gibt Beispiele ausgeführter Versickerungsanlagen die funktionieren und solche, die es aus dem genannten oder anderen Gründen (z.B. Bodenverdichtung während des Baus) nicht tun. Im Versagensfall können die direkt spürbaren Folgen für die An- und Unterlieger von allgemeiner Bodenvernässung bis zu Hangrutschungen reichen.

Die Komponenten einer Regenwasserbewirtschaftung, die auf eine Einhaltung der natürlichen Wasserbilanz abzielt, wurden vom Verfasser von September 1997 bis Ende 2012 in einem relativ aufwendigen Messprogramm untersucht. Gemäß Abb. 1 besteht die Anlage (Einfamilienhaus) aus Regenwassernutzung und Gründach, deren Überläufe einer Versickerungsanlage (Mulden-Rigolen-System) zugeführt werden. Beispielsweise durch die Umlenkung

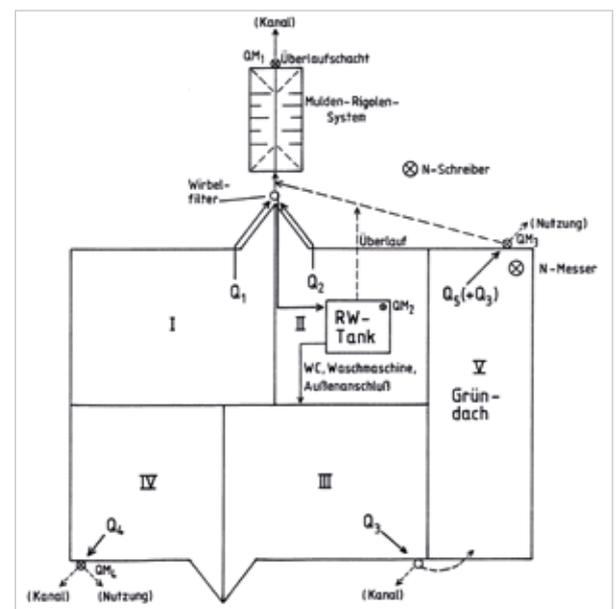


Abb. 1: Anlagenprinzip mit Messanordnung (I bis IV: Steildachflächen; Mulden-Rigolen-System: Versickerungsanlage;  $Q_{M_1}$  bis  $Q_{M_5}$ : Messstellen Abflussvolumen)



Abb. 2: Gründach am 20.02.99 nach rund 8 mm Niederschlag in ca. 3 Stunden (rechts im Bild der Zufluss vom Steildach)



Abb. 3: Versickerungsmulde

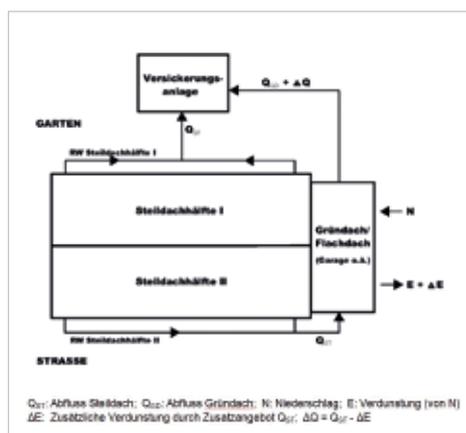


Abb. 4: Anschluss des Regenwasserabflusses der zur Straße gewandten Steildachhälfte II eines Einzelhauses an eine rückwärtige Versickerungsanlage über ein seitliches Gründach

von Steildachabflüssen auf das Gründach waren verschiedene Versuchsanordnungen möglich. Sowohl Niederschlag ( $N$ ) wie auch Abflüsse ( $Q$ ) wurden an mehreren Schnittstellen messtechnisch erfasst.

Seit 2014 erfolgt eine Zusammenarbeit mit der italienischen Partneruniversität Salerno, da in Italien noch wenige Erfahrungen zu dieser Problematik vorliegen. Aufgrund spektakulärer Starkregenereignisse besteht dort hierzu jedoch ein großer Bedarf.

## 2. Detailuntersuchungen

Ein praktisches Problem bei den eingangs erwähnten Abkopplungsmaßnahmen in Bestandsgebieten liegt oft darin, dass zwar die von der Straße abgewandten Dachteile (Steildachhälfte I gemäß Abb. 4) höhenmäßig an Versickerungsvorrichtungen in rückwärtig gelegenen Gärten oder sonstigen Grünflächen anschließbar sind. Dagegen ist es häufig schwierig, das auf den zur Straßenseite geneigten Dachteilen anfallende Regenwasser mit vertretbarem Aufwand solchen Versickerungsanlagen zuzuführen. Handelt es sich um Ein- oder Zweifamilienhäuser mit seitlichem Anbau einer Garage oder eines Carports, die mit einem Flachdach ausgestattet sind, so bietet sich die Möglichkeit, das Regenwasser des Steildachs über solch ein i.d.R. tiefer gelegenes Flachdach auf die Gebäuderückseite und damit einer Versickerung zuzuführen. In diesem Fall bietet sich dann ganz besonders die Ausbildung des Flachdachs als Gründach an, womit sich u.a. der Vorteil einer teilweisen Regenwasserverdunstung und damit einer Annäherung an die natürliche Wasserbilanz ergibt. Für die Bemessung der Versickerungsanlage stellt sich unter solchen Bedingungen dann die Frage, inwieweit eine Reduktion des von den zusätzlichen Steildachflächen stammenden Regenwassers ( $Q_{ST}$  bzw.  $\Delta Q$  gemäß Abb. 4) durch Verdunstung ( $\Delta E$ ) auf dem Gründach in Rechnung gestellt werden kann.

## 3. Kooperation mit der Universität Salerno

Aufbauend auf den Erkenntnissen und den zugehörigen Softwareentwicklungen aus u.a. den Abschlussarbeiten Gottesch&Zimmer (2002), Nilles (2003), Wendling (2010) und Stürmer (2012), die mittels der vorhandenen Datenreihen gewonnen wurden, erfolgt seit 2014 die eingangs erwähnte Zusammenarbeit mit der italienischen Universität Salerno. Diese konzentriert sich auf die potentielle Abflussreduzierung bei Starkregenereignissen durch die Umwandlung vorhandener Dachflächen in Gründächer. Details und erste Ergebnisse finden sich in Mobilia et al (2014).

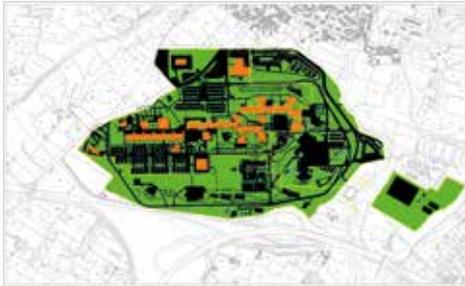


Abb. 5: Undurchlässige Flächen (in schwarz), durchlässige Flächen (in grün) und potentielle Gründächer (in orange) des Campus der Universität Salerno

#### 4. Literatur

Gottesch, G.; Zimmer, M: Bewertungskriterien für Konzepte der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. (Unveröffentlichte) Diplomarbeit an der Fachhochschule Trier, 2002

Mobilia, M.; Longobardi, A.; Sartor, J.: Impact of green roofs on stormwater runoff coefficients in a Mediterranean urban environment. Beitrag zur Konferenz USCUDAR'14, Florenz, 2014

Nilles, S.: Aspekte der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. (Unveröffentlichte) Diplomarbeit an der Fachhochschule Trier, 2003

Sartor, J.: Ist die Regenwasserversickerung von bebauten Flächen wirklich naturnah? Wasser und Abfall, Heft 7-8, 2002

Stürmer, C.: Regenwasserbewirtschaftung zur Entlastung der Kanalisation. (Unveröffentlichte) Master-Thesis an der Fachhochschule Trier, 2012

Wendling, D.: Kombination von Gründach und Versickerung bei der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung. (Unveröffentlichte) Bachelor-Thesis an der Fachhochschule Trier, 2010



**Prof. Dr.-Ing. Joachim Sartor**  
FB BLV  
FR Bauingenieurwesen

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 231  
J.Sartor@Hochschule-Trier.de

# BETAM

Die **BETAM Infrastructure GmbH Verkehrswegebau** ist überregionaler Komplettanbieter für komplexe Projekte im Verkehrswegebau mit hoher Fertigungstiefe. Zu unserem Kompetenzangebot gehören Bundesfernstraßen, Verkehrsflächen auf Flughäfen, Park- und Abstellflächen, Erdbau, Deponiebau und Bahnbau.

Als ein leistungsstarkes Unternehmen brauchen wir leistungsstarke Mitarbeiter. Deshalb suchen wir

## eine/n Hochschulabsolventen/-in der Studienrichtung Bauingenieurwesen

Sie unterstützen die Projekt- und Bauleitung vor Ort bei der Abwicklung:

- Abwicklung komplexer Infrastrukturprojekte
- Kontrolle von Qualität, Terminen und Kosten
- Steuerung und Koordination der Nachunternehmer

Wir setzen voraus:

- Erfolgreich abgeschlossenes Studium des Bauingenieurwesens
- Vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet Verkehrswegebau/ Verkehrswesen und Infrastruktur
- Idealerweise erste praktische Erfahrungen in der Bauleitung
- Kommunikationsfähigkeit, hohe Motivation, Einsatzbereitschaft und Durchsetzungsvermögen

Wir bieten:

- Perspektive Oberbauleitung/ Projektleitung
- Raum für Ideen und Verbesserungsvorschläge
- Unbefristete Einstellung
- Interne und externe Weiterbildungsmaßnahmen

Wenn Sie Interesse an einer verantwortungsvollen, abwechslungsreichen Tätigkeit in einem erfolgreichen Unternehmen haben, dann bewerben Sie sich am besten noch heute, schriftlich oder per E-Mail.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann senden Sie bitte Ihre vollständigen und aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen mit Angabe Ihres frühestmöglichen Eintrittstermins und Ihrer Gehaltsvorstellung an:

### **BETAM Infrastructure GmbH Verkehrswegebau**

Herrn Christoph Maska • Wasserstraße 223 • 44799 Bochum  
Telefon +49 234 36 91 69 0 • Telefax +49 234 36 91 69 80  
E-Mail christoph.maska@betam.de • Internet www.betam.de

## Ein nichtinvasives Untersuchungsverfahren zur Früherkennung von Stimmlippenkarzinomen

FB INFORMATIK  
Prof. Dr.-Ing. Jörg Lohscheller  
Dipl. Inf. Jakob Unger

Bei einem der sieben weltweit am häufigsten auftretenden Krebsarten handelt es sich um bösartige (maligne) Neubildungen, welche sich im oberen Aerodigestivtrakt manifestieren [1]. Annähernd zwei Drittel dieser Krebsgeschwüre betreffen die Stimmlippen im Kehlkopf, wobei es sich dabei vorwiegend um Plattenepithelkarzinome handelt [2]. Bei der überwiegenden Zahl der Patienten, die frühzeitig mit Kehlkopfkrebs diagnostiziert wurden, kann eine Funktionsbeeinträchtigung des Kehlkopfes durch das rechtzeitige Einleiten einer Behandlung vermieden werden. Eine der großen Herausforderungen bei der endoskopischen Untersuchung des Kehlkopfes liegt folglich in der frühzeitigen Identifizierung/Differenzierung prämaligener und maligner Veränderungen, die bei einer visuell durchgeführten Endoskopie des Kehlkopfes jedoch teilweise nur schwer zu erreichen ist.

Da sich maligne Neubildungen unter anderem durch eine ausgeprägte Infiltration von tiefer liegendem Gewebe auszeichnen, wird

der Schwingungsprozess der Stimmlippen bei der Produktion eines Stimmsignales nachhaltig gestört. In einem Forschungsprojekt mit der Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde des Universitätsklinikums München, welches im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projektes LO1413/2-2 durchgeführt werden konnte, wurde in einer Pilotstudie ein Verfahren zu Früherkennung derartiger maligner Veränderungen entwickelt [3]. Dazu wurden während der Produktion eines gehaltenen Vokals endoskopische Hochgeschwindigkeits-(HG) Videoaufnahmen der Stimmlippen-schwingungen von einem Kollektiv von 30 weiblichen Probanden (10 Gesunde, 10 prämaligene und 10 maligne Veränderungen) aufgezeichnet. Aus insgesamt 15.000 HG-Einzelbildern wurden die sich bewegendenden Stimmlippenkanten mittels einer speziell dafür entwickelten Bildverarbeitung extrahiert und in einem ersten Schritt mittels sogenannter Phonovibrogramme (PVG) zur

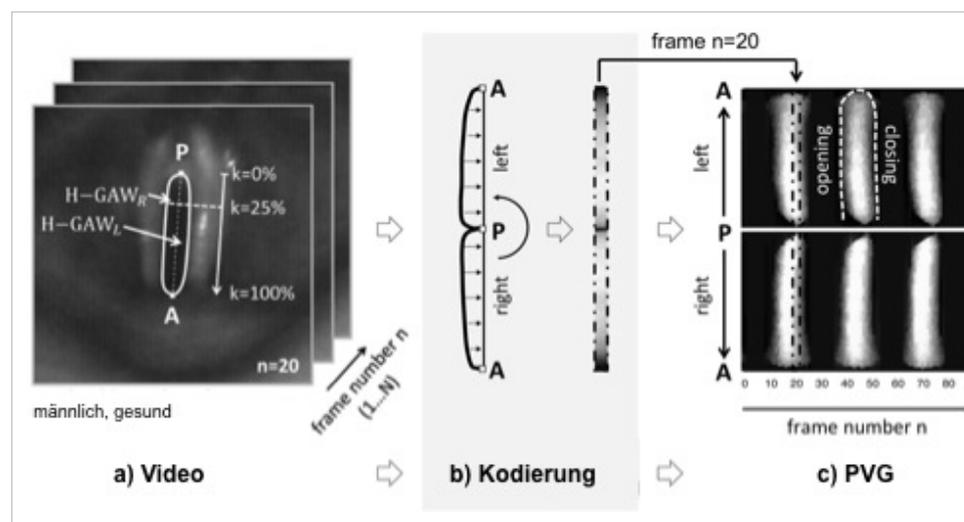


Abb. 1: Analyse endoskopischer Hochgeschwindigkeits-(HG) Videoaufnahmen zur Generierung von Phonovibrogrammen. a) Segmentierte Stimmlippenkanten in einem HG-Standbild. b) Grauwertkodierung der Segmentierungsergebnisse. c) Das aus 90 HG-Einzelbildern erzeugte Phonovibrogramm (PVG) visualisiert 3 aufeinanderfolgende Schwingungszyklen.

weiteren Datenanalyse kodiert (visualisiert). Der Prozess der Segmentierung und PVG-Erzeugung ist in Abbildung 1 gezeigt. In Abhängigkeit der Schwingungsmuster der Stimmlippen treten im PVG charakteristische geometrische Muster auf (Abbildung 2, links). Mit Hilfe eines von Unger et al. [4] entwickelten wavelet-basierten Analyseverfahrens konnten aus den Phonovibrogrammen klinisch aussagekräftige Merkmale extrahiert werden (Abbildung 2), welche eine präzise Quantifizierung der Schwingungsmuster und der auftretenden lateralen Schwingungsasymmetrien ermöglichen. Durch Trainieren eines computergestützten Klassifikationssystems konnten so die prä-malignen und malignen Fälle mit einer Sensitivität und Spezifität von 100% korrekt identifiziert werden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird an der Konzeptionierung einer umfassenderen Studie gearbeitet, um die Performance des Systems auf einer breiteren Datenbasis zu validieren.

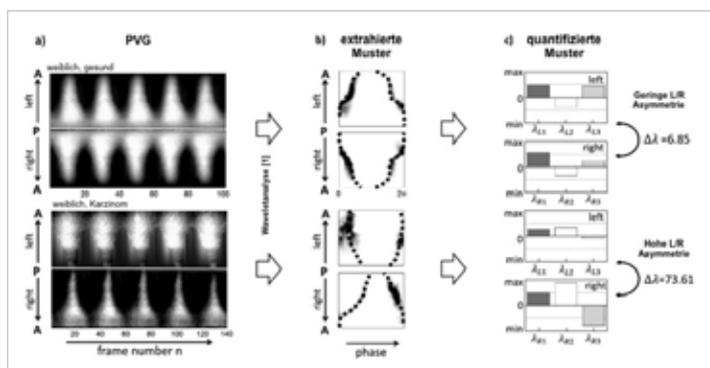


Abb. 2: Quantifizierung der lateralen (links/rechts) Schwingungsasymmetrie mittels Phonovibrogrammen (PVG) anhand zweier Fallbeispiele (oben: gesund, unten: Karzinom). a) PVG-Visualisierung von fünf Schwingungszyklen. b) Extraktion der dominanten Muster mittels eines von Unger et al. entwickelten Verfahrens [4]. c) Quantifizierung der lateralen Asymmetrie für den gesunden ( $\Delta\lambda = 6.85$ ) und pathologischen Fall ( $\Delta\lambda = 73.61$ ).

### Literatur:

- [1] Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int J Cancer*. 2010 Dec 15;127(12):2893-917.
- [2] Schultz P. Vocal fold cancer. *Eur Ann Otolrhinolaryngol Head Neck Dis* 2011;128:301-308.
- [3] Unger J, Lohscheller J, Reiter M, Eder K, Betz CS, Schuster M. A noninvasive procedure for early-stage discrimination of malignant and precancerous vocal fold lesions based on laryngeal dynamics analysis. *Cancer Res*. 2015 Jan 1;75(1):31-9.
- [4] Unger J, Hecker DJ, Kunduk M, Schuster M, Schick B, Lohscheller J. Quantifying spatiotemporal properties of vocal fold dynamics based on a multiscale analysis of phonovibrograms. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014 Sep;61(9):2422-33.



**Prof. Dr.-Ing. Jörg Lohscheller**

FB Informatik  
FR Medizininformatik

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 578  
J.Lohscheller@hochschule-trier.com

## Entwicklung einer neuen Vertriebsstrategie

### Kooperation zwischen dem impuls Consulting Trier e.V., dem Fachbereich Wirtschaft und der WITTE Automotive Bitburg GmbH

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. Udo Burchard  
Daniel Dorawa, M.Sc  
Roman Kautz  
Roman Dino B.Sc.

Seit fünf Jahren sind die studentischen Unternehmensberater des impuls Consulting Trier e.V. erfolgreich an der Hochschule aktiv. Zahlreiche Projekte konnten zusammen mit Studierenden der Hochschule und Universität Trier, unterstützt durch KuratorInnen, durchgeführt werden.

#### Die studentische Unternehmensberatung an der Hochschule Trier:

Der Verein wurde 2010 von drei Bachelor-Studenten des Fachbereiches Wirtschaft zusammen mit den beiden Gründungsinitiatoren - Prof. Dr. Udo Burchard und Prof. Dr. Constanze Chwallek - ins Leben gerufen. Die Idee hinter der Gründung an der Hochschule (damals noch Fachhochschule) Trier war es, den Studierenden bereits während der theorie-lastigen Hochschulausbildung die Gelegenheit zu bieten, praktische Erfahrungen zu sammeln und erste Kontakte in der Arbeitswelt zu knüpfen. Vom Projektstart „studentische Unternehmensberatung“ bis heute ist es dem Verein gelungen, eine feste Kundenbasis zu etablieren, engagierte Studierende zu rekrutieren, diese in Projekte einzubinden und Lehrbeauftragte als Kuratoren zu gewinnen. Dieses Netzwerk gewährleistet eine Beratung entlang der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse. Die Auswahl der studentischen Berater ist dabei nicht auf die Hochschule Trier mit Ihren Standorten und Fachbereichen

limitiert, sondern es konnten ebenso Projektmitarbeiter der Universität Trier eingebunden werden.

Ein bewährter Projektpartner ist der Fachbereich Wirtschaft, vertreten durch den Dekan und Kurator Prof. Dr. Udo Burchard. Fragestellungen aus den Bereichen Marketing und Vertrieb, Personalmanagement, Controlling sowie Projekte aus dem IT- und Medienbereichen bilden die Basis des Leistungsangebotes. Der impuls Consulting Trier e.V. entwickelt diese Kompetenzen und die Vereinsstruktur stetig weiter und fördert die interdisziplinäre Zusammenarbeit innerhalb der studentischen Projektgruppen aus verschiedenen Fachbereichen. Prof. Dr. Udo Burchard: „In vielen Projekten sind wir als Berater oder Begleiter für die Wirtschaftsunternehmen interessant, weil wir auf ein breites Spektrum an Know-How aus unterschiedlichen Disziplinen zurückgreifen und dieses sofort in die Projektarbeit einbringen können.“

#### Das Unternehmen: WITTE Bitburg GmbH

2014 bis heute findet eine Zusammenarbeit zwischen dem impuls Consulting Trier e.V. und der WITTE Bitburg GmbH statt, in welcher Prof. Dr. Udo Burchard als Kurator und externer Berater mitwirkt: „Witte Bitburg ist ein hoch interessantes, regionales mittelständische Unternehmen mit erheblichem Potenzial und besonderem Know-How in der Spritzgusstechnik. Von Anfang an haben sie großes Vertrauen in die Zusammenarbeit mit der Hochschule Trier und dem impuls Consulting Trier e.V. gelegt und uns mit der Beratung und Umsetzungsbegleitung Ihrer zukünftigen Vertriebs- und Marketingausrichtung beauftragt.“

WITTE Bitburg, vorher bekannt unter dem Namen RIKU, gehört seit 1995 zu WITTE Automotive und produziert im Gasinnendruckverfahren technische Kunststoffteile



mit anspruchsvollen Oberflächen. Rund 170 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen fertigen Spritzgussteile - vorwiegend Türaußengriffe für die Automobilindustrie - welche entweder direkt oder nach anschließender Lackierung an verschiedene Automobilhersteller geliefert werden. Rund 50.000 Türgriffe verlassen täglich das Werk, um z.B. von WITTE in Velbert weiterverarbeitet oder beim Kunden in die Fahrzeuge eingebaut zu werden. Vom Werkzeugbau über die Produktion in einem modernen Spritzgießmaschinenpark mit 34 Maschinen bis hin zur Montage beherrschen die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen eine Vielfalt an komplexen Produktionstechniken.



#### Das Projekt: Eine neue Vertriebsstrategie zur Stärkung des Standortes Bitburg

Im Rahmen der Zusammenarbeit werden mögliche Vertriebsstrategien für die WITTE Bitburg GmbH aufgezeigt und analysiert, um den Standort Bitburg für die Zukunft zu stärken und neue Produktionsgebiete (neben dem Automotive Sektor) aufzuzeigen. Dazu wurde innerhalb der Analysephase des Projektes vom impuls Consulting Trier e.V. zwei Praktikanten und ein Masterstudent an der Hochschule Trier akquiriert, diesen ersten Projektschritt gemeinsam mit dem Verantwortlichen der WITTE Bitburg - dem kaufmännischen Leiter Lothar Thies - zu gestalten.

Mit Hilfe einer strategischen Analyse der internen und externen Unternehmensumwelt wurden betriebsrelevanten Daten erfasst, Mitarbeiter, Kunden und Lieferanten im Rahmen einer qualitativen Studie befragt und die externe Unternehmensumwelt nä-



Abb. 1: Produktbeispiel aus dem WITTE Portfolio: lackierte Türaußengriffe



Abb. 2: Steuerungsmeeting an der Hochschule Trier - von links: Roman Kautz (2. Vorsitzender impuls Consulting Trier e.V.), Daniel Dorawa, M.Sc. (1. Vorsitzender impuls Consulting Trier e.V.), Prof. Dr. Udo Burchard (Dekan Fachbereich Wirtschaft der Hochschule Trier), Lothar Thies (WITTE Bitburg GmbH), Sergej Junker (Hochschule Trier), Fabian Peifer, B.Sc. (Hochschule Trier), Angela Maria Germann (Hochschule Trier).

her untersucht. Die Analyseergebnisse wurden im Rahmen von Workshops mit der Steuerungsgruppe diskutiert und als Grundlage für die Identifikation neuer strategischer Geschäftsfelder bzw. strategischer Geschäftseinheiten genutzt. Die Durchführung der Workshops war ein großer Erfolg, wie Lothar Thies, der kaufmännische Leiter der WITTE Bitburg bestätigt: „Lobend hervorzuheben ist die Organisation und der Ablauf des in den letzten beiden Tagen durchgeführten Workshops. Obwohl, urlaubsbedingt, seitens WITTE Bitburg nur ein verhältnismäßig kleiner Personenkreis teilnehmen konnte, waren wir mit dem erzielten Arbeitsergebnis zufrieden. Das Feedback, auch von Seiten unserer Geschäftsführung, war durchaus sehr positiv.“ Die Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Trier, dem impuls Consulting Trier e.V. und der WITTE Bitburg GmbH soll auch in Zukunft Bestand haben: „Das aktuelle Projekt ist auf eine langfristige Kooperation der Akteure ausgelegt und wird auch in den kommenden Semestern für neue Studierende die Möglichkeit bieten, sich aktiv in diesen spannenden Prozess der strategi-

schen Weiterentwicklung einzubringen.“ Darüber hinaus bietet der impuls Consulting Trier e.V. interessierten Studenten aller



Abb. 4: Projektphasen

Fachbereiche die Möglichkeit, an weiteren Projekten teilzunehmen. Informationen stehen auf der Homepage [www.impuls-consulting.org](http://www.impuls-consulting.org) zur Verfügung



**Prof. Dr. Udo Burchard**  
 FB Wirtschaft  
 FR Wirtschaft

Hochschule Trier,  
 Hauptcampus

T.: +49 651 8103 234  
 u.burchard@hochschule-trier.de  
 info@impuls-consulting.org



Abb. 3: Lothar Thies (kaufm. Leitung der WITTE Bitburg GmbH)

## Neue Dimensionen der alternativen Streitbeilegung

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. jur. Michael Hakenberg

Alternative Streitbeilegung ist ein relativ neuer Begriff, an den sich große Erwartungen knüpfen. Man bezeichnet damit die Beendigung von Streitigkeiten ohne Einschaltung von Gerichten. Statt „klassisch“ durch Richter werden Streitigkeiten „alternativ“ durch Schlichter, Ombudsleute oder Schiedsverfahren beigelegt. Auch die in der Praxis häufige Mediation gehört hierzu. So bietet die Hochschule Trier schon seit langem am Standort Birkenfeld eine Weiterbildung zum Wirtschaftsmediator an.<sup>1</sup>

Gerichtsverfahren sind oft lang und teuer, und ihr Ergebnis ist kaum vorhersehbar. Hinzu kommt, dass dadurch, dass eine Partei obsiegt und die andere verliert, das Verhältnis der Parteien nicht selten dauerhaft beschädigt wird. Diese Defizite der klassischen Streitbeilegung sollen durch die alternative Streitbeilegung, die nach der englischen Bezeichnung Alternative Dispute Resolution mit ADR abgekürzt wird, vermieden werden.

Um die zahlreichen vorhandenen Formen der alternativen Streitbeilegung in der Eu-

ropäischen Union zu harmonisieren und gleiche Mindeststandards zu schaffen, hat der europäische Gesetzgeber am 21. Mai 2013 sowohl die Richtlinie 2013/11/EU über alternative Streitbeilegung in Verbraucherangelegenheiten (ABl. L 165/63) als auch die Verordnung 524/2013 über Online-Streitbeilegung in Verbraucherangelegenheiten (ABl. L 165/1) erlassen. Dadurch soll die alternative Streitbeilegung europaweit auf eine neue Stufe gestellt werden. Bei Streitigkeiten in Verbraucherangelegenheiten geht es in der Regel nämlich um weniger als 500 €. Wegen des geringen Streitwerts und des hohen Prozessrisikos scheuen viele Verbraucher daher den Gang zum Gericht. Die alternative Streitbeilegung soll dem Verbraucher die Möglichkeit eröffnen, seine berechtigten Ansprüche schnell und günstig klären zu lassen. Die notwendige Umsetzung der europäischen Vorgaben durch die Mitgliedstaaten hat bis zum 9. Juli diesen Jahres zu erfolgen.

Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten in Art. 5 Abs. 1, ein flächendeckendes Netz von Stellen zu schaffen, die für Streitigkeiten aus Kauf- und Dienstleistungsverträgen zwischen Verbrauchern und Unternehmen alternative Streitbeilegung anbieten. Diese Stellen müssen auf Dauer eingerichtet und von einer zuständigen Behörde anerkannt sein. Ihre Verfahren sollen unparteiisch, transparent, effektiv, schnell und fair sein. In Zukunft wird es also in Europa für jede Streitigkeit aus Kauf- und Dienstleistungsverträgen für den Verbraucher eine Stelle geben, bei der er eine schnelle und kostengünstige alternative Streitbeilegung beantragen kann.

Das Verfahren beginnt, indem der Verbraucher die für seinen Vertragspartner zuständige ADR-Stelle kontaktiert – in der Regel

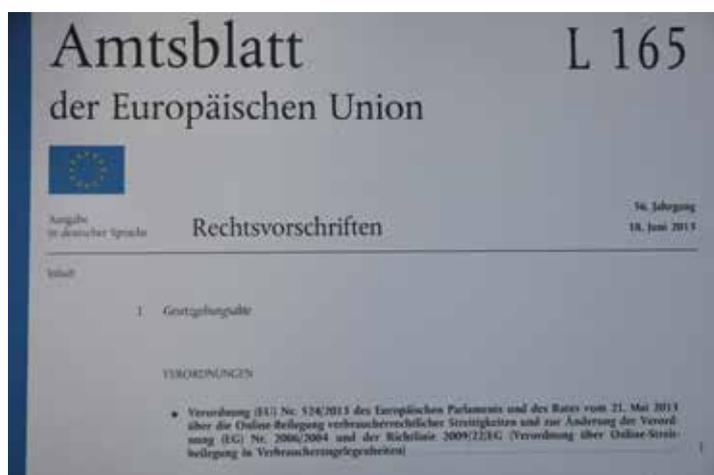


Abb. 1: Amtsblatt der Europäischen Union

<sup>1</sup> <http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=wirtschaftsmediation> (6. März 2015).

per E-Mail oder Web-Formular, aber auch per Fax oder Brief. Stimmt der Unternehmer der alternativen Streitbeilegung zu, wird der Fall von der zuständigen Stelle bzw. dem dort damit betrauten Streitmittler bearbeitet. Dieser muss unabhängig sein und die erforderlichen Kenntnisse für seine Aufgabe besitzen. In der Regel soll das Verfahren nicht länger als 90 Tage dauern und für den Verbraucher kostenlos sein. Die Beiziehung eines Anwalts ist nicht erforderlich, aber natürlich nicht ausgeschlossen. Das Streitbeilegungsverfahren endet mit einem unverbindlichen Schlichtungsvorschlag, den die Parteien annehmen können. Fall sie dies tun, war es das. Falls sie den Schlichtungsvorschlag nicht annehmen oder der Unternehmer die Durchführung der alternativen Streitbeilegung von vornherein ablehnt, steht dem Verbraucher weiterhin der Rechtsweg zu den Gerichten offen.

Um die Online-Durchführung der alternativen Streitbeilegung zu erleichtern wird die Kommission der Europäischen Union durch die oben genannte Verordnung verpflichtet, eine Webseite einzurichten und zu unterhalten, auf der jeder Verbraucher die für ihn zuständige ADR-Stelle finden und kontaktieren kann. Per Web-Formular kann er seine Streitigkeit schnell und einfach vorbringen; die weitere Kommunikation mit ADR-Stelle, Streitmittler und Gegner erfolgt danach ebenfalls elektronisch. Sogar eine Übersetzungsfunktion für grenzüberschreitende Streitigkeiten wird die Webseite haben.

Gegenstand meines Forschungsvorhabens war zum einen zu klären, welche Vorgaben der Europäische Gesetzgeber den Mitgliedstaaten für die Harmonisierung der alternativen Streitbeilegung gemacht hat.<sup>2</sup> In einem zweiten Schritt soll verfolgt werden, wie der Bundesgesetzgeber diese Vorgaben umsetzt. Es gibt nämlich bereits vielfältige und variantenreiche Formen der alternativen Streitbeilegung in Deutschland, etwa die Schlichtungsstelle für den öffentlichen Personenverkehr, die Ombudsleute für Versicherungen, Banken und Rechtsanwaltschaft, die Schlichtungsstelle Telekommunikation der Bundesnetzagentur, die Schlichtungsstellen von IHK's und Kommunen sowie den gesamten Bereich der Mediation. Es ist daher von großem Interesse, wie sich die Umsetzung der europäischen Vorgaben auf die bestehende Streitbeilegungslandschaft in Deutschland auswirkt.

Im November 2014 hat die Bundesregierung hierzu einen ersten Referentenentwurf vorgelegt, dessen Kern ein zukünftiges Gesetz über die alternative Streitbeilegung in Verbrauchersachen (Verbraucherstreitbeilegungsgesetz (VSBG)) darstellt. Der Ent-

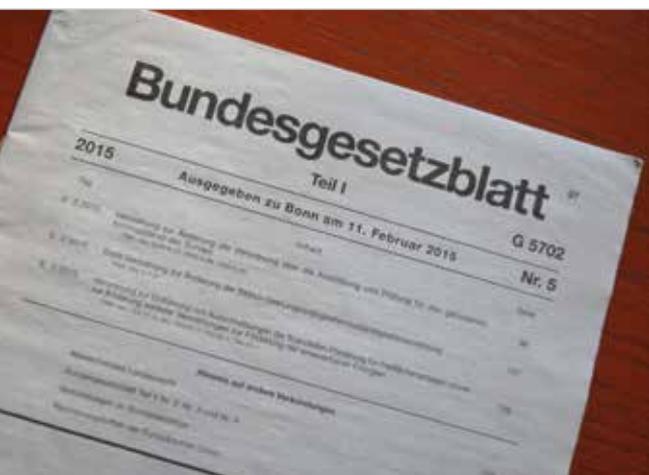


Abb. 2: Bundesgesetzblatt

<sup>2</sup> Siehe hierzu ausführlich Hakenberg, ADR und ODR – neue Vorgaben der Europäischen Union zur alternativen Streitbeilegung, in: Europäisches Wirtschafts- und Steuerrecht 2014, S. 181 – 193.

wurf unterscheidet zwischen privaten und behördlichen Verbraucherschlichtungsstellen. Zu letzteren werden z. B. die Schlichtungsstellen von IHK's, Handwerkskammern, Bundesnetzagentur oder Deutscher Bundesbank gehören. Private Verbraucherschlichtungsstellen können alle Einrichtungen werden, die organisatorisch und fachlich in der Lage sind, ein Streitbeilegungsverfahren ordentlich durchzuführen. Dies könnte eine neue Marktchance für rechtsnahe Dienstleistungen sein, die Anwälte und Mediationseinrichtungen sicherlich nützen werden. Problematisch ist weiterhin die Finanzierung. Für den Verbraucher soll die alternative Streitbeilegung kostenlos oder nur mit einem geringen Entgelt, etwa einer Missbrauchsgebühr, verbunden sein. Davon kann natürlich niemand leben. Der Bundesgesetzgeber hofft wahrscheinlich, dass sich die betroffenen Branchen zur Finanzierung der alternativen Streitbeilegung bereit finden. So ist es z. B. bereits in den Bereichen Versicherung, Banken und Rechtsanwaltschaft.

Es bleibt abzuwarten, wie die Umsetzung der europäischen Vorgaben in Deutschland tatsächlich aussehen wird. Dass sie die alternative Streitbeilegung in Deutschland mittelfristig sehr verändern wird, steht außer Frage. Wie genau diese Veränderungen aussehen werden, könnte Gegenstand eines interessanten neuen Forschungsvorhabens sein.



**Prof. Dr. jur. Michael Hakenberg**  
 FB Wirtschaft  
 Deutsches und Internationales Wirtschaftsrecht  
 Hochschule Trier,  
 Hauptcampus  
 T.: +49 651 8103 299  
 M.Hakenberg@hochschule-trier.de

Neues aus der  
**Genuss-Forschung**

Wir haben den „Kaffeegeschmack auf Knopfdruck“ optimiert. Schon probiert?

Dallmayr Automaten-Service GmbH  
 Im Gewerbegebiet, 54344 Trier / Kenn  
 Tel.: 06861-706211  
 www.dallmayr.de

**Dallmayr**  
 VENDING & OFFICE

## Projekt AMICI - Angetriebene minimal-invasive chirurgische Instrumente

FB TECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Karl Hofmann-von Kap-herr

Im Einklang mit dem aktuellen Forschungsprofil der Hochschule Trier bilden verschiedene Fachbereiche gemeinsam den Kompetenzcluster „Medizintechnik Trier“. Der Fachbereich Technik verbindet dabei im Bereich der Medizintechnik interdisziplinär die Teilbereiche Elektrotechnik und Maschinenbau. Im laufenden Forschungsprojekt „AMICI“ (Angetriebene Minimalinvasive Chirurgische Instrumente), das gemeinsam von einem Medizintechnikunternehmen, Medizinern und der Hochschule Trier durchgeführt wird, geht es um die Weiterentwicklung von angetriebenen minimal-invasiven chirurgischen Instrumenten und den Bau eines Prüfstandes für diese Instrumente. In der letzten Ausgabe von „Lehre und Forschung“ wurde das Projekt einleitend vorgestellt und über erste Projektergebnisse berichtet. In dieser Ausgabe erfolgt die Fortsetzung des Berichtes.

bietet, Verletzungen am Knorpel und am Bandapparat durch den schmalen Spalt zwischen den Gelenkflächen zu therapieren. Mit angetriebenen minimal-invasiven chirurgischen Rotationsmessern (Shaver blades) im Durchmesserbereich von nur 2,0 mm bis 5,5 mm werden so Knorpel und Knochen innerhalb der Gelenke entfernt oder geglättet. Vereinfacht gesagt besteht ein Shaver blade aus zwei dünnen ineinandergeschobenen Edelstahlrohren, die an ihrem Ende jeweils eine scharf geschliffene Schneide aufweisen. Lässt man das innere Rohr in dem äußeren Rohr rotieren, so gleiten die beiden Schneiden der Rohre wie die Schneiden einer Schere aneinander ab. Über einen Motor im Handstück wird das innere Rohr in Rotation versetzt, gleichzeitig werden die entstehenden Schneidpartikel mit der Spülflüssigkeit durch das innere Rohr abgesaugt.

### Minimal-invasive Chirurgie mit angetriebenen Instrumenten (Shaver blades)

Als minimal-invasive Chirurgie (MIC) werden operative Eingriffe mit kleinstem Trauma (Verletzung von Haut und Weichteilen) bezeichnet. Besonders erfolgreich wird die minimal-invasive Chirurgie im Bereich der Arthroskopie eingesetzt, da die Gelenke durch einen festen Bandapparat zusammengehalten werden und die minimal-invasive Operationstechnik die Möglichkeit

### Einzelchnittprüfstand für minimal-invasive chirurgische Instrumente

Das Engagement des im Projekt beteiligten Industriepartners liegt in der Entwicklung und Herstellung von Prototypen solcher verbesserter minimal-invasiver chirurgischer Instrumente. Bisher fehlte jedoch eine Möglichkeit, die neu entwickelten Schneidengeometrien der Rotationsmesser systematisch in der Praxis zu testen, um diese Erkenntnisse in neue chirurgische In-



Abb. 1: Chirurgisches Shaver blade-Rotationsmesser und Schneidkopf – Typ „Aggressive Cutter“

strumente oder einen Optimierungsprozess einfließen zu lassen.

Daher wurde an der Hochschule Trier ein Einzelschnitt-Prüfstand für Shaver blades konzipiert, entwickelt und mittlerweile fertiggestellt, der unter reproduzierbaren Randbedingungen Rückschlüsse auf die Schneidleistung unterschiedlicher Shaver blade-Geometrien zulässt. Besondere Anforderungen an den Prüfstand lagen in der gesteuerten Zuführung des Probenmaterials, der Realisierung eines Schnittes „unter Wasser“ und der Adaptierung unterschiedlicher Shaver blade-Systeme an den Prüfstand. Gleichzeitig müssen die abgeschnittenen Partikel aufgefangen werden, um diese unter dem Mikroskop analysieren zu können.

Im realisierten Prüfstand wird zum Antrieb des Shaver blades ein Servomotor eingesetzt, der über die Servosteuerung auf die Anforderungen eines minimal-invasiven Schnittes parametrisiert werden kann. Gleichzeitig erfasst ein Drehmomentsensor die beim Schneidvorgang auftretenden Momente. Über einen Kreuzschlitten mit Mikrometervorstellung kann das chirurgische Instrument unter jedem beliebigen Winkel innerhalb eines Wasserbeckens positioniert werden. Ebenfalls in dieses Wasserbecken fördert eine automatische Materialzuführung per Schrittmotor und Mikrorollenführung über eine Edelstahlkanüle eine exakt definierte Menge Probenmaterial in das Öffnungsfenster des Rotationsmessers. So erfolgt die Übergabe des Probenmaterials in den Shaver blade „unter Wasser“, analog der realen Operationsbedingungen.

Der gleichbleibende Wasserstand wird über ein Wasserstandsmanagementsystem und eine Beckenkaskade, bestehend aus einem Konstantwasserbecken und einem Überlaufbecken, realisiert. Zusätzlich wird das parallel mit den abgetragenen Schneidparti-

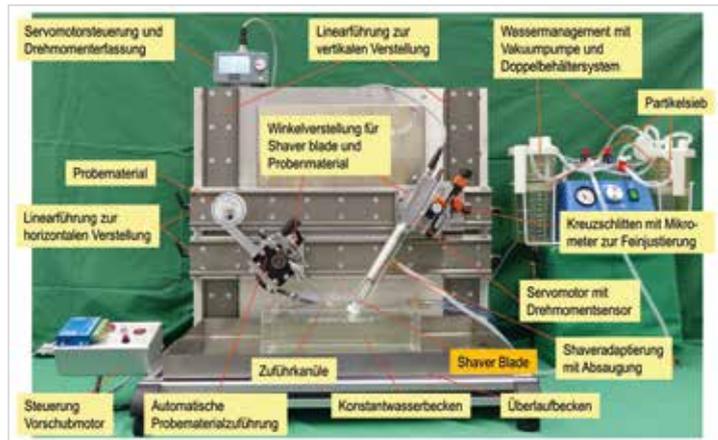


Abb. 2: Prüfstand zum Ermitteln von Schnittkräften an chirurgischen Rotationsmessern

keln in das Shaver blade eingesaugte Wasser mittels einer Vakuumpumpe in den Siebeinsatz eines Vorratsbehälters gezogen und dort aufgefangen. Bei alternierendem Einsatz von zwei Partikelfängern kann der Einzelschnitt-Prüfstand damit sogar kontinuierlich betrieben werden.

### Messung der Schnittkräfte im Rotationsmesser

Ein Auswerterechner erfasst die sich über den Schnittverlauf verändernden Drehmomente bzw. Schnittkräfte und zeichnet diese über den Drehwinkel des Shaver blades kontinuierlich auf. Hierfür werden die von der Servospindel gelieferten Messsignale gefiltert, aufbereitet und digitalisiert. Die Spindelsteuerung wertet die empfangenen Daten in Echtzeit aus und kann, wenn nötig, das Spindelprogramm an veränderte Randbedingungen anpassen und so Überlastungen und Fehlmessungen ausschließen. Die eintreffenden Schnittkraftdaten werden gemeinsam mit einem Zeitstempel und dem Drehwinkel der Spindel für jeden einzelnen Schnittversuch aufgezeichnet und gespeichert. Die Analyse der Schnittdaten erfolgt dann durch den Import der Wertedatei in ein selbstgeschriebenes Auswerteprogramm, das eine Drehmoment/Schnittkraft – Zeit/Drehmoment-Kurve erzeugt. Weiterhin können einzelne Datensätze gefiltert und mehrere Einzelkurven überlagert und in ihrem zeitlichen Beginn übereinander geschoben werden. So ist es möglich, einzelne Schnitte des chirurgischen Messers miteinander zu vergleichen und sogar, nach Bereinigung der Daten aufgrund des unterschiedlichen Leerlaufdrehmoments, vergleichende Aussagen zu unterschiedlichen Instrumenten bzw. Schneidengeometrien zu machen.

Abbildung 3 zeigt den typischen Schnittkraftverlauf eines Schnittes mit einem mikrochirurgischen Rotationsmesser: Beginnend mit dem Schließen des Instrumentes steigt die Schnittkraft bei Materialkontakt und dem darauf folgenden Eindringen des Messers in das Probenmaterial linear an (Phase „Schneiden“). Die Kurve erreicht dann ihr Schnittkraftmaximum, wenn das Probenmaterial etwa zur Hälfte durchschnitten ist. Danach setzt sich der Trennprozess aufgrund der gestiegenen Schnittkraft und des gleichzeitig sinkenden Widerstandes der Probe beschleunigt fort, bis das Material komplett durchtrennt ist (Phase „Trennen“). In der vierten Phase, dem „Nachfedern“, zeigt sich im Instrument eine charakteristische Schwingung, die von der Härte des Probenmaterials und von der Eigensteifigkeit des Instrumentes abhängig ist. Bei zugeführtem homogenem Probenmaterial lassen sich nun aus dem Vergleich des Kurvenverlaufs mit weiteren Schnittkurven Aussagen zur Schnittqualität des Instru-

mentes bzw. zur Eignung der Schneidengeometrie ableiten.

### Analyse und Optimierung der Schneidengeometrie

Die fortschreitende Miniaturisierung der minimal-invasiven chirurgischen Instrumente mit Instrumentenradien und die notwendige Mindestklingenstärke um ein Verbiegen zu vermeiden führt zu immer schwierigeren Schneidverhältnissen. Bisher liegen nur wenige Erkenntnisse über das Schneid- und Trennverhalten von Shaver blades vor. Folglich gestaltet sich die Auslegung und Optimierung der Schneidengeometrien als äußerst schwierig. Daher sieht der Projekttrahnen vor, mithilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) neue Potenziale für die Weiterentwicklung der bestehenden Schneidengeometrien aufzuzeigen, von denen erfolgreiche und mit vertretbarem Aufwand herstellbare Verbesserungen in neue Shaverprototypen übernommen werden sollen. Gemeinsam mit dem Projektpartner wurden mehrere unterschiedliche neue Schneidkonzepte entwickelt und in CAD-Modellen abgebildet. Die Finite-Elemente-Methode zerlegt diese Modelle mithilfe eines Vernetzungsalgorithmus in diskrete kleinste Strukturen, die in ihrer Gesamtheit einer Belastungssimulation ausgesetzt werden. In einer mechanischen Festigkeitsanalyse wurden im FEM-Modell die Spannungen und die Verformungen der beiden aneinander scherenden Schneidklingen und das Materialverhalten des dazwischenliegenden Gewebes bzw. Probenmaterials überprüft. Das zugrunde liegende Vernetzungsmodell wurde in drei rekursiven Verbesserungsstufen immer weiter verfeinert und konnte bereits erste Vorschläge für die Optimierung der Instrumente liefern. Mit diesen Erkenntnisse werden nun beim Projektpartner neue Prototypen

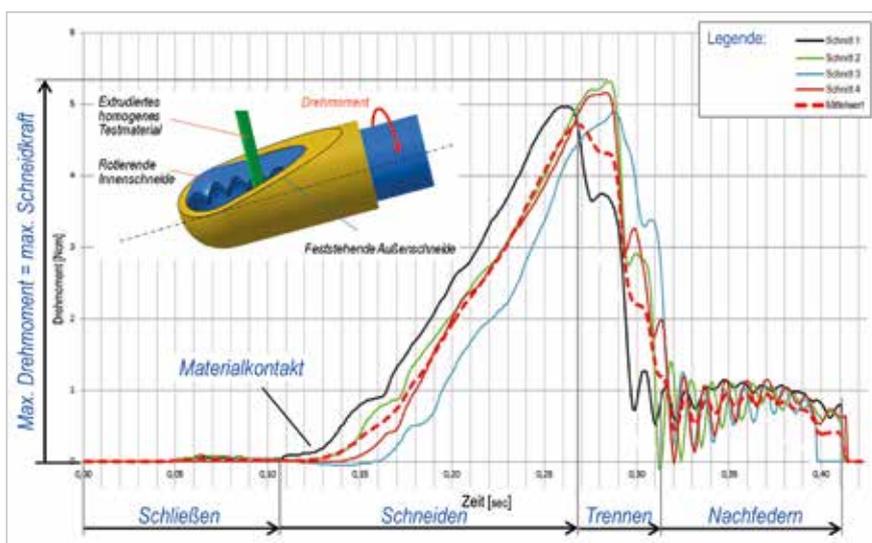


Abb. 3: Schnittkraftverläufe eines Shaver blades

mit angepasstem Schneidenöffnungswinkel und einer veränderten Anstellung der Gesamtschneide gefertigt, die dann auf dem Einzelschnitt-Prüfstand im praktischen Versuch ihre Leistungsfähigkeit beweisen müssen.

#### Fortführung des Projektes AMICI

Die bisher gemachten Erfahrungen mit dem Prüfstand und die Ergebnisse aus den Vorversuchen wurden intensiv mit dem Projektpartner diskutiert und von diesem in Optimierungen und neue Schneidengeometrien umgesetzt. Erste Erkenntnisse konnte der Projektpartner gemeinsam mit dem AMICI-Team der Hochschule Trier auf der Messe MEDICA vorstellen.

Relativ schnell kam der Wunsch auf, auch Aussagen über den Dauerbetrieb von Shaver blades treffen zu können. Da diese Aussagen mit dem bestehenden Einzelschnitt-Prüfstand nur bedingt beantwortet werden können, wird aktuell vom AMICI-Team ein zweiter Prüfstand konzipiert: Unter Verwendung eines chirurgischen Antriebssystems und der am Fachbereich Technik vorhandenen 5-Achs-Fräsmaschine entsteht zur Zeit ein Dauerversuchsprüfstand, auf dem die Leistungsfähigkeit sowie das langfristige Abtrag- und Verschleißverhalten von minimal-invasiven chirurgischen Instrumenten, ermittelt werden soll.

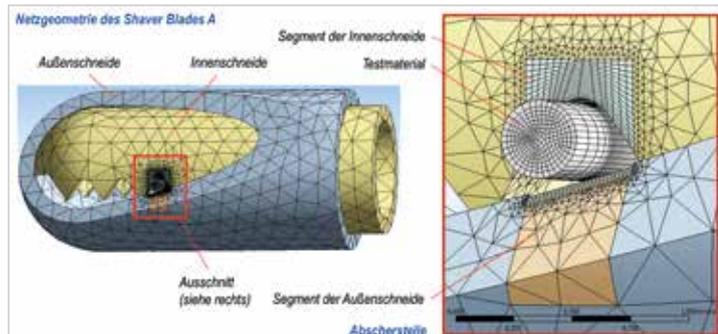


Abb. 4: Analyse einer Schneidengeometrie mittels Finite-Elemente-Methode (FEM)

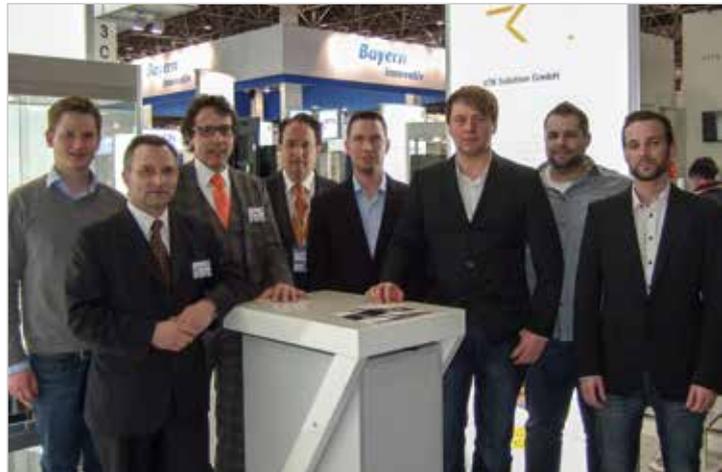


Abb. 5: AMICI-Projektteam und Projektpartner auf der Messe MEDICA



**Prof. Dr.-Ing.  
Karl Hofmann-von Kap-herr**  
FB Technik  
FR Maschinenbau

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

T.: +49 651 8103 426  
hvk@hochschule-trier.de

UMMWELT-  
CAMPUS





# UMWELT- CAMPUS



## Optimierung der Partikelretardierung und -suspendierung in einem Hochgradienten-Magnetseparator mit Rotor-Stator-Filtermatrix.

FB UMWELTPLANUNG/UMWELTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis

Yonas S. Shaikh M. Sc.

Michael Lieblang B. Eng.

Lars Wommer, B. Eng.

Christian Seibert

### EINLEITUNG

Die Biokatalyse, d. h. die Katalyse chemischer Reaktionen mit Hilfe von Enzymen, bietet eine hervorragende Möglichkeit, den Ressourcen- und Energieeinsatz bei chemischen Herstellungsprozessen zu verringern. Aufgrund der hohen Herstellungskosten der Enzyme ist deren Recycling dabei zwingend notwendig. Sehr vielversprechende Techniken in diesem Kontext sind die Immobilisierung (Verankerung) von Enzymen auf magnetisierbaren Trägerpartikeln (Enzym-Magnetpartikel) und der Einsatz der Hochgradienten-Magnetseparation (HGMS).

Die Filterkammer eines Hochgradienten-Magnetseparators beinhaltet eine Filtermatrix, die aus gestapelten Stahlgittern oder -netzen mit hoher relativer magnetischer Permeabilität zusammengesetzt ist. Die Filterkammer wird zwischen den Polen eines Magneten platziert, um in der Filterkammer ein magnetisches Gradientenfeld zu erzeugen. Die zu trennende Suspension

strömt durch die Filterkammer, wobei theoretisch ausschließlich die magnetisierbaren Partikel mit dem darauf verankerten Enzym im HGMS-Filter zurück gehalten werden. Sowohl die nicht-magnetisierbaren, festen Bestandteile der Suspension als auch die gelösten Substanzen, wie z. B. Substrate oder Salze, passieren den Filter. Nach der Trennung wird das äußere Magnetfeld ausgeschaltet und die Enzym-Magnetpartikel können ausgespült und recycelt werden.

### HGMS-ANLAGE

Die für die Versuche benutzte HGMS-Anlage besteht aus einem Magnetseparator und einer Förderpumpe. Der Magnetseparator (siehe Abbildung 1 A) der Firmen VulkanTechnic Maschinen-Konstruktions GmbH und PerkinElmer chemagen Technologie GmbH funktioniert nach dem Rotor-Stator-Prinzip [1-4]. Der Elektromagnet des Magnetseparators erzeugt magnetische Flussdichten von bis zu 0,25 T. Die Förderpumpe ist eine Schlauchpumpe vom Typ

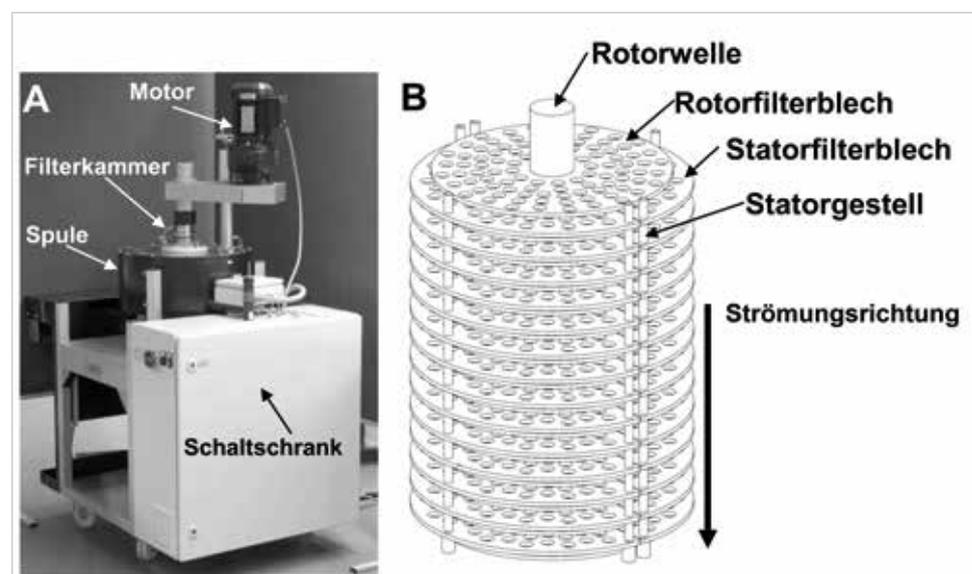


Abb.1: HGMS-Anlage (A) und Filtermatrix V.1 aus Rotor- und Stator-Filterblechen (B)

Ismatec MCP der Firma IDEX Health & Science GmbH mit einem Pumpenkopf vom Typ Easy-Load 2 der Firma Masterflex SE. Der Pumpschlauch vom Typ C-Flex der Firma Masterflex SE hat einen Innendurchmesser von 8 mm. Alle weiteren Schlauchleitungen der Anlage wurden aus Polyurethan-Schläuchen mit einem Innendurchmesser von 6 mm und Schnellsteckverbindern aus Acetalpolymerisat der Firma Riegler & Co. KG realisiert.

Die zylindrische Filterkammer mit einem Volumen von 250 mL ist im Zentrum der Elektromagnetspule befestigt und wird von der Suspension mit den Enzym-Magnetpartikeln durchflossen. Die Filtermatrix besteht aus Rotor- und Statorfilterblechen aus magnetischem Edelstahl (Werkstoffnummer 1.4016), die abwechselnd konzentrisch aufeinander gestapelt sind. Die Rotorfilterbleche sind

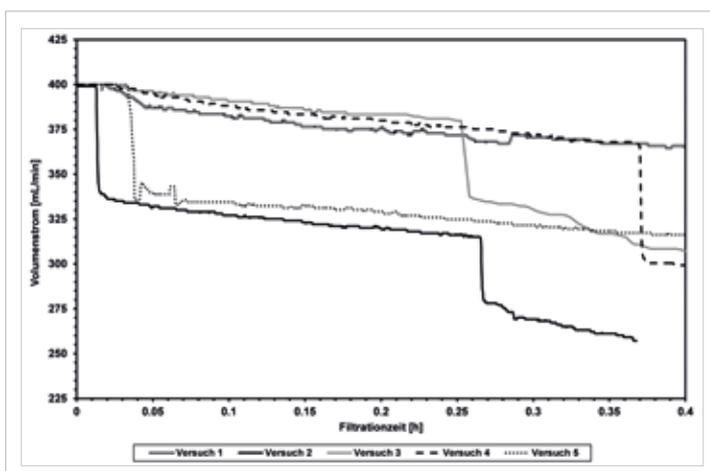


Abb.2: Volumenströme während HGMS-Filtrationen mit einem Sollwert von 400 mL/min ohne Regelung der Pumpendrehzahl

an einer Rotorwelle, die Statorfilterbleche an einem äußeren Gestell befestigt. Aussparungen in den Filterblechen verzerren das von außen angelegte Magnetfeld und erzeugen so das magnetische Gradientenfeld, mit welchem die Enzym-Magnetpartikel in der Filterkammer retardiert werden können. Das magnetische Gradientenfeld ist dabei an den Kanten der Aussparungen besonders ausgeprägt.

Während der HGMS-Filtration steht die Rotorwelle still. Erst beim Ausspülen der Enzym-Magnetpartikel wird der Rotor gedreht und erzeugt somit starke Scherkräfte zwischen den Rotor- und den Statorfilterblechen. Die Resuspendierung der Enzym-Magnetpartikel wird dadurch verbessert und somit ein möglichst vollständiges Recycling erzielt. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden ein

Ultraschall-Durchflussmessgerät zur Volumenstromregelung evaluiert und die Aussparungen in den Filterblechen optimiert. Ziel war es, eine hohe Abscheidung der Enzym-Magnetpartikel verbunden mit einer guten Resuspendierung der kompaktierten Partikelablagerungen zu erreichen.

**ABTRENNUNG DER MAGNETPARTIKEL**

Zunächst wurden Filterbleche der Version V.1 mit runden Aussparungen verwendet (siehe Abbildung 1 B). Es wurden Magnetpartikel-Suspensionen mit einer Konzentration von 10 g/L durch den HGMS-Filter gepumpt. Der Volumenstrom wurde an der Schlauchpumpe auf 400 mL/min eingestellt. Im Verlauf der Filtration sinkt der Volumenstrom kontinuierlich ab. Zudem sind auch plötzliche Einbrüche des Volumenstroms um bis zu 15 % zu verzeichnen (siehe Abbildung 2). Dies resultiert aus dem verengten Strömungsquerschnitt bei hohen Partikelbelastungen in der Filterkammer und der plastischen Verformung des Pumpschlauchs.

Um einen konstanten Volumenstrom bei der HGMS-Filtration zu erreichen, wurde ein Ultraschall-Durchflussmessgerät des Typs LEVI-FLOW LFS-008 der Firma Levitronix GmbH zum Aufbau einer Regelstrecke verwendet. Das Gerät misst den Volumenstrom nach dem Ultraschall-Laufzeit-Verfahren. Der Volumenstrom wird dabei anhand der Geschwindigkeitsdifferenz der Schallwellen berechnet, die in einem Rohrstück mit und gegen die Strömungsrichtung laufen.

Der Volumenstrom kann mit einer PID-Regelung durch kontinuierliche Anpassung der Schlauchpumpen-Umdrehungszahl (siehe Abbildung 3) auf einem konstanten Wert gehalten werden. Der PID-Regler wurde mit der Software LabVIEW™ 2012 der Firma National Instruments Corp. realisiert. Durch eine geeignete Parameterwahl von Reglerverstärkung (KP), Integrations- (TI) sowie Differenzierungskonstante (TD) konnten die Volumenströme so in den folgenden HGMS-Filtrationen mit einem Soll-Volumenstrom von 400 mL/min in einem Qualitätsband zwischen +2,5 % und -1,5 % konstant gehalten werden [5].

PID-geregelte HGMS-Filtrationen mit konstantem Volumenstrom ermöglichen den Vergleich verschiedener Filtermatrix-Geometrien. Es wurde überprüft, ob durch eine optimierte Matrixgeometrie eine gleichförmigere und damit bessere Magnetpartikel-Ablagerung in der Filterkammer möglich ist. Die Fertigung einer Filtermatrix V.2 (siehe Abbildung 4) erfolgte mit einem anderen Verfahren: Die Aussparungen wurden nicht wie bei der Filtermatrix V.1 gestanzt, sondern durch Mikro-Wasserstrahlschneiden erzeugt.

Die Filtrationsleistung der Filtermatrix V.2 wurde ebenfalls bei einem Volumenstrom von 400 mL/min getestet. Die PID-Regelung

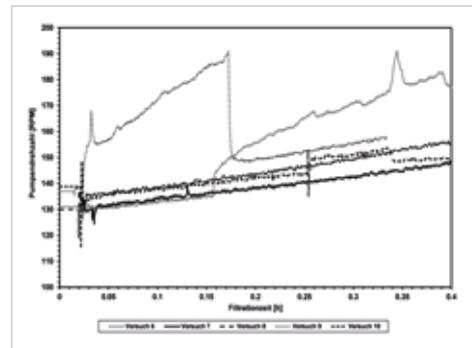


Abb.3: Schlauchpumpen-Drehzahlen während PID-geregelter Magnetseparationen mit der Filtermatrix V.1

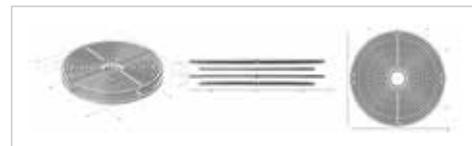


Abb.4: Rotor- und Stator-Filterbleche der Filtermatrix V.2

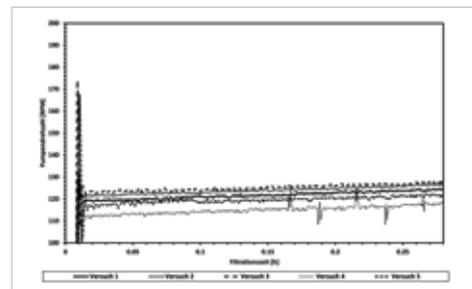


Abb.5: Schlauchpumpen-Drehzahlen während PID-geregelter Magnetseparationen mit der Filtermatrix V.2

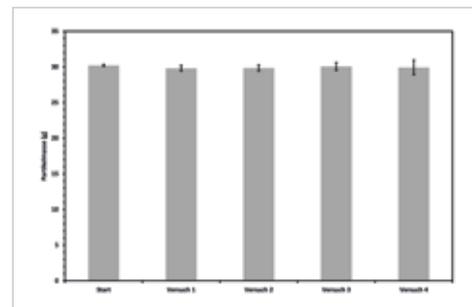


Abb.6: Partikelrecycling in vier aufeinander folgenden HGMS-Filtrationen

konnte den Volumenstrom durch die neue Filtermatrix bei gleichen Reglerparametern (KP, TI, TD) in einem deutlich engeren Qualitätsband zwischen +0,35 % und -0,22 % konstant halten. Die dazu notwendige Anpassung der Schlauchpumpen-Umdrehungszahl (siehe Abbildung 5) zeigt im Vergleich zu derjenigen bei der Filtermatrix V.1 (siehe Abbildung 3) wie gewünscht einen gleichförmigeren Verlauf: Auf plötzliche Volumenstromerbrüche musste der PID-Regler nicht reagieren.

#### RESUSPENDIERUNG DER MAGNETPARTIKEL

Die Konstruktion der Filtermatrix V.2 erfolgte auch hinsichtlich einer optimierten Partikel-Resuspendierung. Zur Überprüfung, ob die im Filter retardierten Partikel auch vollständig wieder heraus gespült werden können, wurden Magnetpartikel-Suspensionen mit einer Konzentration von 6 g/L verwendet und folgender Versuchsablauf durchgeführt:

1. HGMS-Filtration bei eingeschaltetem äußeren Magnetfeld und stehender Rotorwelle (Volumenstrom: 400 mL/min)
2. Ausschalten des äußeren Magnetfelds
3. Rotation der Rotorfilterbleche mit 1380 Umdr./min bei gleichzeitiger Förderung einer Spülflüssigkeit (Volumenstrom: 400 mL/min)

Im Anschluss wurden die jeweiligen Flüssigkeits- bzw. Suspensionsvolumina und die Magnetpartikel-Konzentrationen bestimmt. Abbildung 6 zeigt, dass die Magnetpartikel in vier aufeinander folgenden HGMS-Filtrationen jeweils nahezu vollständig in der Filterkammer abgeschieden und wieder resuspendiert werden konnten, so dass ein Recycling der Enzym-Magnetpartikel gut möglich ist.

#### DANKSAGUNG

Die Autoren danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die finanzielle Unterstützung der Arbeiten im Rahmen des Förderprogramms „Forschungsk Kooperationen zwischen Fachhochschulen und Universitäten stärken – Wissenschaftlichen Nachwuchs in Forschungskollegs fördern“ (Förderkennzeichen 0316057B). Der Umwelt-Campus Birkenfeld bedankt sich zudem bei der PerkinElmer chemagen Technologie GmbH, Baesweiler, bei der VulkanTechnic Maschinen-Konstruktions GmbH, Wiesbaum und bei der Levitronix GmbH, Zürich für die freundliche Unterstützung.

#### LITERATUR

- [1] P. Kampeis, S. König, C. Schumann, Chem. Ing. Tech. 2010, 82, 641 - 650
- [2] P. Kampeis, M. Lieblang, H.-J. Krause, Chem. Ing. Tech. 2011, 83, 851 - 857
- [3] G. N. Brown, C. Müller, E. Theodosiou, M. Franzreb, O. R. T. Thomas, Biotechnol. Bioeng. 2013, 110, 1714 - 1725
- [4] C. Müller, A. Preußner-Kunze, K. Wagner, M. Franzreb, Biotechnology Journal 2011, 6, 392 - 395
- [5] Y. S. Shaikh, S. Schussmann, M. Lieblang, P. Kampeis, Chem. Ing. Tech. 2015, 87, 618 - 625



**Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis**  
FB Umweltplanung/Umwelttechnik  
FR Verfahrenstechnik

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 / 17-2013  
p.kampeis@umwelt-campus.de

## Forschung und Entwicklung im Nationalpark Hunsrück-Hochwald: Aktuelle Aktivitäten am Institut für Softwaresysteme

FB UMWELTPLANUNG/UMWELTECHNIK

Prof. Dr. Peter Fischer-Stabel

Prof. Dr. Rolf Krieger

Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald ist der erste Nationalpark im Südwesten Deutschlands und umfasst in Rheinland-Pfalz etwa eine Fläche von 9.200 ha und ein ca. 920 ha großes Gebiet im Norden des Saarlandes. Er eröffnet sowohl für die Region als auch darüber hinaus vielfältige wirtschaftliche aber auch wissenschaftliche Chancen. So geht die Landesregierung Rheinland-Pfalz bereits in ihrem Konzept für den Nationalpark auf seine Bedeutung für die Forschung ein. Darin werden zahlreiche Forschungsthemen angesprochen, wie beispielsweise diverse Monitoringaktivitäten, Untersuchungen zur Renaturierung von Hangbrüchern (Mooren) und die Untersuchung der Folgen des Klimawandels für Baumarten-eignung und Biodiversität.

Aufgrund seiner wissenschaftlichen Ausrichtung und räumlichen Nähe wird der Nationalpark auch am Umwelt-Campus Birkenfeld in Forschungsprojekten zu einem immer wichtiger werdenden Thema. So gibt es am Institut für Softwaresysteme (ISS) am Umwelt-Campus Birkenfeld inzwischen einige Forschungsprojekte und wissenschaftliche Veranstaltungen, die einen direkten Bezug zum Nationalpark aufweisen. Im Folgenden wollen wir diese in einem Überblick vorstellen.

### Design und Aufbau eines Forschungservers

In Großschutzgebieten wie Nationalparks werden neben traditionellem Monitoring auch angewandte, umsetzungsorientierte Forschungsarbeiten durchgeführt. Diese liegen sowohl in sozialwissenschaftlichen als auch in wirtschafts- und umweltwissenschaftlichen Forschungsfeldern [1]. Für den Nationalpark Hunsrück-Hochwald ist bereits mittelfristig zu erwarten, dass eine Vielzahl von Themen im Rahmen individueller Forschungstätigkeiten (z.B. Bachelor-, Mas-

terarbeiten, Dissertationen), in Gutachten oder auch in größeren interdisziplinären Forschungsprojekten bearbeitet wird. Um den Wissensaustausch und die Kommunikation projektübergreifend zu fördern, ist es wichtig, dass sich Experten und die interessierte Öffentlichkeit über abgeschlossene, laufende und geplante Forschungsvorhaben und gewonnene Ergebnisse zeitnah informieren können. Von Interesse ist dabei einerseits der jeweilige Forschungsgegenstand als auch andererseits die eingesetzten Methoden sowie die gewonnenen Daten und Erkenntnisse, die ggf. in weiterführende Forschungsarbeiten z.B. im Rahmen von Change Detection Analysen einfließen können. Des Weiteren ist es für alle Akteure wichtig, schnell einen aktuellen Überblick zu den über das Gebiet vorhandenen raumbezogenen und kartographischen Informationen, die dort betriebenen Messnetze und Dauerbeobachtungsflächen zu erhalten.

Um einen zentralen und effizienten Einstieg in die Literatur- und Datenlandschaft des Nationalparks zu ermöglichen, wird am Institut für Softwaresysteme ein Forschungsserver konzipiert und aufgebaut. Dieser soll allen Forschungsgruppen als wissenschaftliches Informationsportal zur Verfügung gestellt werden. Kostspielige, redundante Datenerhebungen sowie zeitraubende Recherchearbeiten werden so vermieden. Zudem wird die stattfindende Forschung transparenter, mögliche Synergieeffekte können eher genutzt werden.

Über diesen Ansatz hinausgehend sollen über den Forschungsserver auch offene Forschungsthemen zum Nationalpark ausgeschrieben werden können, insbesondere zu Forschungsfeldern, die von Hochschulen der Großregion z.B. in Projekt- und Examensarbeiten bearbeitet werden.

Die Bedeutung eines Forschungservers zur Informationsrecherche wird im We-

sentlichen durch die Erreichbarkeit, die Datenqualität, den Grad der Übereinstimmung von Informationsangebot und Informationsnachfrage sowie seiner Integration in die vorhandene Systemlandschaft bestimmt [2]. Vor der eigentlichen Entwicklung wurden daher Umfeld und Rahmenbedingungen analysiert und die resultierenden Anforderungen in einem Sollkonzept dokumentiert. Darauf aufbauend wurde unter Berücksichtigung bestehender Standards der technische Systemaufbau festgelegt, den Abb. 1 illustriert. Der

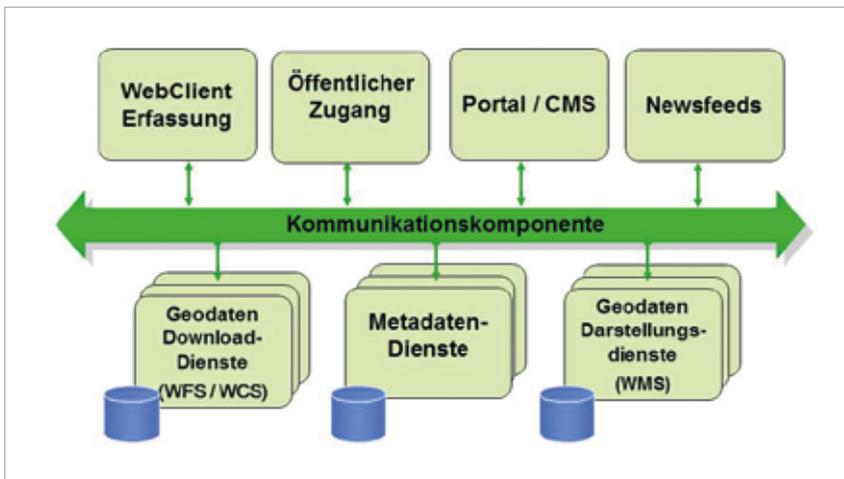


Abb. 1: Generische Architektur des Forschungsservers

Forschungsserver wird unter Verwendung von freien Komponenten aufgebaut. Zentraler Baustein bildet hierbei die PortalU-Software, die in mehreren Bundesländern auch für den Betrieb von landesweiten Umweltdatenkatalogen und Umweltinformationssystemen eingesetzt wird.

In der ersten Ausbaustufe erfolgten der Feinentwurf sowie die Implementierung einer Metadatenbank. Erste Metadaten zu F&E-Projekten sowie Geo- und Messnetzdaten wurden erfasst. Mit der Komponente soll der Forschungsserver Benutzern die Frage beantworten, wer, wo über welche Information verfügt und wie diese abrufbar ist.

Eine weitere Komponente bildet ein OGC-konformer Web-Kartendienst [3]. Dieser präsentiert den Benutzern als Darstellungsdienst (Web Map Service) die vorhandenen Geoinformationen systemunabhängig über das Internet. Für die Integration und weiterführende lokale Auswertung der Geodaten wird für ausgewählte Datensätze ein Download-Service für Vektordaten implementiert (Web Feature

Service), welcher in einer weiteren Ausbaustufe um die Bereitstellung von Rasterdaten (z.B. Geländemodell, Laserscanning-Daten) über einen Web Coverage Service (WCS) erweitert werden wird.

Ergänzend wird ein internetbasierter Client für die Metadatenerfassung sowie ein Recherchewerkzeug zum Zugriff auf die Daten entwickelt (vgl. Abb.1). Die Einbindung und Publikation von aktuellen Forschungsnachrichten z.B. des Bundesamtes für Naturschutz sowie die Bereitstellung von ausgeschriebenen Forschungsthemen wird über RSS-Feeds realisiert. Nach der Entwicklungs- und Testphase wird das System beim Landesbetrieb Daten und Information Rheinland-Pfalz (LDI) in den Produktivbetrieb überführt und vom Nationalparkbüro betreut.

### SensorRadar – Verbesserung der Zugänglichkeit von Umweltmessdaten

Ein weiteres Forschungsthema, das am Institut für Softwaresysteme bearbeitet wird, betrifft die Entwicklung von Informationssystemen, die die zu einer Region vorliegenden Umweltmessdaten, wie z.B. Klimadaten, Daten zur Luft- und Wasserqualität und Daten über die Freisetzung von Schadstoffen, bereitstellen. Bereits heute besteht ein umfangreiches Angebot an Umweltinformationen von Seiten der Umweltbehörden der unterschiedlichen Verwaltungsebenen. Beispiele für entsprechende Informationssysteme sind das Luftmessnetz ZIMEN Rheinland-Pfalz (<http://www.luft-rlp.de>), das GeoPortal Wasser Rheinland-Pfalz (<http://www.geoportal-wasser.rlp.de>), das Klimawandelinformationssystem ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de)) und das Radioaktivitätsmessnetz des Bundesamtes für Strahlenschutz (<http://odlinfo.bfs.de>). Die Systeme stellen Daten einer Vielzahl von Messstationen in unterschiedlichen Formaten, z.B. als Datentabel-

len und Datenkarten, zur Bewertung der Umweltsituation einer Region zur Verfügung.

In unseren Forschungsarbeiten, haben wir nun festgestellt, dass die beschriebenen Informationssysteme der interessierten Öffentlichkeit oftmals nicht bekannt sind. Aber auch wenn sie bekannt sind, ist es schwierig die Daten aus unterschiedlichen Informationssystemen zusammenzuführen und auszuwerten. Die Ursache hierfür ist, dass die Systeme von unterschiedlichen Institutionen konzipiert wurden und sie sich damit in ihrer Bedienung, Aufbereitung der Daten und verwendeten Datenformaten unterscheiden. Um diese Probleme zu lösen und die Zugänglichkeit zu den Daten zu vereinfachen, arbeiten wir am Institut für Softwaresysteme an einem Softwaresystem, das einen harmonisierten Zugang zu umweltrelevanten Messdaten ermöglicht [4].

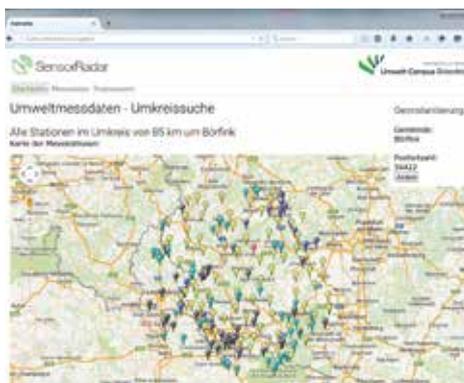


Abb. 2 Darstellung der in einer Region verfügbaren Messstationen auf einer Karte

Das System „SensorRadar“ ermittelt Messstationen verschiedener Messnetze in einer vorgegebenen Region (vgl. Abb. 2). Der Entwurf sieht vor, dass einzelne Messstationen ausgewählt und Daten unter einem einheitlichen Bedienungs- und Darstel-

lungskonzept ausgewertet werden können. Ein Prototyp des Systems ermöglicht es uns, die vielschichtigen Probleme, die bei einer Integration von Messnetzen unterschiedlicher Betreiber entstehen, zu analysieren und Lösungskonzepte zu entwickeln und zu bewerten.

Im Hinblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Nationalpark, erhoffen wir uns mit unseren Arbeiten die Zugänglichkeit zu umweltbezogenen Messdaten zum Nationalpark zu vereinfachen.

#### Wissenschaftliche Veranstaltungen

Um das wissenschaftliche Potential des Nationalparks tiefergehend zu analysieren, den wissenschaftlichen Austausch zu fördern und Synergieeffekte für die verschiedenen Forschergruppen zu erzeugen, hat das Institut für Softwaresysteme im Wintersemester 2014/2015 eine Vortragsreihe „Forschung und Entwicklung im Nationalpark Hunsrück-Hochwald“ organisiert, in der eingeladene Referentinnen und Referenten fachübergreifend über aktuelle Forschungsprojekte berichtet haben. So wurde beispielsweise über das Klimawandel-Informationssystem Rheinland-Pfalz, die Bedeutung von Alt- und Totholz für einen wertvollen Wald, Waldinventuren, das Borkenkäfermonitoring in Rheinland-Pfalz, über Einsatz und Bedeutung der Fernerkundung im zukünftigen Nationalpark und über kulturgeschichtliche Forschungsarbeiten mit Bezug zum Nationalpark vorgetragen. Ein Teil der Vorträge ist auf der Webseite <http://nationalpark.umwelt-campus.de> als Video verfügbar.

In der Vortragsreihe wurden zahlreiche Facetten der Forschungsarbeit im zukünftigen Nationalpark beleuchtet. Wegen der positiven Resonanz wurde im Sommersemester 2015 eine Fachtagung zum gleichen Thema organisiert. Bei der Veranstaltung bestand

auch die Möglichkeit, den Nationalpark in einer Exkursion kennenzulernen. Für die kommenden Semester sind weitere Veranstaltungen geplant.

In Kooperation mit weiteren Beteiligten aus dem Fachbereich Umweltplanung/Umwelttechnik werden auch studentische Projektarbeiten mit Bezug zum Nationalpark umgesetzt. So entstand beispielsweise ein dreidimensionales Modell des Nationalparks, das bereits bei der Eröffnungsveranstaltung des Nationalparks sowohl in der virtuellen Realität betreten, als auch als CNC-gefrästes Modell zum Anfassen erlebt werden konnte.

Weitere Informationen zur Nationalparkforschung am Institut können bei den Autoren erfragt bzw. unter <http://iss.umwelt-campus.de> eingesehen werden.



**Prof. Dr. Peter Fischer-Stabel**  
FB Umweltplanung/Umwelttechnik  
Institut für Softwaresysteme in Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17-1768  
p.fischer-stabel@umwelt-campus.de



**Prof. Dr. Rolf Krieger**  
FB Umweltplanung/Umwelttechnik  
Institut für Softwaresysteme in Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17-1302  
r.krieger@umwelt-campus.de

### Weiterführende Quellen

- [1] Umweltinformationssysteme – Grundlegende Konzepte und Anwendungen.- Fischer-Stabel, P. (2013); 2. Neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Herbert Wichmann Verlag
- [2] An Information Portal for the Research in Nature Reserves: The UNESCO MaB Biosphere Reserve Bliesgau.- Fischer-Stabel, P., M. Mattern & K. Schäfer (2010). In: Greve, Cremers: Integration of Environmental Information in Europe, Proceedings of the 24th International Conference Informatics for Environmental Protection, Köln/Bonn, Germany- Shaker Verlag
- [3] Open Geospatial Consortium (OGC): OGC – Standards.- <http://www.opengeospatial.org/standards>; letzter Aufruf 17.2.2015
- [4] Beck, Marc, Christian Hempe, Rolf Krieger, Andreas Muth und Bernhard Schmitt: Integration of Sensor Data and their Presentation in Regional Environmental Information Systems and Mobile Applications. In Proceedings of the 25th International Conference on Informatics for Environmental Protection, Ispra, Italy, 2011, Volume 1: S. 521 - 528

## Praxis erleben: Optimierung der internen Logistik in Zusammenarbeit mit der Walter Werner GmbH Metallveredelung in Birkenfeld

FB UMWELTWIRTSCHAFT/UMWELTRECHT

Prof. Dr. Oliver Braun

Carina Egler,

Philipp Hildinger,

Daniel Rapp,

Julia Reinermann,

Maximilian Weyand

Im Rahmen des Masterstudiengangs Umwelt- und Betriebswirtschaft haben die Studierenden Carina Egler, Philipp Hildinger, Daniel Rapp, Julia Reinermann und Maximilian Weyand unter Leitung von Prof. Dr. Oliver Braun eine Projektarbeit in Kooperation mit der Walter Werner GmbH aus Birkenfeld durchgeführt. Das 1957 gegründete Birkenfelder Unternehmen ist spezialisiert auf Metallveredelung und Marktführer in Südwestdeutschland. Die Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Galvanisieren, Lackieren und Haftmittel-Beschichten. Das Unternehmen ist zertifiziert nach ISO/TS 16949 und garantiert seinen Kunden aus den unterschiedlichsten Industriezweigen wie z.B. dem Maschinenbau, der Elektroindustrie, der Luft- und Raumfahrtindustrie sowie der Automobilindustrie eine geprüfte Produktqualität. Nicht nur die Qualität, sondern auch Umweltstandards haben bei der Walter Werner GmbH einen hohen Stellenwert, was insbesondere die Kooperation mit dem Umwelt-Campus Birkenfeld interessant macht. So ist das Unternehmen als

eines der ersten nach EMAS, dem höchsten Umweltstandard für produzierende Unternehmen, validiert. Die Schonung natürlicher Ressourcen spiegelt sich wider in der firmeneigenen, hochmodernen Abwasseraufbereitungsanlage, durch welche der Wasserverbrauch signifikant verringert werden konnte. Ebenso wurden hohe Investitionen getätigt in eine thermische Nachverbrennungsanlage, wovon bisher nur wenige weltweit im Einsatz sind. Aktuell sind 150 festangestellte Mitarbeiter bei dem Birkenfelder Unternehmen beschäftigt.

### PROJEKTBE SCHREIBUNG

Ziel des Projektes war es, die bestehenden Prozesse der Walter Werner GmbH im Wareneingang, in der Produktion und im Warenausgang detailliert zu dokumentieren, zu analysieren und Verbesserungspotentiale abzuleiten (Abbildung 1). In einem ersten Schritt erfolgte zunächst eine systematische Analyse des IST-Zustandes, indem die Prozessabläufe und internen Organisationsstrukturen mit Hilfe von Ablaufdiagrammen

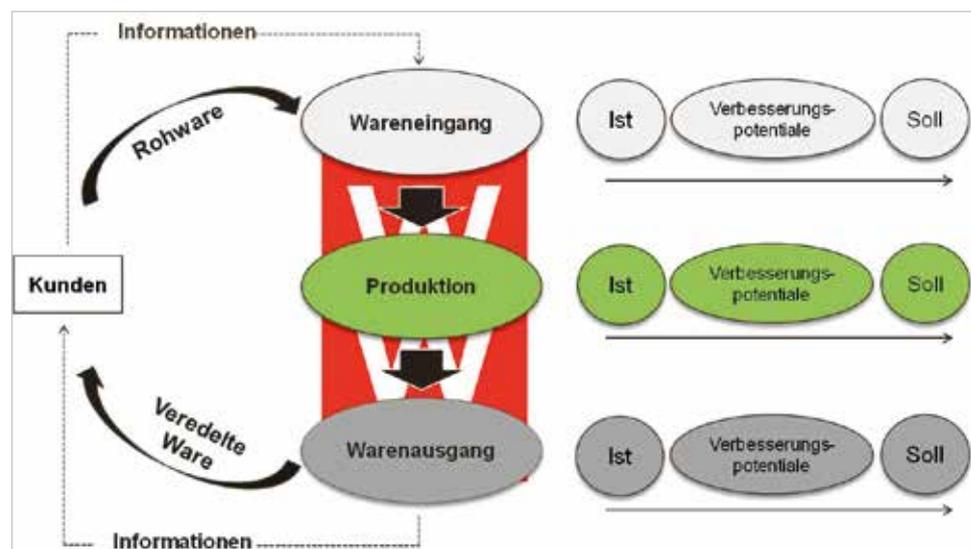


Abb.1: Projektstruktur

visuell dargestellt wurden. Durch dieses detaillierte Dokumentieren und Hinterfragen der bestehenden Waren- und Informationsflüsse konnten Stärken und Schwächen identifiziert und Verbesserungspotentiale aufgedeckt werden. Darauf aufbauend folgte die Konzeption eines realistischen und optimierten SOLL-Prozesses, wodurch die Transparenz und Planungssicherheit durch zielgerichtete Verknüpfung von Material- und Informationsflüssen erhöht werden kann.

Anhand der durchgeführten Analyse sowie der Dokumentation der aktuellen Geschäftsprozesse innerhalb der Bereiche Wareneingang, Produktion und Warenausgang im Rahmen der IST-Aufnahme konnten einige Verbesserungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Ein großes Potential bietet hierbei die Transparenz des Waren- und Informationsflusses im Unternehmen. Beispielsweise kann durch das Scannen der Ware im Wareneingang, in der Produktion und im Warenausgang gewährleistet werden, dass sich Mitarbeiter jederzeit über den Standort der Ware informieren können. Die Implementierung eines Tracking-Tools würde es dem Kunden ferner ermöglichen, zu jedem Zeitpunkt den Bearbeitungsstatus seiner Ware online abzurufen, was zu besseren Planungsmöglichkeiten für den Kunden führt und dadurch eine größere Kundenzufriedenheit bewirken kann. Darüber hinaus können die Informationen der Scanvorgänge auch zur Produktionsplanung verwendet werden. Schließlich können auch Durchlaufzeiten und Bearbeitungszeiten festgehalten und optimiert werden.

Mit der Aufstellung eines SOLL-Konzeptes und einer Maßnahmenplanung wurden der Walter Werner GmbH Handlungsalternativen vorgestellt, welche zu einer Effizienzsteigerung des Materialflusses führen und transparente Geschäftsprozesse gewähr-



Abb.2: Prof. Braun mit Geschäftsführer Ulrich Werner, dem kaufmännischen Leiter Wolfram Umlauf, dem Key Account Manager Peter Weber und den Studierenden bei der Projektpräsentation und dem anschließenden Abschlusssessen

leisten. Zur Umsetzung der aufgestellten Maßnahmen sind bereits Grundlagen vorhanden. So existieren sowohl ein ERP-System als auch Scanner, welche die Herstellung der angestrebten Transparenz unterstützen. Essenziell bei einer Realisierung von Umstrukturierungsmaßnahmen in diesem Rahmen ist die Beteiligung und Einbindung aller Mitarbeiter, denn Verständnis für die notwendigen Veränderungsprozesse und Zusammenarbeit bei der Umsetzung der Maßnahmen sind die Basis für eine erfolgreiche Erreichung der Optimierungsziele.

### FAZIT

Im Rahmen der Projektarbeit hatten die Studierenden des Umwelt-Campus Birkenfeld die Möglichkeit, eine sehr komplexe Problemstellung aus der Praxis zu bearbeiten. Prof. Braun lobt vor allem die gute Zusammenarbeit und die freundliche Unterstützung durch die Mitarbeiter der Walter Werner GmbH: „Bei Walter Werner besteht eine sehr offene, freundliche und konstruktive Arbeitsatmosphäre. Beide Seiten haben von dem Projekt profitiert. Unsere Studierenden wurden von uns immer wieder angehalten, alles Wesentliche auf den Punkt zu bringen, um so einen echten praktischen Nutzen für das Unternehmen zu erzielen.“ Wolfram Umlauf, kaufmännischer Leiter, erklärt: „Die Studierenden haben einen unvoreingenommenen, frischen Blick auf unsere Prozesse geworfen. Alleine das hat uns schon sehr viel gebracht.“ Geschäftsführer Ulrich Werner ist ebenfalls begeistert: „Die Studierenden von Prof. Braun haben hervorragende Arbeit geleistet. In einem Wort: Top! Wir wollen die aufgezeigten Maßnahmen nun umsetzen und setzen dabei weiter auf die Zusammenarbeit mit dem Team der Quantitativen BWL des Umwelt-Campus Birkenfeld.“ Auch die Studierenden haben aus dem Projekt sehr viel mitgenommen, wie Maximilian Weyand erläutert: „Das Projekt war spannend, lehrreich und herausfordernd. Wir haben in den letzten Wochen und Monaten hart gearbeitet und dabei viel gelernt, was uns für die spätere berufliche Tätigkeit sehr nützlich sein wird.“

**Die Walter Werner GmbH – spezialisiert auf Metallveredelung**

Wir sorgen für dekorative Oberflächen und schützen Metalle sowie Kunststoffe vor Korrosion und Verschleiß – fachmännisch und flexibel. Diese Leistungen erhalten Sie bei uns aus einer Hand.

- **VORBEHANDLUNG**  
Strahlen, Entfetten, Beizen, Passivieren, Phosphatieren
- **GALVANIK**  
Eloxieren, Verzinken, Zink-Nickel (sauer und alkalisch)
- **LACKIEREN**  
Pulverbeschichten, Nasslackieren, KTL-Beschichten
- **HAFTMITTEL**  
Haftmittelbeschichtung im Walzverfahren, Trommelverfahren, Automaten-Beschichtung
- **SERVICE**  
Prüfen, Sortieren, Montieren, Verpacken, Liefern

Mehr Informationen unter [www.walter-werner.de](http://www.walter-werner.de)



**Prof. Dr. Oliver Braun**  
FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
FR Umwelt- und Betriebswirtschaft  
  
Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld  
  
T.: +49 6782 17 1543  
o.braun@umwelt-campus.de

## Germany Today – Delegation nordamerikanischer Wissenschaftler besucht den Umwelt-Campus Birkenfeld

FB UMWELTWIRTSCHAFT/UMWELTRECHT

Prof. Dr. Oliver Braun

Christina Stein, M.A.

Der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) besuchte im vergangenen Jahr mit einer Gruppe von 20 nordamerikanischen und kanadischen Wissenschaftlern den Umwelt-Campus Birkenfeld im Rahmen einer „Germany Today Tour“. Stationen dieser Deutschlandreise waren neben dem Umwelt-Campus Birkenfeld auch die Exzellenzuniversitäten TU München und Universität zu Köln sowie das renommierte Fraunhofer Institut. Ziel war es, den Wissenschaftlern einen Einblick in die aktuelle deutsche Forschungs- und Hochschullandschaft zu geben und über Internationalisierungs- und Zukunftskonzepte zu informieren. Unter Federführung von Prof. Dr. Oliver Braun, der für den Fachbereich Umweltwirtschaft/ Umweltrecht ein Austauschprogramm mit Partnerhochschulen in San Diego betreut, wurde für die Hochschulvertreter ein abwechslungsreiches Programm organisiert. Nach dem Empfang durch den Präsidenten der Hochschule Trier, Prof. Dr. Norbert Kuhn,

und Prof. Dr. Oliver Braun stellten Prof. Dr. Klaus Rick und Prof. Dr. Maire Mulloy das Green-Campus-Konzept sowie die internationalen Aktivitäten der Hochschule vor. Bei einer geführten Campus-Tour wurden der Besuchergruppe auch die modernen technischen Anlagen zur Energie- und Wärmeversorgung der europaweit einzigartigen „Zero Emission University“ durch Rainer Michels (Gebäudemanagement und Energiesysteme) erklärt. Danach informierte Prof. Dr. Henrik te Heesen über Solarenergie und demonstrierte die Solaranlagen auf den Dächern der Gebäudekomplexe. Prof. Dr. Ulrich Bröckel und Prof. Dr. Heike Bradl öffneten die Türen ihrer Forschungslabore der Verfahrenstechnik und der Hydrothermalen Karbonisierung.

Im Anschluss standen die internationalen Studienprogramme des Umwelt-Campus Birkenfeld auf der Agenda. Prof. Dr. Oliver Braun stellte die Austausch- und Doppelabschlussprogramme des Faches Umwelt-



Abb. 1: Nordamerikanische Delegation mit den Vertretern des Umwelt-Campus Birkenfeld

und Betriebswirtschaft mit US-Universitäten vor. Anschließend präsentierte Aloisia Sens das Tandem-Projekt mit der École des Mines in Albi/Frankreich und Dr. Michael Knaus vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) stellte den Masterstudiengang „International Material Flow Management“ vor. Danach informierte Julia Mertens über das für ausländische Studierende konzipierte Study Semester „Principles of Sustainable Business“. Abschließend berichteten Studierende des Faches Umwelt- und Betriebswirtschaft über ihre Erfahrungen während des Auslandssemesters in San Diego. Zum Abschluss des informativen Tages trafen sich alle Beteiligten zu einem Networking-Lunch im Kommunikationsgebäude des Umwelt-Campus Birkenfeld.



**Prof. Dr. Oliver Braun**  
FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
FR Umwelt- und Betriebswirtschaft

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 1543  
o.braun@umwelt-campus.de



## Hochschulnetzwerk ETAP – EU-Ratspräsident Van Rompuy gratulierte zum langjährigen Engagement für das Europäische Ideal

FB UMWELTWIRTSCHAFT/UMWELTRECHT  
Prof. Dr. Axel Kihm

Seit dem Jahr 2006 ermöglicht Prof. Dr. Axel Kihm Studierenden der Hochschule Trier die Teilnahme an der „Europäischen Woche der Rechnungslegung“, zu deren 15. Auflage das Hochschulnetzwerk „ETAP – European Taxation and Accounting in Practice“ in die „Europäische Hauptstadt“ nach Brüssel eingeladen hatte. Der Gastgeber des Jahres 2014 war die Hogeschool-Universiteit Brussel, die 101 Teilnehmer aus 12 europäischen Ländern begrüßen durfte (Abb.1); die Hochschule Trier war dabei mit 10 Studierenden vertreten (Abb. 2).

Täglich nahmen die Studierenden an „multinationalen“ Vorlesungen der Professorinnen und Professoren des ETAP-Netzwerks teil, in denen die Grundlagen der inzwischen fast weltweit anerkannten „International Financial Reporting Standards“ vermittelt und damit die Studierenden für die globale Dimension des Wirtschaftsgeschehens sensibilisiert wurden. In den anschlie-

ßenden Workshops wurde das Erlernete bei der Bearbeitung von Fallstudien in international gemischten Teams vertieft (Abb. 3). Zur erfolgreichen Bewältigung der gestellten Aufgaben waren nicht nur englische Sprachkenntnisse erforderlich; die Studierenden mussten auch in kürzester Zeit lernen, mit Arbeitsmethoden aus verschiedensten Ländern zurechtzukommen und diese bestmöglich aufeinander abzustimmen. Ihren Lernerfolg unter Beweis stellen konnten die Studierenden zum Abschluss der Woche im Rahmen einer Unternehmensanalyse, deren Ergebnisse vor einer Professoren-Jury präsentiert wurden.

Neben den fachlichen Fragestellungen zur internationalen Rechnungslegung standen aber auch interdisziplinäre und interkulturelle Themen auf dem Stundenplan. So konnten die Studierenden im Belgischen Institut der Wirtschaftsprüfer und Steuerberater einem höchstaktuellen Vortrag über die Be-



Abb.1: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der 15. Woche der Rechnungslegung in Brüssel/Belgien



Abb. 2: Studierende der Hochschule Trier mit Prof. Dr. Axel Kihm



Abb. 3: Studierenden während eines Workshops



Abb. 4: Kulturrallye durch Brüssel



Abb. 5: Herman Van Rompuy, (bis November 2014) ständiger Präsident des Europäischen Rates und ehemaliger belgischer Premierminister in seiner Video-Botschaft an das Hochschulnetzwerk ETAP

steuerung multinationaler Unternehmen folgen, anschließend war ihre Teamfähigkeit bei der Kulturrallye durch Brüssel gefordert (Abb. 4).

Eine besondere Anerkennung wurde dem Hochschulnetzwerk in diesem Jahr zuteil, indem sich der (bis November 2014 amtierende) ständige Präsident des Europäischen Rates und ehemalige belgische Premierminister Herman Van Rompuy (Abb. 5) in einer persönlichen Videobotschaft an die Studierenden und Professorinnen und Professoren wandte: „Sie haben Wissen geteilt, neue Fähigkeiten erlernt, von denen die Studierenden unter Ihnen hoffentlich Ihr Berufsleben lang profitieren werden. Diese Fähigkeiten sind auch für Europa wichtig. Umso mehr freue ich mich zu hören, dass das ETAP-Netzwerk lebendiger denn je ist.“ Die Weiterführung ist auch für 2015 gesichert, denn zur 16. Woche der Rechnungslegung hat Prof. Dr. Axel Kihm an den Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier eingeladen.



**Prof. Dr. Axel Kihm, CPA, CVA**  
 FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
 Allgemeine Betriebswirtschaftslehre,  
 insb. Unternehmensrechnung

Hochschule Trier,  
 Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 2611  
 a.kihm@hochschule-trier.de

## Kinderklimaschutzkonferenz Rheinland-Pfalz

### „Die Kinder von heute sind die Erwachsenen von morgen.“

Dies bedeutet einerseits, dass unsere Kinder zukünftig vom Klimawandel und dessen Folgen betroffen sein werden. Andererseits ist es auch eine große Chance, heute in die Zukunft zu investieren, indem wir den Kindern helfen, die Zusammenhänge zu verstehen und schon jetzt das Klima der Zukunft mitzugestalten.

Es gibt viele Möglichkeiten, seinen Teil zum Schutz des Klimas beizutragen. Selbst kleinste Maßnahmen sparen klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen und darüber hinaus noch bares Geld. Ob durch Ausschalten der Zimmerbeleuchtung beim Verlassen eines Raumes oder die Vermeidung von Standby-Verlusten bei Elektrogeräten – jeder kann sich mit kleinen Beiträgen aktiv für den Klimaschutz einsetzen.

Oftmals fehlt jedoch das Bewusstsein für das eigene Handeln und somit auch Ideen für Möglichkeiten bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen.

Daher ist es sinnvoll, in eine frühe Umwelt- und Klimabildung unserer Kinder zu investieren. Gerade Grundschüler zeichnen sich durch eine hohe, natürliche Begeisterungsfähigkeit und Motivation aus und sind als Anspruchsgruppe für den Klimaschutz prädestiniert. Denn je früher ein Bewusstsein für diese Thematik geschaffen wird und gemeinsam Lösungsansätze erarbeitet werden, desto nachhaltiger ist auch der Lerneffekt.

Aus diesem Grund startet das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) am Umwelt-Campus in Birkenfeld (UCB), gefördert vom Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz (MWKEL), das Bildungsprojekt „Kinderklimaschutzkonferenz Rheinland-Pfalz“.

Das Ziel liegt in einer Sensibilisierung der

Kinder für einen verantwortungsvollen Umgang mit Energie und natürlichen Ressourcen sowie daraus resultierend einer anhaltenden Änderung des Denkens und Verhaltens.

Das Projekt untergliedert sich in verschiedene Projektstufen, die nachfolgend skizziert werden:



Abb. 1: Projektaufbau und -ablauf

Um ein Umwelt- und Klimabewusstsein zu bilden sowie Maßnahmen aufzuzeigen, die eine CO<sub>2</sub>-Reduktion herbeiführen, sollen sich die Schüler zunächst im Rahmen einer 1-tägigen Kinderklimaschutzkonferenz aktiv und praktisch mit den Problemen, aber auch mit den entsprechenden Lösungsansätzen zu den Themen Klimawandel, Klimaschutz, Erneuerbare Energien, Energieeffizienz etc. auseinandersetzen.

Die folgende Grafik gibt den Ablauf des Projekttagess wieder.

Uhrzeit	Themenswerpunkt
08:00 - 09:00 Uhr	Unterrichtseinheit: „Globale Erwärmung, Eisbär in Not“
09:05 - 09:25 Uhr	Praktischer Teil
09:30 - 10:00 Uhr	Frühstückspause (zur ersten großen Pause)
10:00 - 11:00 Uhr	Unterrichtseinheit: „Energie und Energieeffizienz“
11:05 - 12:30 Uhr	Energieparcours inkl. Mittagspause

Abb. 1: Themeninhalte der Kinderklimaschutzkonferenz in den Grundschulen



Abb. 3: Abb. 3: Projektlogo

In einem zweiten Schritt soll mit ausgewählten Teilnehmern der bereits durchgeführten Kinderklimaschutzkonferenzen eine Abschlussveranstaltung in Mainz durchgeführt werden. Die Kinder sollen hierbei ihre Erfahrungen, Kenntnisse sowie Wünsche und Hoffnungen mit Vertretern aus Politik und Wirtschaft kommunizieren und diskutieren. Um die Thematik Klimaschutz dauerhaft in den Unterricht zu etablieren, besteht eine weitere Zielsetzung des Projektes „Kinderklimaschutzkonferenz Rheinland-Pfalz“ aber auch darin, die Lehrerinnen und Lehrer aktiv zu unterstützen. Neben der Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien beinhaltet dies auch eine dauerhafte Beratung. So sollen Fragen beantwortet werden wie:

- o Existieren Förderinstrumente für die Umsetzung von Klimaschutzprojekten im Schulunterricht?
- o Wo können Bildungsmaterialien zur Integration der Themen Klimaschutz und Nachhaltigkeit, erneuerbare Energien und Energieeffizienz kostenlos bezogen werden?
- o Wie kann das Thema Klimaschutz sinnvoll in den Unterricht eingebaut werden?

Dieser ganzheitliche Ansatz stellt die Grundlage für eine nachhaltige Klimabildung dar. Denn durch die Integration aller beteiligten Akteure wird eine langfristige Integration der Thematik im Unterricht - aber auch im Alltag – gewährleistet.

Für die Teilnahme am Projekt werden sämtliche Grundschulen in Rheinland-Pfalz aufgerufen, sich ab März 2015 zu bewerben. Weitere Informationen zum Projekt sind unter [www.kinderklimaschutzkonferenz.de](http://www.kinderklimaschutzkonferenz.de) ersichtlich.

**Prof. Dr. Peter Heck**

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 1221  
[ifas@umwelt-campus.de](mailto:ifas@umwelt-campus.de)

## Green Buildings

### Entwicklungen und neue technologische Ansätze bei der hocheffizienten Gebäudetechnik

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Prof. Dr. Peter Heck

Patrick Huwig

Thomas Anton

[Überarbeiteter und übersetzter Auszug des Originalbeitrages für das "Envirocities eMagazine" ([www.envirocitiesmag.com](http://www.envirocitiesmag.com)) im arabischen Raum, zum Thema Green Buildings (Initiator: Environmental Center for Arab Towns (ECAT)).]

Eingesparte Energie ist die beste Energie. Gemäß diesem Grundsatz liegt das Ziel energieeffizienter Gebäude darin, mit minimalem Einsatz an Kühl- und Heizenergie auszukommen. Neben der Heiz- oder Kühlenergie lassen sich im Rahmen der hocheffizienten Gebäudetechnik auch im Strombereich große Einsparungen, im Vergleich zu konventionellen Geräten und Beleuchtungen, identifizieren.

Während in Europa die Heizwärme zur Gebäudeklimatisierung den größten Anteil am Endenergieverbrauch erfordert (Durchschnittstemperatur in Deutschland: ca. 0,3°C im Winter und ca. 16,5°C im Sommer), liegt der größte Anteil am Endenergieverbrauch auf der arabischen Halbinsel bei der Gebäudekühlung (Durchschnitt-

temperatur in Dubai: ca. 20°C im Winter und ca. 33°C im Sommer). Wie im Verlauf dieses Artikels noch gezeigt wird, kann die Gebäudeklimatisierung (Heizen und Kühlen) auf regenerative Weise – und zugleich konkurrenzfähig oder gar günstiger im Vergleich zu konventionellen Technologien erfolgen.

Besonders Photovoltaik und solarthermische Anlagen finden in Europa bereits seit über zehn Jahren millionenfach Anwendung (die installierte PV-Kapazität innerhalb der EU beträgt derzeit rund 80 Gigawatt). Und das, obwohl die Sonnenerträge in Mitteleuropa auf eher niedrigem Niveau liegen, verglichen mit sonnenreichen Ländern. Zum Vergleich: die Solarerträge sind in Europa mit rund 800 bis 1.300 kWh/kWp weitaus niedriger als auf der arabischen Halbinsel mit rund 1.600 bis 2.200 kWh/kWp.

Im Neubaubereich bildet die solare Bauleitplanung den ersten Grundstein für eine energieeffiziente Bau- und Betriebsweise von Gebäuden. Mit Fokus auf die Optimierung der aktiven und passiven Solarerträge



Abb. 1: Energieeffizienz im Gebäudebestand im Zeitablauf<sup>1</sup>

<sup>1</sup> In Anlehnung an Passivhaus Institut Darmstadt

leistet die solare Bauleitplanung einen wichtigen Beitrag zur Gesamteffizienz von Gebäuden. Je nach Temperaturbedingungen und Gebietslage werden die Errichtung und der Betrieb von Hocheffizienzgebäuden, mit minimal dimensionierter Gebäudetechnik, erst durch die passive Nutzung der Sonnenenergie im Winter bzw. die Vermeidung von Sonneneinstrahlung im Sommer (Überhitzung) ermöglicht.

Erst die optimale Ausrichtung der Hauptfassade und Anordnung der Räume (Wohnräume nach Süden ausgerichtet) sowie eine entsprechende Verteilung der Fensterflächen erlauben eine bestmögliche Nutzung der Wintersonne und damit die Reduzierung zusätzlicher Wärmebedarfe. Um im Gegensatz dazu eine Überhitzung der Gebäude in den Sommermonaten zu vermeiden, sind entsprechende Verschattungssysteme zu installieren, die die solare Einstrahlung durch die Fensterflächen hindurch minimieren.

Für die aktive Solarnutzung durch photovoltaische und solarthermische Anlagen hingegen sind Ausrichtung und Neigung der Dachflächen von entscheidender Bedeutung. Wesentliche Einflussfaktoren hierbei sind die in der Bebauungsplanung festgelegten Ausrichtungen der Straßenzüge, die geplante Begrünung sowie die zugelassenen Dachneigungen. Die solare Bauleitplanung soll diese Anforderungen und Einflussfaktoren vereinen und damit bestmögliche Solarerträge gewährleisten.

#### Gebäudeeffizienzstandards

Aufgrund des hohen Anteils am Gesamtenergieverbrauch und den damit verbundenen Einsparpotenzialen, wurden die gesetzlichen Anforderungen im Gebäudesektor innerhalb der EU in den letzten 20 Jahren kontinuierlich erhöht. Als für alle EU-Staaten bindende Rechtsvorschrift gibt die EU-Effizienzrichtlinie (2012/27/EG) die langfristigen

Ziele im Bereich Energie- und Gebäudeeffizienz vor. Die konkreten Zielsetzungen der Effizienzrichtlinie sehen vor die Treibhausgasemissionen in Europa bis 2020 um 20 % zu senken (im Vergleich zu 1990), den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch der EU auf 20 % zu steigern sowie die Energieeffizienz bis 2020 um 20 % zu steigern (im Vergleich zu 2005).

Die aktuell innovativsten Gebäudeeffizienzstandards sind der Passivhausstandard, der Nullheizenergiestandard sowie der Nullenergiehausstandard, die im Vergleich zu älteren Bestandsgebäuden mit einem Minimum an Energieaufwand zu versorgen sind (vgl. Abbildung 2: Vergleich Gebäudeeffizienzstandards).

#### Passivhäuser

Das Passivhaus-Institut Darmstadt berechnet und zertifiziert Passivhausgebäude gemäß der folgenden Definition: „Ein Passivhaus ist ein Gebäude, in welchem die thermische Behaglichkeit allein durch Nachheizen oder Nachkühlen des Frischluftvolumenstroms gewährleistet werden kann.“<sup>2</sup> Der Passivhausstandard im Wohnungsbau gilt darüber hinaus als erreicht, sofern ein spezifischer Heizwärmebedarf von 15 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) und ein spezifischer Primärenergiebedarf von 120 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) nicht überschritten werden (Anforderungen für eine Zertifizierung).

#### Plusenergiegebäude

Eine noch ehrgeizigere Version des Passiv- oder Nullheizenergiehauses ist das Plusenergiehaus. Anstatt, wenn auch nur in geringen Mengen, Energie für das Kühlen/Beheizen und Betreiben des Gebäudes von außerhalb zu beziehen, erzeugen Plusenergiehäuser bilanziell mehr Energie als sie selbst verbrauchen. Auch hier existieren bereits offizielle Definitionen, nach denen die

<sup>2</sup> Passivhaus Institut Darmstadt

Gebäude entsprechend bewertet werden: „Das Plusenergiehausniveau ist erreicht, wenn sowohl ein negativer Jahres-Primärenergiebedarf ( $\Sigma Q_p < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ) als auch ein negativer Jahres-Endenergiebedarf ( $\Sigma Q_e < 0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ ) vorliegen.“<sup>3</sup> Zur Erreichung eines Plusenergiegebäude-Standards ist dementsprechend der Einsatz von Erneuerbaren Energien in Form von Solarthermie und Photovoltaik zwingend erforderlich.

Generell sind beim Bau von Passiv- oder Plusenergiehäusern in heißen Klimazonen folgende Kriterien zu beachten:

- Massivbauten mit dicken Wänden und schweren Baustoffen (z. B. 40 cm dicke Lehmwände)
- Möglichst weiß getünchte Dächer und verschattete Fenster
- Luftdichte Bauweise (geringer Luftwechsel bei Tag und intensive Lüftung bei Nacht)
- Speichermasse des Erdreiches nutzen Bodenplatte auf Erdreich und möglichst ohne Keller
- Mehrgeschossig bauen im Verhältnis weniger Dachflächen und dadurch kleinere Kühllasten

### Regenerative Gebäudeklimatisierung

Für heiße Regionen mit viel Kühlbedarf und Sonneneinstrahlung bieten sich, insbesondere für größere Gebäude, zwei regenerative Klimatisierungsmöglichkeiten auf Solarbasis an. Für die strombasierte Klimatisierung besteht die Möglichkeit, reversibel arbeitende Wärmepumpen (Heizen und Kühlen) oder konventionelle Kompressions-Kältemaschinen, in Kombination mit Photovoltaikanlagen, zu betreiben. Die Photovoltaik wird dabei genutzt, um die Kälteanlagen mit regenerativem Strom zu betreiben. Dabei gilt: Je größer die Temperaturspreizung zwischen der Außentemperatur (z.B. 40°C) und der gewünschten Innentemperatur (z.B. 20°C), desto ineffizienter werden die Kompressionskältemaschinen. Die Effizienz der Kälteanlagen wird mit der Arbeitszahl beschrieben, die das Verhältnis zwischen zugeführter Energie (z.B. Strom oder Wärme) und der Nutzenergie (Kühlenergie) widerspiegelt. Während in gemäßigten Klimazonen eine Temperaturspreizung von etwa 10°C mit einer Arbeitszahl von etwa 3 bis 4 einhergeht, sinkt die Arbeitszahl bei Temperaturspreizungen zwischen 20 und 25°C auf 1,5 bis 2 ab.

<sup>3</sup> Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Presseinformation vom 20.9.2011



Abb. 3: Passivhaus in Jordanien (Quelle: Florentine Visser - Architect)

Es muss dementsprechend mehr Strom für die Klimatisierung aufgewendet werden. Eine Arbeitszahl von 4 bedeutet beispielsweise, dass eine Wärmepumpe viermal so viel Heizwärme bereitstellt, als sie elektrische Arbeit zu deren Gewinnung benötigt. Während die Kompressionstechnologien einen elektrisch betriebenen Verdichter besitzen, arbeiten Absorptionstechnologien mit thermischen Verdichtern. Betrieben werden können die thermischen Verdichter beispielsweise mit solarthermischen Anlagen, wobei die solare Wärme als Antriebsmedium dient. Durch thermodynamische und physikalische Effekte (verdampfen, kondensieren, verdichten, absorbieren) kann mit Hilfe der Absorptionstechnologie aus der solaren Wärme regenerativ erzeugte Kühlenergie bereitgestellt werden.

Bei beiden Varianten gilt generell das gleiche Prinzip. Je mehr Sonneneinstrahlung vorhanden ist bzw. je heißer es wird, desto mehr PV-Strom steht für den Betrieb der Kompressionskälteanlagen zur Verfügung bzw. desto mehr solarthermische Energie steht für den Betrieb der Absorptionskältemaschinen zur Verfügung. Zu berücksichtigen hierbei sind jedoch die zuvor erwähnten Temperaturspreizungen zwischen der

Außentemperatur und der gewünschten Innentemperatur.

Insbesondere die Warmwasserbereitung über solarthermische Anlagen ist für heiße Regionen sehr vorteilhaft, da eine hohe Auslastung der Solarthermieanlage und damit niedrige Kosten für die Warmwasserbereitung gewährleistet werden können.

#### **Extrem-Beispiel 1: Passivhaus in heißer, arider Region (Aqaba, Jordanien)**

Das architektonische Design ist an das lokale Klima angepasst und verwendet folgende Elemente zur Verbesserung der Energieeffizienz: Ausrichtung des Gebäudes, kompakte Bauweise, angepasste Grundrissgestaltung (Wohnräume auf der Nordseite; Raum für Luftzirkulation und als Pufferzone auf der Südseite), Beschattung für Fenster, Fassade und Dach, Dachgarten, in den dicken Wänden eingelassene Fenster, Verdunstungskühlung und ausreichend thermische Masse zur Speicherung der Wärme im Sommer und Nutzung der Sonneneinstrahlung für die Aufheizung im Winter.

Das Gebäude ist entlang einer Ost-West-Achse gebaut, um die Aufheizung durch Sonneneinstrahlung im Sommer zu minimieren und gleichzeitig für den Winter zu

maximieren. Das Gebäude ist so gestaltet, dass die Schlafzimmer möglichst nach Nordosten ausgerichtet sind, damit die Räume vor der Nachmittagshitze geschützt werden. Die Räume zur Westseite des Gebäudes hin sind Pufferzonen mit Kurzzeitnutzung, wie zum Beispiel Flure oder Badezimmer. Das Wohnzimmer befindet sich im Erdgeschoss am südlichsten Ende des Hauses und wird nach Westen hin von einer Garage und einem Lagerraum abgeschirmt. Die Südseite bietet einen einzigartigen Standort, an dem die tiefstehende Sonne im Winter zur Erwärmung beitragen kann, gleichzeitig aber während der Sommerzeit die hochstehende Sonne problemlos abgehalten werden kann.

Die Bauart des Gebäudes zielt darauf ab, neue Ideen bezüglich der Weiterentwicklung von Wandelementen bzw. Wänden zu erproben. Insbesondere wird hierbei die Nutzung lokal produzierter Baumaterialien berücksichtigt.

Die Wände verfügen über eine hohe Wärmekapazität, kombiniert mit einer 50 mm dicken Dämmschicht aus Mineralwolle. Die U-Werte (Wärmedurchgangskoeffizient, Maß für den Wärmedurchgang bzw. die Dämmfähigkeit) für das Wandsystem liegen zwischen 0,4 - 0,5 W/m<sup>2</sup>K. Die Fenster bestehen aus Stahlrahmen mit einer guten Witterungsbeständigkeit und einer zweifach verglasten Scheibe. Das Hauptaugenmerk hierbei lag darauf bei der Planung und Ausführung zu gewährleisten, dass die Luftdichtigkeit gegeben ist.

Auf dem Dach ist ein solar betriebenes Adsorptionskältesystem installiert, welches gleichzeitig Warmwasser für den Hausgebrauch, Wärme für die Beheizung und Energie für die Adsorptionskältemaschine bereitstellt. Eine Adsorptionskältemaschine ist dabei effizienter als die übliche Absorptionskältemaschine, da die Kühlung bereits



Abb. 2: Plusenergie-Hotel // Foto ©2012 Engadin St. Moritz Mountains - Gian Giovanoli/kmu-fotografie.ch

mit einer Inputtemperatur von 65 °C anstatt 90 °C bereitgestellt werden kann.

### **Extrem-Beispiel 2: Erstes Plusenergie-Hotel im Alpenraum mit kaltem Gebirgsklima (Engadin St. Moritz, Schweiz)**

Während das zuvor gezeigte Extrem-Beispiel ein Passivhaus in heißen Wüstenregionen zeigt, soll mit diesem Beispiel ein weiteres Extrem-Beispiel in kalten Regionen aufgezeigt werden. Das Romantik Hotel Muottas Muragl (mit 16 Doppelzimmern) liegt auf 2.456 Metern über dem Meeresspiegel und wurde 2010 zu einem Plusenergie-Hotel umgebaut. Obwohl die beheizte Nutzfläche um rund 50 % vergrößert wurde, konnte der Energieverbrauch durch Sanierungsmaßnahmen und die Maximierung der Solarerträge (passiv und aktiv) um etwa 60 % reduziert werden. Eine solarthermische Anlage dient zur Brauchwassererwärmung, wie auch zur Heizungsunterstützung. Die Gebäudebeheizung erfolgt mit einer Wärmepumpe, die über ein Erdsondenfeld (16 x 200 m) mit Umweltenergie versorgt wird. Zusätzlich erfolgen die Nutzung von Abwärme aus Kühlanlagen



Abb. 4: Kommunikationsgebäude des Umwelt-Campus Birkenfeld



Abb. 5 und 6: Beispiele für Gründächer

sowie von Abwärme des Seilbahnantriebs. Die elektrische Energie wird durch eine 64-kWp-Photovoltaikanlage gedeckt. Unter dem Strich produziert das Hotel nun mehr Energie als es verbraucht.

### Beispiel 3: Null-Emissions-Gebäude am Umwelt-Campus in Birkenfeld (Rheinland-Pfalz)

Als Nullemissionshaus konzeptioniert, wurde das Kommunikationsgebäude des Umwelt-Campus Birkenfeld (ein Standort der Hochschule Trier) am 28. Juni 2012 eingeweiht. Mit 40 cm Außendämmung und Dreifachverglasung entspricht die Gebäudehülle höchsten Effizienzstandards. Eine Lüftungsanlage mit mehr als 80 % Wärmerückgewinnung sowie eine adiabate Gebäudekühlung sorgen für ein ganzjährig angenehmes Gebäudeklima. Eine 40 kWp-Photovoltaikanlage versorgt darüber hinaus das Gebäude vollständig mit regenerativem Strom. Da bilanziell mehr Strom produziert als verbraucht wird, erreicht das Gebäude damit ebenfalls den Plusenergiestandard.

### Fazit

Wie die Praxisbeispiele zeigen, liegt die Zukunft hocheffizienter Gebäude in einer angemessenen Dämmung der Gebäudehülle sowie in der aktiven und passiven Nutzung der Solarenergie bzw. der Vermeidung von solaren Einträgen durch Wärmeschutz in heißen Regionen. In den gemäßigten Klimazonen gilt es demnach, die passive Nutzung der Solarenergie im Winter zu optimieren, beispielsweise durch die Gebäudeausrichtung und Fensterflächenverteilung, um möglichst viel Sonnenenergie in die Gebäude zu bringen und dadurch Heizenergie einzusparen. In den heißen Klimazonen gilt es andererseits, die Solareinträge in die Ge-

bäude durch entsprechende Gebäudeausrichtungen und Verschattungsmaßnahmen zu minimieren, um möglichst viel Kühlenergie einzusparen.

Aus ökologischer Sicht werden damit CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden, der Primärenergiebedarf kann durch Integration Erneuerbarer Energien (insbesondere Sonnenenergie zur Beheizung und Kühlung mit Absorptionskälte sowie zur Stromerzeugung mit Photovoltaik) auf ein Minimum reduziert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der Heiz- bzw. Kühlbedarfe ist der Einsatz von Gründächern oder begrünten Fassaden. Die Begrünung dient auf natürliche Weise sowohl als Kälteschutz durch die Bodenschicht, als auch gegen Überhitzung durch die Absorption des Sonnenlichts durch die Pflanzen. Im Sommer kommt dem Gebäude- und Stadtklima zusätzlich die Verdunstungskälte durch die Pflanzen und des Regenwassers zu Gute. Darüber hinaus erhöht die Dachbegrünung ebenfalls die Lebensdauer der Dachhaut, da die Bodenschicht einen natürlichen Schutz gegen UV-Licht sowie Wind und Regen bildet.

Daneben können auch im Wasserbereich verschiedene Maßnahmen zu Trinkwasser- und damit Kosteneinsparungen führen. Mit Hilfe einer Abwasserseparation, bei der das Schwarzwasser (Fäkalwasser) und Grauwasser (z. B. Duschwasser) getrennt erfasst werden, kann beispielsweise das Grauwasser zentral oder dezentral aufbereitet und anschließend als Brauchwasser zur Verfügung gestellt werden, unter anderem zur Gartenbewässerung oder für Reinigungsarbeiten. Der Trinkwasserverbrauch sowie der Abwasseranfall im Haushaltsbereich können dadurch um etwa 30 % reduziert werden, im Hotelgewerbe um etwa 40 bis 50 %.

Weitere Informationen zu den einzelnen Themenbereichen finden Sie hier:

Passivhäuser:

<http://www.passiv.de/en/index.php>  
<http://passipedia.org/>

Dachflächen u. Fassadenbegrünung:

<http://www.optigreen.com/>

Absorptionskälte:

<http://www.solair-project.eu/148.0.html>



**Prof. Dr. Peter Heck**

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 1221  
 ifas@umwelt-campus.de

## ZEMS – Ein Null-Emissions-Managementsystem für eine zukunftsfähige Entwicklung von Kommunen

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Prof. Dr. Peter Heck

Sebastian Menze

Thomas Anton

Die Europäische Kommission hat sich auf langfristige und ambitionierte Ziele zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen festgelegt. Diese Ziele sehen vor, die globale Erwärmung unter 2°C zu halten und damit Europas Weg hin zu einer CO<sub>2</sub>-armen, wettbewerbsfähigen Wirtschaft sicherzustellen. Um diese Ziele auch erfüllen zu können, müssen Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz und der Produktion CO<sub>2</sub>-armer (erneuerbarer) Energien vorangetrieben werden.

Innovative Kommunen nutzen die Vorteile dieser Entwicklungen. Sie implementieren geeignete Kontroll- und Steuerungsstrukturen sowie Management-Systeme und verpflichten sich zu einem nachhaltigen Wirtschaftswachstum durch kontinuierliche Verbesserung der kommunalen Treibhausgasbilanz. Eine Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern und die Nutzung eigener, regionaler Potenziale aus den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien führen zu höherer Beschäftigung und größerer wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit innerhalb der kommunalen Grenzen und damit zu regionaler Wertschöpfung.

Vor diesem Hintergrund hat ein internationales Partnerkonsortium, bestehend aus zehn wissenschaftlichen und privaten Organisationen aus vier nordwesteuropäischen Ländern, unter Federführung des deutschen Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS), im Jahre 2010 das ZECOS Projekt ins Leben gerufen. Innerhalb dieses Projektes wurde ein Null-Emissions-Managementsystem entwickelt, das von jeder Kommune in Europa eingesetzt werden kann. Die Umsetzbarkeit wurde bereits erfolgreich in vier Partnerkommunen getestet: In der Gemeinde

Morbach in Deutschland, der Stadt Seraign in Belgien sowie den Städten Peterborough und Northamptonshire in England.

Das Null-Emissions-Managementsystem ZEMS (aus dem Englischen: Zero-Emission-Managementssystem) beinhaltet die folgenden wesentlichen Punkte:

- Ein Null-Emissions-Konzept, das eine Stoffstromanalyse zur Identifizierung von Energieeffizienz- und Erneuerbare Energien-Potenzialen enthält, eine Energie- und Treibhausgasbilanz im Einvernehmen mit international anerkannten Standards, einen wirtschaftlichen Maßnahmenplan für die Implementierung sowie "grüne" Finanzierungsschemata mit besonderem Fokus auf Bürgerbeteiligung,
- spezifische Vorgaben erfolgreichem Aufbau, Implementierung und Fortführung des ZEMS und der damit verbundenen stetigen Verbesserung der kommunalen Entwicklung. Zusätzlich beinhalten diese Vorgaben Erläuterungen bezüglich des Umgangs mit Treibhausgasemissionen (inkl. Monitoring, Dokumentation und Berichterstattung),
- Ernennung eines Null-Emissions-Managers innerhalb der Kommune, der eine Vielzahl von Funktionen und Verantwortlichkeiten im Rahmen des ZEMS wahrnimmt,
- eine Plattform für teilnehmende Kommunen zum Zweck der Vernetzung und des stetigen Erfahrungsaustauschs,
- ein Zertifizierungssystem, das sich durch kontinuierliche Verbesserung auszeichnet und für Marketingzwecke eingesetzt werden kann.

ZEMS selbst folgt dem Plan-Do-Check-Act-

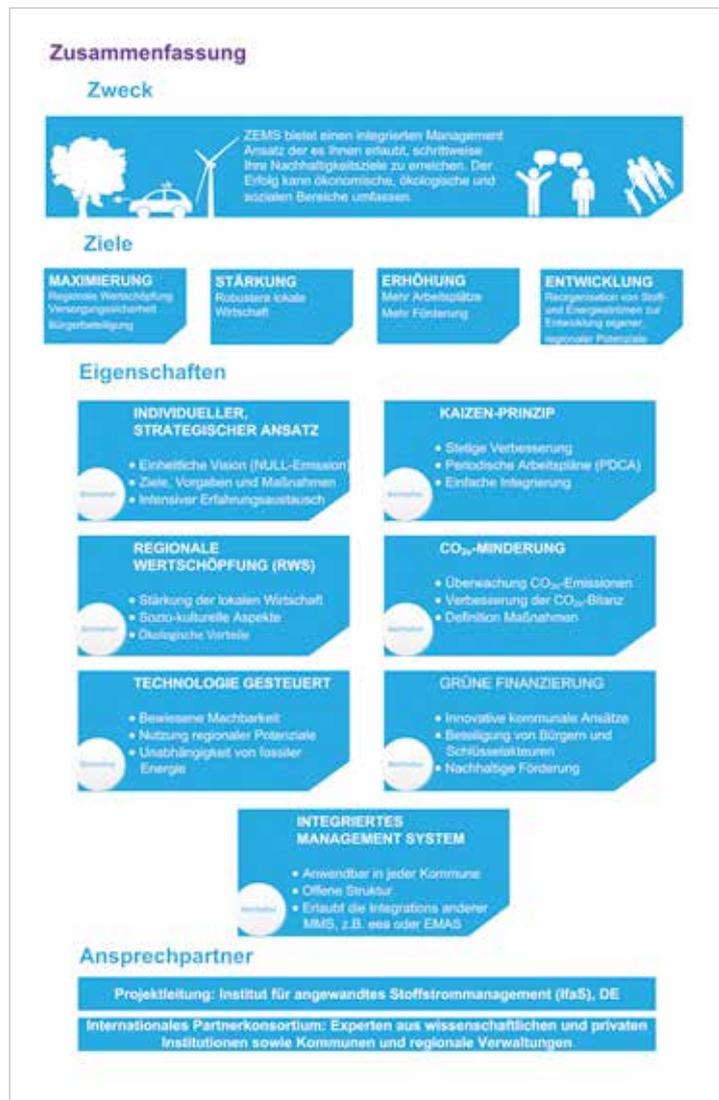
Managementzyklus, der ein Schlüsselement auf dem Weg zur stetigen Verbesserung der kommunalen Entwicklung darstellt. Weitere Informationen zum Projekt können unter [www.zecos.eu](http://www.zecos.eu) abgerufen werden.



**Prof. Dr. Peter Heck**  
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS)

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 1221  
ifas@umwelt-campus.de



## Folgekostenrechner Rheinland-Pfalz

### Ein unterstützendes Instrument für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung

FB UMWELTWIRTSCHAFT/UMWELTRECHT

Zentrum für Bodenschutz u. Flächenhaushaltspolitik (ZBF)

Prof. Dr. habil. Dirk Löhr

Dr. agr. Daniel Mühlleitner

Bastian Reiter

#### HINTERGRUND UND PROBLEMSTELLUNG

Trotz des in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung formulierten Ziels der Reduktion des „Flächenverbrauchs“ werden täglich deutschlandweit im hohen Maße Freiflächen in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt. Dieser zügige Flächenverbrauch gilt als ökologisch sehr bedenklich und zieht auch ökonomische und soziale Folgeprobleme nach sich. Zu nennen sind hier etwa steigende „Leerkosten“ wegen unausgelasteter Infrastruktur in schrumpfenden Regionen, verbunden mit einer steigenden Abgabenlast für Bürgerinnen und Bürger oder auch wachsende Probleme bei der Versorgung von Alten und Alleinerziehenden in abgelegenen Ortschaften und Splittersiedlungen. Dennoch erhoffen sich viele Kommunen mit der Neuausweisung von Wohn- und Gewerbegebieten

positive Effekte für den kommunalen Haushalt und die Auslastung bereits bestehender Infrastruktur. Eine Wirtschaftlichkeitsanalyse der kommunalen Bauleitplanung findet aufgrund komplexer Zusammenhänge selten oder nicht hinreichend statt. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine neue frei verfügbare Planungssoftware für das Land Rheinland-Pfalz entwickelt, die in der Lage ist, die längerfristigen finanziellen Folgen der Siedlungspolitik zu verdeutlichen. Das Projekt ist ein Vorhaben des Landes Rheinland-Pfalz und wird durch das Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung sowie durch das Ministerium der Finanzen getragen. Die Entwicklung und wissenschaftliche Begleitung des Folgekostenrechners erfolgte durch das Zentrum für Bodenschutz und Flächenhaushaltspolitik am Umwelt-Campus Birkenfeld unter Leitung von Prof. Dr. Dirk Löhr.

#### ZIEL DES PROJEKTS

Ziel des Projektes ist es, den kommunalen Entscheidungsträgern ein geeignetes Werkzeug an die Hand zu geben, durch das eine höhere Transparenz der fiskalischen Auswirkungen von Baulandneuausweisungen und alternativen Siedlungsstrategien hergestellt werden kann. Zu diesem Zweck stellt der Folgekostenrechner Einnahmen und Ausgaben gegenüber, die infolge der Entwicklungsmaßnahme zu erwarten sind. Diese sind abhängig von verschiedenen Faktoren wie der angenommenen Bebauungsdichte, der Größe des Nettobaulands, der Verkehrs-, und Grünflächen oder der Notwendigkeit von ökologischen Ausgleichsmaßnahmen. Der Anwender hat die Möglichkeit, verschiedene Entwicklungsszenarien hinsichtlich des Auslastungsgrads, des Aufsiedlungsverlaufs und des Anteils tatsächlich neuer Einwohner in der Untersuchungskommune durchzuspielen.



Abb. 1: Prof. Dr. Dirk Löhr stellt den Folgekostenrechner vor.

## ANWENDUNGSBEREICHE

Durch die Erstellung verschiedener Aufsiedlungsszenarien lassen sich Ergebnisbandbreiten optimistischer, pessimistischer und realistischer Annahmen darstellen und Risiken quantifizieren. Hierdurch werden die möglichen Konsequenzen für die Ausgestaltung der technischen und v.a. der sozialen Infrastruktur sichtbar. Wichtig ist, dass die Kommunen zwar mehr wirtschaftliche Transparenz in ihre Baulandentscheidungen bringen können, aber in ihrer Planungshoheit nicht eingeschränkt werden sollen. Konkret bieten sich folgende Einsatzmöglichkeiten für den Folgekostenrechner an:

- Erstellung oder Aktualisierung eines Flächennutzungsplans;
- Erstellung oder Aktualisierung eines Bebauungsplans;
- Prüfung möglicher Ausweisungsalternativen;
- Nachträgliche Analyse bereits bestehender Baugebiete.

## FUNKTIONSPRINZIP

Der Folgekostenrechner stellt die aufgrund einer Baugebietsentwicklung zu erwartenden Einnahmen den zu erwartenden Ausgaben gegenüber. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die wesentlichen Einnahmen- und Ausgabenpositionen im Rahmen einer Verbandsgemeindestruktur.

In die Einnahmen gehen vor allem Einkommensteueranteile, Grundsteuer, Schlüsselzuweisungen, Guthabenzinsen und Grundstückserlöse ein. Steuer- und finanzrechtlich bedingte Verzögerungen der Mittelzuflüsse bei Steuereinnahmen und Schlüsselzuweisungen werden berücksichtigt. Auf der Ausgabenseite werden die Herstellungs- und Folgekosten von technischer und sozialer Infrastruktur, Zinszahlungen sowie die Ausgaben im Zusammenhang mit dem Grundstücksverkehr angesetzt. Die Ein- und Auszahlungen bzw. Nutzen und Kosten werden dabei denjenigen Verwaltungseinheiten zugerechnet, die für die Entscheidung verantwortlich sind. Ebenso werden – v.a. innerhalb von Verbandsgemeindestrukturen – die Folgewirkungen aufgezeigt. So lassen sich z.B. die finanziellen Auswirkungen einer Baugebietsausweisung auf Orts- und Verbandsgemeindeebene sowohl getrennt wie auch konsolidiert betrachten. Hierdurch entsteht eine stärkere Transparenz hinsichtlich der Externalisierung von Nutzen und Kosten im Rahmen von Baugebietsausweisungen. Das Instrumentarium basiert auf einer sogenannten „Grenzbetrachtung“, d.h. es werden grundsätzlich nur diejenigen Ein- und Auszahlungen betrachtet, die durch ein geplantes Baugebiet ausgelöst werden. Der Betrachtungszeitraum ist auf 25 Jahre ab Aufsiedlungsbeginn festgelegt. Die Ermittlung der Eingabedaten kann im Einzelfall sehr aufwändig sein. Daher werden insbesondere

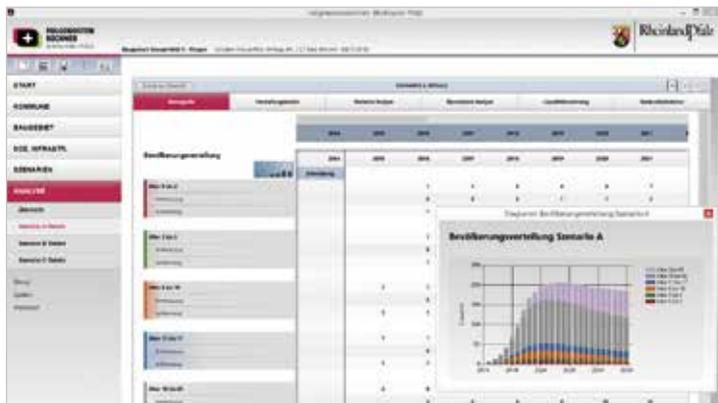


Abb. 3: Bildschirmdarstellung Folgekostenrechner

Der Folgekostenrechner ist frei verfügbar und kann auf der Internetseite [www.folgekostenrechner-rlp.de](http://www.folgekostenrechner-rlp.de) heruntergeladen werden.

bei weniger ergebnissensitiven Positionen Durchschnittswerte „voreingestellt“. Diese können vom Nutzer übernommen oder durch selbstständig ermittelte, für die jeweilige Kommune passendere Daten ersetzt werden. Die Voreinstellung von Werten ist auch eine wesentliche Hilfe beim Einsatz des Rechners in frühen Planungsstadien, wenn die Kosten im Detail noch nicht bekannt sind.

### ANALYSE UND AUSGABE DER ERGEBNISSE

Die standardisierte Ergebnisdarstellung des Folgekostenrechners stützt sich auf bewährte betriebswirtschaftliche Konzepte. Zunächst werden die Herstellungskosten des Baugebietes ermittelt und es wird eine statische Ergebnisrechnung angeboten. Diese ist mit der kommunalen Doppik kompatibel. Eine weitere Schlüsselinformation stellt die Berechnung des Kapitalwertes in der dynamischen Analyse dar. Zudem wird eine Liquiditätsrechnung zur Verfügung gestellt, die dem Kämmerer positive und negative Liquiditätsspitzen anzeigen kann, die aus der Baugebietsentwicklung resultieren. Es wird außerdem ein kostendeckender Baulandpreis kalkuliert, was vor allem im Falle des kommunalen Zwischenerwerbs hilfreich sein kann. Der Folgekostenrechner gibt schließlich noch Hinweise darüber, ob mit dem geplanten Verkaufspreis der Grundstücke die Entwicklungskosten gedeckt werden können.



**Prof. Dr. habil. Dirk Löhr**  
 FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
 Zentrum für Bodenschutz und Flächenhaushaltspolitik (ZBF)  
 Hochschule Trier,  
 Umwelt-Campus Birkenfeld  
 T.: +49 6782 17 1324  
 d.loehr@umwelt-campus.de

## Nachhaltigkeit im Spiel

### Kybernetische Spiele am Umwelt-Campus Birkenfeld

FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard

Kybernetische Spiele wie Fishbanks® von Dennis Meadows und Ecopolicy® von Frederic Vester (2000) vermitteln systemanalytisches Denken und Nachhaltigkeit auf eine besondere Art und Weise. Sie sind aktivierend und deshalb in der Lehre ein sehr geeignetes didaktisches Mittel, Nachhaltigkeit abseits klassischer Vorlesungs- und Seminarbeiträge zu vermitteln.

Die Fähigkeit zu Systemanalytischem Denken wird von Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard in Ihrer Lehre Industrial Ecology am Umwelt-Campus Birkenfeld groß geschrieben. Wer das System Erde in seiner Komplexität und Tipping Points (Schellnhuber 2000) in der Klimapolitik verstehen will, muss Zusammenhänge, vernetzte Strukturen und Stellschrauben erkennen können.

Ecopolicy® ist ein bereits etabliertes Spiel im Training von Führungskräften. Im Spiel werden in einem Industrie-, Schwellen- oder Entwicklungsland Entscheidungen zur Verbesserung des sozio-ökonomischen Systems getroffen. Nicht alle der acht Lebensbereiche können durch aktive Entscheidungen (Aktionspunkte) gesteuert werden, sondern nur die Sanierung, Produktion, Lebensqualität und Aufklärung. Nur indirekt beeinflusst werden die Politik, Bevölkerung, Vermehrungsrate und Umweltbelastung, da sie mit anderen Lebensbereichen in der Spielsimulation vernetzt sind. Die Spielgruppen erleben relativ früh nach wenigen Spielrunden und meist recht zügig getroffener Entscheidungen den Zusammenbruch der Wirtschaft des Landes, der einem Kollaps gleicht (Bevölkerungsexplosion, Umweltverschmutzung, Staatsstreich). Sie beginnen in den Folgerunden, ihre Entscheidungen auf Basis eines höheren Wissens über bestehende Zusammenhänge (Algorithmen) zu treffen. So wirkt etwa die Aufklärung auf die Lebensqualität bzw. hat

eine Steigerung der Produktion in der Regel eine höhere Umweltbelastung zur Folge.

Seit dem Wintersemester 2014/15 wurden mit Study-Semester Studierenden und mit der Biologie-Oberstufen-Schülergruppe der Dr. Walter Bruch Schule St. Wendel das Spiel Fishbanks® getestet. Im Spiel Fishbanks® sind Teams aufgefordert, ihre Fischereiflotte zu optimieren. Ziel des Spieles ist es, möglichst hohe wirtschaftliche Erträge zu erwirtschaften. Der Flottenbestand kann durch Auktionen in jeder Spielrunde aufgestockt werden, unter den Spielgruppen können Schiffe gehandelt werden. Die Teams entscheiden darüber, welche Boote sie in die Tiefsee (höhere Fischerträge) oder in Küstengewässer (geringere Fischerträge) schicken oder ob Boote im Hafen bleiben, wo aber Liegekosten anfallen.



Abb. 1: Fishbanks® von Dennis Meadows (2005)



Abb. 2: Spielteam der Dr.-Walter Bruch Schule St. Wendel

Bei Fishbanks steht eine Computersimulation im Hintergrund. Die Teamentscheidungen zum Ankauf der Schiffe, damit verbundenen Ausgaben und Fischereiorde (Tiefsee, Küste) werden in jeder Spielrunde in eine Datenbank eingetragen. Die Teams erhalten Rückmeldung über den erzielten Fang, die Einnahmen sowie den aktuellen Kontostand. Das Gefährliche ist: Die Simulation gibt den Gruppen keine Rückmeldung über die Entwicklung der Fischbestände. Auf diese kann also nur indirekt rückgeschlossen werden, ganz wie im realen Fischereialltag.

Was zeigen zwei Testläufe mit Fishbanks am Umwelt-Campus? Die Gruppen hatten viel Spaß im Spiel. Johannes Hupfer leitete als Wissenschaftliche Hilfskraft die Auktionen und führte engagiert durch das Spiel. Eine Schiffsauktion nach der anderen verleitete zum Aufbau eines großen Flottenbestandes. Im Testspiel (Gruppe 1) kam es zur Einsicht, die Regenerationsrate der Fische sei nicht gesichert und damit die Fischerei insgesamt gefährdet. Hier kam es zur gemeinsamen Entscheidung der Teams, die gesamte Flotte in den Hafen zu senden, damit sich der Fischereibestand regeneriert. Diese Aktion kam jedoch zu spät, die Zukunftsfähigkeit der Fischerei war nicht mehr gesichert. Im Testspiel (Gruppe 2) wurde das Mahnen einer an Nachhaltigkeit orientierten Gruppe ignoriert, nicht in den maximalen Ausbau der Flottenbestände zu investieren. Das Team mit dem höchsten Einkommen ruinierte den Fischbestand ohne Rücksicht und brachte damit das System zum Erliegen.

Prof. Susanne Hartard erklärte die Aktualität des Themas in Anbetracht der Verordnung (EU) Nr. 1380/2013 über die gemeinsame Fi-

schereipolitik. Diese wurde novelliert, nachdem die politisch festgesetzten Fangquoten die wissenschaftlichen Empfehlungen in den letzten zehn Jahren um durchschnittlich 41% überschritten. Weltweit werden 30% der kommerziell genutzten Fischbestände überfischt (2012). 47% der Atlantik-Bestände und 80% der Mittelmeerbestände gelten als überfischt (2012). Kybernetische Spiele wie Fishbanks® und Ecopolity® sind eine wunderbare Möglichkeit, Nachhaltigkeitslehre aktiv zu gestalten. In Anbetracht von viel Lob und Interesse der Gruppen ist geplant, die Lehre auf Basis von Umwelt-bezogenen Spielen noch auszubauen. Zielgruppen sind Studierende, Gäste des Campus (Schüler, Kinder-Uni) und ggf. in der Zukunft auch für Bildungstouristen in Verbindung mit dem Nationalpark Hunsrück-Hochwald.



**Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard**  
FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 1322  
s.hartard@umwelt-campus.de

## Ressourcenökonomische Effekte in Öko-Industrieparks in Japan, Süd-Korea und Großbritannien

– ein Bericht aus dem Forschungssemester

FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard

Die Forschung und Entwicklung von Öko-Industrieparks bzw. Öko-Industriellen Netzwerken, in denen Synergieeffekte in der Rohstoffwirtschaft angestrebt werden, ist im Ausland weit fortgeschritten und dort durch finanzstarke staatliche Programme gefördert. In Deutschland mit einer gut entwickelten Kreislaufwirtschaft haben sich bisher unter den gegebenen gesetzlichen Rahmenbedingungen und Förderstrukturen keine Öko-Industrieparks etablieren lassen. Sie könnten aber zur Energiewende und Rohstoffeffizienz einen wertvollen Beitrag leisten. Das Vorbild für Industrie-Kooperationen (Öko-Industrielle Netzwerke oder -Parks) ist die Natur. Im Laufe der Evolution wurden zahlreiche Symbiosen entwickelt, die Vorteile für kooperierende Organismen unterschiedlicher Art verschaffen: Nahrungsaufschluss, Abfallentsorgung, Information und Schutz. So nutzen etwa die in einem Biofilm organisierten Bakterien Stoffwechseleigenschaften oder Schutzmecha-

nismen der benachbarten Spezies. Dadurch können Bakterien Lebensräume erschließen, die sie alleine nicht besiedeln könnten.

Ziel des Forschungssemesters war die vertiefende Analyse der Öko-Industrieparks in Japan, Süd-Korea und Großbritannien. Die Untersuchungen wurden auf drei Fragestellungen konzentriert: Fördermittel, Ressourceneffizienzgewinne sowie dauerhafte Organisationsstrukturen. Im Rahmen des Industrial Symbiosis Research Symposium der International Society for Industrial Ecology in Süd-Korea bestand in 2013 Gelegenheit, Öko-Industrieparkprojekte zu besuchen. Auch folgte ich einer Einladung des Leiters des Japanischen Eco-Town Programmes Prof. Tsuyoshi Fujita in das National Institute for Environmental Studies (NIES) Japan, um die Effizienz des Programmes zu analysieren (siehe Photo). Abschluss meiner Untersuchungen am Ende des Forschungssemesters war ein Aufent-



Abb. 1: links: Chef des Japanischen Eco-Town Programmes Prof. Tsuyoshi Fujita, Besuch in Tsukuba Japan // rechts: SUMI, Akimasa, D.Sc. Präsident National Institute of Environmental Studies (NIES)

halt in Guildford (University of Surrey) und dem University College of London, um mit Verantwortlichen des National Industrial Symbiosis Programmes (NISP) Kontakt aufzubauen.

Die Strukturen der drei genannten Projekte unterscheiden sich erheblich: in Japan wurden vor allem landesweit Investitionen in Recyclingtechnologien (Anlagen) getätigt. So entstand beispielsweise in Süd-Japan unweit der Partneruniversität Ritsumeikan (Asian Pacific University) des Umwelt-Campus die Kitakyushu Eco-Town, in der ein Cluster an Elektronikschrott-Recyclinganlagen angesiedelt wurde. Besichtigt werden konnte auch eine hochmoderne PET-Flaschen Recyclinganlage in Kawasaki-Eco-Town.

Das Süd-Koreanische Programm beeindruckt in der engen Zusammenarbeit des Wirtschaftsverbandes KICOX mit dem Ministerium (MOTIE) und landesweiten Entwicklung der Öko-Industrieparkprojekte über einen langen Zeitraum in drei Projektabschnitten (2005-2019). Eine andere Struktur hat das National Industrial Symbiosis Programm (NISP) in Großbritannien, welches von 2005-2013 staatlich gefördert wurde. Landesweit entstanden Regional-

büros, die insgesamt 12.500 Unternehmen durch Workshops (opportunity mapping) vernetzten und landesweit NISP-Projekte etablierten.

Während seit 2014 das NISP-Programm rein privatwirtschaftlich weiterbetrieben wird (International Synergies, Birmingham) und damit die 9 Regionalbüros und damit assoziierten 60 Industrial Symbiosis Practitioners nicht mehr bestehen bzw. in der alten Funktion tätig sind. Tabelle 1 zeigt die Fördermittel in Süd-Korea und Großbritannien im Vergleich. Unter Berücksichtigung von eingesparten Entsorgungskosten und Verkaufserlöse erzielten die Investitionen in den ersten fünf bis sieben Jahren einen Benefit um den Faktor 7 bis 9. Besonderheiten im NISP-Programm war die Rückinvestition von Deponiegebühren über die Förderlinie BREW (2005-2010) und das darauf folgende Waste Resources Action Programm WRAP (2010-2013). Typische NISP-Projekte etablierten die Abwärme- und CO2-Nutzung aus der chemischen Industrie im Unterglas-Tomatenanbau (Billingham North Yorkshire) oder die Tiermehl-Nutzung als Ersatzbrennstoff (Westmidlands) anstelle der früheren Deponierung.

In einem ähnlich gelagerten Projekt wie in

Öko-Industrieparks in Süd-Korea 2005-2019	NISP in United Kingdom 2004-2013
Investitionen Ist 2005-2013: <b>71,7 Mio. US \$</b> Investitionen Plan 2005-2019: <b>91,8 Mio. US \$</b>	<b>36.803.483 £ = 58,4 Mio. US \$</b>
Entsorgungskosten-Einsparungen 237,4 Mio. US \$ + Verkaufserlöse Wertstoffe 317,3 Mio. US \$  <b>= 554,7 Mio. US\$ Benefit</b>	Entsorgungskosten-Einsparungen 156 Mio £ + Verkaufserlöse Wertstoffe 176 Mio. £  <b>= 526,6 Mio. US\$ Benefit</b>
<b>Investition/Benefit = Faktor 7 (2005-2012)</b>	<b>Investition/Benefit = Faktor 9 (2004-2009)</b>

Tab. 1: Investitionen in Öko-Industrieparkprojekte in Süd-Korea und Großbritannien

Billingham konnten in Korea zwei Unternehmen in einem Industriegebiet vernetzt werden zur Dampf- und stofflichen CO<sub>2</sub>-Nutzung (PCC-Verfahren: synthetisches CaCO<sub>3</sub> für Talkum aus CO<sub>2</sub>-Abgas). Partnerbetriebe waren Korea zinc (Dampf- und CO<sub>2</sub>-Export) und die Hankuk Papierfabrik (Kopierpapierhersteller). Beide Unternehmen trugen die Investitionskosten in Höhe von 22 Mio. US\$ anteilig. Pro Jahr werden Einsparungen an Rohstoffen (Talkum) und Deponiegebühren von 6,6 Mio. US\$ erreicht (Park 2013), die Investitionen haben sich also bereits nach 3,3 Jahren amortisiert, obwohl in diesem Fall über eine Strecke von 3,8 km eine CO<sub>2</sub>- und Dampf-Pipeline zwischen beiden Unternehmen gebaut werden musste.

Der Vergleich der Primärrohstoffeinsparungen in den genannten drei Öko-Industrieparkprojekten kann nur unter Einschränkungen erfolgen. Es liegen stark aggregierte Daten in den Industriepark-Projekten vor. Die Dampf- bzw. Abwärmennutzung wurde auf Primärenergie umgerechnet. Unterschiedliche Abfallarten bzw. Primärrohstoffe wurden zusammengefasst (Tabelle 2). Bei der Auswertung der Projektabschlussberichte (NISP) oder Zwischenberichte (Süd-Korea) überzeugen Einzelprojekte in

der ökonomischen und ökologischen Analyse. Für den Gesamtressourceneffekt in einem Öko-Industriepark fehlt eine Vergleichsbasis, die z.B. ermöglicht, Energieeffizienzeffekte etwa mit Netzwerkprojekten in Deutschland, den Energieeffizientzischen zu vergleichen. Auch wäre interessant zu untersuchen, in welchem Maß die nachbarschaftliche Verwertung im Industriepark zur Einsparung von Transportaufwand beiträgt bzw. welche zusätzlichen Effekte hier gegenüber dem in Deutschland gut entwickelten überregionalen Recycling auftreten.

Aus dem Forschungssemester werden die folgenden Schlussfolgerungen gezogen:

Die untersuchten Öko-Industrieparks und -Netzwerke in Süd-Korea, Großbritannien und Japan zeigen einen relativ hohen Investitionsaufwand, finanziert über staatliche Programme mit teilweiser Rückinvestition über Deponiegebühren (UK) und direkter Beteiligung der Wirtschaft (Süd-Korea).

Die Analyse von Einzelprojekten in Korea und Großbritannien zeigt im Ergebnis Ressourceneffizienzgewinne in ökologischer und ökonomischer Hinsicht. Großes Potenzial – auch in Deutschland – versprechen die Abwärmennutzung (Energiesymbiose) und die stoffliche CO<sub>2</sub>-Nutzung (Rohstoffsym-

	<b>Einsparung an Rohstoffen pro Jahr</b>	<b>Reduktion CO<sub>2</sub>-eq. Emissionen pro Jahr</b>
<b>Japan: Eco-Towns</b>	900.000 t	480.000 t CO <sub>2</sub> -eq.
<b>Süd-Korea: Eco-Industrial Parks</b>	78.300 t Abfall 16.800 t Wasser	273.875 t CO <sub>2</sub> -eq. 2.191.000 t CO <sub>2</sub> -eq. kum.
	18.900 toe (Tonnen Öläquivalente) Primärenergie	(2005-2012)
<b>Großbritannien: National Industrial Symbiosis Programm (NISP)</b>	pro Jahr (2005-2009) umgerechnet	1.208.000 t CO <sub>2</sub> -eq.
	1.404.000 t. Abfall	6.040.000 t CO <sub>2</sub> -eq. kum.
	74.000 t gefährlicher Abfall	(2005-2009)
	1.914.000 t Trinkwasser 1.940.000 t Primärrohstoffe	

Tab. 2: Ressourceneffizienzgewinne in Öko-Industrieparkprojekten in Japan, Süd-Korea und Großbritannien

biose) durch Unternehmenskooperation, sowohl in der dezentralen Nachbarschaft als auch im Industriepark. Es besteht Untersuchungsbedarf, welche zusätzlichen Effizienzgewinne in Deutschland in einer schon weit etablierten überregionalen Recyclingwirtschaft durch Öko-Industrieparks erreicht werden können (Einsparung Transporte, Wertschöpfung).

Unternehmenskooperationen in Öko-Industrieparks können in Deutschland andere Schwerpunkte ausprägen, z.B. die in der Energiewende dringliche Aufgabe übernehmen der kollektiven Erzeugung und Speicherung von Erneuerbaren Energien im Industriegebiet (neue Investitionsmodelle). Auch in der organischen Abfallverwertung (Speisereste aus Kantinen, der Lebensmittelindustrie, Grundstückspflege) können möglicherweise in jedem Industriegebiet Anlagen zur Energieerzeugung zur Null-Emission beitragen.

#### Referenzen:

Hartard, S. (2014) Industrial Ecology: ein neues Leitbild für Unternehmen. In: Ökologisches Wirtschaften. Jg. 29, Nr. 3 (2014) S. 18-19.

Hartard, S. (2015) Eco Industrial Heat Symbiosis in Germany – potential as a part of Green Economy. Vortrag auf der Konferenz der International Society of Industrial Ecology. Guildford, University of Surrey. 7.7.-10.7.15

Hartard, S. (2014) Ressourceneffizienzsteigerung in Industrie- und Gewerbegebieten durch Unternehmenskooperation. 1. Fachtagung Null-Emission Gewerbegebiete Umwelt-Campus Birkenfeld - 21.01.2014.

Hartard, S. (2014) Energy Symbiosis and Decentral Energy supply as a part of German Renewable Energy Transformation. Gastvortrag im Institut CES. University of Surrey, Guildford, 30.01.14

Hartard, S. (2013) Decentral Renewable Energy Supply in Germany: Vortrag auf dem Forschungs-Kolloquium im National Institut of Environmental Studies (NIES) in Tsukuba Japan am 11.11.2013.



**Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard**  
FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

T.: +49 6782 17 1322  
s.hartard@umwelt-campus.de

www.vensys.de

**VENSYS**

**KARRIERE  
BEI VENSYS!**

# MEHR ENERGIE FÜR IHRE ZUKUNFT

Karriere, Sicherheit und ein Privatleben.

VENSYS ist ein innovatives Unternehmen der Windenergiebranche mit Sitz in Neunkirchen/Saar. Wir entwickeln, produzieren und vertreiben Windenergieanlagen. Unsere Technologie gründet auf langjähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit mit hoch qualifizierten Ingenieuren und Technikern.

▶ Haben wir Ihr Interesse geweckt? Mehr Infos über eine mögliche Karriere bei VENSYS finden Sie auf unserer Karriereseite unter: [www.vensys.de](http://www.vensys.de) ◀

Ihre Ansprechpartnerin in Job-Angelegenheiten: Frau Eva Müller-Jöckel, [personal@vensys.de](mailto:personal@vensys.de)

## Technologie-Entwicklung und Produktions-Automatation

**GROHMANN  
ENGINEERING**

**GROHMANN  
BIOTECH  
AUTOMATION**

Konzeptionelle  
technische Planung  
Produkt- und  
Prozess-Entwicklung  
Mechanische Konstruktion  
Steuerungsplanung  
Software-Entwicklung  
Einzelteilherstellung  
Anlagenmontage  
Produktionserprobung  
Internationale  
Qualitätsstandards  
Weltweiter Kundendienst

**Ausbildungsbetrieb  
mit Zukunft**

Grohmann Engineering GmbH, 54595 Prüm / Deutschland

[Mailservice@Grohmann.com](mailto:Mailservice@Grohmann.com)  
Telefon: 06551-68-0, [www.grohmann.com](http://www.grohmann.com)

# CAMPUS FÜR GESTALTUNG





# **CAMPUS FÜR GESTALTUNG**



## IRMINENSTEG TRIER

### Architekturstudierende entwerfen eine neue Moselbrücke in Trier

#### FB GESTALTUNG

Prof. Bernhard Sill,  
 Prof. Frank Kasprusch  
 Prof. Dr. Matthias Sieveke  
 Judith Berg,  
 Andreas Daleiden,  
 Patrick Diederich,  
 Alisha Fabry,  
 Pol Firmenich,  
 Alice Giesen,  
 Christian Junker,  
 Agata-Urszula Kuijntjes,  
 Ekaterina Loiko,  
 Nicole Petig,  
 Oleg Poloshenko,  
 Patrizia Rohner,  
 Joel Rollinger,  
 Sarah Schreiner,  
 Thomas Schüler,  
 Dominik Steinmetz,  
 Michael Wagner,  
 Marion Walté,  
 Mandy Wark,  
 Tatjana Zura

#### BRÜCKENSCHLAG

Ein neuer Brückenschlag über die Mosel in Trier soll dem Selbstverständnis Triers als europäische Stadt am Fluss Flügel verleihen und darüber hinaus Symbolwirkung für eine Kultur der Überbrückung, Überwindung und Integration entfalten. Dieses Projekt ist als ein Programm der Zusammenführung auch für den Campus für Gestaltung am Moselufer ganz wesentlich. Die Fachrichtung Architektur hat als eine der sechs Säulen des Gestaltungscampus die Vision des Brückenschlags in Kooperation mit dem Büro des Oberbürgermeisters der Stadt Trier aufgenommen und in einem Seminar vielfältig ausdifferenzierte Entwürfe entwickelt, die sich im Zuge der Moselüberquerung in der Integration von Funktion, Gestalt und Konstruktion versuchen. [Kluge 2014]

#### ENTWURFSSEMINAR

Die hier vorgestellten Entwürfe für eine neue Moselbrücke in Trier wurden im Seminar MAR 2.1 Sonderthemen der Konstruktion „Irminensteg Trier“ im ersten Semester des Masterstudienganges Architektur an der Hochschule Trier im Wintersemester 2013-14 entwickelt. Dem integrativen Anspruch eines Brückenentwurfes entsprechend, war das Lehrteam mit Architekten und Ingenieuren interdisziplinär aufgestellt. Geleitet und betreut wurde das Seminar von Professor Dr. Matthias Sieveke, Professor Frank Kasprusch und Professor Bernhard Sill.

Die zu entwerfende Brücke soll von der Trierer Innenstadt mit den berühmten Denkmälern des römischen Weltkulturerbes mit dem vernachlässigten Trierer Westen auf Höhe des Irminenfreihofes über die Pferdemosel, die Pferdeinsel und den Hauptarm der Mosel hinweg verbunden werden. Die Brücke ist für Fussgänger und Radfahrer zu planen, die Uferhochstrassen als auch bei-

de tieferliegenden Moselradwege anzubinden. Auf dem Mosel-Hauptarm ist für den Schiffsverkehr eine Durchfahrtshöhe und Breite freizuhalten. Die Pferdemosel ist für den Schiffsverkehr gesperrt. Die Pferdeinsel kann für ein Zwischenaufleger der Brücke dienen, darf allerdings aus Gründen des Vogelschutzes nicht betreten werden.

Früh kristallisierte sich die Zielsetzung für die Brücke heraus: sensibler Umgang mit den benachbarten Baudenkmälern, angemessene und zeitgemässe Antwort auf das urbane Umfeld, klare Tragstruktur mit eindeutigen Tragverhalten, zeichnerische und ästhetische Erscheinung.

Zwanzig Masterstudierende der Architektur haben jeweils in Zweier-Teams folgende Entwürfe erarbeitet, von denen in den nächsten Abschnitten fünf beispielhafte Arbeiten näher vorgestellt werden.

Christian Junker & Thomas Schüler: „Seilbinder“ (1. Preis, Preisgericht Irminensteg Trier, 25.03.2014),

Tatjana Zura & Alisha Fabry: „Bogenbrücke“ (1. Preis, Preisgericht Irminensteg Trier, 25.03.2014),

Pol Firmenich & Michael Wagner: „Schale“ (Sonderpreis, Preisgericht Irminensteg Trier, 25.03.2014),

Ekaterina Loiko & Mandy Wark: „Sprengwerk / Hängewerk“; Judith Berg & Oleg Poloshenko: „Inverted Fink Truss“; Sarah Schreiner & Dominik Steinmetz: „Fachwerkbrücke“; Andreas Daleiden & Agata-Urszula Kuijntjes: „Helix“; Patrick Diederich & Marion Walté: „Bogenbrücke mit Zugband“; Patrizia Rohner & Joel Rollinger: „Catwalk“; Alice Giesen & Nicole Petig: „Durchblicke“

#### IRMINENSTEG TRIER – SEILBINDER, Christian Junker, Thomas Schüler

„Konzept

Die Stadt Trier wurde vor mehr als 2000 Jahren gegründet und beansprucht für sich

den Titel der ältesten Stadt Deutschlands. Die Römischen Baudenkmäler in Trier, bestehend aus Amphitheater, Barbarathermen, Kaiserthermen, Konstantinbasilika, Porta Nigra, Römerbrücke, Igeler Säule, Dom sowie die Liebfrauenkirche zählen seit 1986 zum UNESCO-Weltkulturerbe. Diese Fakten spielten für uns während der Entwurfsphase der Fussgängerbrücke eine wichtige Rolle. Zwischen den beiden bestehenden Brücken, der Kaiser-Wilhelm-Brücke und der Römerbrücke, fügt sich das Konzept „Seilbinder“ mit den deutlich lesbaren Eingangsportalen und der schmalen Gehweg-Konstruktion gut in die Umgebung ein. Um den enormen Kräften der Tragseile entgegen zu wirken sind an den beiden Brückenköpfen Wandscheiben platziert, die den Brückenaufgang als Eingangportal definieren und die wirkenden Kräfte architektonisch lesbar machen. Die Spann-, sowie auch die Tragseile sind begehrbar. Das dem Entwurf angepasste Moselufer mit ihren integrierten Sitzplätzen soll Bewohner und Touristen der Stadt Trier zum einem attraktiven Platz an der Mosel einladen.



Abb.1: Irminensteg Trier – Seilbinder: Perspektive [Junker/Schüler 2014]

Die Wandscheiben bestehen aus anthrazit eingefärbtem Stahlbeton, das Trag- sowie das Zugseil aus elastischem Stahl. Die Unterkonstruktion der Stege aus U-Profilen tragen die Gehfläche aus Bangkiraiholz. Der Handlauf aus Messing ist mit Metallschellen befestigt. In den Handläufen befindet sich die Beleuchtung der Brücke in Form eines Lichtschlauchs. Bei Nacht wird die schmale Gehweg-Konstruktion durch den Lichteinfall hervorgehoben. Trag- sowie Zugseil werden durch die Wandscheiben geführt und sind dort fest mit ihnen verankert. Die Scheiben gehen in das Fundament über und sind damit ebenfalls gegen seitliches Umkippen gesichert. Das Fundament ist massiv ausgebildet um ein Einschneiden der Scheiben in das weniger feste Schwemmland zu verhindern.“ [Junker/Schüler 2014]

Das Preisgericht Irminensteg Trier zeichnete die Arbeit „Seilbinder“ mit einem 1. Preis aus.

### **IRMINENSTEG TRIER – BOGENBRÜCKE, Tatjana Zura, Alisha Fabry**

„Die Positionierung der Bogenbrücke ist auf die zwei Hauptattraktoren an den Uferseiten zurückzuführen. Der Irminenfreihof auf der Seite der Innenstadt soll im vorgestellten Entwurf auf kürzestem Weg mit sich in Planung befindlichen, Bahnhofstetelle in Trier West verbunden werden. Aufgrund der direkten Verbindung ergibt sich ein schräger Verlauf über die Mosel.

Die Konstruktion verbindet beide Ebenen der Uferseiten miteinander. Die obere Ebene auf Strassenniveau wird behindertengerecht mit einer Steigung von 4% eingeleitet. Die Fahrbahn weitet sich an den Brückenköpfen auf und macht eine einladende Geste. Die beiden unteren Ebenen entlang der Mosel werden durch Treppenkonstruktionen und Fahrradrampen, welche innerhalb des Bogenverlaufs liegen, angeschlossen.



Abb.2: Irminensteg Trier – Bogenbrücke: Ansicht vor dem Hintergrund der Römerbrücke [Fabry/Zura 2014]

(...) Die Topographie der Stadt Trier spiegelt sich in der Formgebung dieses Entwurfes wieder. Der Mittelpunkt der Konstruktion, die Talweitung, bildet den zentralen Treffpunkt auf der Brücke. Die asymmetrisch verlaufenden Bögen passen sich dem Landschaftsverlauf an und unterstreichen die Asymmetrie des Flusses sowie der Stadt. Im Bereich der schiffbaren Moselseite macht die Brücke eine grosse einladende Geste und nimmt in Richtung der Innenstadt an Höhe ab. Aufgrund der frei interpretierten Bogenform und der Anpassung an die Höhe der Römerbrücke steht der skulpturale Entwurf nicht in Konkurrenz zum Weltkulturerbe. Das Lichtkonzept der beiden Brückenkonstruktionen zeigt ein harmonisches Gesamtbild. Die neue Fussgängerbrücke überspannt die Mosel als weitere Skulptur zwischen Römerbrücke und Kaiser-Wilhelm-Brücke.

Das Tragwerk besteht aus vier asymmetrischen Bögen, welche gegeneinander geneigt sind und sich zur Mitte hin verjüngen. Die Bögen sind mit einer Stützweite von 140 m, und einer Bogenhöhe von 20 m und 10 m, ausgebildet. Jeder Bogen wird in die Widerlager eingespannt. Die Fahrbahn wird von diagonalen schlanken Hängerseilen getragen. Diese Stahlseile sind in einem Abstand von 6 m und einem Durchmesser von 30 mm angeordnet und werden an die Hohlprofile des Bogens mit einer Bolzenverbindung befestigt. Das Tragwerk wird auf Druck und Zug beansprucht. Die Zugkräfte aus den Stäben werden als Druckkräfte über den Bogen in die Fundamente/Widerlager abgeleitet. (...)

Die Bogenbrücke besteht aus Hohlprofilen, welche eine Abmessung von 1,50 m x 0,50 m und am Auflager 2,50 m x 0,50 m haben. Die Fahrbahn besteht aus einer Stahlkonstruktion und einem Holzbelag, der quer zur Fahrtrichtung verlegt wird. Die Breite der Fahrbahn beträgt 7 m und die Höhe des gesamten Aufbaus 0,46 m.“ [Fabry/Zura 2014]

Der Entwurf Bogenbrücke wurde vom Preisgericht Irminensteg Trier ebenso mit einem 1. Preis gewürdigt.

### IRMINENSTEG TRIER – SCHALE, Pol Firmenich, Michael Wagner

#### „Entwurf

Der Entwurf ist eine Anlehnung an den horizontal gespiegelten Momentenverlauf eines Zweifeldträgers und formt in Verbindung mit dem Betonschalentragwerk eine fließende Brückenskulptur über die Mosel. Von den Ufern aus entwickelt sich die Schale nach oben und fasst den in Holz ausgeführten Geh- bzw. Radweg räumlich. Diese stetig ansteigenden Brüstungen bieten dem Fußgänger nun gleichermassen Absturzsicherung und seitlichen Witterungsschutz auf den Brückenarmen. Ebenso beinhalten sie die Lichtführung, welche punktuell auf der Schalenoberfläche angebracht ist, mit ihr bis zu ihrem Hochpunkt ansteigt, und somit eine optimale Ausleuchtung im Inneren gewährleistet. Nach Erreichen des Hochpunktes entwickeln sich die Schalenflügel nun weitaus drastischer wieder nach unten, wo sie die beiden Auflager auf der Insel bilden. Neben der primären Aufgabe die beiden Ufer miteinander zu verbinden, bietet sich dem Fußgänger nun in der Mitte der Brücke, im Kontrast zum gelenkten Blick auf den Brückenarmen, ein weitreichender Ausblick über die gesamte Umgebung. Seitlich angeordnete, tiefergelegene Decks ermöglichen mitsamt der vorgesehenen Sitzstufen ein längeres Verweilen auf der Brücke. Diese Plattformen sind ebenfalls in Holz ausgeführt und jeweils über zwei seitlich angeordnete Rampen und eine zentrale Treppe erreichbar.

#### Konstruktion

Die Zweifeldbrücke besteht aus 60 Segmenten zu je 5.00 m Breite. Diese vorgefertigten Teile können per Schiff transportiert und Bauseits montiert werden. Die einzelnen Segmente werden im Inneren über Spannseile miteinander verbunden und anschließend mit Beton zu einer Einheit

vergossen. Die Gründung auf der Insel erfolgt über zwei Widerlager die ca. 2.40 m über die Geländeoberkante herausragen. Die Schalenunterkante liegt somit knapp über dem HSW (Höchsten Schiffbaren Wasserstand). Die beiden Auflager auf der Insel sind gelenkig und unverschieblich gelagert. Die Auflager an den Brückenenden sind gelenkig und längsverschieblich gelagert, damit Temperaturendehnungen ohne Zwang erfolgen können. In Querrichtung sind sie



Abb. 3: Irminensteg Trier – Schale: Blick vom Moselradweg auf die Brücke [Firmenich/Wagner 2014]

allerdings zur Aufnahme von Windkräften unverschieblich.“ [Firmenich/Wagner 2014] Das Projekt „Irminensteg Trier – Schale“ von Pol Firmenich und Michael Wagner wurde beim Preisgericht Irminensteg Trier am 25. März 2014 in der Europäischen Kunstakademie Trier mit dem Sonderpreis prämiert. Zusätzlich dazu erhielt diese Arbeit weitere regionale, nationale und internationale Preise:

- Einer von drei gleichrangigen nationalen 1. Plätzen beim Internationalen Studentenwettbewerb Concrete Design Competition

2013/14 der InformationsZentrum Beton GmbH Berlin mit einem Preisgeld von 800 € und Einladung zur Teilnahme an der internationalen Concrete Design Master Class in Dublin, Irland,

- 2. Platz von insgesamt drei regionalen Preisträgern und ein Preisgeld von 1.000 US\$ bei der zweiten von insgesamt drei globalen Ausstellungen in Bologna, Italien bei der AAVID Art and Engineering Challenge,  
 - Sonderpreis, beim Hochschulpreis der Bauwirtschaft Rheinland-Pfalz 2014.

**IRMENINSTEG TRIER – SPRENGWERK / HÄNGEWERK, Ekaterina Loiko, Mandy Wark**

„Idee/Konzept

Idee ist es, eine parallele Wegführung über den Fluss anzubieten, die alle Ebenen der Uferzonen miteinander verknüpft. An beiden Uferzonen werden der obere, als auch der untere, zum Wasser hin gelegene Fuss- und Radweg angeschlossen. Den Nutzern der Brücke stehen somit verschiedene Wege zur Verfügung, auf denen man die Umgebung am und über dem Fluss aus verschiedenen Perspektiven wahrnehmen



Abb. 4: Irminensteg Trier – Sprengwerk / Hängewerk: Perspektive vom Moselradweg [Loiko/Wark 2014]

kann. Sowohl auf der Seite der Innenstadt, als auch auf der von Trier West sind die Brückenköpfe als Aufenthaltsplätze ausgebildet. Diese bieten Sitzmöglichkeiten, einen Ausblick zur Mosel und zur gegenüberliegenden Uferzone, bis hin zur Europäischen Kunstakademie.

**Konstruktion**

Die teils begehbare Tragkonstruktion ermöglicht das „Erleben der Brücke.“ Ausgehend von zwei hintereinander gereihten unterspannten Sprengwerkkonstruktionen wird auf der Moselseite die Konstruktion horizontal zu einer Hängewerkkonstruktion gespiegelt, um die Schiffbarkeit zu gewährleisten. Das Tragwerk über der Pferdemosel bleibt hingegen als unterspanntes Sprengwerk bestehen. Auf diese Weise hat sich das Konzept der Kombination aus Sprengwerk / Hängewerk entwickelt. Die Brücke hat eine Gesamtlänge (von Ebene A Stadtzentrum nach Ebene A Trier West) von 260,5 m. Die Spannweiten der Konstruktionssysteme betragen beim unterspannten Sprengwerk 85 m und beim Hängewerk 89,50 m. Die statischen Höhen der Systeme betragen beim ersteren 4,40 m und beim letzteren 12,85 m (ab OK Fahrbahn). Das Projekt ist eine reine Stahlbaukonstruktion.

Die Brücke aus weiss lackiertem Stahl stellt sowohl in ihrer Materialität, als auch in ihrer Konstruktion eine konträre Skulptur zur Römerbrücke dar. Um dieser keine Konkurrenz zu sein, ist die Brücke als zeitgemässer Gegensatz zu sehen. Sie setzt sich bewusst ästhetisch ab und unterstreicht zudem das Erscheinungsbild des Kulturerbes der Stadt Trier.

Die Brücke soll sich als neuer Ort am und über dem Fluss etablieren, der die Bürger und Besucher der Stadt zum Treffen, Verweilen und Kommunizieren einlädt. Vorrangig erfüllt sie aber ihre primäre Funktion die



Abb. 5: „Irminensteg Trier – Inverted Fink Truss: Perspektive [Berg/Poloshenko 2014]

Innenstadt mit dem Stadtteil Pallien in Trier West zu verbinden.“ [Loiko/Wark 2014]

### **IRMINENSTEG TRIER – INVERTED FINK TRUSS, Judith Berg, Oleg Poloshenko**

„Die gegebenen Voraussetzungen der zu planenden Verbindung des alten Stadtkerns mit dem Areal um die europäische Kunstakademie erfordern unter dem Kontext der bestehenden Bebauung eine sensible Gestaltung und vorsichtige Architektur. So formuliert die Nähe zur Römerbrücke und deren massives Mauerwerk die Notwendigkeit einer auffälligen Leichtigkeit in der Erscheinung. Weiter muss unter dem Rahmen der historischen Bedeutung der Römerbrücke und deren Geltung als Weltkulturerbe für die Stadt eine neue Verbindung über die Mosel von verschwindend geringer Schwere sein, ohne den Anspruch moderner Architektur fallen zu lassen. Die geplante Aufwertung des Uferbereiches würde auch eine fustläufige, direktere Verbindung zum Westbahnhof, der in diesem Zuge reaktiviert werden könnte, ermöglichen.

Die bestehenden Verkehrsachsen werden in diesem Entwurf aufgegriffen und fließend weiter geführt, sodass sich eine direkte Wegführung ergibt, die durch gezieltes Leiten die beiden Uferseiten verbindet. Um einen möglichst ebenen, barrierefreien Übergang zu gestalten und gleichzeitig der

Anforderung der Schifffahrt Genüge zu tun, wurde das von Albert Fink entwickelte System invertiert, so dass die Träger oberhalb des Weges verlaufen. (...) Eine Realisierung durch diesen verleiht der Brücke so eine scheinbar tänzelnde Struktur um einen schwebenden Steg in einem filigranen Rahmen. (...)

Ein akzentuiertes Lichtspiel in den Luftstützen und Pylonen unterstützt den schwebenden Eindruck derer bei Dämmerung, während die notwendige Beleuchtung unauffällig im Handlauf integriert ist um einen verkehrssicheren Übergang zu gewähren.“ [Berg/Poloshenko 2014].

### **PREISGERICHT, PREISVERLEIHUNG UND AUSSTELLUNG „IRMINENSTEG TRIER“**

Die insgesamt zehn Wettbewerbsbeiträge waren in der Europäischen Kunstakademie in Plänen und Modellen vom 25. März bis zum 13. April ausgestellt und eine Jury hat die besten Arbeiten ausgezeichnet. Mit hochkarätigen Persönlichkeiten aus den international renommierten Architektur- und Ingenieurbüros Valentiny Architects (Remerschen, Luxemburg), schlaich bergermann (Stuttgart, D)



Abb. 6: Das Preisgerichtes „Irminensteg Trier“ am 25. März 2014 in der Europäischen Kunstakademie Trier, v.l.n.r.: Bernhard Sill, Frank Kasprusch, Yvonne Fisch, Matthias Sieveke, GG Kirchner, OB Klaus Jensen, Laurent Ney, Andreas Keil, Bert Hoffmann, Jürgen Waldschmidt [Foto: Volker Strupp]

und Ney+Partners (Brüssel, B) und dem Trierer Oberbürgermeister Klaus Jensen ist es gelungen ein Preisgericht zusammenzustellen,



Abb. 7-9: Preisverleihung der besten Arbeiten durch den Trierer Oberbürgermeister Klaus Jensen am 25. März 2014: Christian Junker und Thomas Schüler: 1. Preis (Oben), Tatjana Zura (Alisha Fabry nicht auf dem Foto): 1. Preis: (Mitte), Pol Firmenich und Michael Wagner: Sonderpreis (Unten). [Fotos: Sebastian Marx (Abb. 7) und Volker Strupp (Abb. 8-9)]

das diesem Vorhaben weiterem Schub verleihen kann.

Als beste Arbeiten wurden zwei erste Preise und ein Sonderpreis ausgezeichnet:

1. Preis (350,- €): Christian Junker & Thomas Schüler mit dem Entwurf: „Irminensteg Trier – Seilbinder“;

1. Preis (350,- €): Tatjana Zura & Alisha Fabry mit dem Entwurf „ Irminensteg Trier – Bogenbrücke“;

Sonderpreis (200,- €): Pol Firmenich & Michael Wagner mit dem Entwurf: „ Irminenssteg Trier – Schale“.

Die öffentliche Veranstaltung am 25. März 2014 in der Europäischen Kunstakademie mit Preisgericht, Preisverleihung und Ausstellung der Brückenentwürfe in der Europäischen Kunstakademie Trier stellte eine würdige Präsentation der Studienarbeiten dar. OB Klaus Jensen hatte die Verleihung von drei Preisen vorgenommen und die Ausstellung eröffnet. Weitere Ehrungen sollten noch hinzukommen, z.B. erreichte der Entwurf „Irminensteg Trier – Schale“ von Pol Firmenich und Michael Wagner weitere regionale, nationale und internationale Würdigungen von höchstem Rang.

#### ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mit den hier vorgestellten Entwürfen für eine neue Moselbrücke in Trier hat die Fachrichtung Architektur der Hochschule Trier zehn tragfähige und ausdifferenzierte Konzepte entwickelt. Erfolgreich aus pädagogischer Sicht ist neben der Qualität der Arbeiten das durchgehend hohe Niveau. Konsequente Aufgabenstellung, wohlüberlegte Arbeitsschritte, hohe Anforderungen verbunden mit abgestimmtem Lehrinput und intensive Betreuung stellten sicher, dass alle Entwürfe die hohe Messlatte erreichten und den Anspruch der Baubarkeit erfüllen. Dabei wurde eine beeindruckende Bandbreite erzielt: von konzeptionellen An-

sätzen bis hin zu konstruktiven Lösungen, skulpturalen Entwürfen und spielerischem Umgang mit komplexen Tragsystemen. Die Vorschläge reichen von Fachwerkbrücken mit innenräumlichen Qualitäten bis hin zu Konstruktionen, die sich durch skulpturale Zeichenhaftigkeit auszeichnen, wie asymmetrische Doppelbögen oder eine Kombination aus unterspanntem Träger und Sprengwerk, die der Asymmetrie von schiffbarem Mosel-Hauptarm und nichtschiffbaren Nebenarm Rechnung tragen oder konzeptionellen Ansätzen wie ein zwischen Scheiben eingespannter zweifeldriger Seilbinder oder ein Laufsteg, der parallel zur Mosel über dem Wasser zu schweben scheint.

Die öffentliche Aufmerksamkeit und das positive Echo in der Presse sowie beim Fachpublikum erfüllten die beteiligten Studierenden mit Stolz. Die betreuenden Professoren waren von der Anerkennung durch Fachpublikums und die international renommierte Jury sehr angetan. Hatte sich hiermit doch das Renommée der Fachrichtung Architektur der Hochschule Trier als kompetenter Partner für technisch und ästhetisch anspruchsvolle Projekte etabliert und gefestigt.

Die inspirierende und fruchtbare Arbeit zur Entwicklung von Konzepten für einen neuen Brückenschlag über die Mosel hat die Fachrichtung Architektur der Hochschule Trier bewogen, das Thema Brückenbau in der akademischen Lehre und in Kooperationen mit lokalen Partnern weiter zu vertiefen. Weitere Herausforderungen in dieser Richtung sollen demnächst in Angriff genommen werden.

## Quellen

[Kluge 2014]

Kluge, Franz: „IRMINENSTEG TRIER“ überBRÜCKEN ist Programm für Trier und die Grossregion, Ankündigung der Ausstellungseröffnung und Preisverleihung am 25. März 2014 in der Europäischen Kunstakademie Trier,

[www.hochschule-trier.de/news/11968-10731-11967-f47c6d670e-91348d4160c802c13e5178](http://www.hochschule-trier.de/news/11968-10731-11967-f47c6d670e-91348d4160c802c13e5178), abgefragt am 7.04.2014.

[Junker/Schüler 2014]

Junker, Christian; Schüler, Thomas: „Irminensteg Trier – Seilbinder“, MAR 2.1 Sonderthemen der Konstruktion, Betreuung: Prof. Bernhard Sill, Prof. Frank Kasprusch, Prof. Dr. Matthias Sieveke, FR Architektur, Hochschule Trier, WS 2013-14.

[Zura/Fabry 2014]

Zura, Tatjana; Fabry, Alisha: „Irminensteg Trier – Bogenbrücke“, MAR 2.1 Sonderthemen der Konstruktion, Betreuung: Prof. Bernhard Sill, Prof. Frank Kasprusch, Prof. Dr. Matthias Sieveke, FR Architektur, Hochschule Trier, WS 2013-14.

[Firmenich/Wagner 2014]

Firmenich, Pol; Wagner, Michael: „Irminensteg Trier - Schale“, MAR 2.1 Sonderthemen der Konstruktion, Betreuung: Prof. Bernhard Sill, Prof. Frank Kasprusch, Prof. Dr. Matthias Sieveke, FR Architektur, Hochschule Trier, WS 2013-14.

[Loiko/Wark 2014]

Loiko, Ekaterina; Wark, Mandy: „Irminensteg Sprengwerk / Hängewerk“, MAR 2.1 Sonderthemen der Konstruktion, Betreuung: Prof. Bernhard Sill, Prof. Frank Kasprusch, Prof. Dr. Matthias Sieveke, FR Architektur, Hochschule Trier, WS 2013-14.

[Berg/Poloshenko 2014]

Berg, Judith; Poloshenko, Oleg: „Irminensteg Trier – Inverted Fink Truss“, MAR 2.1 Sonderthemen der Konstruktion, Betreuung: Prof. Bernhard Sill, Prof. Frank Kasprusch, Prof. Dr. Matthias Sieveke, FR Architektur, Hochschule Trier, WS 2013-14.



**Prof. Bernhard Sill**

FB Gestaltung  
FR Architektur

Hochschule Trier,  
Campus für Gestaltung

T.:+49 (651) 8103 - 289  
sill@hochschule-trier.com

## Digitales Gestalten

FB GESTALTUNG

Prof. Martin Schroth, M.A.(AAD)

### Pläne und Perspektiven

Das Lehrgebiet Digitales Konstruieren und Entwerfen beschäftigt sich mit Digitalen Medien, die in ihrer jungen Geschichte den Entwurfsprozess nachhaltig verändert haben.

Computerbasierte Entwurfs- und Planungsverfahren erforschen die Entwicklung innovativer Raumkonzepte durch parametrische und regelbasierte Konstruktionen. Mithilfe der Grundlagen von Konstruktion, Materialien und deren Fügungsprinzipien werden Potentiale digitaler Konstruktions- und Entwurfsprozesse vermittelt. Im Wechselspiel zwischen Architektur und Informationstechnik (Analog und Digital) lernen Studenten den Rechner als Werkzeug kennen, um Materialien und deren Eigenschaften für CNC Bearbeitung umzusetzen.

### Interdisziplinäre Ausrichtung

Digital gestützte Entwurfsmethoden bringen mathematischen und geometrischen

Grundlagen die fachrichtungsübergreifende Perspektiven ermöglichen.

Das hohe Maß an konzeptueller Fähigkeit und Integration gehört damit zur zukunftsrelevanten Schlüsselkomponente in der Lehre. Gerade hier besteht an der Hochschule Trier ein großes, einzigartiges und zukunftsweisendes Profil innerhalb der Ausbildung von Innenarchitekten/innen. Durch das große Angebot von Interdisziplinärer Zusammenarbeit mit anderer Fachrichtungen wird an der Interpro ein Angebot sichtbar. Im Mittelpunkt des neuen Potentials, stehen kreative Formen digitaler- und prozessualer Arbeitsprozesse und der Einsatzes unterschiedlicher CAD-Systeme (Medienkompetenz) und ihre Anwendung für den Entwurfsprozess. Ziel ist ein ganzheitliches Verständnis der gesamten Prozesskette bis hin zur Erstellung von Prototypen unter Integration technischer, konstruktiver, materieller und produktionsbedingter Parameter.

### Forschungskooperationen und interdisziplinäre Zusammenarbeit

Durch die Zusammenarbeit mit der Schreinerinnung Trier-Saarburg sollen Versuchsaufbauten aus Holzprototypen von Studierenden entworfen, geplant und ausgeführt werden. Im Digital-Labor steht die Prämisse, neue computergesteuerte Fertigungsmethoden in Kombination mit computerbasierten Entwurfs- und Planungsverfahren anzuwenden. Damit wird die Schnittstelle von Lehre und Forschung ausgebaut und einen Beitrag für die Forschung an der Hochschule Trier geleistet.

### Digitale Planung und Robotische Fertigung

Voraussetzung für die Planung und Realisierung komplexer Konstruktionen ist eine geschlossene digitale Kette vom Entwurfsmodell über die Analyse bis hin zur CNC



Abb. 1: Gemeinsamer Aufbau von Studenten der Hochschule und Auszubildenen des Schreinerhandwerks.



Abb. 2: Holzpavillon vor imposanter Kulisse, Innenhof des Kurfürstlichen Palais, Illuminale 2014.

Maschinenansteuerung. Der Ausbau eines 3D-Labors mit geeigneten CNC Maschinen, stellt dabei ein wichtiges Bindeglied zum Verständnis der Interaktion analoger und digitaler Prozesse dar. Darauf aufbauend, sollen Kooperationen mit Industriepartnern unternommen werden, die eine Produktion von größeren Prototypen ermöglichen um weitere produktionsspezifische Fertigungsabläufe und Logistik kennen zulernen und praxisbezogenes Fachwissen vor Ort "Live" zu vermitteln. Dazu sollen im ersten Schritt parametrische Prototypen mit Hilfe computerbasierter Techniken erdacht werden, die zunächst in Arbeitsmodellen in eigenen 3D-Labors getestet werden. Danach werden große Strukturen mit Partnern der Hochschule realisiert.

### Illuminale Trier

Die Illuminale Trier ist eine solche Kooperationsveranstaltung zwischen dem Kulturbüro der Stadt Trier, der Petrispark GmbH. Zusammen mit der Schreinerinnung Trier Saarburg und dem Lehrangebot Konstruieren 3 (parametrische Konstruktionen) werden Lichtobjekte entworfen und einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Die Ergebnisse der Zusammenarbeit sind Ende September zu sehen.



**Prof. M.A. (AAD)  
Martin Schroth**  
FB Gestaltung  
FR Innenarchitektur

Hochschule Trier,  
Campus für Gestaltung

T.: +49 (651) 8103 - 124  
Schroth@hochschule-trier.de

## Freie Bachelorthesis in der FR Architektur Kindergartenarchitektur unter den Aspekten der Montessori-Pädagogik

FB GESTALTUNG  
Prof. Kurt Dorn  
Prof. Dr. Matthias Sieveke  
Jakobus Schwarz, BA Architektur

Freie Bachelorthesis in der Fachrichtung Architektur:  
Kindergartenarchitektur unter den Aspekten der Montessori-Pädagogik

Normalerweise umfasst die Bachelor-Thesis an unserer Fachrichtung den architektonisch-planerischen Entwurf zu einer bestimmten Bauaufgabe. In wenigen Einzelfällen stimmt der Prüfungsausschuss auf Antrag des betreffenden Studierenden einer sogenannten „Freien Bachelor-Thesis“ zu. Dabei müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Grundsätzlich muss das Thema eine aktuelle Fragestellung besitzen, des Weiteren einen starken wissenschaftlichen Bezug enthalten und natürlich weitestgehend aus Architekturleistung bestehen. Der überdurchschnittliche Maßstab bei der Auswahl der Bewertungskriterien ist dann selbstverständlich. Die Arbeit wurde von Prof. Dr. Matthias Sieveke und Prof. Kurt Dorn als Geschäftsführer des Instituts für Gesundheits- und Sozialimmobilien an der Hochschule Trier betreut, da dort die Thesis thematisch anzusiedeln ist.

Im Folgenden zeigen wir Auszüge aus einer freien Bachelor-Thesis, die die oben genannte Kriterien überdurchschnittlich erfüllt. Die Arbeit von Jakobus Schwarz trägt den Titel „Kindergartenarchitektur unter den Aspekten der Montessori-Pädagogik“. Herr Schwarz ist der Fragestellung nachgegangen, ob sich aus der von Maria Montessori Anfang vergangenen Jahrhunderts entwickelten Kindererziehungstheorie analog der Waldorfpädagogik ein bestimmter architektonischer Stil nachweisen lässt oder daraus abgeleitet werden kann.

Kurt Dorn, 05.03.2015

### ERLÄUTERUNG ZUR THESIS

Wie eingehend erwähnt war meine Bachelorthesis geprägt von der Suche nach

einer eigenen Architektur, welche sich aus den pädagogischen Prinzipien und Anforderungen der Montessori-Pädagogik heraus entwickeln lässt. Um eine klarere Aussage zu erzielen wurde sich dabei auf Kinderbetreuungseinrichtungen für Kinder zwischen 2 - 6 Jahren beschränkt. Grundlage war die eingehende Auseinandersetzung mit der Geschichte des Kindergartens, gesetzliche Bestimmungen und Richtlinien, der Betrachtung verschiedener Kindergartenkonzepte, der Montessori-Pädagogik an sich, sowie räumlichen Anforderungen montessorispezifischer Ansätze um 1900 und Anforderungen an die Kindergartenkonzepte heute. Im Weiteren wurden neben der inhaltlichen Recherche ebenfalls 81 Kinderbetreuungs-einrichtungen untersucht um erkennbare Tendenzen und Bezüge der verschiedenen Faktoren zueinander herauszuarbeiten. Dabei wurden die Einrichtungen aus den Jahren 1971 – 2011 auf Standort, pädagogische Struktur und bauliche Faktoren in insgesamt 16 Kategorien erfasst und analysiert. Zu dieser Untersuchung ist festzustellen, dass die betrachteten 81 Einrichtungen interessanterweise wenig klare Tendenzen aufzeigen. Weder ein erhoffter Zusammenhang zwischen Gruppengrößen und Pädagogik, noch eine Zunahme des m2-Angebotes pro Kind je neuer die Einrichtung, wie beispielsweise im Wohnungsbau, ist erkennbar.

Weiterhin wurde die Fragestellung dahingehend ausgeweitet, dass in anwendungsorientierten Analysen untersucht wurde, ob aus demographischer und sozialstruktureller Sicht überhaupt ein weiterer Bedarf an neuen Kinderbetreuungs-einrichtungen vorhanden ist. Hierbei führten die eingehenden Betrachtungen der demographischen Entwicklung in Rheinland-Pfalz und Trier, wie auch die Untersuchung der regionalen Betreuungseinrichtungen im Umfeld zu ei-

ner generell sinkenden Nachfragen, punktuell und standortbezogen wies jedoch Trier auch in der Zukunft einen weiteren Bedarf an Betreuungseinrichtung speziell für jüngere Kinder auf. Ebenso wurden bauliche Faktoren in der Entwicklung von Betreuungseinrichtungen untersucht. So ist in der grafischen Analyse von Einrichtungen ab 1838 bis 2012 eine deutliche Zunahme von differenzierten Raumkonstellationen, sowie ein signifikanter Anstieg gemeinschaftlich genutzter Flächen deutlich ablesbar. Ebenfalls wird sichtbar, dass der Hauptanteil der Sekundärbereiche sich bis ca. 1970 noch auf Erschließungsfläche bezog und die Gemeinschaftsflächen räumlich definierte Zusatzbereiche waren. In den folgenden Jahrzehnten ist jedoch eine Umnutzung der Flure hin zu Gemeinschaftsflächen erkennbar, welche somit eine immer zentralere Position einnahmen. Zu den Sekundärbereichen gehören im Folgenden zwar nicht mehr die Erschließungsbereiche, jedoch kommen hier wiederum Verwaltungs-, Personal und Verpflegungsräume hinzu. Auch folgt die Grundrissform nicht mehr der äußerlich determinierten Gesamtkubatur, sondern wird in der Entwicklung stärker aus den inneren Raumzusammenhängen definiert.

Weiterhin wurde die Fragestellung dahingehend ausgeweitet, dass in anwendungsorientierten Analysen untersucht wurde, ob aus demographischer und sozialstruktureller Sicht überhaupt ein weiterer Bedarf an neuen Kinderbetreuungseinrichtungen vorhanden ist. Hierbei führten die eingehenden Betrachtungen der demographischen Entwicklung in Rheinland-Pfalz und Trier, wie auch die Untersuchung der regionalen Betreuungseinrichtungen im Umfeld zu einer generell sinkenden Nachfragen, punktuell und standortbezogen wies jedoch Trier auch in der Zukunft einen weiteren Bedarf an Be-

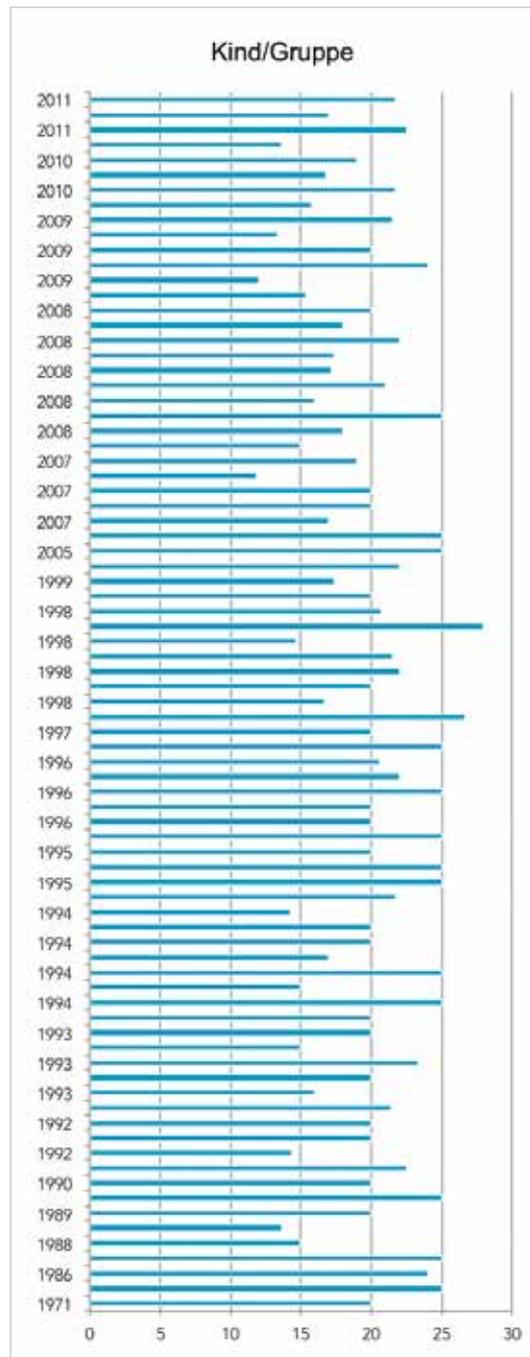


Abb. 1: Kinder pro Gruppe 1971 - 2011

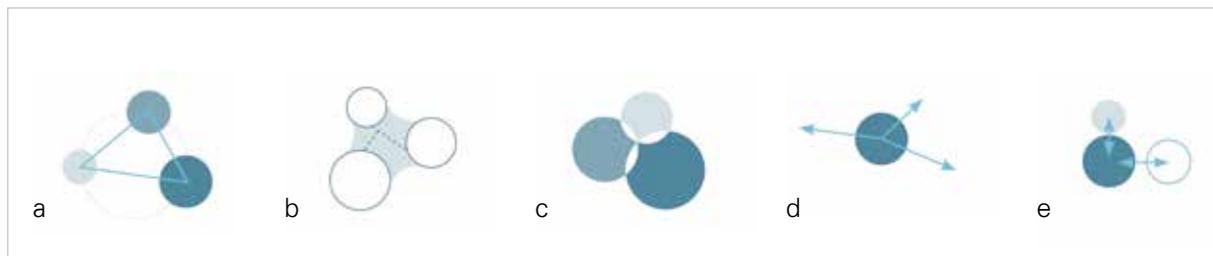


Abb. 2: Räumliche Anforderungen Montessoris: a-Enge Beziehungen der Räume zueinander, b-Gemeinschaftlich genutzte Flächen, c-Zusammenschließbarkeit der Räume, d-Vielfältige Blickbezüge, e-Gruppenraum + Nebenraum + Freiraum.

treuungseinrichtung speziell für jüngere Kinder auf. Ebenso wurden bauliche Faktoren in der Entwicklung von Betreuungseinrichtungen untersucht. So ist in der grafischen Analyse von Einrichtungen ab 1838 bis 2012 eine deutliche Zunahme von differenzierten Raumkonstellationen, sowie ein signifikanter Anstieg gemeinschaftlich genutzter Flächen deutlich ablesbar. Ebenfalls wird sichtbar, dass der Hauptanteil der Sekundärbereiche sich bis ca. 1970 noch auf Erschließungsfläche bezog und die Gemeinschaftsflächen räumlich definierte Zusatzbereiche waren. In den folgenden Jahrzehnten ist jedoch eine Umnutzung der Flure hin zu Gemeinschaftsflächen erkennbar, welche somit eine immer zentralere Position einnahmen. Zu den Sekundärbereichen gehören im Folgenden zwar nicht mehr die Erschließungsbereiche, jedoch kommen hier wiederum Verwaltungs-, Personal und Verpflegungsräume hinzu. Auch folgt die Grundrissform nicht mehr der äußerlich determinierten Gesamtkubatur, sondern wird in der Entwicklung stärker aus den inneren Raumzusammenhängen definiert.

### ERGEBNIS

In der Auseinandersetzung mit den Grundprinzipien Maria Montessoris, wie auch die Analyse der gestalterischen Umsetzungen im Vergleich mit den heutigen Anforderungen an die Planung und Gestaltung von Kindertagesstätten hat sich gezeigt, dass die von Maria Montessori vor circa hundert Jahren entwickelten Ideen zur Betreuung und Förderung von Kindern nichts an Aktualität eingebüßt haben, sondern in der Breite der Gesellschaft erst Dekaden später, in der Architektur teils hundert Jahre später angekommen sind. Da diese Grundprinzipien heute aber eine breite Zustimmung in der Gesellschaft und im Kindertagesstättenbau finden, ohne dass zwangsläufig der Name Montessori damit in Zusammenhang gesetzt wird, fehlt oftmals die Anerkennung Maria Montessoris für diese Leistung. Eine klare „Montessori-Architektur“ lässt sich also aus den vielen guten Architekturbeispielen von Kindertagesstätten

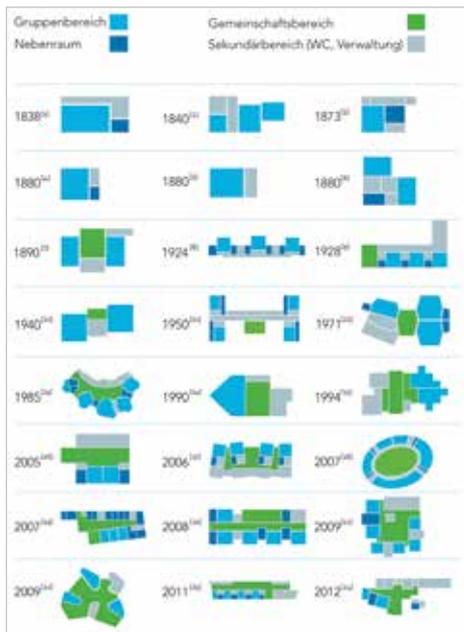


Abb. 3: Raumkonzepte im Wandel, 1838 - 2012

heute nicht mehr herausdefinieren, da die Gestaltungsprinzipien oftmals ohne Bezug auf die Montessori-Pädagogik angewandt werden. So bleibt festzuhalten, dass die damals äußerst modernen und weitsichtigen Ideen der Raumgestaltung in Kinderbetreuungseinrichtungen von Montessori heutzutage nicht mehr revolutionär, jedoch als Standard wünschenswert und teilweise schon gut umgesetzt sind.



**Prof. Kurt Dorn**  
 FB Gestaltung  
 FR Architektur  
  
 Hochschule Trier,  
 Campus für Gestaltung  
 T.:+49 (651) 8103 - 277  
 K.Dorn@ar.hochschule-trier.de



**Prof. Dr. Matthias Sieveke**  
**Dekan FB Gestaltung**  
 FB Gestaltung  
 FR Architektur  
  
 Hochschule Trier,  
 Campus für Gestaltung  
 T.:+49 (651) 8103 - 823  
 M.Sieveke@hochschule-trier.de

## räumliche Interventionen in situ

auf den Spuren des Gebirgskrieges 1915-18 am Pasubio | Piccole Dolomiti

FB GESTALTUNG  
Prof. Marion Goerdts  
Prof. Frank Kasprusch  
Dipl. Ing. Michael Heurich  
(Lecturer Landscape Architecture |  
University College Dublin)  
Alex Adam,  
Ilona Ahmeti,  
Sebastian Annen,  
Christian Behn,  
Dominique Briscolini,  
Tobias Clerf,  
Christopher Gallinari,  
Marco Gietzen,  
Jana Kasper,  
Renata Mitrova,  
Silke Moldaschl,  
Nadine Reppert,  
Achim Rosch,  
Terezia Stevuliakova,  
Max Stibany



Abb. 1: Die Route im Kontext (Google Earth, Image © 2015 European Space Imaging)



Abb. 2: Die Route mit allen Hütten (Google Earth, Image © 2015 European Space Imaging)

Der Workshop am Pasubio in den Piccole Dolomiti setzt eine Reihe von Projekten zum Thema historischer Grenzen und Territorien fort. Intention ist die wissenschaftliche Erforschung und auch das Erspüren von Geschichte in Verbindung mit ihrer Verortung im Raum. Im Rahmen von mehrtägigen Aufenthalten bzw. Begehungen ist eine intensive und konzentrierte Erfahrung und Auseinandersetzung mit diesen Räumen möglich. Hieraus entstehen Projekte und Interventionen, die unmittelbar in der Örtlichkeit und in ihrer Geschichte verankert sind - in situ. Die Projekte wirken gegen das Vergessen und für eine eigene Positionierung zu verschiedenen historischen Ereignissen.

#### HINTERGRUND

Mit dem Eintritt Italiens in den 1. Weltkrieg im Jahre 1915 begann der Gebirgskrieg, der bis 1918 gegen Österreich-Ungarn geführt wurde. Die Frontlinie verlief von der Schweiz über den nördlichen Gardasee durch die Dolomiten bis ins heutige Slowenien. Die Bergwelt, bis dahin ein Inbegriff von Ursprünglichkeit und Reinheit, wurde überformt durch massive kriegstechnische Veränderungen, die mit großem Aufwand den Sieg und vor allem das Überleben in dieser Bergwelt sichern sollten. Die Spuren dieser Interventionen sind dem Landschaftsraum der Alpen bis heute eingeschrieben, sie legen Zeugnis ab über die Geschichte des Ersten Weltkrieges in den Alpen. Viele heutige Alpenwege, Steige und Klettersteige finden ihren Ursprung in dieser Zeit des Gebirgskrieges. Die Frontlinie bewegte sich trotz großer Verluste auf beiden Seiten nur geringfügig. Das umkämpfte Territorium, Trentino und Südtirol, wurde am Ende des Krieges vertraglich Italien zugesprochen. Heute sind beides Autonome Provinzen und genießen entsprechende



Abb. 3: Aufstieg von Rovereto 204 m ü.NN.



Abb. 4: Rifugio Fraccaroli 2.239 m ü.NN.



Abb. 5: Sentiero della Pace, ehemals Strada delle 52 Gallerie

Grenze existiert bis heute als Sprachgrenze und Grenze zwischen den Kulturen.

Der Sentiero della Pace folgt dem Frontverlauf des 1. Weltkrieges. Ein Teil dieses Friedensweges führt in die östlich vom Gardasee gelegenen Piccole Dolomiti. Das Bergmassiv des 2.232 m hohen Pasubio stellt den zentralen Gebirgsstock in den Piccole Dolomiti dar. Er war zweieinhalb Jahre lang Schauplatz heftiger Gefechte.

#### WORKSHOP VORBEREITUNG

Ziel des Workshops ist die Auseinandersetzung mit den massiven Interventionen im Naturraum der Alpen, den politischen Ursprüngen und der eigenen Position zu den bis heute erhaltenen Spuren in Gestalt von architektonischen, künstlerischen und | oder kulturgeschichtlichen Projekten.

Die eigene Recherche der Geschichte dieses Gebirgskrieges dient der wissenschaftlichen Vorbereitung. Der Besuch der Doppelausstellung ‚Wounded – The Legacy of War, Fotos des Rockmusikers Bryan Adams‘ und ‚Les Gueules Cassées - Narben des Ersten Weltkrieges in der zeitgenössischen Kunst‘ in der Kunsthalle Mainz sowie des Lese-marathons ‚Im Westen nichts Neues‘ von Erich Maria Remarque in den Räumen der Ausstellung unterstützen diese Recherche nachhaltig.

Verschiedene Möglichkeiten dem Ort selbst eine eigene Position zu dieser Geschichte einzuschreiben werden diskutiert. Im Bereich der Land Art existiert ein großes Spektrum von unterschiedlichsten Interventionen im Raum. ‚Land Art ist die Umwandlung von geografischem in architektonischen Raum, bzw. in ein Kunstwerk.‘ ([http://de.wikipedia.org/wiki/Land\\_Art](http://de.wikipedia.org/wiki/Land_Art) 29.04.2014). Beispielhafte Projekte werden analysiert. Der Film ‚Rivers and Tides‘ zeigt Werke und ihre Entstehungsprozesse des Künstlers Andy



Abb. 6: Sentiero della Pace, ehemals Strada delle 52 Gallerie

Goldsworthy, der mit vor Ort gefundenen Materialien arbeitet - seine fragilen Objekte sind von Vergänglichkeit bestimmt. Eine wesentliche Beschränkung in der Wahl der Mittel für die eigenen Projekte und für deren Dokumentation ergibt sich aus der Tatsache, dass das Material über mehrere Tage den Berg hinauf zu tragen ist. Ausgewählte Materialien wie Farbpigmente, Haftzettel, Klebeband, Wollfaden, Draht, Akkubohrer, Arbeitshandschuhe, Stirnkamera, Spiegelreflexkamera, Stativ, Speichermedien für Audio, Video, Foto und Geodaten halten dem Reduktionsprozess stand.

#### AUF DEM WEG – IN SITU

Im Juli 2014 macht sich die Gruppe von 15 Studierenden aus dem Bachelor und Master Studiengang Architektur unserer Hochschule in Begleitung von Michael Heurich, Lecturer in Landscape Architecture am University College Dublin, sowie Prof. Marion Goerdts und Prof. Frank Kasprusch auf den Weg. Die Gruppe der TeilnehmerInnen ist international besetzt, Bosnien, Luxemburg, Italien, Mexiko, Russland, Slowakei sind neben Deutschland vertreten.

In sechs Tagen wird ein Abschnitt des Sentiero della Pace begangen, ab Rovereto über den Gebirgsstock der Carega weiter auf die Hochebenen des Monte Pasubio, das Gepäck auf dem Rücken, übernachtet wird in Berghütten - insgesamt wird eine Strecke von 120 Kilometern und 9000 Höhenmetern in Auf- und Abstieg bewältigt. Auf den von beiden Seiten heftig umkämpften Gipfeln des Monte Pasubio wird die Gruppe von Michele Zandonati begleitet, einem Bergführer und Experten zur Geschichte des Gebirgskrieges am Pasubio. Im großräumlichen Zusammenhang vermittelt er der Gruppe vor Ort die Strategien beider Seiten.



Abb. 7: Am Pasubio mit Bergführer Michele Zandonati



Abb. 8: Im Sattel zwischen den Gipfeln des Pasubio



Abb. 9: Verortung der Projekte (Google Earth, Image © 2015 European Space Imaging)

Unterwegs werden die Konzepte der einzelnen Projekte durch die eigenen Erfahrungen mit der Landschaft, den Spuren der Geschichte sowie die Diskussionen präzisiert. In der Region des Pasubio setzen die Studierenden ihre Projekte an selbst ausgewählten Standorten um. Es entstehen insgesamt acht Projekte, die etwas hinterlassen an diesem Ort; Projekte, die die Geschichte und den Ort auf ihre Weise dokumentieren bzw. kommentieren und so für andere sichtbar machen. Einige dieser Projekte sind hier beispielhaft vorgestellt:



Abb. 10 und 11: Fragilität, Christopher Gallinari

### FRAGILITÄT

Das Projekt von Christopher Gallinari thematisiert den Kampf der Soldaten mit der Naturgewalt der Berge. Lawinen, Kälteeinbrüche und das schwere Gelände stellten die Menschen vor körperliche und psychische Herausforderungen und Grenzen. Sie forderten mindestens ebenso viele Todesopfer wie die Kampfhandlungen selbst. Die Installation ist an einem hoch gelegenen Felsvorsprung mit Sichtbezug zum Pasubio verortet. Die Natur des Berges wird durch die in der Luft gehaltenen Steine veranschaulicht. Sie sind schwer, ungleich und grob. Sie werden durch einen dünnen Draht in der Luft gehalten, welcher die Soldaten repräsentiert. Dieser hält dem Gewicht der Steine mit seiner gesamten Kraft entgegen. So entsteht ein fragiles System, das jedoch mit der Zeit nachgeben wird und die Steine wieder zurück auf den Grund fallen lässt. Die Befestigungslöcher des Drahtes jedoch werden zurück bleiben, ebenso wie die bereits bestehenden Spuren der Menschen.

### LEBENSART – die Kunst des Überlebens

Den Stellungskrieg und die mit ihm verbundenen Eingriffe des Menschen in die Natur thematisiert das Projekt der beiden Verfasser Marco Gietzen und Silke Moldaschl. Inspiriert von dem Netzwerk der unterirdischen Stollen mit ihren hölzernen Stempeln, die als Versorgungswege und Unterschlupf dienten, entsteht ihr Projekt in einer verborgenen grünen Landschaft mit freistehenden Tannen. Korsetts aus geschichteten Steinen schützen die Bäume, untereinander verbunden über ein aus Steinen gelegtes Netzwerk. Das Gestein, aus einem nahegelegenen Geröllfeld herangetragen und geschichtet, wirkt in dieser grünen Landschaft fremd, und steht für die Interventionen des Menschen in der Natur, die den Landschaftsraum der Piccole Dolomiti während des Krieges und bis heute erkennbar transformiert haben.



Abb. 12: LebensArt – die Kunst des Überlebens, Marco Gietzen und Silke Moldaschl

### KRIEG ALS SACKGASSE

Für die gegnerischen Seiten planten die beiden Verfasser Dominique Briscolini und Achim Rosch in ihrem Objekt je einen abgewinkelten engen Gang, an deren Enden man sich gegenüber steht – voneinander getrennt durch einen nicht betretbaren Raum der Leere. Hier geht es für beide Gegner nicht weiter, ebenso wie im Krieg, wo sich beide Seiten hart bekämpften ohne tatsächlich etwas zu erreichen. Vor Ort schichten die Verfasser auf einem gut einsehbaren Schneefeld mit Sichtkontakt zu den umkämpften Gipfeln des Monte Pasubio vorgefundene Felsstücke zu dem zentralen Körper, die äußeren Begrenzungen der schmalen Gänge sind in ihrer Grundfläche ebenfalls mit örtlichem Gestein auf dem Schnee abgebildet.



Abb. 13 und 14: Krieg als Sackgasse, Dominique Briscolini und Achim Rosch



Abb. 15 und 16: Shed Blood to Surface, Renata Mitrova, Nadine Reppert, Terezia Stevuliakova



### **SHED BLOOD TO SURFACE – vergossenes Blut zur Oberfläche**

Im Sattel zwischen den Gipfeln des Pasubio ist verortet die Arbeit von Renata Mitrova, Nadine Reppert und Terezia Stevuliakova ist. Die Atmosphäre der Umgebung und die Vorstellung des hier Geschehenen sind schwer zu ertragen. Hundert Jahre sind seither vergangen, aber nur wenig Grün ist hier gewachsen. Ein fragiler roter Wollfaden verbindet die beiden Gipfel, den Dente austriaco und den Dente italiano. Er steht für die zerbrechliche Grenze zwischen Leben und Tod, er reißt leicht und verschwindet im Wind. Rot gefärbter Fels markiert den Sattel, die Spur zwischen den beiden Polen. Rot ist die Farbe der Extreme. Für unsere Vorfahren war rot die Farbe von Feuer und Blut – Energie und ursprünglicher Lebenskraft. Rote Farbspritzer in ihren Gesichtern versuchen sie sich für einen Moment in die Situation der Soldaten zu versetzen und die Angst einzufangen.

### **PERSPEKTIVE**

Der Workshop am Pasubio in den Piccole Dolomiti ist Teil einer Serie, in der bereits die Berliner Mauer, der Westwall, das Rheintal zwischen Koblenz und Andernach, das Gut Kreisau in Polen, die multikulturelle und multiethnische Stadt Liège in Belgien, sowie Differdange, die Stahlstadt Luxemburgs, begangen und bearbeitet wurden - weitere Projekte werden folgen...



**Prof. Marion Goerd**

FB Gestaltung  
FR Architektur

Hochschule Trier,  
Gestaltungscampus

T.: +49 (651) 8103 - 274

M.Goerd@hochschule-trier.de

## Deutsch-chinesische Kooperationen an der Schnittstelle von Wirtschaft und Wissenschaft nachhaltig entwickeln

Die Hochschulstrukturreform in China eröffnet neue Möglichkeiten

FB GESTALTUNG  
Prof. Dr. Matthias Sieveke  
Prof. Franz Kluge

Prof. Dr. Christof Rezk-Salama (FBI, digitale Medien/Spiele), Prof. Dr. Linda Breitlauch (FBG, Intermedia Games), Prof. Robert Thum (FBG, Computational Design in Architecture) zusammen mit Prof. Dr. Matthias Sieveke, Dekan des FB Gestaltung und Prof. Franz Kluge als Beauftragter des Präsidenten der Hochschule Trier waren Teil einer 40köpfigen Wirtschaftsdelegation, die vom 12. bis 21. September 2014 unter Leitung der Ministerin für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Frau Eveline Lemke ein umfangreiches Besuchsprogramm in der Volksrepublik China absolvierte. Das fünfköpfige Professorenkollegium der Hochschule Trier hatte sich zum Ziel gesetzt, mit insgesamt zwölf Hochschulen vielfältige Erstkontakte entlang der Stationen Qingdao, Beijing, Shanghai, Fuzhou und Xiamen anzubahnen. Dabei beanspruchte die Erkundung möglicher Schnittstellen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Kultur, aus Sicht der angewandten Künste und Kreativwirtschaft mit dem Fokus auf Architektur, Design und Medien ein besonderes Interesse.

Der bereits vorgelegte, umfangreiche Ergebnisbericht<sup>1</sup> eröffnet einerseits eine Fülle interessanter Handlungsfelder und Handlungsoptionen und führt andererseits zu der Frage, welche der hier angezeigten Kooperationsszenarien – mit welchen Zielen und in welcher Weise – weiterverfolgt werden sollten? Auf dieser Grundlage möchte dieser Beitrag in knapper Form einige Leitlinien und Vorschläge unterbreiten; dieses mit dem Ziel, aus der Vielfalt der Möglichkeiten sinnvoll zu selektieren und substantielle, deutsch-chinesische Kooperationen zum gegenseitigen Vorteil auf den Weg zu bringen.

Auf die kürzeste Formel zusammengefasst lässt sich vorab sagen: Die tiefgreifende, auf Anwendung und Praxis orientierte Hoch-

schulstrukturreform in China eröffnet insbesondere an der Schnittstelle von Wirtschaft und Wissenschaft weitreichende Kooperationsmöglichkeiten. Das deutsche Fachhochschulmodell gewinnt dabei Vorbildfunktion. Die darin liegenden Potenziale werden von rheinland-pfälzischer Seite aber nur im Rahmen einer abgestimmten Chinastrategie und damit verbundenen, integrierten Supportstruktur ausgeschöpft werden können. Die folgenden sechs Eckpunkte werden als Schlüsselpositionen aus der Bottom-Up-Perspektive einer marktnah agierenden Hochschule für Angewandte Wissenschaft zusammengetragen. Im günstigen Falle erweisen sie sich als belastbare Bausteine für eine abgestimmte rheinland-pfälzische China-Strategie. Diese wäre im weiteren – Top Down – wirtschafts- und wissenschaftspolitisch zu komplettieren und abzusichern.

Schlüsselposition 1

**Unter dem Leitmotiv „Wirtschaft, Wissenschaft, Innovation & Weiterbildung in Wechselwirkung“ ist eine abgestimmte China-Strategie für Rheinland-Pfalz zu entwerfen und entlang ausgewählter Pilotprojekte beschleunigt in die Umsetzung zu bringen**

Es wird vorgeschlagen, geeignete Bildungsexporte und Innovationsvorhaben im doppelten Cross-Over zwischen einerseits Wirtschaft/Wissenschaft, andererseits in deutsch-chinesischen Kooperationen als Pilot- und Verstärkungsprojekte mit Modellcharakter zu identifizieren und auf dieser Grundlage Beiträge für die Außenwirtschaftsbeziehungen mit der VRC zu leisten. Das bedeutet: über innovative Pilotprojekte werden Kooperationen (zum Beispiel zwischen mittelständischen Unternehmen und Forschung & Entwicklung in Design und Technik) innerhalb von Rheinland-Pfalz von vorneherein mit dem weiterführenden Ziel

<sup>1</sup> Der vollständige Bericht steht zum Download bereit unter <http://familyofconcepts.de/china.pdf>, ferner ist eine knappe Zusammenfassung der Reiseergebnisse in der jüngsten Campino-Ausgabe 01/15 HS Trier unter der Überschrift „Creative Industries und Applied Sciences nehmen Fahrt auf“ nachzulesen



initiiert, sich auch auf dem chinesischen Markt zu positionieren. Solche Maßnahmen sollten sich nicht auf singuläre Engagements beschränken, sondern in eine projektbasierte konzertierte Chinastategie für Rheinland-Pfalz münden. Diese Strategie ist darauf zu richten, über gemeinsamen Nennern (z.B. designaffine innovationsorientierte Kooperationen zwischen Wirtschaft und angewandter Wissenschaft) auch gemeinsame Supportstrukturen zu entwickeln, die dieser Entwicklungsprozess dringend benötigt.

#### Schlüsselposition 2

**Die Chancen der anwendungsorientierten Hochschulstrukturreform in China im Zusammenwirken mit rheinland-pfälzischen Unternehmen sind für (Weiter)Bildungs-exporte und den Aufbau von binationalen Bildungsinfrastrukturen vor Ort zu nutzen**

Angesichts des drängenden Strukturreformbedarfs in der chinesischen Hochschullandschaft hin zu mehr Anwendungs-, Praxis- und markt- bzw. nutzerbezogener Innovationsorientierung, wird von einer Nachfrage nach deutscher Bildung und Bildungsinfrastruktur insbesondere im Bereich der angewandten Wissenschaften als Modernisierungsbeitrag für das chinesische Hochschulsystem ausgegangen. Solche Nachfragen sind zu verifizieren. Im Zusammenwirken mit rheinland-pfälzischen Unternehmen, mit Kammern und Verbänden, etc. sollten deshalb (Weiter)Bildungsprogramme insbesondere auch im Hinblick auf mögliche Exporte und Aufbau-partnerschaften vor Ort den chinesischen Gesprächspartnern vorgeschlagen werden. Insbesondere sollte der Aufbau binationaler Hochschulstrukturen in China in Kooperation mit der Wirtschaft forciert werden, solange hierfür „das Zeitfenster noch offen“ ist.



#### Schlüsselposition 3

**Kriterien und Formate deutsch-chinesischer Bildungskooperationen sind im Hinblick auf eigene Strukturentwicklungsbedarfe an der Schnittstelle Wirtschaft, Wissenschaft, Innovation und Weiterbildung in und für Rheinland-Pfalz zu optimieren**

Deutsch-Chinesische Kooperationen werden sich – auch im Bereich der Hochschul- wie der Weiterbildung – nur als Win-Win-Konstellationen zum gegenseitigen Vorteil nachhaltig implementieren lassen. Der Aufbau von Beziehungsnetzwerken als primärer Ertrag gängiger Studierendenaustauschprogramme greift hierbei zu kurz und ist auch bisher sehr asymmetrisch verteilt. Für die weitere Entwicklung sind unbedingt Kompensationsmöglichkeiten für einseitige Kostenbelastungen in geeigneten Kooperationsszenarien zu eröffnen. Bausteine dafür könnten sein: Qualifizierte und dotierte Praktikan-



tenprogramme für deutsche Studierende in China, Implementierung von kostenpflichtigen Weiterbildungsprogrammen in China, Aufsetzung binational konzipierter, zusammenführender Qualitäts- und Innovationsmanagementprogramme. Insbesondere sollte mit Nachdruck darauf hingearbeitet werden, Studienangebote und Studienstrukturen mit deutschen Abschlüssen in China zu platzieren und dort zu institutionalisieren.

Schlüsselposition 4

**Chinesisch-deutsche Kooperationen sind mit Pilotprojekten aus dem Bereich der Creative Industries, Green Architecture, etc. beispielhaft zu belegen, für Innovation und Weiterbildung auch in Rheinland-Pfalz sind wirksame Stärkungseffekte zu erzeugen**

Unter den Randbedingungen und Vorgaben der Position 3 wird vorgeschlagen, die folgenden – jeweils ortsbezogenen – Themen aus dem Bereich Kultur- und Kreativwirtschaft, der Creative Industries, Green Architecture, Stadtentwicklung und Landesplanung in enger Kooperation der Hochschulen mit rheinland-pfälzischen Unternehmen, Organisationen und Institutionen konzeptionell auszuarbeiten, diese im Hinblick auf Machbarkeit und Transferpotenziale zu bewerten, ggf. zu modifizieren und in die Umsetzung zu bringen. Entscheidendes Kriterium auch hier: Diese Maßnahmen müssen auch in Rheinland-Pfalz mit wirksamen Stärkungseffekten insbesondere der Designwirtschaft und der Designausbildung einhergehen. In diesem Prozess sind schließlich innovationsfördernde Synthesen zwischen Technik, Wirtschaft und Gestaltung zu erwarten oder zu unterstützen. Angesichts der enormen Herausforderungen, welche China bei seiner Hochschulstrukturreform dringend zu bewältigen hat, wird schließlich zum „think

big“ ermutigt. Die – auch für Rheinland-Pfalz – anstehenden Aufgaben müssen in größerem Karo gedacht und bearbeitet werden. Mit wechselnden Ortsbezügen und Leitmotiven wird vorgeschlagen<sup>2</sup>, **in Qingdao – Favorit für eine privilegierte deutsch-chinesische Partnerschaft** – den Aufbau einer binationalen Grünen Dualen Hochschule im Sino-German-Eco-Park unter Mitwirkung des Umweltcampus Birkenfeld und weiterer Akteure in RLP zu forcieren.

**in Shanghai – Ort der Innovation durch Zusammenführung von Technik und Design** – die School of Sino-German Applied Sciences an der SSPU zu profilieren; Design, Digital Media und Digital Fabrication in dualen Strukturen – als Modellprojekt – zu implementieren.

**in Beijing – werden Universities of Applied Sciences als Koop-Partner attraktiv** – und sollten sich als Kompetenzpartner für eine Beteiligung am Aufbau des Beijing Digital Media Arts Experimental Teaching Demonstration Center der North China University of Technology (NCUT) empfehlen und von hieraus innerchinesische Transfers und Vernetzungen z.B. an die Beijing Forestry University (BFU), das Wuhan Institut of Technology (WIT), die Xiamen University of Technology (XMUT), das „Design and Research Institute“ in Gründung im Sino-German-Eco-Park (SGEP), in das ECER-Netzwerk anregen und unterstützen.

**in Fuzhou – Hochschulentwicklung mit regionaler Entwicklung verbindend** – sollte die Fujian Association of Science and Technology (FAST) zur Umsetzung eines Weiterbildungs- und Innovationsprogramms für Green Buildings etc. motiviert und aktiviert werden.

**in Xiamen – mit der Partnerstadt Triers das Tor zu pazifischen Welt öffnend** – „Creating Creativity“ als Konzept und Impulsgeber für Innovationen in der Bildung

<sup>2</sup> Diese Vorschläge werden im Ergebnisbericht auf den Seiten 63 bis 65 ausführlicher dargestellt

wie in der Kunst-, Kultur-, Kreativ- und Tourismuswirtschaft kontextbezogen zu programmieren.

Schlüsselposition 5

**„Gestalten im Kontext“ als transdisziplinären Treiber für Innovation durch Design und Technik bildungs- & wissenschaftspolitisch, binnen- & außenwirtschaftlich in und für RLP stärken und als Qualitätsfilter transnational schärfen**

Die im vorangegangenen Abschnitt vorgeschlagenen Maßnahmen verfolgen ein doppeltes Ziel. Zum einen geht es um eine auf Rheinland-Pfalz bezogene designpolitische Initiative, die darauf gerichtet ist, Designkompetenz als Treiber für Innovation insbesondere in mittelständischen Unternehmen nachhaltig zu verankern (Verstärkung nach Innen). Zum anderen wird angestrebt, dass aus solchen transdisziplinären Kopplungen hochschul- und unternehmensbasierte Netzwerkbildungen zwischen Design und Technik, Wirtschaft und Industrie erwachsen, diese auch außenwirtschaftlich Früchte tragen und als qualifizierte Partnerschaften von Anfang an in die Entwicklung der deutsch-chinesischen Beziehungen eingebracht werden. Um auf diesem Weg voranzukommen, werden zwei Maßnahmen vorgeschlagen, welche (a) Designkompetenz in mittelständische Unternehmen einbringen (<http://www.der-blinde-fleck.info/> : „Design – Wahrnehmungslücken für Innovation – Call for Cooperation“) und (b) „Gestalten im Kontext“ als Rahmenkonzept und Qualitätsfilter zur Grundlage für die Anbahnung deutsch-chinesischer Kooperationen im Bereich der Creative Industries unter Einbeziehung design-affiner Unternehmen machen. (<http://www.gestalten-im-kontext.de/de> , deutsch, englisch, chinesisch: Gestalten im Kontext – aus kreativer Vielfalt Innovationen entwickeln)

Schlüsselposition 6

**Deutsch-chinesische Kooperationen sind durch übergreifende Organisation und Finanzierung, Qualitätsentwicklung, Ressourcen- und Rechtssicherheit im Rahmen einer integrierten Supportstruktur landesweit zu entwickeln und nachhaltig zu sichern**

**Unterstützungsbedarfe identifizieren.** MP Malu Dreyer im Anschluss an ihre China-Reise am 13. April 2014 im Trierischen Volksfreund: „In der Tat: Jetzt sind die deutschen Unternehmen und Universitäten noch interessant. Wir müssen daran arbeiten, dass dies auch so bleibt. (...) Deswegen ist Kooperation mit China wichtig!“ In diesem Sinne zeigt der vorgelegte Bericht wie die sich daran anschließenden Vorschläge zur Umsetzung einer abgestimmten China-Strategie ein breites Spektrum möglicher deutsch-chinesischer

Kooperationen an. In diesem Zuge ist der rheinland-pfälzischen Ministerpräsidentin weiterhin zu folgen, wenn sie sagt: „Zudem werden wir in der Landesregierung noch einmal intensiv darüber beraten, wie wir diesen Prozess weiter unterstützen können.“ Tatsächlich ist es unverzichtbar, einer abgestimmten China-Strategie eine integrierte, sich gegenseitig verstärkende Supportstruktur zur Seite zu stellen, um Umsetzungen zu ermöglichen.

**Eingebettete DAAD-Förderprogramme ermöglichen.** Mit dem Fokus auf die Entwicklung und Realisation dualer Konzepte im doppelten Cross-Over von Wirtschaft und angewandter Wissenschaft mit deutsch-chinesischen Kooperationen sollten Finanzierungsmöglichkeiten von den Hochschulen und Unternehmen, von den Kammern und Verbänden, und – nicht zuletzt – von der Politik gemeinsam erschlossen werden. Wenn es gelingt, durch übergreifende Organisation und Finanzierung, Ressourcen- und Rechtssicherheit, Qualitätsentwicklung, Qualitäts- und Projektmanagement diesen Prozess nachhaltig und möglichst landesweit zu sichern, werden sich – von Hochschuleseite – auch die vielfältigen DAAD-Förderprogramme als „eingebettete Programme“ sehr viel erfolgreicher akquirieren und aktivieren lassen.

**Landesweite oder regional verankerte Supportstrukturen präferieren:** Vor diesem Hintergrund speist sich das hier vortragene Plädoyer für eine abgestimmte China-Strategie im Zusammenwirken von Wirtschaft und angewandter Wissenschaft auch aus dem Grund, über dem gemeinsamen Nenner sich gegenseitig starker Interessen eine integrierte Unterstützungsstruktur aufbauen zu können. Ob solche Supportstrukturen landesweit und regionenübergreifend installiert werden sollten – etwa nach dem Modell von ChinaLux, dem

„China - Luxembourg Chamber of Commerce“ ([www.china-lux.lu](http://www.china-lux.lu)) oder nach dem Vorbild des bayrischen Hochschulzentrums für China (<http://www.baychina.org/wordpress/>) ist zu diskutieren. Eine dezentrale Struktur, in der sich die Regionen mit ihren jeweiligen Stärken in diesen Prozess einbringen, könnte sich als der ggf. effektivere Weg ebenfalls empfehlen.

Innerhalb einer solchen integrierten Supportstruktur sollten unter Mitwirkung des MWKEL und des MBWWK nun schnellstmöglich **Pilotprojekte als Schlüsselprojekte** mit Modellcharakter und Transferpotenzial auf den Weg gebracht werden, um darüber eine sich selbst verstärkende Dynamik freizusetzen. Das gemeinsam von der Stadt Trier und der Beijing Normal University (BNU) Europäisch-Chinesisches Zentrum für Ausbildung und Forschung in Entwicklungs- und Raumplanung (ECER) kann in diesem Sinne als Keimzelle für strategische Partnerschaften nützlich sein. Für den Aufbau nachhaltiger Kooperationsszenarien mit China – auch in der gebotenen neuen Dimension – ist diese Schubkraft durch die Implementierung geeigneter Förderstrukturen ganz unbedingt zu entfalten.



**Prof. Dr. Matthias Sieveke**  
**Dekan FB Gestaltung**  
 FB Gestaltung  
 FR Architektur  
 Hochschule Trier,  
 Campus für Gestaltung  
 T.: +49 (651) 8103 - 823  
 M.Sieveke@hochschule-trier.de

## Exkursion der Fachrichtung Innenarchitektur zur Architekturbiennale 2014 in Venedig

FB GESTALTUNG  
Prof. Heribert Wiesemann  
Prof. Dr. Gerald Schröder

Die diesjährige Herbst-Exkursion der Fachrichtung Innenarchitektur führte, wie schon 2008, 2010 und 2012, zur Architekturbiennale in Venedig. Die Biennale gilt als bedeutendstes Forum für die Darstellung und Diskussion zeitgenössischer Architektur.

Unter dem Titel „Fundamentals“ sind von Rem Koolhaas, dem Kurator der Ausstellung, in 16 Kapiteln die Grundelemente der Architektur, Boden, Wand, Decke, Türen etc. thematisiert worden. Sein Programm sieht nicht vor, Meisterwerke und Stararchitekten unter einem unverbindlichen Motto zu versammeln, sondern eine Enzyklopädie unserer gebauten Umwelt zu verfassen.

Für die Einzelausstellungen der Länder hat Koolhaas „Absorbing Modernity“ als Leitthema vorgegeben.

In einer dritten Abteilung, lokalisiert im Arsenal, wird unter dem Titel „Monditalia“ in 41 Kapiteln die physische und kulturelle Oberfläche eines Landes in allen Erscheinungsformen „gescannt“.

Die Länder, von denen einige zum ersten Mal teilnehmen, haben in den Giardinipavillons, im Arsenal, in den neu angeeigneten Räumen der Tese (Werfthallen) und in der Stadt ihre Ausstellungen realisiert.

In Stadtwanderungen wurden beispielhaft Bauten der reichen venezianischen Baugeschichte gesehen und herausragende Bauten der Moderne (Scarpa, Ando, Chip-

perfield, Calatrava u.v.m.) erfasst. Die Exkursion endete mit einem Besuch der Architekturhochschule IUAV.

Im Folgenden fasst mein Kollege Gerald Schröder die Ergebnisse unserer Diskussionen mit den Studierenden zum Deutschen Pavillon zusammen.

### Gedanken zum Deutschen Pavillon auf der Architekturbiennale von Gerald Schröder

„Absorbing Modernity“ – so lautet die thematische Vorgabe von Rem Koolhaas für die Länderpavillons der Architekturbiennale 2014. Dabei ist der Begriff nicht ganz glücklich gewählt: Suggestiert die Verlaufsform des Verbes doch ein unmittelbares Verhältnis zur Moderne, das uns allerdings schon seit langem abhandengekommen ist. Denn spätestens seit der Postmoderne-Diskussion der 1970er und 1980er Jahre wird Distanz zu einer nun als „klassisch“ geltenden Moderne der vorangegangenen Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts geschaffen. Seitdem wird die Moderne nicht mehr selbstverständlich fortgeschrieben, sondern reflektiert: Sie wird befragt, hinterfragt, kritisch und differenziert revidiert und immer wieder neu evaluiert. Vor allem aus dem Blickwinkel einer postkolonial argumentierenden Kulturgeschichte erscheint der Begriff der Moderne zunehmend problematisch, weil er oft implizit eine spezifisch europäische und US-amerikanische Konstruktion von Moderne zum Ausdruck bringt, die ihre Legitimation aus dem industriellen und technischen Fortschritt bezieht. Mit diesem Maßstab werden Entwicklungen anderer Kulturräume im 20. Jahrhundert abgewertet oder geraten vor diesem Hintergrund erst gar nicht in Erscheinung.

Eine globale und komplexe Sicht auf die Moderne scheint auf den ersten Blick nicht das Thema im Deutschen Pavillon zu sein, der in



Abb. 1: Studierende der Innenarchitektur auf dem Biennalegelände

diesem Jahr von den Schweizer Architekten Alex Lehnerer und Savvas Ciriacidis bespielt wird: Unter dem Titel „Bungalow Germania“ setzen sie sich allein mit der deutschen Geschichte im 20. Jahrhundert auseinander. In einer aufwendigen Rauminstallation haben sie Teile des sogenannten Kanzlerbungalows, den Sep Ruf auf Initiative von Ludwig Erhard 1964 in Bonn errichten ließ, in einem 1:1-Modell nachgebaut, so dass eine irritierende Raummontage mit der Ausstellungsarchitektur des Deutschen Pavillons entstanden ist, der von Ernst Haiger im Jahr 1938 auf Befehl von Adolf Hitler gebaut wurde und einen Umbau des klassizistischen Bayerischen Pavillons von 1909 darstellt. Trotz des engeren nationalgeschichtlichen Fokus' besitzt die Inszenierung der Schweizer Architekten darüber hinaus exemplarischen Charakter, weil sie die generelle Frage aufwirft, welche Funktion Architektur im Prozess der Nationenbildung gespielt hat und gegenwärtig immer noch spielt. Da Nationen „vorgestellte Gemeinschaften“ bzw. „imagined communities“ sind, wie der Politologe Benedict Anderson herausgestellt hat, brauchen sie sinnlich wahrnehmbare Dinge wie beispielsweise Gebäude, um sichtbar zu werden und sich vor sich selbst zu vergewissern und vor anderen zu repräsentieren. Wie schwierig der Prozess der Nationenbildung gerade in Deutschland war, ist hinlänglich bekannt. Die besondere Leistung von Alex Lehnerer und Savvas Ciriacidis besteht nun gerade darin, die Brüche und Kontinuitäten innerhalb der deutschen Geschichte im 20. Jahrhundert nicht nur als Geschichtswissen kognitiv aufzurufen, sondern darüber hinaus über Raumwahrnehmung leiblich spürbar werden zu lassen und somit in eine aktuelle Dimension der Erfahrung zu überführen. In gewisser Weise ähnelt ihre Vorgehensweise damit den künstlerischen Strategien



Abb. 2: Alex Lehnerer u. Savvas Ciriacidis, Bungalow Germania, Außenansicht, Venedig 2014



Abb. 3: Alex Lehnerer u. Savvas Ciriacidis, Bungalow Germania, Innenansicht, Venedig 2014

der Installationskunst, die der Kunstkritiker und Kunsthistoriker Michael Fried als theatralisch bezeichnet und vom Modell der Absorption abgegrenzt hat. Dabei hatte Fried ursprünglich die Minimal Art der 1960er Jahre im Visier, die keine fiktionalen Räume mehr zur Verfügung stellt, in die sich der Betrachter ungestört versenken kann, sondern stattdessen den realen Raum und seine im leiblichen Wahrnehmungsprozess erfahrene Gegenwart zum Thema macht. Ganz in diesem Sinne gestalten auch Alex Lehnerer und Savvas Ciriacidis den Deutschen Pavillon als eine theatrale Bühne der Rauminszenierung. Und schon beim Eintritt in die Ausstellung werden wir nicht gerade freundlich empfangen: Denn die Längsseite eines Raumteilers stellt sich uns wie ein Pfeiler in den Weg. Doch ähnlich wie bei der Weiterentwicklung der Installationskunst seit den 1990er Jahren – beispielsweise von Rachel Whiteread, Mona Hatoum und Liam Gillick – verbindet sich die leibliche Erfahrung der Architekturmontage im Deutschen Pavillon mit bestimmten Inhalten aus dem kollektiven Gedächtnis, die assoziativ aufgerufen werden.

Um welche leiblich-sinnliche Erfahrung geht es nun aber konkret und wie wird diese mit der deutschen Geschichte verknüpft? Da sich die vorgefundene Architektur mit dem eingefügten Modell an vielen Stellen auf krasse Weise überschneidet, kommt es nicht nur im Eingangsbereich zu Irritationen. Beim Durchschreiten der Räume machen wir immer wieder die Erfahrung, wie uns die Orientierung im Raum zu entgleiten droht. Und mühsam versuchen wir die beiden Grundrisse zumindest im Kopf auseinander zu halten, um unsere leiblich empfundene Desorientierung zu bewältigen. So stehen wir also plötzlich im Atrium des Kanzlerbungalows mit offenem Kamin und hören sogar Vogelstimmen. Doch sind

wir eigentlich nicht im Außenraum und wenn wir den Blick heben, sehen wir die Wände und Decke des weiß gestrichenen Zentralraums im Deutschen Pavillon. Durch den Einbau des quadratischen Atriums wird die rückwärtige Exedra des Deutschen Pavillons verstellt und erst beim Umschreiten der Kaminwand sichtbar. Dies führt zu einer weiteren Irritation, weil sich das strenge Raster des Kanzlerbungalows in diesem Bereich plötzlich nicht weiter fortsetzt. Und solche räumlichen Irritationen entstehen noch häufiger und an anderen Stellen: Vorhänge teilen plötzlich den Raum. Im Kontext des Kanzlerbungalows mag dies funktional begründet sein, doch im Deutschen Pavillon erscheint dies nun eher störend. Die weiße Einbauküche des Kanzlerbungalows wird im Parcours des Ausstellungsbesuchs zur Sackgasse und durch eine Glasscheibe versperrt. Ein besonders brutales Bild entsteht, wenn eine Wand des Deutschen Pavillons plötzlich ein weißes Ledersofa durchschneidet, das im Modell des eingefügten Kanzlerbungalows genau an dieser Stelle seinen Ort hat.

Interessant ist, wie diese Erfahrungsmomente der räumlichen Desorientierung und der Irritation nun auf die gleichzeitig vermittelten Inhalte abfärben. Denn in gewisser Weise gerät durch die Architekturmontage auch unser eingeübtes Geschichtsbild ins Wanken. Gilt doch gemeinhin der Deutsche Pavillon von Ernst Haiger als typische NS-Architektur und somit als Ausdruck totalitärer Machtansprüche, während die Architektur des Kanzlerbungalows von Sep Ruf das genaue Gegenteil verspricht: transparente demokratische Verhältnisse einer bescheiden auftretenden Bundesrepublik. Und in der Tat greift Ernst Haiger gerade mit den monumentalen kannelierten Pfeilern des Portikus ein Motiv auf, das sich in den 1930er Jahren ähnlich bei der Reichskanzlei von Albert



Abb. 3: Alex Lehnerer u. Savvas Ciriadcidis, Bungalow Germania, Innenansicht, Venedig 2014

Speer in Berlin und bei den Ehrentempeln von Paul Ludwig Troost am Königsplatz in München wiederfindet und das von den Nationalsozialisten propagierte Ideal einer „dorischen Welt“ (Gottfried Benn) des Militarismus zum Ausdruck bringen sollte. Der Kanzlerbungalow hingegen greift mit seinen Stahlträgern, den großen Fensterflächen und dem Flachdach auf die Architektursprache von Mies van der Rohe zurück und spielt vor allem auf den sogenannten Barcelona-Pavillon an, der 1929 als Deutscher Pavillon die Weimarer Republik auf der Weltausstellung in Spanien repräsentierte. Ähnlich wie der Deutsche Pavillon 1958 auf der Weltausstellung in Brüssel, den Sep Ruf zusammen mit Hans Schwippert und Egon Eiermann entworfen hatte, sollte auch der Kanzlerbungalow die „gute Form“ in der Tradition des Deutschen Werkbunds zum Ausdruck bringen und im westlich geprägten „International Style“ verankern.

In der montageartigen Verschränkung der beiden Bauten werden die klar geschiedenen Gegensätze jedoch verwischt. Plötzlich wird auch die Modernität des Baus von Ernst Haiger sichtbar, dessen monumentaler Neoklassizismus mit seinen strengen kubischen Formen und seinen Fensterbändern in der Tradition der Architektur von Friedrich Schinkel steht und an die Bauten von Ernst Kreis in den 1920er Jahren anschließt. Außerdem besitzt der Deutsche Pavillon eine Verwandtschaft mit bestimmten Gebäuden der internationalen Strömung des Art Déco, wie beispielsweise die Bauten an der Place du Trocadéro in Paris und des Rockefeller Centers in New

York belegen. In ähnlicher Weise verschiebt sich der Blick auf den Kanzlerbungalow von Sep Ruf: Plötzlich wird die Klassizität und der Traditionalismus dieser modernen Architektur sichtbar. Denn schließlich geht auch der Bungalowbau auf die Antike zurück und speziell auf die Atriumshäuser, die im 18. Jahrhundert in Pompeji entdeckt worden waren. Diese dialektische Verschränkung, die festgeschriebene Gegensätze in Bewegung bringt und zu neuer Erkenntnis führt, wird von Alex Lehnerer und Savvas Ciriadcidis in ihrem kuratorischen Statement herausgestellt: „Das Ziel unserer Arbeit ist eine doppelte Lesbarkeit: Der Pavillon liest und referenziert sich durch den Bungalow und der Bungalow durch den Pavillon. [...] Diese Konversation wird für den Besucher in der Ausstellung erfahrbar und öffnet einen Assoziationsraum zu Form und Nutzung der Architektur und der damit verbundenen (deutschen) Geschichte. Jedes Gebäude hinterfragt die Mythen des anderen [...]. [...] Das Interessante für uns ist also nicht die Spannung im Kontrast selbst, sondern diejenige, die im Wechselspiel von Gegensatz und Übereinstimmung entsteht.“

Dass es in den 1960er Jahren, als der Kanzlerbungalow gebaut wurde, auch auf der gesellschaftspolitischen Ebene „Überschneidungen“ mit dem NS-Regime gegeben hat, soll abschließend nicht unerwähnt bleiben. Denn auch an dieses historische Phänomen wird durch die Architekturmontage assoziativ erinnert. Viele ehemalige Mitglieder der NSDAP waren in der jungen Bundesrepublik bekanntlich wieder zu Amt und Würde gelangt, was den Protesten der Jugend- und Studentenbewegung in Westdeutschland eine besondere Stoßrichtung verliehen hat. Dabei entzündete sich die Kritik der jüngeren Generation vor allem an der NS-Vergangenheit des damaligen Bundespräsidenten Hermann Lübke und des

Bundeskanzlers Kurt Kiesinger. Von letzterem existiert ein bekanntes Foto, das ihn und seine Familie im Kanzlerbungalow mit dem weißen Ledersofa vor einem Gemälde der Verkündigung an der Rückwand zeigt, während im Vordergrund Udo Jürgens am Klavier spielt. Die Szene auf dem Foto steht symptomatisch für eine christlich und bürgerlich geprägte Lebensweise, die damals von vielen Jugendlichen als „scheinheilig“ diffamiert wurde, weil sie ihrer Meinung nach über die Verstrickung mit dem NS-Regime hinwegtäuschen sollte. Der brutale Schnitt durch das Sofa in der Rauminstallation der Schweizer Architekten mag an diesen problematischen Aspekt der deutschen Geschichte erinnern.

Damit schreibt sich der deutsche Beitrag zur Architektubiennale eher in die Geschichte der Kunstbiennale ein. Denn es waren vor allem die künstlerischen Beiträge im Deutschen Pavillon, die seit den 1970er Jahren immer wieder auf unterschiedliche Art und Weise auf die Entstehungszeit des Gebäudes von Ernst Haiger Bezug genommen und sich mit dem schwierigen Erbe der NS-Zeit kritisch auseinander gesetzt haben. Ob nun gewollt oder nicht, verweisen einige Details der Rauminstallation von Alex Lehnerer und Savvas Ciriacidis sehr direkt auf bestimmte Arbeiten, die auf den Kunstbiennalen im Deutschen Pavillon gezeigt wurden. So erinnern der rote Teppich und die rot gestrichene Decke im Eingangsbereich an die Rauminstallation von Hans Haacke „Germania – Bodenlos“ aus dem Jahr 1993. Der politische Konzeptkünstler hatte den Eingang durch eine rote Wand verstellt, auf der die groß abgezogene Reproduktion einer Schwarzweißfotografie zu sehen war, die Adolf Hitler beim Besuch der Biennale im Jahr 1934 zeigte. Der Kamin im Atrium ruft Erinnerungen an das Gemälde „Wege der Weltweisheit: Die Hermannsschlacht“

von Anselm Kiefer wach, das 1980 im Deutschen Pavillon hing. Im Zentrum der Bildkomposition sind als Motiv Holzscheite und loderndes Feuer zu erkennen. Dabei ging es auch Anselm Kiefer um den verschlungenen und problematischen Prozess der Nationenbildung, wenn er das Feuer mit den Porträts all jener Dichter und Denker umgibt, die am Mythos der Hermannsschlacht als vermeintlichem Gründungsakt der deutschen Nation beteiligt waren. Und schließlich erinnert die neben dem Eingang aufgehängte Dachkonstruktion an die sogenannten „Discussion Platforms“ von Liam Gillick, der den Deutschen Pavillon 2009 bespielt hat. Mit seiner Rauminstallation, die formal die Frankfurter Küche von Margarete Schütte-Lihotzky mit den Objekten der Minimal Art von Donald Judd verschränkt hat, bezog auch Liam Gillick kritisch Stellung zur Moderne. Und ähnlich wie beim diesjährigen Architekturbeitrag ergab sich ein sehr komplexer und differenzierter Blick zurück, der sowohl die emanzipatorischen Potentiale der Moderne würdigte wie auch ihre totalitären Schattenseiten einer Kritik unterzog.



**Prof. Dr. Gerald Schröder**

FB Gestaltung  
FR Innenarchitektur

Hochschule Trier,  
Campus für Gestaltung

G.Schroeder@hochschule-trier.de



**Prof. Heribert Wiesemann**

FB Gestaltung  
FR Innenarchitektur

Hochschule Trier,  
Campus für Gestaltung

T.: +49 (651) 8103 - 129

H.Wiesemann@hochschule-trier.de

## Stadtmarketing im Designkontext

FB GESTALTUNG  
Prof. Andreas Hogan  
Silvia Gessinger

Eine Stadt wird heute mehr und mehr als Marke verstanden, präsentiert und vermarktet. Neben den klassischen Marketingprozessen stellt auch die visuelle Identität und Formsprache einen wichtigen Erfolgsfaktor innerhalb des Stadtmarketings dar. Dieser Sachverhalt wird auch durch das zunehmende mediale Interesse deutlich. Die besondere Herausforderung für den Designer ist hierbei das interdisziplinäre Arbeiten und der Versuch mittels Design un-

terschiedliche Gruppen anzusprechen. Eine Stadt stellt ein viel komplexeres Gebilde als ein Unternehmen dar. Es erfordert daher ein höheres Maß an Strategie, aber auch an Einfühlungsvermögen. Der Designer ist dabei nicht nur als ausführendes Instrument zu verstehen, sondern muss bereits in den Planungsphasen integriert sein.

Die Arbeit umfasst insgesamt vier Bücher. Die Recherchen und Grundlagen zur Thematik sind in drei Bände aufgeteilt und präsentieren sich in einem Schuber.

Die Ausarbeitung der abschließenden Masterthesis beinhaltet neben diversen grafischen Anwendungsbeispielen (u.a. Plakatserie, Geschäftsausstattung) ein weiteres Buch.



Abb. 1: Dokumentation der theoretischen Grundlagen, Recherchen und Definitionen in drei Bänden.

### RECHERCHEN BAND I: THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Band I beinhaltet die theoretischen Grundlagen, Definitionen, Entwicklungen und Ziele zu Design, strategischem Designmanagement, Marke, Corporate Identity, Stadt, Marketing sowie der verschiedenen Marketingausrichtungen (unter anderem Stadtmarketing).

### RECHERCHEN BAND II UND III: PRAKTISCHE ANWENDUNGSBEISPIELE AUS DEM IN- UND AUSLAND

Anschließend folgen zwei weiterführende Bände, in denen praktische Anwendungsbeispiele dargestellt, analysiert und bewertet werden. Diverse Corporate Designprojekte, aber auch Werbeaktionen und image-trächtige Veranstaltungen sind Bestandteile der Praxisanalyse. Um die Bandbreite der unterschiedlichen Leistungen zu präsentieren, wurden hier gute, aber auch weniger überzeugende Projekte aufgenommen. Gerade an negativen Fallbeispielen wird deutlich, wo Optimierungsbedarf besteht und wo Fehlerquellen liegen.



Abb. 2-13: Erste Reihe: Abb. 2-3 Informationsgrafiken, Abb. 4: Auszug über die Signografie. Zweite Reihe: Abb. 5: Kategorisierung der Anlässe zur Logogestaltung, Abb. 6: Auszug aus der Entwurfs- und Skizzenphase zu dem praktischen Projekt (Corporate Design für die Stadt Trier). Dritte Reihe: Abb. 7: Logoentwicklung, Abb. 8: Logo mit Typografie in unterschiedlichen Farb- und Musterausführungen, Abb. 9: Interpretation römische Mosaik. Vierte Reihe: Abb. 10: Auszug Plakatserie: Römisches Mosaik als Projektionsfläche. Abb. 11: Anwendungsbeispiel Plakatwand, Abb. 12 Auszug Leitsystem: Jahresringe (Gründungsurkunde) auf dem Boden des Eingangsbereichs des Rheinischen Landesmuseums Trier, Abb. 13.: Auszug Geschäftsausstattung (Corporate Design)

## MASTHERTHESIS

Auf Grundlage der Recherchen wurde die eigentliche Masterarbeit erstellt, die sowohl einen theoretischen als auch einen praktischen Abschnitt beinhaltet. Der Theorieabschnitt beschäftigt sich mit Zeichensystemen und Zeichen. Semiotik, besonders die Signographie, Markentypologie und Kategorisierung von Marken, Definitionen über Logo und Marke sowie deren Besonderheit für Kommunen, Städte, Regionen, Bundesländer und Staaten sind zentrale Themen dieses Teils.

Im praktischen Teil der Arbeit wird das exemplarisch erarbeitete Corporate Design für die Stadt Trier in allen Phasen vorgestellt. Hierbei stehen zunächst die unterschiedlichen Anlässe zur Logogestaltung im Vordergrund. Die in dem Findungsprozess ermittelten Möglichkeiten werden skizzenhaft dokumentiert und ausgearbeitet und dienen somit als Grundlagen für eine weitere Spezialisierung bis hin zur Logogestaltung. Mögliche Anlässe für die Gestaltung eines Zeichens können unter anderem aus folgenden Bereichen stammen: Stadtgeschichte, Traditionen und Heraldik, Stadtbild/Stadtplan, geografische Lage/prägnantes Landschaftsbild/Klima, historische und moderne zeitgenössische Bausubstanz/Sehenswürdigkeiten/Wahrzeichen, Persönlichkeiten der Stadt, Mentalität der Einwohner, lebendige Kulturlandschaft oder prägende Industriezweige.

Aus den Ansätzen wurde eine Möglichkeit ausgewählt u. zu einem Logo mit verschiedenen Anwendungen weiterentwickelt. Das Zeichen stellt eine Reduktion der Porta Nigra, dem Wahrzeichen der Stadt Trier, dar und fungiert als dynamisches Zeichen mit Projektionsfläche für unterschiedliche Themen. Aufgrund dieser Vereinfachung des Zeichens kann auch ein invertiertes „T“, die Initiale der Stadt, erkannt werden. Das Zeichen bietet darüber hinaus weitere Interpretationsfreiheit, ohne an Wiedererkennungswert einzubüßen. Die Form ist einprägsam und auf allen Medien reproduzierbar. Kombiniert wird dieses Zeichen mit dem modernen, serifenlosen Font „St Ryde“.

Ideen und Inspirationen aus den recherchierten Anlässen sind in die Gestaltung eingeflossen. So finden die stilisierten Mosaik und die Baumlinie aus der Gründungsurkunde hier auch ihren Einsatz und tragen zu einem identitätsstiftenden Erscheinungsbild bei. In den verschiedenen Anwendungen, wie der Geschäftsausstattung, dem Webportal, unterschiedlichen Plakatserien, Beschriftungen und Leitsystemen sowie diversen Merchandisingprodukten wird das neue Corporate Design visualisiert.

Abschließend zur Masterarbeit erfolgt ein Resümee, in dem die wichtigsten Erkenntnisse zusammengetragen werden. Die Anforderungen und Voraussetzungen für ein gutes Design werden auf-



Abb. 14: Auszug Entwurf Webseite

gestaltet und verdeutlicht. Die Diskrepanz zwischen gutem Design und dessen Akzeptanz, ein häufiges Problem bei der Implementierung neuer Erscheinungsbilder, wird an dieser Stelle thematisiert. Es werden Möglichkeiten entwickelt, um positiv auf die Markteinführung neuer Erscheinungsbilder einzuwirken und somit eine Marke effektiv und langfristig zu etablieren. Denn ein erfolgreiches Corporate Design hängt nicht nur von der gestalterischen Leistung ab, sondern vielmehr von der Kommunikationspolitik, die eine Sensibilisierung aller Beteiligten erreichen muss.

Die Arbeit wurde mit dem Förderpreis der Hochschule prämiert (Stifter: Stadtsparkasse Trier) und dem Designpreis Rheinland-Pfalz 2014 Kommunikationsdesign (Design Studies&Research, Design Talents) ausgezeichnet.



Abb. 15: Designpreis Rheinland-Pfalz 2014 Kommunikationsdesign: Silvia Gessinger und Prof. Andreas Hogan mit der Auszeichnung



**Prof. Andreas Hogan**  
 FB Gestaltung  
 FR Kommunikationsdesign  
  
 Hochschule Trier,  
 Campus für Gestaltung  
 hogan@hochschule-trier.de

## Ausgezeichnete Gründer: Mediendesign-Absolventen werden Unternehmer

Drei Unternehmensgründungen gingen 2014 aus der Fachrichtung Intermedia Design des Fachbereichs Gestaltung hervor

FB GESTALTUNG  
AkadR Marcus Haberkorn  
Peter Nürnberger  
Kim Becker  
Mike Bastian  
Daniel Denne  
Wolfgang Reichardt  
Matthias Guntrum  
Stephan Wirth  
Simone Rus

Einschlägige Gutachten und Studien zu aktuellen Entwicklungen in der Medien-, IT- und Kreativwirtschaft (MIK) stellten in den vergangenen Jahren sowohl für das Land Rheinland-Pfalz, wie die Region Trier, einen zunehmenden Fachkräftebedarf für alle MIK-Branchen, insbesondere für die Internetwirtschaft fest (zuletzt die an das Mediengutachten Rheinland-Pfalz „Beschäftigung und Wachstum in der Informationsgesellschaft“ (Accenture 2003) und an das Gutachten „Regionen und Branchen im Wandel“ (2004, Fraunhofer IESE / Media Systems) anschließende „Follow-Up Studie Medienstandort Rheinland-Pfalz“ (2011, rlp inform, IMO Institut)).

Die jüngste Potenzialanalyse der Kreativwirtschaft der Stadt Trier (Taurus Eco Institut), sowie die Erhebung des durch das MWVLW geförderten Projekts TRIEGI (Identifikation von wissensbasierten und technologieorientierten Unternehmensgründungsideen in der Region Trier), bestätigen die Relevanz des Fachbereichs Gestaltung, aus dem seit Jahrzehnten Gründungen für die regionale Kultur- und Kreativwirtschaft hervor gehen. Hier widmet sich die Fachrichtung Intermedia Design seit 2008 dem mit der digitalen Medienrevolution einhergehenden Veränderungsdruck auf Organisationsformen, Qualifikationsbedarfe, Beschäftigungs- und Wettbewerbssituation mit einem modernen Gestaltungscurriculum. Von solchen Ausbildungsräumen, in denen ästhetisches Feingefühl mit medientechnischem Verständnis und Mut zu Außergewöhnlichem heranwachsen können, profitieren digitale Medienkultur und Medienwirtschaft in Rheinland-Pfalz.

In 2014 gingen aus drei von AkadR. Marcus Haberkorn betreuten Abschlussarbeiten Unternehmensgründungen hervor. Die Auszeichnungen und Preise für die Gründungsvorhaben belegen, dass die Intermedia

Designer der Hochschule Trier neueste Medienformate auf hoch konkurrenzfähigem Niveau voranbringen können.

### EXIST-FÖRDERUNG DES BUNDES FÜR START UP FLYT.CLUB

Für ihr Startup 'Flyt.Club' erhielten die Absolventen Peter Nürnberger und Kim Becker ein EXIST-Gründerstipendium. Damit sind die beiden Bacheloranden die ersten EXIST-Gründer an der Hochschule Trier. Sie erhalten für ein Jahr finanzielle Unterstützung in Höhe von 70.000 Euro, sowie professionelles Coaching zum Aufbau des Geschäftsmodells. Gemeinsam mit dem Gründungsbüro Trier unterstützt der hochschulseitige Mentor des Projekts, Marcus Haberkorn, die Entwicklung der Geschäftsidee zu einem wettbewerbsfähigen Unternehmen.

Flyt.Club ist eine webbasierte Mitflugbörse, die Hobbypiloten und Mitflieger zusammenbringt. Die Geschäftsidee von Flyt-Club als Matching-Plattform ordnet sich in aktuelle ökonomische Trends der so genannten 'Sharing Economy' und des kollaborativen Konsums ein. Als Bachelorarbeit 2013 begonnen, analysierten die Gründer den Markt für Kleinflüge und die Hobbypilotenkultur



Abb. 1: Flyt.Club



Abb. 2: Das Team bei der Preisverleihung (Foto: Red Dot Design Award)



Abb. 3: Die Feierlichkeiten im Konzerthaus Berlin (Foto: Red Dot Design Award)

und entwickelten einen Prototypen für die Onlinevermittlung. Das Konzept berücksichtigte in intelligenter Weise die Bedürfnisse der Anbieter und Nachfrager und konnte so die EXIST-Gutachter überzeugen.

EXIST ist ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und wird durch den Europäischen Sozialfonds kofinanziert. Im Programm werden Stipendien für Gründungen aus der Hochschule heraus vergeben. Es ermöglicht den Gründern über den Zeitraum von einem Jahr ihre Geschäftsidee weiter auszuführen und zu entwickeln. Mit dem Stipendium ist der Lebensunterhalt der Gründer sichergestellt, darüber hinaus stehen dem Team Sach- und Coachingmittel für die Umsetzung der Idee zur Verfügung.

#### RED DOT DESIGN AWARD FÜR GAME STUDIO GENTLYMAD

In Berlin wurde am 24.10.2014 der Red Dot Design Award ‚Best of the Best‘ für das Spiel ‚In Between‘ verliehen. Eine 24-köpfige internationale Jury wählte aus über 7.000 Einreichungen aus 49 Ländern diesen Titel als einen Sieger aus.

Der Red Dot Design Award gilt als einer der begehrtesten Preise der Kreativwelt und wird seit 1955 vergeben. Im Rahmen einer festlichen Gala im Berliner Konzerthaus nahmen die Studierenden und ihr Betreuer vor über 1200 internationalen Gästen die Auszeichnung entgegen.

Als Bachelorarbeit hatte Daniel Denne ‚In Between‘ begonnen, inzwischen hat er als Masterstudent das Spielestudio Gentlymad gegründet. Hier entwickelt er gemeinsam mit Wolfgang Reichardt, Matthias Guntrum, Stephan Wirth und Simone Rus ‚In Between‘ zu einem vollwertigen Titel, der im Frühjahr 2015 veröffentlicht wurde.

‚In Between‘ erzählt auf sensible und anrüh-

rende Weise eine Geschichte des Abschiednehmens vom Leben, die auf Modellen der Sterbeforschung aufbaut. Das interaktive Format macht die inneren Konflikte des sterbenden Hauptcharakters als spielbare Rätsel zugänglich und sensibilisiert so für das universell menschliche, jedoch stark tabuisierte Thema. Dieser intelligenten, zum Nachdenken anregenden Form der Unterhaltung wurde bereits der Deutsche Multimediapreis verliehen.

Spieleentwickler Stephan Wirth: "Der Red Dot ist eine großartige Bestätigung, dass wir uns mit unserem Vorhaben auf dem richtigen Weg befinden. Das Wochenende in Berlin wirkte auf uns wie ein Traum, was allein schon der märchenhaften Atmosphäre im Konzerthaus zuzuschreiben ist, in dem die Verleihung stattgefunden hat. Auch die Glückwünsche aus den eigenen Reihen der Hochschule haben uns sehr gefreut und wir hoffen, dass wir mit unserem Erfolg andere Studenten ermutigen, ihren ganz persönlichen Weg zu gehen."



### FULL SERVICE AGENTUR KALAFLEX STARTET MIT INTERNATIONALEN AUFTRÄGEN

Mike Bastian legte in seiner Bachelorarbeit den Grundstein für seine auf digitale Kommunikation spezialisierte Full-Service Agentur ‚Kalaflex‘, die er mit einem Informatiker aus Saarbrücken im Sommer `14 gründete. Die Agentur hat in den ersten Monat primär responsive Webseiten sowie Apps für iOS-Geräte angefertigt. Im E-Commerce Bereich werden Front- sowie Backendlösungen für Shops auf Basis von Shopware,

Magento und auch als Erweiterungen in Wordpress und Typo3 angeboten.

Bereits nach wenigen Monaten arbeiten sie für Kunden im regionalen, nationalen sowie im internationalen Bereich. Die meisten Aufträge erhalten aus München, Berlin, Köln und Saarbrücken. Über Kontakte aus einem Praxissemester haben sich Kooperationen mit einer Londoner Agentur ergeben. Hier wie auch in Luxemburg arbeitet man bereits an Projekten für Global Player. Aufgrund der guten Auftragslage mussten sie bereits auf externe Dienstleister zugreifen, in 2015 soll das Team fest ausgebaut werden.



## Hochbeanspruchte Rundholzkonstruktionen mit Verbindungselementen aus Polymerbeton

### Nutzung von Rundholz im modernen Holz-und Ingenieurbau

FB GESTALTUNG

Prof. Dr. Wieland Becker

Dipl.-Ing. (FH) Jan Weber

MA arch. Eirik Kjolsrud

#### Einleitung

Natürlich getrocknetes und nahezu unbehandeltes Douglasienrundholz aus regionalen Forsten dient als Ausgangsmaterial für innovative Systementwicklungen im Holzbau. Mit diesem leistungsfähigen und äußerst energieeffizienten Rohstoff (schnellwüchsig, mit guten mechanischen Werten und geradem Wuchs ohne hohe Trocknungsenergie) können insbesondere dreidimensionale Stabtragwerke konzipiert werden.

Ein wesentlicher Grund, weshalb dieses leistungsstarke Material bislang nur geringfügig eingesetzt wird, liegt in der Erschwerung, „Rund auf Rund“-Anschlüsse kraftübertragend und mit geringen Verschiebungen auszubilden. Perspektiven, das ökoeffiziente Ausgangsmaterial Rundholz einer innovativen Nutzung zuzuführen, ergeben sich aus einer am Lehr- und Forschungsgebiet Holz der HS Trier entwickelten Technologie zur Herstellung leistungsfähiger Verbindungsknoten, welche im CAD/CAM-Prozess kostengünstig für vielfältige geometrische

Vorgaben hergestellt werden können. Die Komplexität des Anschlusses von „Rund auf Rund“ wird hier von Formteilen aus Polymerbeton gelöst. An diese Formteile können die Rundholzquerschnitte nach einem rechtwinkligen Kappschnitt in Stabachse angeschlossen werden. Somit ist eine vollständige Kraftübertragung in Stabachse möglich und ein schwieriger Abbund des Rundholzes wird vermieden. Abb. 1 zeigt den Entwurf eines 14m langen Brückentragwerkes, bei welchem die Formknoten aus Polymerbeton die Verbindung der einzelnen Rundholzquerschnitte übernehmen.

#### 1. Herstellungsprozess der Verbindungsknoten

Die Modellierung der komplexen Knotenpunkte mit sechs Anschlussflächen erfolgt mit dem Freiformmodellierer RHINOCEROS 3D. Die in diesem Programm erzeugten Daten können zur Erzeugung des Urmodells direkt in einen CAD/CAM-Fräsprozess übertragen werden. Dabei wird mit einer 5-Achs Portalfräse in einem mehrstufigen Fräsprozess die gewünschte Form aus einem

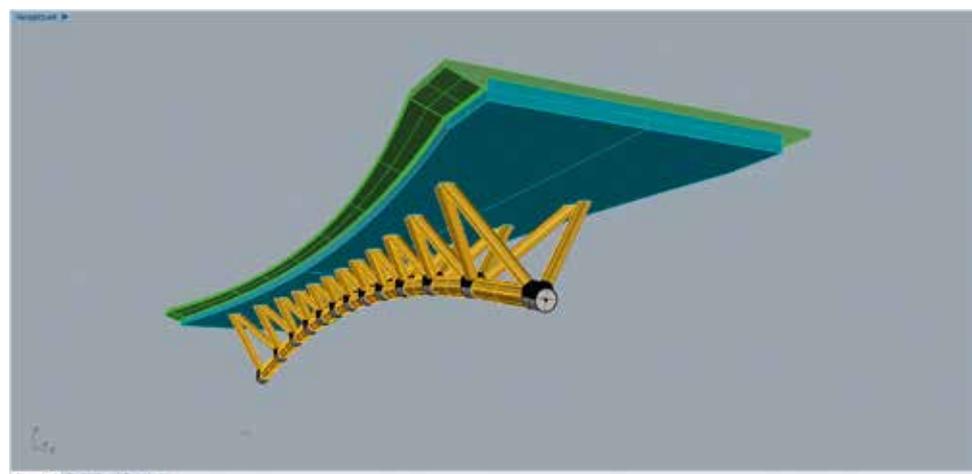


Abb. 1: Brückenelement als Rendering mit Darstellung der Tragstruktur

speziellen, für den Fräsvorgang optimierten Polyurethanschaum gefräst (Abb.2). Die komplexe Geometrie macht eine Umspannung des Werkstücks notwendig. Zunächst wird eine Negativform als Aufspannhilfe nach Abb.2 hergestellt. Damit kann das Werkstück formschlüssig mit Hilfe einer Vakuumspannvorrichtung fixiert und von allen Seiten bearbeitet werden. Bereits in dieser Phase werden Formteile aus Stahl in die Gussform nach Abb. 3 integriert, so dass ein formschlüssiger Verbund zwischen Stahl und Polymerbeton vorhanden ist. Die gefräste Urform des Knotenpunktes wird mit einem 2-Komponenten RTV-Silikon als zweiteilige Negativform nach Abb. 3 hergestellt. In die so vorbereitete Form kann nun der Polymerbeton eingegossen und nach 24 Stunden Aushärtezeit ausgeschalt werden. Abb. 4 zeigt die 3 D - Modellierung des Knotens für mögliche FEM-Untersuchungen, sowie einen bereits hergestellten Knoten mit eingegossenen Gewindehülsen zur Aufnahme von Stabkräften aus dem Fachwerk.



Abb. 2: CAD/CAM Fräsprozess



Abb. 3: Negativform

## 2. Parametrische Generierung und Abbund des Massivholzdecks

Um eine Umsetzung der entworfenen Geometrie in externen Fertigungsprozessen zu ermöglichen, wurden Lösungen zur Datenerstellung und zum Datenaustausch mit den entsprechenden Abbundprogrammen der kooperierenden Holzbaubetriebe erarbeitet. Der Abbund des Brückendecks aus Massivholz wurde zunächst prototypisch an einem Ausschnitt des Brückendecks durchgespielt. Mit Hilfe des RHINOCEROS Plugins GRASSHOPPER und weiteren Softwarekomponenten konnten Abbunddaten erstellt und den jeweiligen produzierenden Unternehmen zur Verfügung gestellt werden (Abb.5).



Abb. 4: Strukturmodell und fertiger Verbindungsknoten

### 3. Begleitende Materialversuche

Zur Ermittlung der erforderlichen Rechengrößen werden begleitende Materialuntersuchungen und Bauteilprüfungen durchgeführt.

#### Auszugsversuche Polymerbeton-Stahl

Polymerbeton ist ein Reaktionsharzbeton aus einer 3-Komponenten Ausgießmasse auf Epoxidharzbasis mit spezieller Füllstoffkombination auf quarzitischer Basis. Polymerbetone dieser Art erreichen Druckfestigkeiten von etwa 140 – 160 N/mm<sup>2</sup>. Die Biegezugfestigkeit des verwendeten Polymerbetons wird zwischen 35 – 45 N/mm<sup>2</sup> angegeben. Das Material ist leicht zu verdichten und besitzt ein sehr gutes Dämpfungs- und Schwingungsverhalten. Seine ursprüngliche Anwendung findet der Polymerbeton zum Füllen von Stahlschweiß- und Gusskonstruktionen bzw. für dynamisch beanspruchte Formteile des Maschinenbaus. Für den Holzbau ist Polymerbeton wegen seiner hohen Festigkeit, guten Verarbeitbarkeit und seinen hervorragenden Adhäsionseigenschaften an Holz sehr interessant. Der Aushärteprozess des

Reaktionsharzgemisches ist je nach Bauteildicke spätestens nach 20 Stunden vollständig abgeschlossen. Für das F+E Projekt Rundholzbrücke wurden

- Auszugsversuche Stahl-Polymerbeton
- Durchstanzversuche Holz durchgeführt.

Abb.6 zeigt einen Prüfkörper der Serie-Auszugsversuche Stahl-Polymerbeton. Deutlich erkennbar ist das Abreißen der eingegossenen Gewindemuffen M 16 Stahl 235 bei einer Zugkraft im Bereich zwischen 100-110 KN. Die rechnerische Streckgrenze des Stabes lag bei F=49,2 kN.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden drei Versuche zur Untersuchung des Delaminationsverhaltens im Bereich der Anschlusspunkte der Druckdiagonalen an das Brettstapeldeck nach Abb. 7 durchgeführt. Hierbei wurde ein Druckstempel aus Douglasienholz mit einem Durchmesser von 120 mm in eine zylinderförmige Bohrung des Brettstapелеlementes gedrückt. Die Bruchkräfte und die daraus resultierenden Bruchfestigkeiten  $F_{c,90,u}$  sind in Tab. 1 aufgeführt. Eine zusätzliche Querzugver-

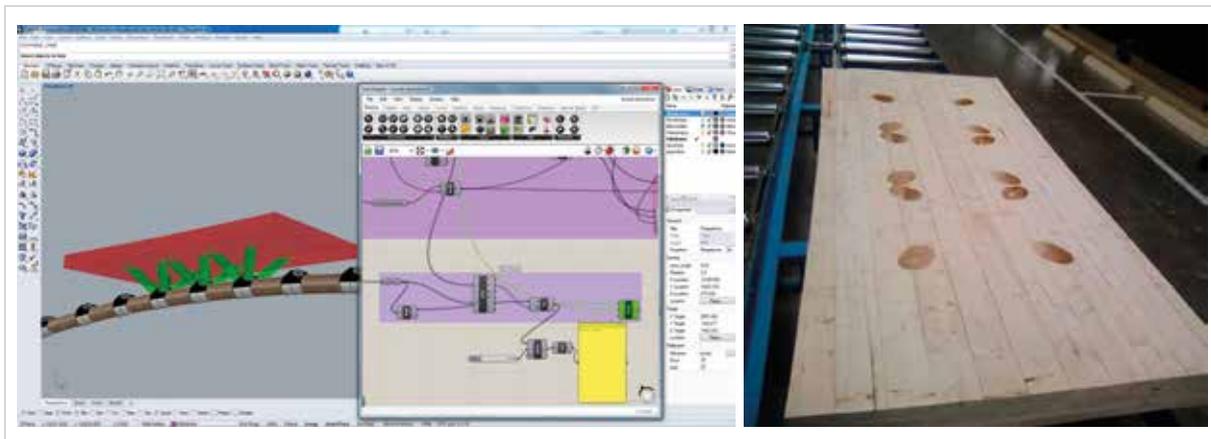


Abb. 5: Parametrisch erzeugtes Modell des abzubindenden Brückendecks

stärkung bei Probe RHD-3 mit zentrisch angeordneten Vollgewindeschrauben führt jedoch zu keiner nennenswerten Verbesserung des Ergebnisses, sodass auf diese Maßnahme verzichtet wurde. Die vom Tragwerksplaner ermittelte max. Druckkraft von  $F_d = 52 \text{ kN}$  als Bemessungswert lag somit deutlich unter den Versagenswerten der Versuche.

### 3. Montage und Fertigstellung

Nach erfolgreich abgeschlossenen Vorversuchen wurde ein Segment des Brückentragwerkes zur Erprobung des Montageprozesses im Labor Föhren montiert (Abb. 8). Die komplette Montage der Brücke erfolgte im Unternehmen des Auftraggebers. Das Holzbauunternehmen Floss in Schönecken verwendet Douglasien-Rundstämme, die direkt bei den Forstbetrieben der Eifel erworben und im eigenen Unternehmen zu zylindrischen Querschnitten mit bis zu 20 cm Durchmesser und 13 m Stammlänge verarbeitet werden. Zur Durchführung des FE-Projektes konnte eine Förderung des europäischen Strukturfonds (EFRE) in Anspruch genommen werden. Die Fußgängerbrücke wurde bei einer Gesamtlänge von 14 m im Unternehmen vormontiert und am Aufstellort mit einem Kranfahrzeug auf die vorbereiteten Fundamente eingehoben (Abb.9). Das Massivholz-Brückendeck aus zwei verbundenen Brettstapelelementen ist mit einer Abdichtung aus Gussasphalt versehen und schützt so die darunterliegende Tragwerkkonstruktion vor Nässe und Feuchtigkeit. Das Ziel, die heimischen und nachwachsenden Rohstoffe in einer neuen Form zu nutzen und im konstruktiven Bereich einzusetzen, ist mit diesem Tragwerksystem erfüllt. Die Projektlaufzeit betrug zwei Jahre und wurde mit der Einweihung (Abb. 10) im Mai 2015 abgeschlossen.



Abb. 6: Begleitende Materialversuche - Auszugsversuche Polymerbeton-Stahl



Abb. 7: Durchstanzversuche am Holzdeck

	RHD -1	RHD -2	RHD - 3 verstärkt
$F_u$	147 kN	161 kN	165 kN
$\sigma_u$	13,01 N/mm <sup>2</sup>	14,24 N/mm <sup>2</sup>	14,60 N/mm <sup>2</sup>
C 24		$f_{t,90,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$	

Tab.1 Bruchkräfte der Durchstanzversuche 1-3



Abb. 8: Mittelteil des Brückentragwerkes während einer Erprobung



Abb. 9: Einheben der Brücke



Abb. 10: Einweihung im Mai 2015

## LITERATUR

- BECKER, W.; WEBER, J., SCHÖBER, K.U.: High-performance composite joints for spatial round wood truss structures. On-going R&D Projects in COST Member Countries, COST FP1004 Enhance mechanical properties of timber, engineered wood products and timber structures. 2012.
- JACKISCH, U.V.; NEUMANN, M.: Maschinengestelle für hochbeanspruchte Produktionstechnik. 1.Aufl.; München. Süddeutscher Verlag, 2014.
- WECK, M.; BRECHER, C.: Werkzeugmaschinen 2 - Konstruktion und Bemessung. 8.Aufl., Berlin. Springer Verlag, 2006.
- KRANZ, M.: Experimentelle und numerische Untersuchungen von Polymerbeton am Beispiel einer Holz-Beton-Fachwerkbrücke. Master Thesis. Hochschule Trier, 2013
- DIN EN 14251: Rundholz für bauliche Zwecke - Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 14251:2003. DIN Deutsches Institut für Normung e.V, Berlin, 2004
- DIN EN 1310:1997-08: Rund- und Schnittholz - Messung der Merkmale; Deutsche Fassung EN 1310:1997. DIN Deutsches Institut für Normung e.V, Berlin, 1997



### Prof. Dr. Wieland Becker

FB Gestaltung  
FR Architektur

Hochschule Trier,  
Campus für Gestaltung

T: +49(651) 8103 - 289  
w.becker@ar.hochschule-trier.de



## *Holz verbindet*

Tradition und Moderne, Funktion und Architektur, innovatives Wohnen und nachhaltiges Bauen. Unser familiengeführter Zimmereibetrieb bringt Ihre Ideen mit unserem Know-how zusammen. Vertrauen Sie auf unserer über 100-jährige Erfahrung im Holzbau!



D-54614 Schönecken  
Tel. +49(0)65 53/92 08-0  
[floss-holzbau.de](http://floss-holzbau.de)



Blockhaus

Holzrahmenhaus

Zimmerei

Architektur

## Transfernetz Rheinland-Pfalz

Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier

Das Transfernetz Rheinland-Pfalz ist der Verbund der Wissens- und Technologietransferstellen der elf Universitäten und Fachhochschulen des Landes Rheinland-Pfalz. Wir stehen der Wirtschaft als Ansprechpartner für Fragen zu den zahlreichen Kooperationsmöglichkeiten zwischen Hochschulen und Unternehmen zur Verfügung. Durch den Zusammenschluss besteht für die Unternehmen die Möglichkeit auf alle Kompetenzen innerhalb der Hochschulen in RLP durch den Kontakt zu einer Hochschule zuzugreifen.

Als der Partner im Innovationsprozess öffnet er den Unternehmen die Tür in die Welt der Wissenschaft in Rheinland-Pfalz.

### Das Transfernetz

- ermöglicht den Zugang zu Informationen aktueller Forschungsergebnissen und zu moderner Forschungsinfrastruktur;
- findet den Kooperationspartner für gemeinsame Forschungs- u. Entwicklungsprojekte;
- gewährt den Zugang zu qualifiziertem Nachwuchs, den Arbeitskräften von morgen;
- informiert detailliert zu gewerblichen Schutzrechten, Markt- und Wettbewerbsfragen;
- erörtert Fragestellungen und ermittelt den konkreten Bedarf, um eine schnelle und kompetente Problemlösung aus einer Hand anzubieten.

Neben den Vorteilen für die Unternehmen werden innerhalb des Netzwerks die vorhandenen Kompetenzen gebündelt.

Die Transferstellen übernehmen weiterhin die originären und eher regional ausgerichteten Transferaufgaben für die eigenen

Wissenschaftler und Studierende, können jedoch auf den Austausch im Netzwerk auf Erfahrungen zurückgreifen.

### Ziele:

Zielgruppe für den Wissens- und Technologietransfer sind insbesondere kleine und mittlere Unternehmen in Rheinland-Pfalz. Durch das Transfernetz RLP mit seinen erweiterten Zugangsmöglichkeiten zu Transferleistungen und zu Kompetenzfeldern der Hochschulen sowie die gebündelte und damit transparentere Präsentation des insgesamt zur Verfügung stehenden Transferangebotes entstehen für diese Zielgruppe Effizienzvorteile, die eine Steigerung der Qualität und Quantität von Kooperationen erwarten lassen.

Die Hochschule Trier verfolgt daneben auch individuelle Ziele wie die Verbesserung der Qualität der Lehre und Weiterbildung durch stärkeren Anwendungsbezug in Transferprojekten und die damit verbundene Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Hochschulen und Unternehmen. Weitere Ziele sind es, die Transferprozesse zu optimieren, um einen reibungslosen Ablauf zwischen Erstkontakt und Projektdurchführung zu erzielen, sowie die Vernetzung mit anderen Partnernetzwerken und Berufskammern, um eine Internationalisierung des Wissens- und Technologietransfers zu gewährleisten.

### Kooperations- u. Transfermöglichkeiten:

Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen finden in vielfältiger Art und Weise statt:

### Studentische Arbeiten:

Studierende untersuchen während ihres Praxissemesters die von den Unternehmen vorgegebene Problematik und erarbeiten einen Lösungsvorschlag, der dann als Ab-

---

**„Als Partner im Innovationsprozess  
öffnen wir die Tür in die Welt der Wissenschaft,“**

---

**Wissen für die Wirtschaft aus den Hochschulen des Landes Rheinland-Pfalz**

 <p>FACHHOCHSCHULE BINGEN University of Applied Sciences</p>	 <p>Fachhochschule Kaiserslautern</p>  <p>University of Applied Sciences</p>	 <p>UNIVERSITÄT KOBLENZ · LANDAU</p>
 <p>Hochschule Ludwigshafen am Rhein</p>	 <p>TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN</p>	 <p>HOCHSCHULE KOBLENZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>
 <p>JG U JOHANNES GUTENBERG UNIVERSITÄT MAINZ</p>	 <p>HOCHSCHULE TRIER Trier University of Applied Sciences</p>	 <p>FH W FACHHOCHSCHULE WORMS University of Applied Sciences</p>
 <p>FH MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</p>	 <p>Universität Trier</p>	<p>Transfernetz Rheinland-Pfalz wird gefördert durch:</p>  <p>Rheinland-Pfalz MINISTERIUM FÜR BILDUNG, WISSENSCHAFT, WEITERBILDUNG UND KULTUR</p>



schlussarbeit den Unternehmen vorgelegt und bei der Hochschule eingereicht wird.

**Duale bzw. kooperativer Studiengänge:**

Bei dieser Form der Zusammenarbeit findet eine betriebliche Ausbildung in einem Unternehmen statt und gleichzeitig wird ein Studium an einer Fachhochschule absolviert.

**Aus- und Weiterbildungskooperationen:**

Im Rahmen der Aus- und Weiterbildungskooperation vermitteln die Unternehmen ihr praktisches Know-how durch verschiedene Bildungsmaßnahmen an die Studierenden.

**Stipendien:**

Durch Stipendien besteht die Möglichkeit, junge talentierte Menschen zu fördern, den Standort Deutschland zu stärken und in die eigene Zukunft des Unternehmens zu investieren.

**Beratung und Gutachten:**

Professoren an der Hochschule beraten Unternehmen und erstellen Gutachten oder Expertisen bei Fragestellungen aus der Wirtschaft oder der Politik. Dabei können wir auf ein großes Portfolio an Experten zurückgreifen.

**Forschungsaufträge:**

Durch eine interaktive Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Unternehmensnetzwerken und Hochschulen können diffizile Forschungsfragestellungen kompetent und innovativ gelöst werden. Hierbei besteht die Möglichkeit diese Forschungsaktivitäten durch Fördermittel der EU, des Bundes oder des Landes zu unterstützen.



**Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier**  
 Leiter Wissens- u. Technologietransfer  
 Career-Service  
 Hochschule Trier,  
 Hauptcampus  
 +49 651 8103 598  
 D.Bierhochschule-trier.de

## 12. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier

Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier  
 Daniela Michaeli  
 Dipl.-Designerin Michaela Faber

Nach den großen Erfolgen der letzten Jahre knüpften die Firmenkontaktmessen am Umwelt-Campus Birkenfeld und am Standort Schneidershof in Trier in ihren diesjährigen Ausführungen genau dort wieder an. Die Firmenkontaktmessen sind die perfekten Jobbörsen für die Wirtschaft. Eine „win-to-win“-Situation für Unternehmen auf der Suche nach dem adäquaten Mitarbeiter/-in und für die mehr als 8.000 Studierenden auf der Suche nach dem passenden Job bzw. der passenden Stelle. Den Studierenden und Absolventen/-innen aller Fachbereiche präsentierten sich in Birkenfeld insgesamt 26 und in Trier 53 Aussteller.

### Umfassendes Rekrutierungskonzept

Durch die gemeinsame Leitung des Wissens- und Technologietransfers, des Career-Service und des Gründungsbüros Trier kann die Hochschule Trier den Unternehmen ein ganzheitliches Rekrutierungskonzept ermöglichen. Neben der Teilnahme

an den Firmenkontaktmessen haben die Unternehmen die Möglichkeit sich bei individuellen Fachvorträgen, Unternehmenspräsentationen an der Hochschule oder speziellen Maßnahmen zur Rekrutierung den Studierenden zu präsentieren. Bei den Firmenkontaktmessen können Aussteller zwischen einem Full-Service-Messepaket oder einem All-in-one-Premiumpaket wählen, dass von einem voll ausgestatteten Messestand bis hin zur Listung als Premiumpartner unseres Career-Service mit speziellen Maßnahmen reicht.

Zur optimalen Vorbereitung der Studierenden auf die Messen und die Gesprächssituationen wurde im Vorfeld ein spezielles Programm angeboten:

- Schritt 1: Bewerbungstraining
- Schritt 2: Online-Bewerberportal
- Schritt 3: Bewerbungsmappencheck
- Schritt 4: Jobmesse-Knigge
- Schritt 5: Firmenkontaktmesse



Aussteller 2014









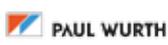

























# FIRMEN KONTAKT MESSE

**VIER SCHRITTE  
ZUM KARRIERE-SPRUNG**

- »» Schritt 1: Bewerberportal
- »» Schritt 2: Bewerbungsmappencheck
- »» Schritt 3: Messeknigge
- »» Schritt 4: Firmenkontaktmesse

**INFOS UND PLATTFORM**  
[www.hochschule-trier.de/go/firmenkontaktmesse](http://www.hochschule-trier.de/go/firmenkontaktmesse)

**INKLUSIVE**

- »» Career-Lounge
- »» Gratis Kaffee

**5. Juni 2014**

**10 - 16 Uhr**

Umwelt-Campus Birkenfeld,  
Zentraler Neubau








Die Firmenkontaktmessen im Jahr 2015 finden am 18. Juni am Umwelt-Campus Birkenfeld und am 10. November am Campus Schneidershof in Trier statt.

### Career-Service an der Hochschule Trier

Seit 2009 unterstützt der Career-Service in Kooperation mit der Agentur für Arbeit Trier den Übergang zwischen Studium und Beruf. Hier werden zum einen die Studierenden beraten, zum anderen können Unternehmen auch Semester- und Abschlussarbeiten, Praktika und Stellenanzeigen im Karriere-Netzwerk der Hochschule Trier veröffentlichen und gezielt nach künftigen Nachwuchskräften suchen.



Mehr dazu unter [www.hochschule-trier.de/go/careerservice](http://www.hochschule-trier.de/go/careerservice)

Den Professoren und Professorinnen der Hochschule Trier ist es wichtig, dass ihre Studierenden nicht abgeschottet im Elfenbeinturm der Hochschule lernen, sondern dass sich Lehre und Wirtschaft frühzeitig vernetzen. „Wir setzen auf eine praxisnahe Ausbildung unserer Studierenden auf wissenschaftlicher Grundlage. Betreute Projekte und Praxissemester gehören bei uns zum fundierten Studium.“ Darüber hinaus pflegt die Hochschule beste Kontakte zu Wirtschaftsunternehmen. Über 170 Professorinnen und Professoren an den drei Standorten in Trier, Birkenfeld und Idar-Oberstein sorgen gemeinsam mit kompetenten Mitarbeitern und Lehrbeauftragten für die Vorbereitung auf die Berufsrealität.



**Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier**  
Leiter Wissens- u. Technologietransfer  
Career-Service

Hochschule Trier,  
Hauptcampus

+49 651 8103 598  
D.Bier@hochschule-trier.de

## DeutschlandSTIPENDIUM

Miriam Theobald B.A.

Mit dem DeutschlandSTIPENDIUM hat die Bundesregierung erstmals ein bundesweit gültiges Stipendienprogramm auf den Weg gebracht, das private Mittelgeber in die Spitzenförderung an deutschen Hochschulen einbezieht. Begabte Studierende werden mit je 300 Euro im Monat unterstützt. Die Stipendien werden von privaten Mittelgebern und dem Bund gemeinsam finanziert. 150 Euro zahlen private Förderer, 150 Euro steuert der Bund bei. Die Mindestlaufzeit eines Stipendiums beträgt ein Jahr und der Förderbetrag ist komplett steuerlich absetzbar. Stipendienggeber haben die Möglichkeit das Stipendium auf einen Fachbereich oder Studiengang zu beschränken und bei der Auswahl der Stipendiaten beratend mitzuwirken.

An der Hochschule Trier wurden zum Wintersemester 2011/12 erstmalig 23 Deutschlandstipendien vergeben. Mittlerweile werden über 50 besonders begabte, leistungsfähige und engagierte Studierende der Hochschule unterstützt. Neben den erbrachten Leistungen und dem persönlichen Engagement wurden auch gesellschaftliches Engagement (Vereinen, politischen Organisationen, in der Familie oder im sozialen Umfeld), die Bereitschaft Verantwortung zu übernehmen, oder auch besondere persönliche Umstände berücksichtigt.

Zu unseren Förderern zählen:

- Agfa HealthCare GmbH,
- Bitburger Braugruppe GmbH,
- ISSTAS+THEES Ingenieurgesellschaft,
- Förderkreis der Hochschule Trier e.V.,
- JT International Germany GmbH,
- Julius Berger International GmbH,
- Kreissparkasse Birkenfeld,
- Lotto Rheinland-Pfalz-Stiftung,
- Nikolaus Koch Stiftung,
- Norddeutsche Landesbank  
Luxembourg S.A,
- PwC Luxembourg,
- Sparkasse Trier,
- VDE Bezirk Trier e.V..

Das DeutschlandSTIPENDIUM setzt Anreize für private Förderer, Verantwortung für Bildung und Fachkräftenachwuchs über das gesamte Fächerspektrum hinweg zu übernehmen. Es schafft die Grundlagen für eine neue Stipendienkultur in Deutschland. Wer sich als Unternehmen, als Verband oder





Verein, als Privatperson oder als Stiftung in einem solchen Programm als Spender engagiert, investiert zum Gemeinwohl und im Bewusstsein seiner gesellschaftlichen Verantwortung in die Zukunft unserer Region. Für nähere Informationen besuchen Sie unsere Homepage:

**[www.hochschule-trier.de/go/deutschlandstipendium](http://www.hochschule-trier.de/go/deutschlandstipendium)**



**Miriam Theobald, B.A.**  
Referentin Deutschlandstipendium

Hochschule Trier,  
Hauptcampus, Gebäude J, Raum 201a

+49 651 8103 720  
M.Theobald@hochschule-trier.de

## Implementierung eines Verpackungsstandards im Inbound-Prozess der Bosch Emission Systems GmbH & Co. KG

FB UMWELTWIRTSCHAFT/UMWELTRECHT

Damian Schröder

Prof. Dr. Oliver Braun

Damian Schröder wurde mit dem Bachelorpreis der Gesellschaft für Operations Research (GOR) für seine Abschlussarbeit zum Thema „Implementierung eines Verpackungsstandards im Inbound-Prozess der Bosch Emission Systems GmbH & Co. KG“ ausgezeichnet. Die Nominierung und Auszeichnung erfolgte durch den Erstgutachter der BA-Thesis und GOR-Bachelorpreisbeauftragten des Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier, Prof. Dr. Oliver Braun. Die Gesellschaft für Operations Research verleiht jährlich den GOR-Bachelorpreis an hervorragende Absolventinnen und Absolventen von Bachelorstudiengängen an Hochschulen mit Bezug zu Operations Research. Hervorgehoben werden damit besondere Studienleistungen in Operations Research, die die Preisträgerin oder den Preisträger innerhalb eines Fachbereichs auszeichnen.

### ZUSAMMENFASSUNG DER ARBEIT

In seiner Bachelor-Thesis hat sich Damian Schröder mit dem komplexen und hochaktuellen Thema des Verpackungsmanagements beschäftigt. Motivation und Hintergrund ist, dass immer mehr Unternehmen dabei sind, auf Mehrwegverpackungen umstellen, um Kosten zu sparen und gleichzeitig Umweltschutzaspekte zu berücksichtigen. Ziel der Arbeit von Herrn Schröder war die Implementierung eines Verpackungsstandards im Inbound-Prozess der Bosch Emission Systems GmbH & Co. KG (BESG). Über die angesprochenen Kosten- und Umweltschutzaspekte hinaus verspricht sich das Unternehmen eine Vermeidung von Prozessstörungen sowie eine Reduzierung von Qualitätsproblemen aufgrund von verpackungsbedingten Transportschäden. Um die Logistikprozesse in der Warenanlieferung zu optimieren, führt



Herr Schröder zunächst eine Analyse des Ist-Zustands durch. Dazu beschreibt er den aktuellen Inbound-Prozess der BESG und identifiziert Schwachstellen wie zum Beispiel nicht-standardisierte Anlieferverpackungen, zeitaufwändige Umpackvorgänge und Transportschäden durch instabile Verpackungen, was letztendlich längere Durchlaufzeiten und höhere Prozesskosten zur Folge hat. Auf Basis dieser Schwachstellenanalyse zeigt Herr Schröder Verbesserungspotenziale auf, die in einem Sollkonzept und einer Maßnahmenplanung beschrieben werden. Das Ergebnis ist die Entwicklung eines Modells zur Einführung eines Inbound-Verpackungsstandards. Dabei werden unterschiedliche Verpackungssysteme gegenübergestellt, wirtschaftlich bewertet, geplant und schließlich implementiert. Diese Analyse wird unter Zuhilfenahme eines von Herrn Schröder selbstentwickelten Kosten-Tools durchgeführt, welches durch eine detaillierte Betrachtung der direkten und indirekten Verpackungskosten eine rationelle Entscheidung über die Anlieferverpackung für jeden Lieferanten ermöglicht. Die von Herrn Schröder entwickelte Anwendung berücksichtigt sämtliche relevanten Parameter (z.B. Materialkosten, Handlingkosten, Transportkosten) und ermöglicht so eine wirtschaftliche Entscheidung auf Basis einer ganzheitlichen Betrachtung. Durch die Umstellung auf standardisierte Mehrwegverpackungen sind alleine bei der BESG Einsparpotentiale im sechsstelligen Bereich zu erwarten.



**Damian Schröder**

FB Umweltwirtschaft/Umweltrecht  
Umwelt- und Betriebswirtschaft

Hochschule Trier,  
Umwelt-Campus Birkenfeld

[schroeder.damian@gmail.com](mailto:schroeder.damian@gmail.com)

## Laserstrahlfügen ungleicher Werkstoffe am Beispiel von Polyamid 6.6 und Aluminium

FB TECHNIK

Christian Lamberti

Prof. Dr.-Ing. Peter Böhm

Prof. Dr.-Ing. Karl Hofmann-vn Kap-herr

Prof. Dr.-Ing Peter Plapper (Universität Luxembourg)

In dem Bestreben ressourceneffiziente Bauteile und Leichtbaustrukturen herzustellen wächst bei Unternehmen verschiedener Branchen zunehmend das Interesse an der Verbindung des thermoplastischen Kunststoffes PA 6.6 mit Leichtbau-Metallen, wie Aluminium. Vor allem in den Bereichen Automotive und Aerospace verspricht man sich durch die Kombination stoffspezifischer Eigenschaften ungleicher Materialien zu hybriden, hochintegrativen Bauteilen eine enorme Leistungssteigerung komplexer Konstruktionen. Bisher existiert jedoch kein konventionelles thermisches Fügeverfahren, das sich auf diese Anwendung übertragen lässt. Grund hierfür sind die geringen erreichbaren Festigkeiten der Verbindung sowie der frühzeitig einsetzende thermische Zerfall des Kunststoffes.

Die Arbeit wurde mit dem Ziel angefertigt, die relevanten Prozessparameter zur Herstellung einer dauerhaften und dichten Verbindung zwischen Aluminium und Polyamid 6.6 mittels Laserstrahlfügen herauszuarbeiten. Durch eine Analyse der Wirkungsweise der Adhäsionsmechanismen konnte eine erhebliche Steigerung der Bindungsfestigkeit gegenüber vorherigen Forschungsergebnissen erzielt werden. Grund hierfür ist, dass bisherige Ansätze zur Entwicklung eines vergleichbaren Verfahrens die grundlegend verschiedenen physikalischen Eigenschaften nicht in Verbindung mit dem artfremden chemischen Aufbau beider Werkstoffe gebracht haben.

Die Studie beider Werkstoffe ließ erkennen, dass die Lösung des Adhäsionsproblems in der Konversion der Randschicht des Aluminiums zu finden ist. Auf dieser Grundlage wurden Aluminiumproben auf unterschiedliche Weise chemisch oberflächenbehandelt.

Nachfolgend wurde auf der Oberfläche des

Aluminiums durch den gezielten Einsatz von modulierter Laserstrahlung oberhalb des Schwellwertes zur anormalen Absorption ein stabiler Aufschmelzvorgang mit definierter Penetrationstiefe erzeugt (Abbildung 1). Mittels einer angepassten Strahlführung gelang es zusätzlich das Temperaturprofil im Querschnitt des Materials so zu kontrollieren, dass die thermische Aktivierung des Kunststoffes über Wärmeleitung zur Adhäsionszone geschehen konnte. Auf diese Weise gelang es erfolgreich eine Verbindung zwischen allen Aluminiumoberflächen und ihrem Kunststoffpartner herzustellen.

Nach Anfertigung der Mischverbindungen wurde deren Zusammenhalt über einen Zeitraum von einem Monat mittels Zugscherversuch bewertet. Bei der Ergebnisauswertung konnte festgestellt werden, dass die Verbindungsfestigkeit der oberflächenmodifizierten Proben um ein Vielfaches über den unbehandelten Proben lag und diese sich über den Versuchszeitraum von einem Monat auf dieser Höhe halten konnte. Im Gegensatz dazu sanken die Werte der unbehandelten Proben mit fortschreitendem Alter weiter ab (Abbildung 2).

Die Betrachtung der Bruchflächen unter dem optischen Mikroskop ergab, dass es sich in den Fällen der chemisch modifizierten Proben um kohäsive Brüche im Polyamid-Grundmaterial handelte. Es scheint plausibel, dass die lokale Materialschwächung durch Crazing den Bruch initiiert. In einzelnen Fällen führte dies sogar zum völligen Versagen des Kunststoffes.

Abgesehen vom gemeinschaftlichen kohäsiven Bruch der chemisch vorbehandelten Proben, zeigten alle Bruchflächen stark divergente Artefakte. Eine Infrarotspektroskopie sollte zeigen, ob diese Strukturen in Verbindung mit Veränderungen auf molekularer Ebene gebracht werden können. Die

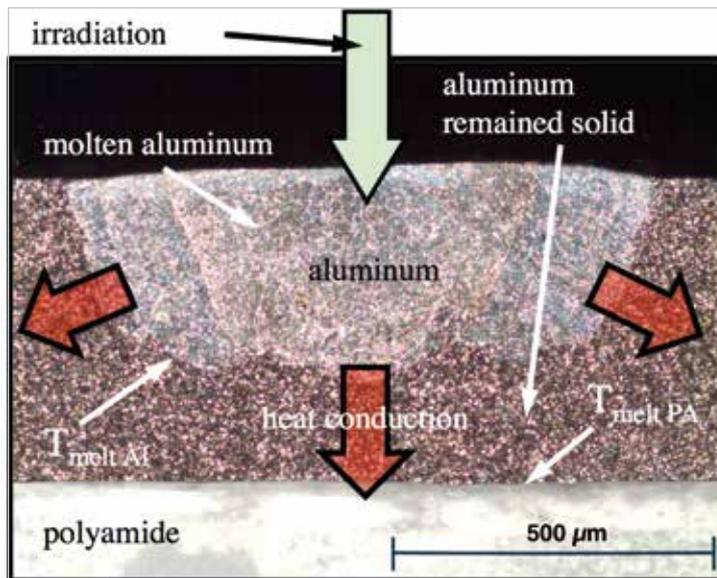


Abb. 1: Querschnitt der Fügezone

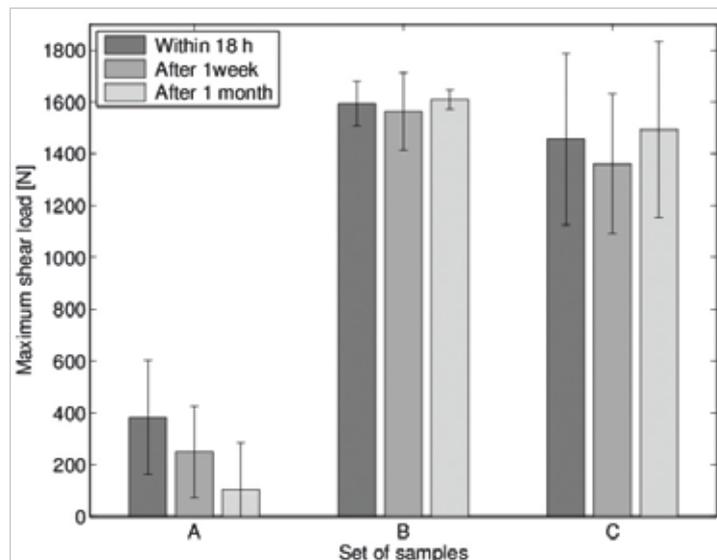


Abb. 2: Verbindungsfestigkeit

Untersuchung ergab Abweichungen der Kristallit-bildenden Amidgruppe des Polyamid-Moleküls in Abhängigkeit, sowohl von der chemischen Konditionierung des Aluminiumsubstrats, als auch vom Alter der Probe. Es besteht die Möglichkeit, dass die Ursache dieses Phänomens Kristallisationsherde in der Adhäsionszone zwischen Metall und Kunststoff sind. Dies würde die anfänglich aufgestellte Behauptung einer möglichen chemischen Verbindung beider Werkstoffe belegen. Eine Analyse des Polyamid-Grundwerkstoffes mittels Dynamischer-Differenz-Kalorimetrie hat ergeben, dass der Kunststoff durch den Temperatur-Schock während des Fügeprozesses eine Nachkristallisation in der Schmelze erfahren haben könnte. Zusammen mit den Ergebnissen der Infrarotspektrometrie, die dem Kunststoff eine nicht vorhandene Feuchtigkeitszunahme nachweisen, könnte diese Veränderung die Festigkeitswerte des Materials beeinflusst haben.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Umsetzung der in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zu einer erheblichen Verbesserung der Verbindungsfestigkeit von Mischverbindungen aus Polyamid 6.6 und Aluminium führen konnten. Unter der Annahme einer homogenen Spannungsverteilung in der Fügezone liegen die Ergebnisse bereits um 37 % über den von einer japanischen Forschungsgruppe erreichten Festigkeitswerten.



**Christian Lamberti**  
 FB Technik  
 Masterstudiengang Allgemeiner Maschinenbau

Preisstifter:  
 Ferchau Engineering

## Wie sind Medien in die Nachhaltigkeitsinformatik einzuordnen?

### Potentiale und Akzeptanz von Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Web

FB UMWELTPLANUNG/UMWELTECHNIK

Eva Kern

Prof. Dr. Stefan Naumann

Prof. Dr. Norbert Kuhn

#### Ausgangssituation

Sowohl im Bereich der Medien als auch in den Informations- und Kommunikationstechnologien hat das Thema „Nachhaltigkeit“ zunehmend an Bedeutung gewonnen. Während die Nachhaltigkeitsinformatik als eigenständiger Wissenschaftsbereich anerkannt wurde, wurden Medien insbesondere als Kommunikationsmittel gesehen. Betrachtungen der Ressourcenverbräuche von Multimedia-Inhalten waren primär dem Bereich mobiler und eingebetteter Systeme zuzuordnen.

#### Fragestellung

Es stellte sich die Frage, welche Schnittstellen zwischen Medien bzw. Medieninformatik und der Nachhaltigkeitsinformatik bzw. zu Green IT vorhanden sind. Dazu sollten (1) die Ressourcen- und Energieeffizienz von Medien betrachtet, (2) Stakeholder, die die Entwicklung ressourcenschonender Medien vorantreiben können, identifiziert und (3) die Akzeptanz von Maßnahmen zur energetischen Optimierung von Onlinemedien analysiert werden. Mit Hilfe einer Nutzerbefragung sollten folgende Fragen adressiert werden:

- Inwiefern sind Nutzer bereit Einschränkungen bspw. hinsichtlich der Qualität, die zu einer besseren Energie- und Ressourceneffizienz führen, hinzunehmen?
- Sind Nutzer bereit selbst für ein Green Web aktiv zu werden?

#### Zusammenfassung der Ergebnisse

Digitalen Medien konnte aus Sicht der nachhaltigen Entwicklung und damit der Grundlage der Nachhaltigkeitsinformatik eine positive und eine negative Rolle zugeteilt werden: Einerseits können sie die Ressourcenschonung unterstützen („Green

by Media“), andererseits verbrauchen sie selbst über den kompletten Lebenszyklus Ressourcen. Zur Unterstützung einer nachhaltigen Entwicklung gilt es die umweltbelastende Effekte, die durch Medien hervorgerufen bzw. verstärkt werden, zu minimieren („Green in Media“).

Im Rahmen der Masterthesis wurde der Schwerpunkt auf Onlinemedien gelegt. Diese wurden aufgegriffen, um mögliche Potentiale zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz im Web zu beschreiben und näher zu betrachten. Die vorgeschlagenen Maßnahmen für ein Green Web Engineering wurden beispielhaft in die Praxis umgesetzt, um den Umsetzungsaufwand und durch entsprechende Messungen den resultierenden Energieverbrauch sowie die Performance zu untersuchen.

Insgesamt wurde festgestellt, dass sich viele der Optimierungsmaßnahmen insbesondere optisch auf die entsprechenden Medieninhalte im Web auswirken. Derartige Qualitätseinschränkungen werden jedoch von der Mehrheit der Nutzer akzeptiert. Zudem konnte eine Aktivitätsbereitschaft der Anwender für ein Vorantreiben eines Green Web ermittelt werden.

Die Ergebnisse der verschiedenen Betrachtungsweisen und insbesondere die Resultate der Nutzeranalyse wurden im Rahmen der Thesis abschließend auf Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Webentwicklung angewandt, sodass diese entsprechend priorisiert werden konnten. Alle Ergebnisse wurden in einem Vorgehensmodell für Green Web Engineering gebündelt, welches sich sowohl an Webentwickler als auch an als Produzenten im Internet aktive Nutzer richtet.

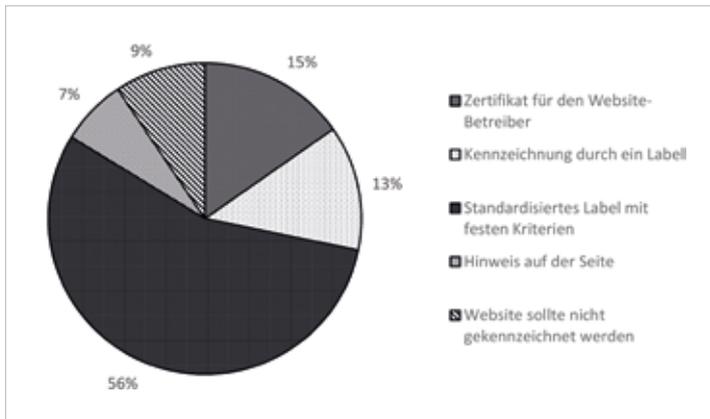


Abb. 1: Ergebnis der Frage nach der Form der Kennzeichnung nachhaltiger Websites: Eine Kennzeichnung von nachhaltigen Websites können sich die befragten Nutzer am ehesten über ein standardisiertes Label mit festen Kriterien vorstellen (55,52 %), welches in Form einer „Ampel“ gestaltet ist und von unabhängigen Organisationen vergeben wird.

Insgesamt kann folgendes Fazit gezogen werden: Ein Web Engineering, das an Menschen, Organisationen und die Umwelt angepasst ist, hat das Potential, einen Beitrag zur Energie- und Ressourceneffizienz der Informations- und Kommunikationstechnologien zu leisten.



**Eva Kern**  
 FB Umweltplanung/Umwelttechnik  
 FR Informatik

kern-eva@gmx.de

Preisstifter:  
 Kreissparkasse Birkenfeld

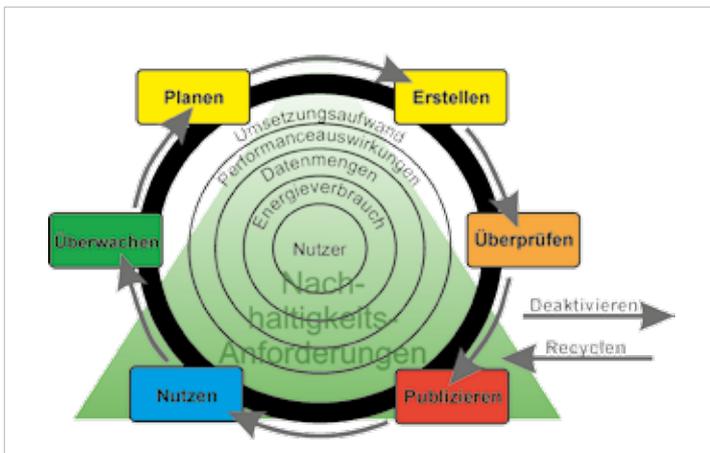


Abb. 2: Vorgehensmodell zur kontinuierlichen Umsetzung eines Green Web Engineering

## Development of a microwave treatment protocol for the disinfestation of avocados

FB BLV  
Horacek F.1,  
Knörzer K.2,  
Gamage T.2,  
Xu X.2,  
Regier M.1,

<sup>1</sup> Hochschule Trier, FR Lebensmitteltechnik,  
<sup>2</sup> CSIRO Food and Nutrition Flagship,  
Werribee VIC 3030, Australia

The Queensland fruit fly (Qff), or *Bactroce-  
ra (Dacus) tryoni*, is one of Australia's most  
costly horticultural pests with local, regional,  
and political impacts. As it attacks a variety  
of plants (fruits and vegetables), including  
avocados, capsicum, bananas, apricots,  
apples, etc., the damage for domestic and  
international trade is severe. More recently  
there has been increasing interest in post-  
harvest heat treatments with the aim of  
controlling fungal rots and insect pests, as  
well as affecting ripening and the response  
to environmental stress, such as relatively  
high or low temperatures. Therefore a pen-  
tagonal microwave tunnel system with air  
temperature and humidity conditioning and  
a conveyor belt was used, consisting of 15  
magnetrons arranged in a 3x5 pentagonal  
configuration, each operating at 2,450 MHz  
and a nominal output power of 1 kW, to  
control insect pests and ripening.

A quality assessment for various microwave  
treatment protocols was conducted first for  
avocados. The idea of inducing the expres-  
sion of heat shock proteins during MWTs in  
order to store avocados at 2 °C to increase  
storage time (observation period of 29 days)

while keeping a high fruit quality (no chilling  
injuries) with little to no ripening (as in 38  
°C hot water baths for 10 to 60 min.) and  
accumulate a sufficiently high thermal ef-  
fect for successful disinfestations has to be  
condemned, since either quality decreased  
unacceptably during 2 °C storage, or the  
mortal reference time (M52) was too low.  
Avocados cv. 'Wurtz' as well as cv. 'Gwen'  
suffered severe chilling injuries after micro-  
wave treatments.

However, treating avocados cv. 'Hass' with  
the microwave system and a subsequent  
storage at 8 °C for 29 days delivered prom-  
ising results in terms of quality retention (no  
chilling injuries but ripening) and mortality  
values with regards to Qff.

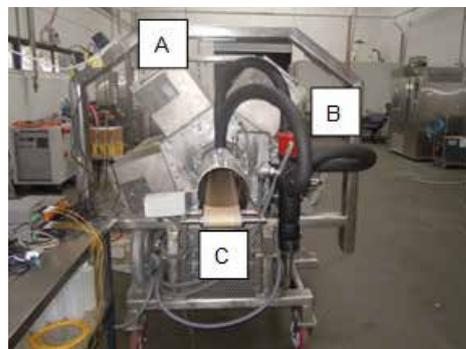


Fig. 1 Front view of the Pentagonal Microwave System. A: front view of B in Fig. 2; B: heater (red) and humidifier with attached insulated piping; C: entrance into tunnel via conveyor belt; all five triple magnetron sets are arranged in a pentagonal configuration around the conveyor belt



Fig. 2 Side view of the Pentagonal Microwave System. A: control unit for all setup parameters; B: 1 of 5 in pentagonal configuration aligned longitudinal set of 3 magnetrons under a cover; C: fan for blowing heated air and steam through microwave tunnel.

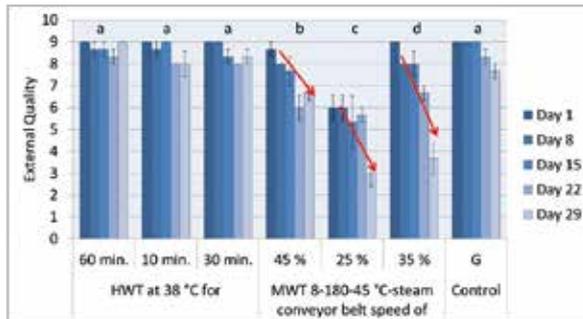


Fig. 3 Depicted is the development of the external quality (9, like extremely; 1, dislike extremely) for cv. 'Wurtz' over time (days after treatment). Different letters at base of bars indicate a significant difference between treatments A-G (Tukey's HSD,  $p = 0.05$ ). Average values and corresponding standard errors were calculated from three samples. Treatment:Day (red arrows) significant at  $p \leq 0.001$ . MWT 8-180-45 °C-steam abbr. for microwave treatment with 8 s magnetrons on, 180 s off, 45 °C tunnel air temperature; percentages above correspond with max. belt speed. Control was untreated and stored at 2 °C

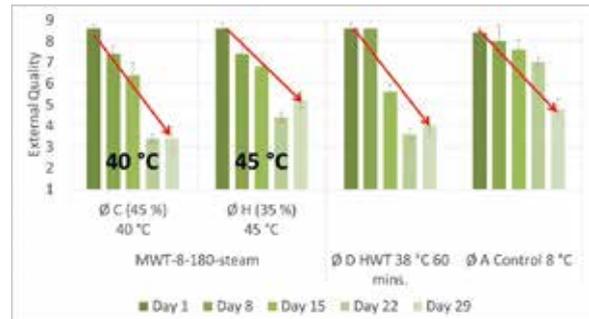


Fig. 5 Depicted is the development of the external quality (explanation according to Fig. 3) for cv. 'Hass'. There were no significant differences between treatments A-J (Tukey's HSD,  $p = 0.05$ ). Average values and corresponding standard errors were calculated from five samples. Big, bolt 40 and 45 °C indicate that the treatments depicted represent the development of all other setups at those temperatures, since no significant differences were present between treatments.



Fig. 4 From left to right exemplary external quality development corresponding to Fig. 3: 60 mins. at 38 °C HWT + 29 d after HWT, MWT 45 % conveyor belt speed + 29 d after MWT, MWT 25 % conveyor belt speed + 29 d after MWT.

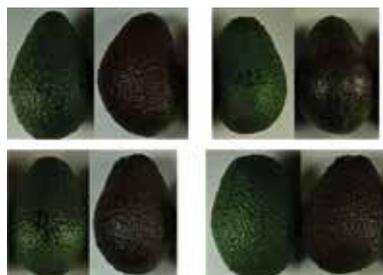


Abbildung links (Fig. left):  
Fig. 6 From left to right exemplary external quality development corresponding to Fig. 5: 45 % conveyor belt speed, 40 °C + 1 d and + 29 d after MWT, 35 % conveyor belt speed, 45 °C + 1 d and + 29 d after MWT, 60 mins. at 38 °C + 1 d and + 29 d after HWT, Control at 8 °C + 1 d and + 29 d.



**Felix Horacek**  
FBBLV  
FR Lebensmitteltechnik  
horacekf@hochschule-trier.de  
Preisstifter:  
Förderkreis der Hochschule Trier e.V.

## Challenges, Opportunities and Implementation Strategies for 100% Renewable Energy Supply

Hari Kumar Suberi

Institute for applied material flow management (IfaS)

### Scope

This research is intended to provide holistic approach in delivering concepts for 100% renewable energy strategy in different environment. Further this study has different phases as required by the scope of the study itself. Therefore next phase demands smart ICT enabled grid infrastructure currently underway.

### Introduction

Decoupling economic growth and social welfare demands for new energy management system in which holistic integration of local condition remains critically challenging. Addressing such challenges clearly indicates the need of clean and user friendly technology, people's empowerment and regional economic value addition. Identifying energy as main economic backbone for sustainable economic growth, renewable energy plays vital role in shaping the social welfare. This has been extensively researched part by part with limited integration of the local condition. It is noticed therefore the need for integration of this parts to provide one stop solution in specific region. By identifying this gap, this study aimed to identify realistic method and optimization potentials to deliver sustainable management of regional resources in addressing regional welfare. Therefore the study extensively looked into practicability of 100% renewable energy supply as a case study.

### Method applied

To understand the local condition, example country is identified as basis for literature knowledge. In doing this one complete research on 100% renewable energy strategy is extensively studied. In this case Bhutan is chosen as an example case as Bhutan has relatively shown better performance in terms of human welfare based on its fun-

damental development philosophy of Gross National Happiness (GNH) instead of gross domestic product as an economic growth indicator identified vital. Further Bhutan claimed 100% renewable energy powered unlike many developing countries. This is the first phase of this research.

In the second phase Sri Lanka is identified for case study as Bhutan and Sri Lanka share similar geographic condition. While Bhutan claims 100% renewable powered, Sri Lanka has switched from renewable energy supply to fossil in recent years. This puts Sri Lanka into energy poverty and security threat. Identifying this specific situation, case study of a University is evaluated based on Material Flow Management Method. Thus the current research is strategically based on management of resources in regional condition to address the welfare of people.

### Research finding

It is identified that 100% renewable energy supply referred to as 100% substitute of electrical energy demand, heat energy demand and mobility energy demand in this study. In achieving this goal, strategically means awareness creation, efficiency improvement, and renewable energy supply in all sectors. Therefore this research integrates efficient technological solution, efficient energy management practice and independent energy supply at specific region.

Phase 1 of the study „strategy for 100% renewable energy supply in Bhutan“ concludes, despite Bhutan being energy surplus country in south East Asia is still heavily dependent on import of fossil fuel in transport sector. Further energy price is heavily subsidized in Bhutan which economically means negative value addition. The study foresees the enormous hydropower source has potential to crosscut fuel import by switching to electric car.

Phase 2 of the study „100% renewable energy strategy in addressing zero emission on the case of a university in Sri Lanka“; identified as potentially feasible for 100% renewable energy supply. The enormous solar energy potentials combined with biogas from organic waste is economically attractive alternatives over grid energy supply for university environment. The economic indicator such as net present value and pay-back period shows positive value by energy cost saving.

## RESULT

### Challenges

There are various challenges in addressing 100% renewable energy supply strategy such as monopolistic energy market, policy practice of a country, storage requirement for reliable renewable energy supply.

### Opportunities

The major advantage of 100% renewable energy supply foresees independency and regional economic value addition.

### Implementation strategies

Energy policy should address market penetration for renewable energy supply on competitive basis as against fossil energy price by subsidy switched to renewable energy supply to reduce import dependency.



**Hari Kumar Suberi**

Specialization: Renewable energy  
Faculty: International Material Flow  
Management (IMAT)  
Department: Institute for applied material  
flow management (IfaS)

harikumarsubedi@gmail.com

## Balancing Act – Zwischen Tradition und Selbstbestimmung

### Eine Filmdokumentation über die junge Generation Indiens

FB GESTALTUNG  
Jana Mörmann  
Prof. Rob Negelen

„Nur der Traum kann die Zukunft gestalten“, sagte der französische Schriftsteller Viktor Hugo<sup>1</sup>. Herauszufinden wie diese Zukunftsgestaltung für den Einzelnen aussehen soll und seine Träume zu verwirklichen ist allerdings keine leichte Aufgabe.

Während die Menschen in der westlichen Kultur eine Vielzahl von Möglichkeiten haben und die Umsetzung eines Traumes meist nur von dem Grad ihrer Willenskraft abhängt, kämpfen andere Kulturen mit schwierigeren Hindernissen.

In dieser Hinsicht kann es kaum ein Land geben, das kontrastreicher ist als Indien. Wirtschaftlich aufstrebend richtet sich der Blick mehr und mehr nach Westen, doch gleichzeitig ist ein Großteil des Landes immer noch eng mit alten Traditionen verbunden. Für die jungen Zukunftsgestalter Indiens ist dies ein Balanceakt zwischen Pflichtgefühlen und persönlichen Träumen. Der Dokumentarfilm *Balancing Act – Zwischen Tradition und Selbstbestimmung* zeigt einen Ausschnitt der indische Kultur und portraitiert in verschiedenen Interviews Zukunftsträume und die damit einhergehende Problematiken junger Erwachsener zwischen 20 und 30 Jahren.

Während die junge Generation der westlichen Kultur im Zeitalter der Individualisierung angelangt ist und sich von traditionellen Familienstrukturen, Karriereverläufen, und festen Konsumgewohnheiten gelöst hat<sup>2</sup> und vor einer ganz anderen Krise steht, die da heißt „Wie wollen wir leben?“, hinkt Indien damit schätzungsweise 60 Jahre hinterher. Die selbe Freiheit, die einen im Westen vor die Qual der Wahl stellt, überfordert und Kopfzerbrechen bereitet, was mit der Zukunft anzustellen sei, ist in Indien der kollektive Traum der jungen Generation. „*Balancing Act – Zwischen Tradition und Selbstbestimmung*“ soll daran erinnern, dass jeder Einzelne in der westlichen Kultur

die Freiheit hat, seine Träume ohne große Einschränkung zu visionieren, zu verfolgen und schließlich zu verwirklichen.

Bezogen auf Indien verfolgt der Film das Ziel, der jungen Generation Mut zu machen. Es werden Menschen portraitiert, die bereits ihren eigenen Weg gehen, die selbstbewusst sind und sich ernst nehmen, oder einfach nur Angst vor der Zukunft haben und sich gerne mitteilen möchten. Keiner von ihnen ist damit alleine und gemeinsam könnte es diese Generation schaffen, eine neue Art der Unabhängigkeit Indiens einzuleiten: Die der autonomen Zukunftsgestalter, befreit von uralten Konventionen.

Da es mein ganz persönlicher Traum war, ein Semester in Indien zu studieren und durch diesen Traum die Frage geboren wurde „Wovon träumt eigentlich meine Generation in dieser vollkommen anderen Kultur?“ weist der Dokumentarfilm „*Balancing Act – Zwischen Tradition und Selbstbestimmung*“ gewollt Züge eines persönlichen Reiseberichts auf.

Der hergestellte Vergleich im Film zwischen den Gesellschaftschichten Indiens und den damit verbundenen, unterschiedlichen Träumen zeigt, dass insbesondere Indien niemals nur als eine einzelne Realität begriffen werden kann, sondern viele verschiedene Realitäten aufweist, die kaum alle wiedergegeben werden können. So ist auch der Film als Ausschnitt einer Realität von vielen zu betrachten.



**Jana Mörmann**

FB Gestaltung  
FR Intermedia Design

jana.moermann@googlemail.com

Preisstifter:  
Gleichstellungsbüro d. Hochschule Trier

<sup>1</sup> André Maurois: *Olympio* – Victor Hugo, Claassen Verlag 1957

<sup>2</sup> Björn Helbig (2004): „Wünsche und Zukunftsforschung“, [http://www.ewi-psy.fu-berlin.de/einrichtungen/weitere/institut-futur/\\_media\\_design/IF-Schriftenreihe/IF-Schriftenreihe\\_0113\\_Helbig\\_Wunschforschung\\_online.pdf?1395650514](http://www.ewi-psy.fu-berlin.de/einrichtungen/weitere/institut-futur/_media_design/IF-Schriftenreihe/IF-Schriftenreihe_0113_Helbig_Wunschforschung_online.pdf?1395650514) (29.7.2014)

## Ökotoxikologische Analyse von Abwasser im Rahmen der hydrothermalen Karbonisierung

FB UMWELTPLANUNG / UMWELTECHNIK

Lena Mohr

Prof. Dr. rer. nat. Heike Bradl

„Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift; allein die Dosis macht's, dass ein Ding kein Gift sei“ (Paracelsus, 1493 – 1541). Dieses oft verwendete Zitat von Paracelsus legt dar, dass im Grunde genommen jede Substanz giftig sein kann, sofern man die entsprechende Dosis betrachtet. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde die „Giftigkeit“ von Abwasser eines chemischen Verfahrens - konkret: die ökotoxikologische Untersuchung von Abwasser, anfallend durch die hydrothermale Karbonisierung - untersucht.

Die hydrothermale Karbonisierung (HTC) ist ein chemisches Verfahren zur Herstellung von Biokohle. Unter Druck und hoher Temperatur kann im sauren Milieu, innerhalb weniger Stunden, aus Biomasse ein Kohleschlamm produziert werden. Dieser wird dann mittels Filtration in Kohle und Abwasser separiert. Aus drei verschiedenen Einsatzstoffen wurde Kohle und somit auch das Abwasser hergestellt. Als Ausgangsprodukte dienten Gärreste einer Biogasanlage, Klärschlamm einer Kläranlage und Polyurethanschaum (PUR) der Firma Eurofoam Germany GmbH. Das gewonnene Abwasser wurde auf ökotoxikologische Eigenschaften hin charakterisiert.

Als Ökotoxikologie wird die Wissenschaft von den Auswirkungen anthropogener Schadstoffe in der Natur bezeichnet; sie beinhaltet die Verteilung und Akkumulation

dieser Substanzen im Ökosystem und gibt Rückschlüsse auf die eventuell direkt oder indirekt entstandenen Schäden für Mensch, Tier und Umwelt [1].

Eine ökotoxikologische Studie von Abwasser ist eine sehr komplexe Untersuchung. Um eine Aussage über die Toxizität eines Stoffes zu tätigen, genügt es nicht einige wenige Tests durchzuführen; vielmehr müssen eine Vielzahl von Analysen realisiert werden. Um das Ökosystem in seiner Komplexität nachzustellen, ist es notwendig, verschiedene Organismen der Untersuchungssubstanz auszusetzen. In diesem Kontext wurden Salinenkrebse (*Artemia salina*), Algen (*Pseudokirchneriella subcapitata*), Wasserlinsen (*Lemna minor*) und Zwiebeln (*Allium cepa*) verwendet. Die Ergebnisse der biologischen Untersuchung lieferten statistische Werte, wie zum Beispiel EC50 (Konzentration, ruft bei 50 % der Organismen einen Effekt hervor) und LC50 (Konzentration, führt bei 50 % der Organismen zum Tod). Des Weiteren wurde der biologische und chemische Sauerstoffbedarf (BSB und CSB), die Wasserhärte, die Alkalität, der pH-Wert, die Temperatur, die Schwebstoffe sowie gelösten Stoffe, Phosphat, Stickstoff und der Langelier Index der Abwässer ermittelt. Hierbei wurde außer mit den DIN-Vorschriften, OECD-Prüfrichtlinien und Schnelltests auch mit Versuchsbeschreibungen der European Union Reference Laboratory on Alternatives



Abbildung 1: *Artemia salina* in verschiedenen Larvenstadien. Erstes (A), zweites (B) und drittes (C) nach 24, 48 und 72 Stunden [2]

to Animal Testing (EURL ECVAM) gearbeitet.

Eine biologische Untersuchung, zum Beispiel die der Salinenkrebse, erfolgte gemäß der Vorschrift der American Society for Testing Materials (ASTM). Entsprechend dieser ökotoxikologischen Untersuchung liegen die Vorteile dieser Krebsart in der langen Haltbarkeit der Eier, der Größe und dem raschen Schlüpfen der Tiere. Innerhalb weniger Tage wurde in einer Multiwell Testplatte ein LC50 Bioassay mit Salinenkrebsen im Larvenstadium der Stufe II-III, welche aus Zysten ausgebrütet werden, ermittelt. Siehe Abbildung 1.

Jeweils 10 der ausgebrüteten Krebse wurden 5 verschiedenen Konzentrationsstufen der Abwässer ausgesetzt und nach 7 Tagen auf Mortalität untersucht. Um die Testempfindlichkeit zu überprüfen, wurde eine Qualitätskontrolle mit der Referenzsubstanz Kaliumdichromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) durchgeführt. Ein Ergebnis dieses Versuchs ist in Abbildung 2 zu sehen. Als statistisches Verfahren zur Auswertung der Ergebnisse wurde die Regressionsanalyse im Zusammenhang mit der Weibull Gleichung und der „Methode der kleinsten Quadrate“ verwendet. Die Zusammenhänge können somit quantitativ beschrieben und anhand einer Kurve erklärt werden [3].

Die Ergebnisse der Analysen zeigen, dass das Abwasser der Gärreste und des Klärschlammes eine weniger toxische Wirkung auf die Umwelt hat als das Abwasser des Polyurethanschaums, welches zum Teil sehr hohe Schadstoffkonzentrationen aufweist. Zusätzlich konnte mit Hilfe aller Ergebnisse der biologischen Versuchsreihen ein PNEC-Richtwert (predicted no observed concen-

tration) im Zusammenhang mit einer Gefährlichkeitsabschätzung für die Abwässer ermittelt werden: Das Gärreste-Abwasser wies einen PNEC von 1057 ppm auf; das Klärschlamm-Abwasser wurde mit einem PNEC von 873 ppm analysiert und das Polyurethanschaum-Abwasser hatte einen PNEC von 10,6 ppm.

Um eine nachweisliche Reproduzierbarkeit der Untersuchungen zu erhalten, sollten die Versuche noch ausreichend oft analysiert werden. Des Weiteren könnten die Eigenschaften der Abwässer erheblich durch die Rahmenbedingungen der HTC, wie z.B. Druck, Temperatur oder Zeit verändert werden. Gerade im Hinblick auf das PUR-Abwasser besteht an dieser Stelle erheblicher Forschungsbedarf. Darüber hinaus könnten computergestützte Modellszenarien über die Expositionsabschätzung der Abwässer von großem Interesse sein. Mit Hilfe solcher Modelle und der über die ökotoxikologische Analyse gewonnene Gefährlichkeitsabschätzung könnte eine plausible Gefahrenbeurteilung der Abwässer durchgeführt werden.

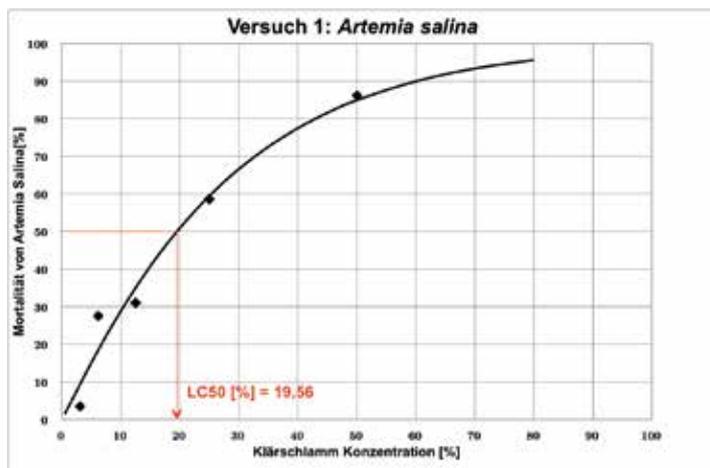


Abbildung 2: Beziehung zwischen der Mortalität von Artemia Salina und der Klärschlamm-Abwasser-Konzentration

### Literaturverzeichnis

- [1] Landis W.G and Yu M.H.: Introduction to Environmental Toxicology, Impact of Chemicals Upon Ecological Systems. Lewis Publishers, Boca Raton 1999.
- [2] Bustos-Obregon and Vargas A.: Chronic toxicity bioassay with populations of the crustacean *Artemia salina* exposed to the organophosphate diazinon. Laboratory of Biology of Reproduction, School of Medicine, University of Chile, Santiago, 2010.
- [3] Backhaus K. et al: Multivariate Analysemethoden. Springer-Verlag, Berlin, 2005.



#### Lena Mohr

FB Umweltplanung / Umwelttechnik  
FR Umweltverfahrenstechnik

Lena.Mohr@htwg-konstanz.de

Preisstifter:  
Stadtwerke Trier

## Die Durchführung einer Jahresabschlussanalyse als Kennzahlenrechnung

FB WIRTSCHAFT  
Linda Nöhren  
Prof. Dr. Axel Kihm

Ein Jahres- oder Konzernabschluss „hat unter Beachtung der Grundsätze ordnungsmäßiger Buchführung ein den tatsächlichen Verhältnissen entsprechendes Bild der Vermögens-, Finanz- und Ertragslage [...] zu vermitteln.“<sup>1</sup> Alle Studierenden der Wirtschaftswissenschaften lernen dies im Laufe ihres Studiums. Sie haben jedoch, wie auch andere Bilanzleser, i. d. R. Schwierigkeiten, sich durch die reine Lektüre des Jahresabschlusses ein umfassendes Bild über die wirtschaftliche Situation des Unternehmens bzw. Konzerns zu machen. Hier setzt die Jahresabschlussanalyse (meist als Bilanzanalyse bezeichnet)<sup>2</sup> an. Dabei werden Informationen aus den verschiedenen Abschlussbestandteilen aufgearbeitet und daraus Kennzahlen errechnet. Diese ermöglichen eine Beurteilung der wirtschaftlichen Lage des Unternehmens bzw. Konzerns im Zeitablauf oder im Vergleich mit Konkurrenten.<sup>3</sup>

Die Jahresabschlussanalyse dient nicht nur den Studierenden, sondern allen Stakeholdern, das heißt allen Personen oder Unternehmen, die ein Interesse an diesem Informationsgewinn haben.<sup>4</sup>

Personen, die mit dem Unternehmen in einem Schuldverhältnis stehen, sind besonders an der finanziellen Stabilität des Unternehmens und einer planmäßigen Erfüllung seiner Leistungsverpflichtungen interessiert.<sup>5</sup> Darunter fallen bspw. Kreditgeber (Zins- und Tilgungszahlungen), Lieferanten (Bezahlung der Rechnungen), Kunden (Lieferung der Waren) und Arbeitnehmer (Entgeltzahlung).<sup>6</sup> Diesen dient besonders die finanzwirtschaftliche Analyse, welche die Vermögens- und Finanzlage und somit das Unternehmensziel „Liquidität“ betrachtet, indem die Vermögensgegenstände (Aktiva), das Kapital (Passiva) und der Cashflow des Unternehmens analysiert werden.<sup>7</sup>

Das Unternehmensziel „Erfolg“ ist besonders wichtig für Anteilseigner (Gewinnausschüttung, Kursentwicklung), Führungskräfte (erfolgsabhängige Entlohnung), Gewerkschaften (Potenzial für Entgeltverhandlungen) und Konkurrenten (Vergleichsmaßstab, Preisgestaltung).<sup>8</sup> Diese Personen sind also besonders an der Ertragslage, die in der erfolgswirtschaftlichen Analyse beurteilt wird, interessiert.<sup>9</sup>

Da die finanzielle Stabilität und die Ertragskraft jedoch in einer intensiven gegenseitigen Abhängigkeit stehen, sind stets ganzheitliche Analysen vorzunehmen.<sup>10</sup>

Einige Autoren wiederholen in ihren Werken ständig die Mängel der Jahresabschlussanalyse, so dass leicht der Eindruck entstehen kann, das ganze Procedere sei völlig sinnlos. Darauf wurde in dieser Arbeit bewusst verzichtet.

Die Bilanzanalyse stellt trotz dieser Kritik ein nützliches Instrument dar, um sich ein Bild eines Unternehmens zu machen.<sup>11</sup> Die gewonnenen Informationen dürfen schlichtweg nicht überbewertet werden.

BAETGE, JÖRG/KIRSCH, HANS-JÜRGEN/THIELE, STEFAN (2004), S. 74, vergleichen das Ergebnis einer Jahresabschlussanalyse sehr treffend mit dem einer ärztlichen Untersuchung. Es lässt sich zunächst feststellen, ob der Patient (das Unternehmen) gesund oder krank ist. Ist letzteres der Fall, kann durch umfassendere Untersuchungen diagnostiziert werden, welche Krankheit genau vorliegt. Aus den Ergebnissen kann der Behandlungsbedarf abgeleitet und ggf. eine Prognose über den Krankheitsverlauf abgegeben werden. Solche Untersuchungen, egal ob sie sich auf einen Patienten oder ein Unternehmen beziehen, können nicht zu absolut sicheren Ergebnissen führen, den-

<sup>1</sup> §§ 264 (2), 297 (2) HGB. // <sup>2</sup> Vgl. BAETGE, JÖRG/KIRSCH, HANS-JÜRGEN/THIELE, STEFAN (2004), S. 2.

<sup>3</sup> Vgl. KÜTING, KARLHEINZ/WEBER, CLAUS-PETER (2012a), S. 10.

<sup>4</sup> Vgl. GRÄFER, HORST/SCHNEIDER, GEORG/GERENKAMP, THORSTEN (2012), S. 5 - 8.

<sup>5</sup> Vgl. COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG (2012), S. 1017.

<sup>6</sup> Vgl. COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG (2012), S. 1017.

noch sollte man nicht auf sie verzichten.

Durch moderne Ansätze der Bilanzanalyse<sup>12</sup> soll die Auswertung von Jahresabschlüssen im Vergleich zur reinen Kennzahlenrechnung verbessert werden. Um allerdings den Informationsstand der externen Analysten auszubauen wäre es notwendig, die gesetzlichen Vorschriften zur Erstellung von Jahresabschlüssen bzw. zur Veröffentlichung zusätzlicher Informationen zu verstärken.

Die Jahresabschlussanalyse ermöglicht externen Analysten einen etwas verschwommenen aber dennoch wertvollen Einblick in die Vermögens-, Finanz- und Ertragslage des Unternehmens.

### Literaturverzeichnis

#### Monographien

BAETGE, JÖRG/KIRSCH, HANS-JÜRGEN/THIELE, STEFAN: Bilanzanalyse, 2. Aufl., Düsseldorf 2004.  
BRÖSEL, GERRIT: Bilanzanalyse – Unternehmensbeurteilung auf der Basis von HGB- und IFRS-Abschlüssen, 14. Aufl., Berlin 2012.

COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG: Jahresabschluss und Jahresabschlussanalyse – Betriebswirtschaftliche, handelsrechtliche, steuerrechtliche und internationale Grundlagen – HGB, IAS/IFRS, US-GAAP, DRS, 22. Aufl., Stuttgart 2012.

GRÄFER, HORST/SCHELD, GUIDO A.: Grundzüge der Konzernrechnungslegung, 12. Aufl., Berlin 2012.

KÜTING, KARLHEINZ/WEBER, CLAUS-PETER: Die Bilanzanalyse – Beurteilung von Abschlüssen nach HGB und IFRS, 10. Aufl., Stuttgart 2012 (a).

#### Rechtsnormen

Handelsgesetzbuch (HGB) vom 10. Mai 1897, RGBL. S. 219, BGBl. III/FNA 4100-1, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2751).



**Linda Nöhren**  
FB Wirtschaft

[linda.noehren@web.de](mailto:linda.noehren@web.de)

Preisstifter:  
PwC Luxembourg

<sup>7</sup> Vgl. COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG (2012), S. 1015.

<sup>8</sup> Vgl. COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG (2012), S. 1017.

<sup>9</sup> Vgl. COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG (2012), S. 1017.

<sup>10</sup> Vgl. COENENBERG, ADOLF G./HALLER, AXEL/SCHULTZE, WOLFGANG (2012), S. 1017 f.

<sup>11</sup> Vgl. BRÖSEL, GERRIT (2012), S. 39. // <sup>12</sup> Vgl. KÜTING, KARLHEINZ/WEBER, CLAUS-PETER (2012a), S. 351 - 492.

## Wirtschaftswachstum – Eine kritische Betrachtung: Ursachen, Grenzen und Alternativen

FB UMWELTWIRTSCHAFT / UMWELTRECHT

Lisa Rothe

Prof. Dr. Alfons Matheis

Prof. Dr. Reinhold Moser

Aktuelle Probleme wie die zunehmende Knappheit von Ressourcen und damit verbundene Preissteigerungen, Verteilungskonflikte, Umweltbelange wie Wasserverschmutzung oder die irreversible Versiegelung von Böden, aber auch und vor allem der Klimawandel zeigen deutlich, dass das Ökosystem Erde bald an seine physikalischen Grenzen stoßen wird. Ursachen dafür sind vor allem in der derzeitigen Wirtschafts- und Lebensweise der Industrieländer zu suchen. Trotz aktueller Bemühungen zur verstärkten Implementierung Erneuerbarer-Energie-Techniken und nachhaltiger Produktionsverfahren stehen in vielen Unternehmen Gewinnmaximierung und Kostenreduktion durch industrielle Arbeitsteilung sowie die Verlängerung von Wertschöpfungsketten noch immer im Zentrum der Betrachtung. Die auf Wachstum ausgerichtete Wirtschaftsweise korrespondiert in weiten Teilen auch mit dem gesteigerten Konsumniveau der Gesellschaft, wodurch gegenseitige Abhängigkeiten entstehen. Dass jedoch diese dem Wachstumsdrang unterliegenden Wirtschaftsweisen und Lebensstile zu überdenken sind, sollte spätestens seit den in jüngster Zeit wieder neu entfachten wachstumskritischen Diskussionen immer deutlicher werden. Die Erkenntnis, dass die derzeitige Wachstumsorientierung ihre Grenzen haben muss, um nachhaltige und zukunftsfähige Lebensweisen im Sinne der inter- und intragenerativen Gerechtigkeit zu gewährleisten, hat ihre Ursprünge bereits vor mehreren Jahrzehnten. Die Studie „Die Grenzen des Wachstums“ entstand im Jahr 1972 auf Initiative des Club of Rome und beschreibt den Zusammenhang zwischen der Zunahme der Weltbevölkerung, der anhaltenden Umweltverschmutzung, Industrialisierung, der Nahrungsmittelproduktion, der Ausbeutung natürlicher Ressourcen und anderer Fak-

toren. Das Ergebnis war, dass ohne eine Veränderung der Verhaltensweisen die absoluten Wachstumsgrenzen auf der Erde binnen der nächsten hundert Jahre erreicht sein werden. Trotz dieser Studie, darauf folgender Nachhaltigkeits-Diskurse, UN-Konferenzen und verschiedener Klimagipfel sieht sich die heutige Gesellschaft mit einer verschärften Problemlage konfrontiert. Begriffe wie „Peak Oil“ und „Peak Everything“ machen deutlich, dass Rohstoffe immer knapper werden und derzeitige Systeme, die weitgehend auf dem Verbrauch Erdöl und anderen natürlichen Ressourcen (wie Böden oder seltenen Erden) basieren, bedroht sind. Dass die Lösung womöglich in der „Transformation“ von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik und nicht am Festhalten bestehender Gewohnheiten liegen könnte, hat in den öffentlichen Diskurs bereits Einzug genommen. Am Dreiklang „Wirtschaft. Wachstum. Wohlstand.“ wie es das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie im Jahr 2009 formulierte, wird jedoch weiterhin stetig festgehalten. Hier stellt sich jedoch die Frage, ob dieses heute vorherrschende Wachstumsstreben und die derzeitige Wirtschaftsweise in Einklang zu bringen sind mit einer nachhaltigen Entwicklung im Sinne der Brundtland-Definition. Demnach ist dauerhafte Entwicklung „eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“<sup>1</sup> Bezogen auf das Thema Wachstum wird im Brundtland-Bericht folgendes ausgeführt: „Nachhaltige Entwicklung erfordert Wachstum dort, wo elementare Bedürfnisse nicht erfüllt werden. Anderswo kann es mit ökonomischem Wachstum übereinstimmen, vorausgesetzt die Art des Wachstums berücksichtigt die allgemeinen Prinzipien der Nachhaltigkeit und das Prinzip, andere

<sup>1</sup> Rogall, Holger: Neue Umweltökonomie – Ökologische Ökonomie, Ökonomische Grundlagen der Nachhaltigkeit, Instrumente zu ihrer Durchsetzung, 2002, S.43

nicht auszubeuten.“<sup>2</sup> Diese Ausführungen fordern weiteres Wirtschaftswachstum vor allem in Hinblick auf Entwicklungs- und Schwellenländer, um die dortigen Lebensverhältnisse zu verbessern und elementare Grundbedürfnisse zu befriedigen. Ein ökonomisches Wachstum in Industrienationen muss demnach klar unter der Prämisse der Vereinbarkeit mit den allgemeinen Prinzipien der Nachhaltigkeit stehen, da die Überlebensfähigkeit der Menschheit von der Funktionsfähigkeit ökologischer Systeme abhängt. Auf Basis dieser Interpretation der Nachhaltigkeit ist es im Sinne der Zukunftsfähigkeit derzeitiger und künftiger Generationen wichtig, Lebensgrundlagen und Systeme zu schaffen, bei denen die Säulen Ökonomie, Ökologie und Soziales miteinander vereinbar sind.

In dieser Master-Arbeit wurde daher zunächst im ersten Kapitel der Begriff „Wirtschaftswachstum“ als Grundlage weiterer Überlegungen definiert und die positive Wahrnehmung einer stetig wachsenden Wirtschaft anhand historischer Entwicklungen erläutert. Anschließend wurde verdeutlicht, warum Politik, Wirtschaft und Gesellschaft dynamisches Wachstum nicht nur fordern, sondern auch fördern. Dazu wurden im folgenden Kapitel ausgewählte Wachstumstreiber sowie deren Ursachen und Folgen skizziert. Nach einer Einführung in wachstumskritische Überlegungen wurden die Auswirkungen der stetigen Wachstumsorientierung aufgedeckt, welche das Ökosystem Erde teilweise bis an seine physikalischen Grenzen belasten. Auf Basis dieser Schlussfolgerungen wurden im folgenden Kapitel Konzepte beschrieben, die dem Wachstumsparadigma begegnen. Die in der Öffentlichkeit am meisten diskutierten Ansätze sind die Vorstellung vom „Grünen Wachstum“ sowie die Transformation der derzeitigen Wirtschaft und

Gesellschaft zu einer Postwachstumsökonomie bzw. Postwachstumsgesellschaft. Diese beiden Alternativen zu einer an quantitativem Wachstum orientierten Entwicklung wurden vorgestellt und kritisch beleuchtet. Der Fokus lag hierbei vor allem auf Transition Town-Initiativen sowie Urban Gardening-Konzepten. Abgerundet hat die Master-These ein Maßnahmenkatalog, der interessierten Bürgern Handlungsempfehlungen für einen Lebensstil jenseits des Wachstumsparadigmas geben kann.

Anreiz dieser Master-These war es, zu analysieren, ob Wirtschaftswachstum und Nachhaltigkeit in Einklang zu bringen sind und neue Denkanstöße in Bezug auf Alternativkonzepte des Wirtschaftens offenzulegen und zu fördern



**Lisa Rothe**

FB Umweltwirtschaft / Umweltrecht  
FR Umwelt- und Betriebswirtschaft

[lisa.m.rothe@web.de](mailto:lisa.m.rothe@web.de)

Preisstifter: WISO-Preis,  
Förderkreis der Hochschule Trier e.V.

<sup>2</sup> Seidl, Irmj;Zahrnt, Angelika: Postwachstumsgesellschaft: Konzepte für die Zukunft, 2010, S. 25

## Wald In Mir

### Ein Gedankenspaziergang

FB GESTALTUNG  
Lisa Schmidt-Winterstein  
Prof. Dirk Wolfes

Gerade in einer derart schnelllebigen Branche wie der Mode, hält der Grundsatz die alte Klamotte abzustreifen und neu zu beginnen die Maschinerie in Gang, was allein in Deutschland die Auseinandersetzung mit rund 750.000 Tonnen Altkleidern pro Jahr zur Folge hat. Und doch gibt es sie, diese ganz speziellen Kleidungsstücke, die wir mit bestimmten Menschen oder Ereignissen verknüpfen, textilen Erinnerungsspeichern gleich, die viel mehr sind, als aus der Mode gekommene Körperhüllen. Innerhalb meiner Arbeit beschäftigen mich, verbunden mit einem nachhaltigen Umgang mit Altkleidung, Magie und Macht der Erinnerung, die uns immer wieder zu einer geheimnisvollen Zeitreise durch Fragmente unserer Geschichte einzuladen vermag.

Der Akt des Erinnerns wird häufig als rückwärtsgerichtete Haltung bewertet, doch gerade unser Erinnerungsvermögen schenkt uns einen klaren Blick auf vor uns liegende

Entscheidungen, die wir nur mit Hilfe zurückliegender Erfahrungen treffen können. Außerdem ermöglicht Erinnerung Identität - aus dem Wissen woher wir kommen und was wir erlebt haben, formt sich unsere Persönlichkeit, was bedeutet, dass Identität ohne Erinnerung nicht möglich ist.

Neben der für das Funktionieren menschlichen Lebens elementaren Rolle der Erinnerung, wohnt diesem mentalen Sprung in die Vergangenheit auch immer ein ganz bestimmter Zauber inne, der uns still werden lässt ob dieser außergewöhnlichen Verbindung von Bewusstsein, Emotion, Verstand und Poesie. Auf beinahe übernatürliche Weise vermag es ein bestimmter Geruch oder anderer Sinneseindruck eine längst vergangene Welt vor unserem inneren Auge erstehen zu lassen und uns für einen kleinen, magischen Augenblick herauszureißen aus der Gegenwart, um uns zurückzusetzen in die Vergangenheit.

Im Sinne der aus der Romantik stammenden kulturellen Verklärung des Waldes als Seelenlandschaft und damit Projektionsfläche für menschliche Gefühle, Ängste und Sehnsüchte, begeben sich in meiner Arbeit auf einen Spaziergang durch den Wald meiner Erinnerung, mit all seinen mächtigen, lange gewachsenen Bäumen und zarten Trieben, durch diese wie von Künstlerhand arrangierte mystische kleine Welt mit ihrer verlockenden Stille und Einsamkeit. Wie die Protagonisten der Märchen der Gebrüder Grimm, wage ich mich damit nicht nur hinein in den realen Raum Wald, sondern vielmehr in eine Art inneren Forst, in die Untiefen des eigenen Wesens. Hier stoße ich zwar auf Bedrohung, finde aber gleichzeitig Geborgenheit und viel mehr zu mir selbst, als mich zu verlaufen.

Um dieses theoretische Gedankenspiel zu visualisieren, beschäftigte ich mich in der Praxis zunächst mit der Gestaltung ei-



Abb. 1: Waldkulisse als dreidimensionales Moodboard



Abb.2: Gefertigt aus Feinstrumpfhosen



Abb.3: Gefertigt aus einem alten Rock, einer Hose und einem Blazer

ner kleinen Kulisse, die einen Einblick gewährt in den geheimnisvoll-verwunschenen Wald meiner Erinnerung und mir gleichzeitig als dreidimensionales Moodboard zur Kommunikation von Stimmung und Farbigkeit der späteren Kollektion diene.

Mit der experimentellen Gestaltung von Oberflächen begann die konkrete Arbeit an der Kollektion, wobei ich mit Hilfe der von mir im Vorfeld gesammelten Altkleider verschiedene walddtypische Strukturen nachzuempfinden versuchte. Durch das Verweben von schmalen Streifen aus alten Feinstrumpfhosen mit einem feinmaschigen Gitter als Trägermaterial oder das Aufnähen von eingekräuselten Streifen aus alten Stoffen entstanden beispielsweise verschiedene moosartige Optiken, sowie flechten-, lamellen- und netzähnliche Oberflächen.

Die einzelnen Modelle entwickelten sich schließlich aus der fragmentarischen Zusammensetzung der von mir gestalteten textilen Flächen mit Teilen der bereits getragenen Kleidungsstücke und neuen textilen Rohstoffen, wobei ich innerhalb dieses Arbeitsprozesses verschiedene Vorgehensweisen miteinander kombinierte. Neben der reinen Skizzenarbeit, setzte ich die Altkleider zum Drapieren an der Schneiderpuppe ein, was ich in regelmäßigen Abständen fotografisch festhielt, um die Fotografien in einem nächsten Schritt für das virtuelle Collagieren am Computer nutzen zu können. Durch dieses Verfahren ergab sich letztlich eine Vielzahl von Entwürfen, aus welchen ich, mit dem Ziel den alten Kleidungsstücken ein neues Gesicht zu verleihen, die finale Kollektion generieren konnte. Ihr dramaturgischer Aufbau erzählt von meiner Wanderung durch einen Teil meiner Identität, durch die Welt meiner Erinnerungen, die trotz ihres melancholischen Sehns nach Vergangem gleichzeitig die Gewissheit schenkt, dass Neues kommen kann, ohne dass Altes verloren sein muss:

„Wie ein Fuchs seinen Wald durchstreife ich meine Erinnerung. Je weiter ich vordringe, desto stiller wird die ganze weite Welt, wie Tautropfen im Netz einer Spinne zwischen den Ästen eines Strauches reihen sich meine Erinnerungen zu einer Kette aus Perlen der unterschiedlichsten Farben aneinander. Schwer bepackt mache ich mich auf, schlage mich durchs Unterholz und stoße abseits aller Wege auf längst vergessene Gefährten meiner Kindertage, die mir sacht und leise zuwinken, wie ein zarter Windhauch, der durch



die Äste meines Forstes voll Erinnerungen weht. Der Nebel verwehrt mir manches Mal die Sicht, Schemen kann ich noch erahnen, vom Duft aus einer anderen Zeit und roten süßen Beeren. Hier bin ich ganz bei mir, hier bin ich frei zu wählen, wohin mein Schritt mich führt, die Zeit verlangsamt sich, steht plötzlich still um umzukehren; die Vergangenheit wird Gegenwart.

Leichten Fußes wandle ich über das Moos, immer bedacht all den dunklen Höhlen und Wurzeln auszuweichen, die mir meine Reise trüben wollen und die fast unsichtbaren Pflänzchen und Keime dieses Zaubers zu bewahren. Wie ein Förster wähle ich zwischen den Bäumen und suche die heraus, die mich krank machen und die Ruhe meines Waldes stören. Ich reiße mir an einem dornigen Gewächs die Haut und bin dem Schmerz nun doch nicht so entkommen wie gehofft, Blut tropft auf ein grünlich schimmerndes, vom Morgentau noch feuchtes Blatt. Die rote Perle glitzert schön auf ihrem kühlen Bett, ich bin erstaunt, dass ich hier doch noch Schönheit finde.

Immer leichter wird mein Herz, alles was es zu entdecken gibt bin ich, damals, heute und wohl morgen. Langsam fällt ein kleiner Strahl durch einen Spalt zwischen den Bäumen, ich schreite ihm gewillt entgegen, zurückzukehren in das Heute, Hier und Jetzt und weiß doch, dass ich wiederkomme, um nachzusehen was gewachsen ist, im Wald meiner Erinnerung.“



**Lisa Schmidt-Winterstein**

FB Gestaltung  
FR Modedesign

[l.schmidtwinterstein@gmail.com](mailto:l.schmidtwinterstein@gmail.com)

Preisstifter:  
Sparkasse Trier

## Erweiterung des Servers zur Automatischen Software-Bewertung um eine Testumgebung für Android-Programme

FB INFORMATIK  
Mathis Heimann  
Prof. Dr. Rainer Oechsle

Im Fachbereich Informatik der Hochschule Trier wird ein System zur Automatischen Software Bewertung (kurz ASB-System) betrieben. Es kommt in Veranstaltungen zum Einsatz, in denen Studierende Programmieraufgaben bearbeiten und ihre Lösungen einer Kontrolle unterziehen sollen. Mit dem System ist diese Prüfung automatisiert und anhand vordefinierter Tests möglich und kann so den zuständigen Dozenten die manuelle Sichtung ersparen.

Das in dieser Arbeit dokumentierte Projekt hatte die Erweiterung des ASB-Systems zum Ziel. Es sollte in die Lage versetzt werden, Anwendungen zu testen, die für Android-Mobilgeräte geschrieben wurden. Damit soll sein Einsatz in der Veranstaltung „Entwicklung mobiler Anwendungen mit Android“ ermöglicht werden, die im Jahr 2013 erstmalig angeboten wurde.

Die unter dem Namen Android-Testumgebung realisierte Erweiterung unterteilt sich inhaltlich im Wesentlichen in eine Client- und eine Serverkomponente. Aufgabe des Clients ist die Aufbereitung der Daten, die bei Bewertungsprozessen anfallen und zwischen Hauptsystem und Server ausgetauscht werden müssen.

Der Verantwortungsbereich des Servers ist die Durchführung der Bewertungen selbst. Pro Bewertung gilt es zunächst, die Tests und die eingereichte studentische Lösung in eine Form zu überführen, in der beide als Android-Anwendungen installiert werden können. Dies ist notwendig, da nach dem Standardvorgehen für das Testen in diesem Umfeld sowohl Tests als auch Testsubjekt auf einem geeigneten Gerät zu installieren sind, bevor die Tests dort auszuführen sind. Das Bereithalten von Geräten ist aus praktischen Gründen nicht sinnvoll, weswegen der Server der Testumgebung eine Reihe von Android-Emulatoren an deren Stelle verwaltet. Die Ausführung der Tests

auf den Emulatoren wird durch eine Steuerungskomponente geregelt, deren Standardimplementierung um einige Funktionen ergänzt wurde. So ist es möglich Testfälle in einer bestimmten Reihenfolge zu durchlaufen oder Abhängigkeiten unter ihnen zu definieren.

Ein weiterer Teil dieses Projekts bestand in der Erstellung eines Testleitfadens, in dem verschiedene Aspekte des Testens von Android-Programmen vorgestellt werden.



**Mathis Heimann**

FB Informatik  
FR Informatik

mathis.heimann@gmail.com

Preisstifter:  
Nikolaus Koch Stiftung Trier

## Konstruktive Entwicklung eines Fördersystems für einen Steilhang-Weintraubenvollernter

Die Abschlussarbeit wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Carl Hoffmann Landmaschinen in Nittel durchgeführt

FB TECHNIK  
Matthias Sawinski  
Prof. Dr. Zoppke

Der Weintrauben-Vollernter wird von der Firma Carl Hoffmann Landmaschinen entwickelt und kann im Weinberg bei einer Steigung von bis zu 80% eingesetzt werden. Das eigens entwickelte Schüttelsystem löst die Traube vom Weinstock, und das herunterfallende Lesegut wird durch eine definierte Luftzirkulation im Erntekopf zu der Förderschnecke geleitet. Diese bringt die Frucht zu einer Drehkolbenpumpe, welche die Trauben zum Vorratsbehälter im oberen Bereich der Maschine befördert. Durch den Einsatz der Drehkolbenpumpe, welche ähnlich wie ein „Rootsgebläse“ arbeitet, wird das Lesegut teilweise aufgebrochen. Aufgrund des Staudrucks, welcher unter anderem durch die Höhendifferenz zwischen Förderpumpe und Vorratsbehälter entsteht, platzen die Trauben auf und der Saft kann entweichen. Dabei entsteht bereits im Weinberg ein Fermentationsprozess, bei dem der Sauerstoff aus der Luft mit der Maische reagiert und somit die Qualität des späteren Weines beeinflusst werden kann.

Nach einer Istzustands-Analyse des vorhandenen Systems wurden in einer ausführlichen Konzeptphase der Verlauf des Fördergurtes und die mechanische Übergabe der Weintrauben in den Vorratsbehälter untersucht. Anschließend wurde das Siegerkonzept mit Hilfe der Software SolidWorks konstruiert. Dabei entstand eine selbsttragende Schweißkonstruktion, die gleichzeitig die Aggregate aufnimmt und somit einen komplett neuen Erntekopf präsentiert. Nach Beendigung der dreimonatigen Bachelorarbeit wurde die Konstruktion planmäßig abgeschlossen. Daraufhin folgte der Aufbau des Systems, welches im späten September 2013 im Weinberg getestet wurde. Das Ergebnis in der Praxis war erfolgreich. Das neue Fördersystem hat die gewünschte Verbesserung erreicht und die Weintrauben ohne größere Beschädigungen vom Erntekopf bis zum Vorratsbehälter transportiert. Zusätzlich kann nun am Ende des Gurtes das Lesegut von unerwünschten Blättern und sonstigem Unrat befreit werden.



Abb. 1: Weintraubenvollernter nach der Bachelorarbeit

Im gleichen Jahr wurde die Maschine ausgiebig getestet. Dabei haben die entwickelten Bauteile auch bei Steigungen von bis zu 80 Prozent zuverlässig gearbeitet. Im Jahr 2014 und 2015 wird der gesamte Vollernter zur Marktreife weiter entwickelt und soll 2016 auf den Markt kommen. Sie ist somit die erste Maschine im Weinbau, die auch bei extremen Steigungen ein maschinelles und zugleich wirtschaftliches Ernten von Weintrauben in der Steillage ermöglicht.



Abb. 2: Links: Ergebnis mit Drehkolbenpumpe, Rechts: Leseergebnis mit neuem Förder-system

**Mathis Heimann**

FB Technik  
FR Maschinenbau

ma-sawi@web.de

Preisstifter:  
Handwerkskammer Trier

## Entwurf weintouristischer Ferienhäuser

FB GESTALTUNG  
Philipp Gerhards  
Prof. Wolfgang Strobl

### Einleitung

Im Rahmen meiner Bachelorarbeit habe ich mich mit der Entwicklung von anspruchsvollen innenarchitektonischen Lösungen am Beispiel einer Hotelsuite des zukünftigen Schlosshotels Lieser (Mosel) beschäftigt. Mein hierbei angeeignetes Wissen habe ich im Masterstudiengang ausgebaut und vertieft und mich weiterhin mit räumlichen Gesamtlösungen im Gastgewerbe befasst. Konkret habe ich für das Weingut Bastgen in Monzel an der Mittelmosel weintouristische Ferienhäuser entwickelt. Die Arbeit erfolgte in Zusammenarbeit mit Dorothe Follmann, Masterstudentin der Tourismusgeographie (Universität Trier), die in ihrer Abschlussarbeit eine mögliche Vermarktung und touristische Positionierung der von mir entworfenen Unterkünfte entwickelte.

### Weingut Bastgen

Das Weingut Bastgen liegt am Rande des Ortsteils Monzel der Weinbaugemeinde Osann-Monzel an der Mittelmosel. Das Betriebsgelände sowie das Wohnhaus der Winzer und das Baugrundstück liegen an

einem Hang oberhalb des Dorfkerns. Der unverbaute Blick auf die Mosel und die umliegenden Weinberge bilden die besondere Qualität des Ortes. Infolge der exponierten Lage und des nicht „moseltypischen“ Bautypus des Winzer-Wohnhauses ist das Weingut aus der übrigen Ortsstruktur herausgelöst. Die zu entwerfenden Gebäude sollten der exponierten Lage des Baugrundstücks gerecht werden und als angemessene Sondertypen mit entsprechender öffentlicher Präsenz gegenüber der sonst architektonisch unauffälligen Gemeinde Monzel entwickelt werden.

### Entwurf

In einem ersten Schritt wurde ein Geländemodell, welches den Hang mit dem Weingut und dem Baugrundstück abbildet, angefertigt. Anschließend wurde das Baugrundstück in Bezug auf Grundfläche, Gefälle, Erschließung, Blickachsen etc. analysiert. Parallel dazu wurden erste Entwurfsansätze zeichnerisch untersucht. In allen Ansätzen wurde das „Eintauchen“ der Baukörper ins Erdreich bzw. das „Abheben“ der Körper vom Hang bearbeitet. Die Anzahl der zu planenden Ferienhäuser wurde schnell aufgrund der anderenfalls gegebenen Blickbeeinträchtigung auf zwei bis drei Einheiten beschränkt. Schließlich kam ich zu der Erkenntnis, dass zwei Ferienhäuser, von denen sich eines überirdisch und eines unterirdisch befindet, einen guten Kompromiss zwischen Blickbeeinträchtigung und einer angemessenen Außenwirkung (öffentliche Präsenz) darstellen.

Nachdem die grundsätzliche Konzeptidee feststand, wurden die Untersuchungen der beiden Baukörper konkreter. Zunächst wurde der oberirdische Bau isoliert betrachtet und entwickelt. Dabei erschien es unabhängig, den Baukörper in Richtung des unverbauten Blicks auf das Moseltal zu orien-



tieren. Dieser Ausblick sollte vom Gebäude eingefangen und gerahmt werden. So entstand die Idee eines nach vorne keilförmig zulaufenden Baukörpers, welcher optisch über dem Hang schwebt, und einer großen Frontverglasung. Die Innenraumgestaltung folgt der Idee, großzügige lichtdurchflutete Räume zu schaffen und dabei die besondere Ästhetik der Baukörper als Ganzes erfahrbar zu machen. Um diese Raumwirkung zu erzielen, werden bestimmte Prinzipien verfolgt. So treffen Innenwände beispielsweise nur selten direkt auf Außenwände, die Zwischenräume werden mit Glas ausgebildet. Somit bleiben die aus innenarchitektonischer Sicht sensiblen Raumkanten des eigentlichen übergeordneten Baukörpers größtenteils sichtbar.



#### Oberirdischer Baukörper

Aus diesen Überlegungen heraus ergibt sich im oberirdischen Gebäude folgendes Raumkonzept: Der Besucher erschließt das Gebäude über einen schmalen, hohen Schlitz auf der moselabgewandten Rückseite des Baukörpers. Über einen Treppengang gelangt man zu dem etwa 45 m<sup>2</sup> großen, lichtdurchfluteten Aufenthaltsraum. Hier erwartet die Gäste eine weitläufige Aussicht in die Landschaft, wobei der Blick durch das nach vorne abfallende Dach und das Zurückspringen des Fußbodens nach unten ins Tal geleitet wird. Ein für dieses Gebäude entworfener Küchenblock liegt im

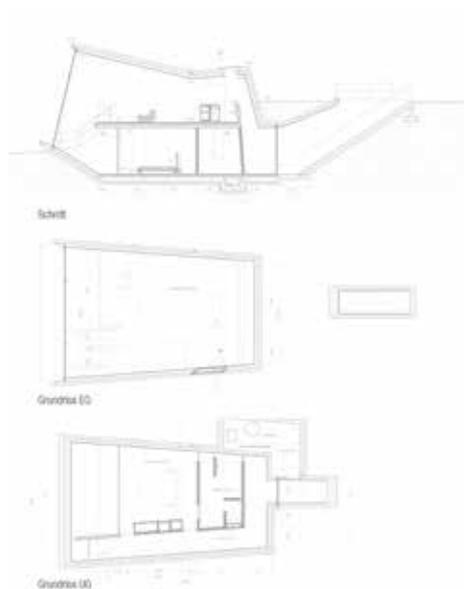
hinteren Teil des Raums, wohingegen sich eine Sitzgruppe im vorderen Bereich befindet. Über die freitragende, gefaltete Stahlblechtreppe im Aufenthaltsraum erreicht man das Obergeschoss, hier befinden sich das Schlafzimmer und das Badezimmer. Das Schlafzimmer liegt im vorderen Teil des eingeschobenen Obergeschosses und besitzt eine Grundfläche von etwa 18 m<sup>2</sup>. Die Front des Raums ist voll verglast, somit bleibt die Durchsicht nach außen gewährleistet. Im Rücken des Obergeschosses liegt ein kleines Badezimmer. Auch hier bleiben der Bezug zum Außenraum und der Blick ins Freie über eine schmale Glasscheibe erhalten. Für beide Räume wurden Möbel entworfen (ein Bett und ein Waschtisch), welche auf die räumliche Situation reagieren und sich der übergeordneten Raumidee fügen.



#### Unterirdischer Baukörper

Die Erschließung des unterirdischen Bau-

körpers erfolgt über einen Treppenabgang. Unten angekommen, passiert der Gast die Eingangstür und befindet sich nun in einem Vorraum im Untergeschoss. Der schmale Raum ist über den Luftraum mit dem Obergeschoss verbunden. Über ein Dachfenster und die gläserne Haustür fällt Tageslicht ins Untergeschoss. Somit entsteht trotz der geringen Dimension des Vorraums und der Lage unter der Erde kein Engegefühl. Durch die schräg gestellten Außenwände und den somit nach oben hin größer werdenden Luftraum wird dieser Effekt noch verstärkt. Über einen ebenfalls nach oben hin offenen Flur gelangt man in das Schlafzimmer und das Badezimmer. Das eingeschobene, etwa 10 m<sup>2</sup> große Badezimmer trennt das Schlafzimmer von der Erschließungszone. Auch hier sind, wie schon im oberirdischen Gebäude, die Übergänge von Innenwand zu Außenwand mit Glas ausgebildet, wodurch Tageslicht von zwei Seiten in den Raum einfallen kann. Das 19 m<sup>2</sup> große Schlafzimmer ist durch einen raumhohen Kleiderschrank von der Flurzone getrennt und kann durch Schiebetüren, welche sich auf der Schrankrückseite befinden, abgeriegelt werden. Vorderseitig ist der Raum durch eine Glasfront vom übrigen Gebäude entkoppelt. Durch die verglaste Front wird der Sichtbezug zum Außenraum hergestellt und das Schlafzimmer mit Tageslicht versorgt. Über einen freitragenden Treppenlauf gelangt man zur oberen Etage. Hier findet man den großzügigen, lichtdurchfluteten Aufenthaltsraum vor. Die vollverglaste Gebäudefront ermöglicht den unverbauten Blick auf die umliegende Weinkulturlandschaft. Ähnlich wie im anderen Gebäude ist im vorderen Bereich des Aufenthaltsraums eine Sitzgruppe und im hinteren Bereich ein Entworfener Küchenblock vorgesehen.



**Philipp Gerhards**

FB Gestaltung  
FR Innenarchitektur

philipp-gerhards@gmx.de

Preisstifter:  
IHK Trier

## Institute, Kompetenzzentren und Forschungsschwerpunkte

### Institute

#### **Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, IfaS**

Beschreibung: Das IfaS fördert die nachhaltige Optimierung von regionalen und betrieblichen Stoffströmen in konkreten, praxisnahen Projekten.

Leitung: Prof. Dr. Peter Heck

Telefon: +49 6782 / 17 - 1221, E-Mail: ifas@umwelt-campus.de

Homepage: [www.ifas.umwelt-campus.de](http://www.ifas.umwelt-campus.de)

#### **Birkenfelder Institut für Ausbildung und Qualitätssicherung im Insolvenzwesen, BAQI**

Beschreibung: Das BAQI fördert und unterstützt über den Fachbereich Umweltwirtschaft/ Umweltrecht in den Bereichen Forschung, Lehre und praxisbezogene Ausbildung auf dem Gebiet des Insolvenzrechts. Den Studierenden wird durch ein bundesweit einmaliges Ausbildungsangebot der Zugang zu einem der interessantesten beruflichen Wachstumsmärkte eröffnet.

Leitung: Prof. Dr. Hubert Schmidt, Prof. Rudibert Franz, Dr. Dr. Thomas Schmidt

Telefon: +49 6782/17-1526 E-Mail: [baqi@umwelt-campus.de](mailto:baqi@umwelt-campus.de)

Homepage: [www.baqi.umwelt-campus.de](http://www.baqi.umwelt-campus.de)

#### **Institut für Betriebs- und Technologiemanagement, IBT**

Beschreibung: Das IBT bietet Industrie und Gewerbe Dienstleistungen in den Bereichen Produktionsoptimierung, Konstruktionsautomatisierung und Messtechnik.

Leitung: Prof. Dr. Wolfgang Gerke

Telefon: +49 6782 / 17 - 1113, E-Mail: [ibt@umwelt-campus.de](mailto:ibt@umwelt-campus.de) / [w.gerke@umwelt-campus.de](mailto:w.gerke@umwelt-campus.de)

Homepage: [www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=ibt](http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=ibt)

#### **Zentrum für Bodenschutz und Flächenhaushaltspolitik, ZBF-UCB**

Ziel des ZBF-UCB ist es, umfassend Hilfestellung und fachlichen Rat in Fragen einer nachhaltig flächen- und kostensparenden Siedlungs- und Verkehrsentwicklung zu geben.

Leitung: Prof. Dr. Dirk Löhr

Telefon: +49 6782/17-1324 E-Mail: [info.zbf@umwelt-campus.de](mailto:info.zbf@umwelt-campus.de)

Homepage: [www.zbf.umwelt-campus.de](http://www.zbf.umwelt-campus.de)

#### **Institut für Energieeffiziente Systeme, IES**

Das IES hat sich auf Energiemanagement, Elektromagnetische Umweltverträglichkeit, Energieverteilung, Simulation, Steuerung und Regelung fahrzeugtechnischer Systeme spezialisiert.

Leitung: Prof. Dr. Dirk Brechtken

Telefon: +49 651/8103-312 E-Mail: [ies@fh-trier.de](mailto:ies@fh-trier.de)

Homepage: <http://www.wet.fh-trier.de/IES/>

#### **Institut für Fahrzeugtechnik, IFT**

Das IFT Trier hat seine Tätigkeitsfeldern im Bereich Antriebsstrang, Fahrzeugintegration, Fahrzeugsicherheit, Fahrwerke und der Verbrennungsmotorentechnik.

Leitung: Prof. Dr.-Ing. H. Zoppke, Prof. Dr.-Ing. P. König, Prof. Dr.-Ing. H. Köstner, Prof. Dr.-Ing. C. Simon, Prof. Dr.-Ing. C. Heinrich

Telefon: 0651/8103-219 E-Mail: [ift@fh-trier.de](mailto:ift@fh-trier.de)

Homepage: <http://www.ift.fh-trier.de>

---

#### **Institut für Gesundheits- und Sozialimmobilien, IGeSo**

Aufgabe des Instituts (IGeSo) ist die wissenschaftlich-technische Beschäftigung mit der Entwicklung und Planung von Gesundheits-, und Sozialimmobilien. Dies geschieht aus gestalterischer, planerischer, betriebswirtschaftlicher und soziologischer Sicht. Wesentlich ist dabei die Übertragung der Theorie in die Praxis für private und gemeinnützige Marktteilnehmer aus den betreffenden Bereichen.

Leitung: Prof. Dr. Kurt Dorn

Telefon: 02131 – 512550 E-Mail: [info@igeso.com](mailto:info@igeso.com)

Homepage: [www.igeso.com](http://www.igeso.com)

#### **Institut für innovative Informatikanwendungen, i3A**

Das i3A analysiert und berät bei informationstechnologischen Fragestellungen, es entwickelt und integriert Softwarelösungen und Prototypen.

Leitung: Prof. Dr. Peter Gemmar

Telefon: +49 651/8103-375 E-Mail: [i3a@fh-trier.de](mailto:i3a@fh-trier.de)

Homepage: <http://www.i3a.fh-trier.de>

#### **Rheinland-Pfälzisches Zentrum für Insolvenzrecht und Sanierungspraxis, ZEFIS**

Gegenstand dieser Kooperation ist zunächst die Bündelung der vorhandenen Forschungsaktivitäten zur empirischen Aufarbeitung und unterstützenden Begleitung der Rechtsentwicklung auf dem Gebiet des Insolvenz- und Sanierungswesens. Sein zweites Standbein sieht das ZEFIS im Bereich des Wissenstransfers zugunsten der betrieblichen und justiziellen Praxis, sowohl durch Tagungen zu aktuellen Themen aus dem Bereich des Insolvenzrechts als auch in Gestalt von Aus- und Fortbildungsveranstaltungen.

Leitung: Prof. Rudibert Franz, Prof. Dr. Dr. Thomas Schmidt

Homepage: [www.zefis.org](http://www.zefis.org)

#### **Institut für Mikroverfahrenstechnik und Partikeltechnologie, IMiP**

Ziel des IMiP ist die Bündelung von persönlichen und Laborressourcen, um umfassende Problemlösungen auf den Gebieten Oberflächen, Partikel- und Mikroverfahrenstechnik anbieten zu können

Leitung: Prof. Dr. Ulrich Bröckel

Telefon: +49 6782/17-1503 E-Mail: [imip@umwelt-campus.de](mailto:imip@umwelt-campus.de) / [broeckel@umwelt-campus.de](mailto:broeckel@umwelt-campus.de)

Homepage: [www.imip.de](http://www.imip.de)

#### **Institut für das Recht der Erneuerbaren Energien, Energieeffizienzrecht und Klimaschutzrecht, IREK**

Das IREK befasst sich mit praxisrelevanten Rechtsfragen der Erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und des Klimaschutzes. Hierbei wird eng mit technischen und betriebswirtschaftlichen Experten zusammengearbeitet.

Leitung: Prof. Dr. Tilman Cosack, Prof. Dr. Rainald Enders

Telefon: +49 6782 - 17-1537 E-Mail: [kontakt@irek-ucb.de](mailto:kontakt@irek-ucb.de)

Homepage: [www.irek-ucb.de](http://www.irek-ucb.de)

#### **Institut für Softwaresysteme in Wirtschaft, Umwelt und Verwaltung, ISS**

Die Aufgaben des ISS sind insbesondere die Durchführung von innovativen Forschungsprojekten im Bereich der betrieblichen, behördlichen und umweltfachlichen Datenverarbeitung.

Leitung: Prof. Dr. Rolf Krieger

Telefon: +49 6782/17-1927 E-Mail: [iss@umwelt-campus.de](mailto:iss@umwelt-campus.de)

Homepage: <http://www.iss.umwelt-campus.de>

**Institut für standardsoftware-basierte Anwendungen im Bauwesen, ISA**

Neue Softwaretechnologien (MS-Sharepoint/Office 2003/Flash) - Interaktive webbasierte Bemessungsdiagramme im Bauwesen - Autorensystem ELISA für den Einsatz in Lehre und Industrie.

Leitung: Prof. Dr. Henning Lungershausen

Telefon: +49 651/8103-239 E-Mail: isa@fh-trier.de

Homepage: <http://www.isa.fh-trier.de>

**Institut für biotechnisches Prozessdesign (IBioPD)**

Das Institut für biotechnisches Prozessdesign (IBioPD) hat sich zum Ziel gesetzt, Gesamtprozesse der biotechnologischen und (bio-)pharmazeutischen Industrie mit einem interdisziplinären Ansatz zu analysieren und im Sinne der Ressourcenschonung zu optimieren bzw. solche Prozesse zu entwickeln.

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Percy Kampeis

Telefon: +49 6782/17-2013, E-Mail: p.kampeis@umwelt-campus.de

**Kompetenzzentren**

**Kompetenzzentrum E-Government und Umwelt**

Das Kompetenzzentrum beschäftigt sich mit der Modellierung und Implementierung von Verwaltungsprozessen, der barrierefreien Informationstechnik und der Umsetzung von E-Government in der Umweltverwaltung.

Leitung: Prof. Dr. Rolf Krieger

Telefon: +49 6782 / 17 – 1302 E-Mail: iss@umwelt-campus.de

Homepage: [www.iss.umwelt-campus.de](http://www.iss.umwelt-campus.de)

**Kompetenznetzwerk Umwelttechnik Rheinland-Pfalz**

Kooperationsplattform rheinland-pfälzische KMU der Branche Umwelttechnik

Leitung: Prof. Dr. Peter Heck

Telefon: +49 6782 / 17 – 1583 E-Mail: info@umwelttechnik-rlp.de

**Kompetenzzentrum Brennstoffzelle RLP/ Fuel Cell Centre Rheinland-Pfalz, FCCRP**

Die Schwerpunkte des Zentrums sind die Arbeiten mit industriellen Partnern auf den Gebieten von Brennstoffzellen, Brennstoffzellen-Komponenten und vollständigen Systemen.

Leitung: Prof. Dr. Gregor Hoogers

Telefon: +49 6782/17-1250, E-Mail: fuelcell@umwelt-campus.de

Homepage: [www.umwelt-campus.de/~brennstoffzelle](http://www.umwelt-campus.de/~brennstoffzelle)

**Kompetenzzentrum für örtlich verteilte Cross-Media-Verfahren, x\_m**

Das x\_m konzentriert sich auf Visualisierungen, Informations-, Interface-, Interaktionsdesign, Mediendesign, Konzeption und Realisation hypermedialer Lernsysteme.

Leitung: Prof. Franz Kluge

Telefon: +49 651/8103-838 E-Mail: kluge@fh-trier.de

---

### Weitere Forschungsaktivitäten der Hochschule Trier

#### **Brazilian-European-Center for Sustainability, BECS**

Leitung: Prof. Dr. Michael Bottlinger, Prof. Dr. Alfons Matheis  
Telefon: +49 6782/17-1120 E-Mail: m.bottlinger(at)umwelt-campus.de

---

#### **Interdisziplinäres Kompetenzzentrum Neurotechnologie, IKNTEC**

Die Zielsetzungen des Forschungsverbundes ist die Optimierung der technischen und operativen Vorgehensweise bei Behandlungen mittels tiefer Hirnstimulation, die Entwicklung neurowissenschaftlicher Software-Produkte sowie technische Entwicklungen auf den Gebieten der Neuromodulation und Neurorehabilitation.

Leitung: Prof. Dr. Peter Gemmar, Prof. Dr. Werner Wittling, OA Dr. Frank Hertel  
Telefon: +49 651/8103-375, E-Mail: info@ikntec.de  
Homepage: www.ikntec.de

#### **Technikum für optische Messtechnik, Gerätebau, Konstruktion und Bauteiloptimierung, OGKB**

Der Arbeitsschwerpunkt des Technikums für optische Messtechnik, Gerätebau, Konstruktion und Bauteiloptimierung erfolgt auf dem Gebiet der Methodik des Konstruierens, des Gerätebaus und der Bauteiloptimierung.

Leitung: Prof. Dr. Michael Schuth  
Telefon: +49 651/8103-396, E-Mail: M.Schuth@fh-trier.de  
Homepage: www.ogkb.fh-trier.de

#### **Umberto Competence Center Birkenfeld, UCC**

Praxisnahe Aus- und Weiterbildung von Studierenden im Bereich der computerbasierten Analyse und Darstellung von Stoff- und Energieströmen. Durchführung von Forschungsprojekten zum Einsatz computerbasierter Stoffstrommodelle und der Methode der Stoffstromnetze in betrieblichen und regionalen Stoffstrommanagementprojekten. Verknüpfung von Anwendern, Hochschulen und den Entwicklern zur Weiterentwicklung der Software Umberto.

Leitung: Prof. Dr. Klaus Helling  
Telefon: +49 6782/17-1224 E-Mail: k.helling(at)umwelt-campus.de  
Homepage: <http://ifas.umwelt-campus.de>  
<http://www.umberto.de>

#### **Zentrum Umwelt-Kommunikation am Umwelt-Campus, ZUKUC**

Arbeitsschwerpunkt des Zentrums sind Projekte im Bereich Nachhaltigkeitskommunikation/ Nachhaltigkeitsbildung. Hierbei ist ein besonderer Fokus auf die medienbasierte Kommunikation (Film, Internet, Social Software...) und deren Wirkung (Medienwirkungsforschung) gelegt.

Leitung: Prof. Dr. Alfons Matheis, Prof. Dr. Tim Schön  
Telefon: +49 6782 / 17 - 1192, E-Mail: zukuc@umwelt-campus.de  
Homepage: www.zukuc.de

#### **Kompetenzzentrum Solar**

Das KompetenzzentrumSolar versteht sich als Dienstleister bei der Konzeption, Planung, Systemdiagnostik, Optimierung sowie Weiterbildung im Bereich solarthermischer Niedertemperatursysteme und Photovoltaik.

Leitung: Prof. Dr. Christoph Menke  
Telefon: 0651 8103 - 368E-Mail: solar@solar.fh-trier.de  
Homepage: [www.fh-trier.de/index.php](http://www.fh-trier.de/index.php)

**Null-Emissions-Forschungsnetzwerk**

Leitung: Prof. Dr. Peter Heck

Telefon: +49 6782 / 17 – 1221 E-Mail: ifas@umwelt-campus.de

Homepage: [www.null-emissions-netzwerk.de](http://www.null-emissions-netzwerk.de)

**Forschungsverbund Verkehrstechnik und Verkehrssicherheit, FVV**

Leitung: Prof. Dr. Ch. Frings, Prof. Dr. R. Linn, Prof. Dr.-Ing. M. Scherer, Prof. Dr. J. Schneider, Prof. Dr.-Ing. H. Zoppke, Prof. Dr. P. Gemmar

Telefon: 0651/17429

E-Mail: [R.Linn@hochschule-trier.de](mailto:R.Linn@hochschule-trier.de)

Homepage: [www.fvv-trier.de](http://www.fvv-trier.de)

Lehr- und Forschungsbereich Strömungsmechanik Trier, LFST

Leitung: Prof. Dr. Christof Simon

Telefon: 0651/8103311

E-Mail: [C.Simon@hochschule-trier.de](mailto:C.Simon@hochschule-trier.de)



## Publikationen 2014 und 2015

### 2015

Hartard, Susanne; Liebert, W.  
Competitions and Conflicts on Resource Use  
Cham: Springer International Publishing 2015 320  
S. (Natural Resource Management and Policy; 46)

Michler, Hans-Peter  
Kommentierung der §§ 31 und 32 sowie §§ 63  
bis 70 VwVfG  
Bader, Johann; Ronellenfisch, Michael (Hrsg).  
VwVfG. München: Beck 2015 (Beck'scher On-  
line-Kommentar; 26)

Naumann, Stefan; Kern, Eva; Dick, Markus; Jo-  
hann, Timo  
Sustainable Software Engineering: Process and  
Quality Models, Life Cycle, and Social Aspects  
Hilty, L. M.; Aebischer, B. (Hrsg). ICT Innovations  
for Sustainability, Advances in Intelligent Sys-  
tems and Computing 310. Cham [u.a.]: Springer  
International Publishing 2015 S. 191 - 205

Regier, Marc  
Microwave processing of foods and its combina-  
tion with electron beam processing  
Pillai, Suresh; Shayanfar, Shima (Hrsg). Electron  
Beam Pasteurization and Complimentary Food  
Processing Technologies. Burlington: Elsevier  
Science 2015 S. 49 - 60

Schmäh, Marco; Gutsche, Jörg; Meyer-Gossner,  
Martin  
Wie Soft Skills und Social Business das Account  
Management revolutionieren  
Fließ, S.; Haase, M.; Jacob, F.; Ehret, M. (Hrsg).  
Kundenintegration und Leistungslehre. Wiesba-  
den: Springer Fachmedien 2015 S. 405 - 425

Schumann, C.; Rogin, S.; Schneider, H.; Tippköt-  
ter, N.; Oster, J.; Kampeis, P.  
Simultaneous Atline Quantification of Magnetic  
Particles and Microorganisms in the HGMS Fil-  
tration  
Chemie - Ingenieur - Technik. Bd. 87. H. 1-2. Wein-  
heim: Wiley-VCH Verl. 2015 S. 137 - 149

Struwe, Jochen  
Forschung an Fachhochschulen – Zur Politik von  
Hochschulchefs  
DUZ : das unabhängige Hochschulmagazin. Bd.  
2015. H. 1. Berlin : Raabe 2015 S. 16 - 16

### 2014

Becker, Wieland; Schober, Kay-Uwe; Drass, Mi-  
chael; Weber, Jan  
High-performance timber composite joints for  
spatial round wood truss structures  
Proceedings of the 13th World Conference on  
Timber Engineering (WCTE 2014). Quebec/ Kana-  
da. 2014 [2]

Benzschawel, Stefan; Roth, U.  
An Inexpensive Trusted Third Party to protect Wi-  
de-area eHealth Platforms  
Proceedings of the 6th International Conference  
on E-Health 2014 IADIS Press. Lissabon. 2014

Benzschawel, Stefan  
<http://www.hochschule-trier.de/index.php?id=15060>  
2014. 2014

Benzschawel, Stefan; Hohmann, J.  
Privacy by design meets privacy by default – eHe-  
alth technology and its interdependence with in-  
ternational law on privacy  
20th World Congress on Medical Law. Bali. 2014

Böhm, Peter  
Damage Analysis on a Broken Crank Shaft of a  
High Power Pump  
Athens Institute for Education and Research ATI-  
NER (Hrsg). ATINER's Conference Paper Series  
[IND 2014-2042]. Athen. 2014 12

Braun, Oliver; Chung, Fan; Graham, Ron  
Bounds on single processor scheduling with time  
restrictions  
Fliedner, Thomas; Kolisch, Rainer; Naber, Anulark  
(Hrsg). Proceedings of the 14th International Con-  
ference on Project Management and Scheduling.  
München: TUM School of Management 2014 S.  
48 - 51

- Braun, Oliver; Benmansour, Rachid; Artiba, Abdelhakim  
 On the single-processor scheduling problem with time restrictions  
 Kacem, Imed; Laroche, Pierre; Roka, Zsuzsanna (Hrsg). Proceedings of the 2014 International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT). Metz. 2014 S. 242 – 245
- Braun, Oliver; Chung, Fan; Graham, Ron  
 Single processor scheduling with time restrictions  
 Journal of Scheduling. Bd. 17. H. 4. Dordrecht: Springer Science + Business Media 2014 S. 399 - 403
- Brechtken, Dirk; Hadji-Minaglou, R.-R.; Scholzen, F.; Brechtken, D.  
 Unabhängige Versorgung mit thermischer und elektrischer Energie  
 Revue Technique Luxembourgeoise. Bd. 2014. H. 1. Luxemburg. 2014 S. 74 - 76
- Diewald, Andreas Richard  
 Doppler analysis and modeling of complex motions in layered media  
 IEEE (Hrsg). European Radar Conference (EuRAD), 2014 11th. Rom. 2014
- Diewald, Andreas Richard  
 Microstrip Line Via Modeling with Multilayer Magnetic-Wall Waveguides  
 VDE (Hrsg). Microwave Conference (GeMIC), 2014 German. Aachen. 2014 S. 1 – 4
- Filler, Andreas; Kern, Eva; Naumann, Stefan  
 Supporting Sustainable Development in Rural Areas by Encouraging Local Cooperation and Neighborhood Effects using ICT  
 Marx Gómez, Jorge; Sonnenschein, Michael; Vogel, Ute; Winter, Andreas; Rapp, Barbara; Giesen, Nils (Hrsg). EnviroInfo 2014 - 28th International Conference on Informatics for Environmental Protection. Oldenburg: BIS-Verlag 2014 S. 621 - 627
- Filler, Andreas; Haug, S.; Kowatsch, T.  
 The MobileCoach - An Open Source Solution for Behavioral Change Interventions  
 Abstract presented at the 7th Scientific Meeting of The International Society for Research on Internet Interventions (ISRII). Valencia, Spain. 2014
- Gollmer, Klaus-Uwe  
 Beitrag Automatisierungstechnik  
 Deckwer, Wolf-Dieter (Hrsg). RÖMPP Lexikon Biotechnologie und Gentechnik. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme 2014 x
- Grefe, Cord  
 Bilanzen  
 8. aktualisierte Auflage. Aufl. Herne: Kieh 2014 240 S.
- Grefe, Cord  
 Die ertragsteuerliche Behandlung von Dividenden bei gewerblichen Anteilseignern  
 Der Steuerberater. Bd. 65. H. 1/2. Frankfurt, M.: Dt. Fachverl. 2014 S. 39 – 47
- Grefe, Cord  
 Ertragsteuerliche Modifikationen gewerblicher Dividenden. Rechtsgrundlagen und Strukturübersichten  
 Steuer und Studium. Bd. 35. H. 8. Herne; Berlin: NWB 2014 S. 454 - 460
- Grefe, Cord  
 Unternehmenssteuern  
 17. aktualisierte Auflage. Aufl. Herne: Kiehl 2014 586 S.
- Hartard, Susanne  
 Ein neues Leitbild für Unternehmen  
 Ökologisches Wirtschaften. Bd. 2014. H. 3. München: ÖKOM 2014 S. 18 – 19
- Hartard, Susanne; Schaffer, A.; Lang, E.  
 Systeme in der Krise im Fokus von Resilienz und Nachhaltigkeit  
 Marburg: Metropolis-Verlag 2014 290 S.

- Haug, S.; Kowatsch, T.; Paz Castro, R.; Filler, Andreas; Schaub, M.P.  
Efficacy of a web- and text messaging-based intervention to reduce problem drinking in young people: study protocol of a cluster-randomised controlled trial  
BMC Public Health. Bd. 14. London: BioMed Central 2014 8
- Haug, S.; Paz Castro, R.; Filler, Andreas; Kowatsch, T.; Fleisch, E.; Schaub, M.P.  
Efficacy of an internet and SMS-based integrated smoking cessation and alcohol intervention for smoking cessation in young people: study protocol of a two-arm cluster randomised controlled trial.  
BMC Public Health. Bd. 14. London: BioMed Central 2014 8
- Hecker, D. J.; Lohscheller, J.; Schorn, B.; Koch, Klaus Peter; Schick, B.; Dlugaiczyk, J.  
Electromotive triggering and single sweep analysis of vestibular evoked myogenic potentials (VEMPs)  
IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering. Bd. 22. H. 1. New York, NY: IEEE 2014 S. 158 – 167
- Helling, Klaus; Hauptenthal, K.  
Nachhaltigkeit und Biomassenutzung in Deutschland - Situation, Strategien, Perspektiven  
Härtel, Ines (Hrsg). Nachhaltigkeit, Energiewende, Klimawandel, Welternährung: politische und rechtliche Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Baden-Baden: Nomos 2014 S. 119 - 141
- Hinzen, Hubert  
Basiswissen Maschinenelemente  
2. Aufl. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2014 377 S.
- Hinzen, Hubert  
Maschinenelemente [Teil 2]  
3. Aufl. München: Oldenbourg 2014 439 S.
- Kampeis, Percy; Hohmann, J.; Benzsawel, S.  
Privacy by design meets privacy by default – eHealth technology and its interdependence with international law on privacy  
Bali. 2014
- Kampeis, Percy; Shaikh, Y.S.; Lieblang, M.  
Steigerung der Separationseffizienz und Reproduzierbarkeit in der Hochgradienten-Magnetseparation mittels Modell- und Erfahrungs-basiertem Filterkammer-Design  
Chemie Ingenieur Technik. Bd. 86. H. 9. 2014 S. 1503 - 1504
- Kern, Eva; Dick, Markus; Naumann, Stefan; Hiller, Tim  
Impacts of software and its engineering on the carbon footprint of ICT  
Environmental Impact Assessment Review. Hamburg: Elsevier 2014
- Kern, Eva; Luther-Klee, Bianca; Naumann, Stefan; Filler, Andreas  
Kriterien für Webportale zur Unterstützung nachhaltiger Regionalentwicklung am Fallbeispiel „vitaminBIR“  
Plödereder, Erhard; Grunske, Lars; Schneider, Eric; Ull, Dominic (Hrsg). Informatik 2014. Big Data – Komplexität meistern. Lecture Notes in Informatics (LNI) – Proceedings. Bonn: Gesellschaft für Informatik 2014 S. 1923 - 1934
- Koch, Klaus Peter; Hecker, H.; Dlugaiczyk, J.; Daneshvar, H.  
Entwicklung und Test eines neuen Triggermechanismus zur Ableitung von taktil ausgelösten vestibulär evozierten myogenen Potentialen (VEMPs);  
DGA-Jahrestagung, 2014. Oldenburg. 2014
- Koch, Klaus Peter; Kneist, W.; Kauff, DW; Schröder, M.; Lang, H.  
Percutaneous nerve evaluation based on electrode placement under control of autonomic innervation  
Tech Coloproctol. Bd. 2014. H. 8. 2014 S. 725 - 730

- Kowatsch, T.; Wahle, F.; Filler, Andreas; Fleisch, E.  
Predicting Adverse Behavior with Early Warning Health Information Systems by Mining Association Rules on Multi-dimensional Behavior: A Proposal.  
Poster presented at the 7th Scientific Meeting of The International Society for Research on Internet Interventions (ISRII). Valencia, Spain. 2014
- Krieger, Rolf; Beck, Marc  
Probleme mit der elektronischen Signatur bei Einführung eines E-Government-Verfahrens  
Drechsler, Rolf (Hrsg). Aspekte der technischen Informatik, Festschrift zum 60. Geburtstag von Bernd Becker. Münster: Verl.-Haus Monsenstein und Vannerdat 2014 S. 59 - 70
- Kröniger, Holger  
Aktuelle Entscheidungen und Rechtsprechung zur Windenergie  
Zeitschrift für Landes- und Kommunalrecht Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland. Bd. 2014. H. 6. München: Beck 2014 S. 227 – 231
- Lohscheller, Jörg; Schuster, M.; Al-Muzaini, A.; Köhler, E.  
Änderung der Schwingungsdynamik der Stimmlippen durch Kopfdrehung bei stimmgesunden Frauen  
31. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP). Lübeck. 2014
- Lohscheller, Jörg; Unger, J.; Schuster, M.; Hecker, D.; Schick, B.  
Ein generalisiertes Verfahren zur Analyse stationärer und nicht-stationärer Stimmlippendynamik  
31. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP). Lübeck. 2014
- Lohscheller, Jörg; Herbst, CT; Švec, JG; Henrich, N; Weissengruber, G.; Fitch, WT.  
Glottal opening and closing events investigated by electroglottography and super-high-speed video recordings  
The Journal of Experimental Biology. Bd. 217. H. 6. Cambridge: Company of Biologists 2014 S. 955 – 96
- Lohscheller, Jörg; Unger, J.; Kunduk, M.; Schick, B.; Hecker, DJ.  
Quantifying spatiotemporal properties of vocal fold dynamics based on a multiscale analysis of phonovibrograms  
IEEE Transactions on Biomedical Engineering. Bd. 61. H. 9. New York, NY: IEEE 2014 S. 2422 – 2433
- Lohscheller, Jörg; Unger, J.; Schick, B.  
The Visible Human Voice  
31. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. Lübeck. 2014
- Michler, Hans-Peter  
Nutzung öffentlicher Straßen durch Abfall- und Wertstoffsammelbehälter  
Die Gemeinde : BWGZ. Bd. 2014. H. 22. Stuttgart: Gemeindetag Baden-Württemberg 2014 S. 1292 – 1297
- Michler, Hans-Peter; Arps, Henning  
Verkehrslärmschutz  
Ziekow, Jan (Hrsg). Handbuch des Fachplanungsrechts Grundlagen - Praxis - Rechtsschutz, Rechtsstand: voraussichtlich Januar 2012. 2. Aufl. München: Beck 2014 S. 323 - 380
- Oechsle, Rainer  
Parallele und verteilte Anwendungen in Java  
4. neu bearb. Aufl. München: Hanser-Verlag 2014 442 S.
- Pasteur, A.; Tippkötter, N.; Kampeis, P; Ulber, R.  
Optimization of High Gradient Magnetic Separation Filter Units for the Purification of Fermentation Products  
IEEE Transactions on Magnetics. Bd. 50. H. 10. New York, NY: IEEE 2014 S. 10 - 10
- Raddatz, Heike; Rudy, H.; Rosch, A.; Schloeder, M.  
Druck- und CO<sub>2</sub>-Messung in Perl- und Schaumweinen durch Infrarotspektroskopie  
Deutsches Weinbaujahrbuch. Bd. 2015. Stuttgart: Ulmer 2014 S. 125 – 128

- Raddatz, Heike; Michel, O.; Henle, T.  
Einfluss von Gärparametern auf die Zusammensetzung von Gärverlustaromen  
Zeitschrift Lebensmittelchemie. Bd. 68. 2014 S. 89 – 90
- Raddatz, Heike; Michel, O.; Ferner, M.J.; Riplinger, C.; Atrott, J.; Hegewaldt, R.; Schubert, H.; Mendel, C.; Pickert, J.; Hartert, C.; Henle, T.  
Funktionelle Naturstoffe in Lebensmitteln und Kosmetika  
Symposium Wirk- und Effektstoffforschung RLP: Screening, Synthese, Wirkung & Verfahrenstechnik. Kaiserslautern. 2014
- Raddatz, Heike; Hausinger, K.; Lipps, M.; Rosch, A.; Scholten, G.; Schrenk, D.  
Influence of grape rot on the contents of sulfur binding compounds in wine after automated optical grape-sorting  
Vitis: Journal of Grapevine Research. Bd. 53. H. 3. Siebeldingen: Inst. für Rebenzüchtung des Julius-Kühn-Inst. 2014 S. 167 - 171
- Raddatz, Heike  
Naturkosmetik - Traditionelle Wirkstoffe unter der Lupe  
Cossma. Bd. 2014. H. 1-2. Karlsruhe: Health and Beauty Business Media 2014 S. 22 - 23
- Regier, Marc  
Angle resolved NIR-spectroscopy: a new method for detecting water concentration profiles?  
Wageningen University. Wageningen, Niederlande. 2014
- Regier, Marc; Liegl, W.  
Auswertung der winkelabhängigen NIR-Spektroskopie zur tiefenaufgelösten Wassergehaltsbestimmung  
ProcessNet Fachausschuss Lebensmittelverfahrenstechnik. Germany. 2014
- Regier, Marc; Liegl, W.  
Auswertung der winkelabhängigen NIR-Spektroskopie zur tiefenaufgelösten Wassergehaltsbestimmung  
ProcessNet Fachausschuss Trocknungstechnik. Germany. 2014
- Regier, Marc; Alles, K.  
Erste Ergebnisse der winkelabhängigen NIR-Spektroskopie zur tiefenaufgelösten Wassergehaltsbestimmung  
ProcessNet Fachausschuss Trocknungstechnik. Germany. 2014
- Regier, Marc; Liegl, W.  
Erste Ergebnisse der winkelabhängigen NIR-Spektroskopie zur tiefenaufgelösten Wassergehaltsbestimmung  
ProcessNet –Jahrestagung. Aachen. 2014
- Regier, Marc  
Microwave Heating  
Yasmine Motarjemi (Hrsg). Encyclopedia of Food Safety. Volume 3. Aufl. Germany. 2014 S. 202 - 207
- Schaper, Thorsten  
Formen der Preisdifferenzierung  
WISU - Das Wirtschaftsstudium. Bd. 2014. H. 1. Düsseldorf: Lange 2014 k.A.
- Schmidt, Gunnar  
Visualität/Tangibilität : zur De-, Trans- und Performance des Textilien  
Kapustka, Mateusz (Hrsg). Textile Studies 7. Bild-Riss : textile Öffnungen im ästhetischen Diskurs. Emsdetten: Edition Imorde 2014 S. 185 - 200
- Schmidt, Hubert  
a) Abschnitts herausgeber Mietrecht, b) Kommentierung der §§ 535, 538, 549 BGB, online seit 11.12.2014  
Gsell/Lorenz/Krüger/Maier (Hrsg). Beck'scher Online-Großkommentar BGB. Germany. 2014
- Schmidt, Hubert; Becker, Jörn  
AGB-Einbeziehung und Klauselverbote im b2b-Bereich  
Anwaltsfortbildung, Deutsche Anwalt Akademie, 13.06.2014. Berlin. 2014

- Schmidt, Hubert  
Anmerkung zu BGH, Urt. v. 01.10.2014, VII ZR 344/13  
LMK 2014, 364527. Germany. 2014
- Schmidt, Hubert  
Anmerkung zu BGH, Urt. v. 13.05.2014, XI ZR 405/12  
LMK 2014, 361197. Germany. 2014
- Schmidt, Hubert  
Ansprache zur Feier der Eröffnung der neuen Praxisräume der Kanzlei Martini Mogg Vogt am 16.03.2014  
Koblenz. 2014
- Schmidt, Hubert  
Die Eigenbedarfskündigung  
NZM. Bd. 2014. H. 17. München; Frankfurt, Main: Beck 2014 S. 609 - 621
- Schmidt, Hubert  
Die Eigenbedarfskündigung - Konkretisierung des Tatbestands und Grenzen der Auslegung  
Mietgerichtstag, 04.04.2014. Germany. 2014
- Schneider, Jörn; Nett, Tillmann  
Automated Planning of Charge Processes for Privately Owned Electric Vehicles  
3rd International Conference on Connected Vehicles & Expo. Vienna, Austria. 2014
- Struwe, Jochen  
Hochschullehrerbund hlb: Beibehaltung des Status quo oder Weiterentwicklung zu einer schlagkräftigen Interessenvertretung?  
Die neue Hochschule : Nachrichten, Meinungen, Berichte Hrsg.: Hochschullehrerbund - Bundesvereinigung - e.V. (hlb). Bd. 2014. Bonn Hlb 2014 S. 1 –1
- Struwe, Jochen  
Lehrverpflichtung an Fachhochschulen – Lösungsmöglichkeiten jenseits der Deputatsreduktion  
Die neue Hochschule. Bd. 2014. H. 3. Bonn: HLB 2014 S. 92 - 98
- Threuter, Christina  
Ausschlüsse des Unerwarteten: Herlinde Koelbls Fotobuch „Das deutsche Wohnzimmer“ 1980  
Nierhaus, Irene; Nierhaus, Andreas (Hrsg). Wohnen zeigen!. Modelle und Akteure des Wohnens in Architektur und visueller Kultur. Bielefeld: Transcript 2014 S. 303 - 320
- Vier, D.; Wambach, S.; Schünemann, V.; Gollmer, Klaus-Uwe  
Infrarotspektroskopie und multivariate Modellierung zur Analyse von Hochzeldichtefermentationen  
Chemie Ingenieur Technik - Special Issue: ProcessNet-Jahrestagung 2014 und 31. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen. Bd. 86. H. 9. Weinheim: Wiley-VCH Verl. 2014 S. 1583 - 1583
- Vier, D.; Wambach, S.; Schünemann, V.; Gollmer, Klaus-Uwe  
Quantifizierung der Proteinadsorption auf magnetischen Partikeln mittels Infrarotspektroskopie und datengetriebener Modellierung  
Chemie Ingenieur Technik - Special Issue: ProcessNet-Jahrestagung 2014 und 31. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen. Bd. 86. H. 9. Weinheim: Wiley-VCH Verl. 2014 S. 1592 - 1592

---

## Verzeichnis Professorinnen/Professoren

### Informatik

Prof. Dr. Stefan Benzschawel	Medizinische Informationssysteme
Prof. Dr. Karl-Hans Bläsius	Wissensbasierte Systeme
Prof. Dr. Peter Gemmar	CA- Verfahren
Prof. Dr. Karl-Heinz Klösener	Datenbanken
Prof. Dr. Konstantin Knorr	IT-Sicherheit
Prof. Dr. Andreas Künkler	Softwaretechnik, Programmiersprachen
Prof. Dr. Jörg Lohscheller	Medizininformatik
Prof. Dr. Christoph Lürig	Digitale Lernspiele
Prof. Dr. Andreas Lux	Wirtschaftsinformatik
Prof. Kay Märthesheimer	Gestaltung interaktiver Medien
Prof. Dr. Rainer Oechsle	Verteilte Systeme / Rechnernetze
Prof. Dr. Christof Rezk-Salama	Spielerprogrammierung / Spieltechnologie
Prof. Dr. Georg Rock	Software-Engineering
Prof. Dr. Fritz Nikolai Rudolph	CAD oder Softwaretechnik
Prof. Dr. Heinz Schmitz	Theoretische Grundlagen der Informatik
Prof. Dr. Georg Schneider	Medieninformatik / Multimedia
Prof. Dr. Jörn Schneider	Technische Informatik

### Elektrotechnik

Prof. Dr. Dirk Brechtken	Energietechnik
Prof. Dr. Andreas Diewald	Digitale elektronische Systeme
Prof. Dr. Otfried Georg	Glasfasertechnik und Mikrowellenleiter
	Grundlagen Elektrotechnik
Prof. Dr. Ernst-Georg Haffner	Mathematik und Informationstechnik
Prof. Dr. Christoph Hornberger	Medizintechnik
Prof. Dr. Hellmut Hupe	Energiesystemtechnik / Schwerpunkt Leistungselektronik bzw. elektrische Fahrzeug-/Bahnantriebe
Prof. Dr. Walter Jakoby	Automatisierungstechnik
Prof. Dr. Klaus-Peter Koch	Elektrische Messtechnik
Prof. Dr. Matthias Scherer	Elektronik
Prof. Dr. Elmar Seidenberg	Mikroprozessortechnik

### Lebensmitteltechnik

Prof. Dr. Enrico Careglio	Produktentwicklung und Lebensmittelsicherheit
Prof. Dr. Georg Kapfer	Betriebswirtschaft der Lebensmittel
Prof. Dr. Günther Lübbe	Lebensmitteltechnologie
Prof. Dr. Bernhard Möller	Mikrobiologie
Prof. Dr. Heike Raddatz	Chemie / Lebensmittelchemie
Prof. Dr. Marc Regier	Lebensmittelverfahrenstechnik
Prof. Dr. Jens Voigt	Getränketechnologie und Hygienic Design

### **Maschinenbau**

Prof. Dr. Jürgen Bär	Betriebswirtschaftlich-Mathematische Methoden
Prof. Dr. Peter Böhm	Werkstoffkunde
Prof. Dr. Thomas Bonart	Betriebswirtschaftslehre
Prof. Dr. Lars Draack	Technische Sicherheit und Arbeitsschutz
Prof. Dr. Christoph Heinrich	Verbrennungsmotoren
Prof. Dr. Hubert Hinzen	Mechanik und Maschinenlehre
Prof. Dr. Karl Hofmann von Kap-herr	Werkzeugmaschinen
Prof. Dr. Peter König	Fahrzeugaufbau und Fahrzeugsicherheit
Prof. Dr. Sven König	Turbomaschinen
Prof. Dr. Helmut Köstner	Fahrwerktechnik für Kraftfahrzeuge
Prof. Dr. Harald Ortwig	Hydraulik und Pneumatik
Prof. Dr. Jan Christoph Otten	Konstruktionslehre
Prof. Dr. Michael Schuth	Feinwerktechnik
Prof. Dr. Christof Simon	Wärme-, Kraft-, Arbeitsmaschinen, Wärmelehre / Strömungslehre
Prof. Dr. Armin Wittmann	Produktionstechnik
Prof. Dr. Uwe Zimmermann	Mess- und Regelungstechnik
Prof. Dr. Hartmut Zoppke	Antriebstechnik für Fahrzeuge

### **Bauingenieurwesen**

Prof. Dr. Torsten Ebner	Baubetrieb
Prof. Dr. Michael Erzmann	Umwelttechnik / Siedlungswasserwirtschaft
Prof. Bernd Lehmann	Vermessungstechnik
Prof. Dr. Henning Lungershausen	Massivbau
Prof. Dr. Ekkehard Neurath	Stahlbetonbau und Spannbetonbau
Prof. Dr. Joachim Sartor	Wasserbau
Prof. Dr. Tino Schatz	Baustoffkunde
Prof. Dr. Hans-Gerd Schoen	Grundbau / Bodenmechanik
Prof. Alfred Stein	Baukonstruktion / Bauphysik
Prof. Dr. Roland Trapp	Verkehrswesen

### **Versorgungstechnik**

Prof. Dr. Werner Ameling	Lüftungs- und Klimatechnik, Schalltechnik, Baukonstruktion
Prof. Dr. Burkard Fromm	Elektrische Energieverteilung und Messtechnik
Prof. Dr. Frank Gossen	Heizungstechnik und Energieeffizienz
Prof. Dr. Christoph Menke	Abgastechnik und Immissionsschutz
Prof. Dr. Jens Neumeister	Energietechnik
Prof. Dr. Manfred Schlich	Gasversorgung und Gastechnik
Prof. Dr. Stefan Wilhelm	Anlagentechnik / Projektmanagement
Prof. Dr. Klaus Zellner	Abfall-Verfahrenstechnik

---

### **Umweltplanung und Umwelttechnik**

Prof. Dr. Michael Bottlinger	Mechanische Verfahrenstechnik
Prof. Dr. Heike Bradl	Umweltgeotechnik
Prof. Dr. Klaus Brinkmann	Automatisierungstechnik und Energiesystemtechnik
Prof. Dr. Ulrich Bröckel	Recyclingtechnik, Anlagenplanung und Projektierung
Prof. Dr. Michael Eulenstein	Compilerbau und –generierung
Prof. Dr. Peter Fischer-Stabel	Informatik und Visualisierung
Prof. Dr. Thomas Geib	Fertigungstechnik und Betriebsorganisation
Prof. Dr. Wolfgang Gerke	Elektrotechnik, Energietechnik und elektrische Maschinen
Prof. Dr. Kerstin Giering	Mathematik / Physik
Prof. Dr. Klaus-Uwe Gollmer	Simulation
Prof. Dr. Peter Gutheil	Maschinenelemente und Werkzeugmaschinen
Prof. Dr. Eckard Helmers	Anorganische Analytik, Metallanalytik
Prof. Dr. Gregor Hoogers	Wasserstofftechnologie / Brennstoffzelle/ Regenerative Energien
Prof. Dr. Percy Kampeis	Bioverfahrenstechnik
Prof. Dr. Patrick Keller	Bio- und Pharmatechnik
Prof. Dr. Robert Klemps	Mikrobiologie, Bioverfahrenstechnik
Prof. Dr. Hanns Köhler	Konstruktion und Gerätebau
Prof. Dr. Uwe Krieg	Apparate- und Anlagenbau (Maschinenbau)
Prof. Dr. Rolf Krieger	Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Norbert Kuhn	Datenbanken / Informationssysteme
Prof. Dr. Anne Lämmel	Biotechnologie
Prof. Dr. Alfons Matheis	Ethik / Kommunikation
Prof. Dr. Stefan Naumann	Grundlagen der Informatik und Mathematik
Prof. Dr. Hans-Ulrich Ponto	Verfahrenstechnik
Prof. Dr. Thomas Preußler	Mechanik und Festigkeitslehre
Prof. Dr. Martin Rumpler	Medieninformatik
Prof. Dr. Tim Schönborn	Kommunikation und Neue Medien
Prof. Dr. Rita Spatz	Mathematik und Statistik
Prof. Dr. Gisela Sparmann	Software Engineering
Prof. Dr. Jochen Struwe	Unternehmensführung, Rechnungswesen und Controlling
Prof. Dr. Henrik te Heesen	Technologien der erneuerbaren Energien
Prof. Dr. Stefan Trapp	Neue Materialien, Nachwachsende Rohstoffe u. Polymere

### **Wirtschaft**

Prof. Dr. Frank Altröck	Betriebswirtschaft, insbesondere Bankbetriebslehre
Prof. Dr. Udo Burchard	BWL / Marketing / Human Resources Management
Prof. Dr. Gerd Diethelm	BWL / Unternehmensführung / International Management
Prof. Dr. Cord Grefe	BWL / Betriebliche Steuerlehre unter besonderer Berücksichtigung entscheidungsrelevanter Unternehmenssteuern, Bilanzsteuerrecht und Internationales Steuerrecht
Prof. Dr. Jörg Gutsche	Betriebswirtschaft, insbesondere Marketing/Unternehmensführung
Prof. Dr. Michael Hakenberg	Wirtschaftsrecht
Prof. Dr. Jörg Henzler	Volkswirtschaftslehre / Makroökonomie
Prof. Dr. Michael Keilus	BWL und Rechnungswesen
Prof. Dr. Dominik Kramer	BWL / internes Rechnungswesen und Controlling
Prof. Dr. Elvira Kuhn	Organisation und Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Ute Nikolay	Wirtschaftsfranzösisch
Prof. Dr. Juliane Proelß	Betriebswirtschaft, insbesondere Finanzierung
Prof. Dr. Tobias Richter	Business Administration
Prof. Dr. Helge Klaus Rieder	Software Engineering, Datenverarbeitung, Aufbau betriebswirtschaftlicher Expertensysteme
Prof. Dr. Wilhelm Steinbuß	Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Dieter Steinmann	Kommunikationssysteme, SAP, Material- und Produktionswirtschaft

### **Umweltwirtschaft und Umweltrecht**

Prof. Dr. Oliver Braun	Quantitative Wirtschaftslehre
Prof. Dr. Tilman Cosack	Deutsches und europäisches Umweltrecht sowie Energiewirtschaftsrecht
Prof. Dr. Rainald Enders	Energieumweltrecht, insbesondere Recht der erneuerbaren Energien und Recht des Klimaschutzes
Prof. Rudibert Franz	Wirtschaftsprivatrecht und Staatslehre
Prof. Dr. Susanne Hartard	Industrial Ecology
Prof. Dr. Peter Heck	Stoffstrommanagement
Prof. Dr. Klaus Helling	Umweltmanagement / Allgemeine Betriebswirtschaftslehre
Prof. Dr. Torsten Henzelmann	Sustainable Business
Prof. Dr. Frank Immenga	Bürgerliches Recht, Wettbewerbsrecht und gewerblicher Rechtsschutz
Prof. Dr. Christian Kammlott	Allg. BWL, insb. Investition und Finanzierung / Rechnungswesen
Prof. Dr. Axel Kihm (seit 9.2013)	Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Unternehmensrechnung
Prof. Dr. Holger Kröniger	Energiewirtschaftsrecht
Prof. Dr. Dirk Löhr	Steuerlehre und Ökologische Ökonomik
Prof. Dr. Hans-Peter Michler	Umwelt- und Planungsrecht sowie Europarecht

Prof. Dr. Reinhold Moser	Volkswirtschaftslehre, insb. Makroökonomie
Prof. Dr. Markus Müller	Arbeitsrecht und Allgemeines Zivilrecht
Prof. Dr. Maire Mulloy	Englisch
Prof. Dr. Klaus Rick	Allg. BWL, insb. Umweltorientierte Unternehmensführung
Prof. Dr. Thorsten Schaper	Allg. BWL, insb. Marketing
Prof. Dr. Hubert Schmidt	Bürgerliches Recht, Europäisches Wirtschaftsrecht und Verfahrensrecht
Prof. Dr. Cornelia Strieder	Französisch
Prof. Dr. Stephan Tomerius	Allgemeines und besonderes Verwaltungsrecht (insbesondere Kommunal- und Baurecht) sowie Verwaltungsprozessrecht
Prof. Dr. Georg Wenglorz	Gesellschafts-, Wettbewerbs- und Kartellrecht sowie Europarecht

### **Architektur**

Prof. Dr. Wieland Becker	Holzbau
Prof. Kurt Dorn	Planungs- und Baumanagement / Baurecht
Prof. Dr. Hartmut Eckhardt	Entwerfen und Gebäudelehre
Prof. Marion Goerd	Städtebau
Prof. Frank Kasprusch	Konstruieren
Prof. Dr. Matthias Sieveke	Konstruieren / Technischer Ausbau
Prof. Bernhard Sill	Tragsysteme, Konstruieren und Material
Prof. Oskar Spital-Frenking	Baudenkmalpflege
Prof. Robert Thum	Computational Design in Architecture
Prof. Andrea Wandel	Entwerfen, Raumbildung und Darstellung

### **Innenarchitektur**

Prof. Stefan Dornbusch	Zeichnen und Gestaltungsgrundlagen
Prof. Ingo Krapf	Möbel-, Produkt- und Ausstellungsdesign
Prof. Martin Schroth	Digitales Konstruieren und Entwerfen
Prof. Wolfgang Strobl	Technischer Ausbau und Entwerfen
Prof. Heribert Wiesemann	Ausbaukonstruktion und Entwerfen

### **Intermedia Design**

Prof. Daniel Gilgen	Medienräume: Mediale Raum- und Umweltgestaltung
Prof. Thomas Hirt	Medienkommunikation: Crossmedia integrierter Kommunikation
Prof. Robert Negelen	Narrative Formate: Audiovision, Interaktion und multimediales Erzählen
Prof. Dr. Gunnar Schmidt	Medientheorie / Medienpraxis: Theorie und Praxis des Intermedialen

### **Kommunikationsdesign**

Prof. Babak Mossa	
Asbagholmodjahedin	Entwurf / Zeichnen
Prof. Anna Bulanda-Pantalacci	Zeichnerische Studienfächer Figur / Objekt und Gestaltungsgrundlagen / Entwurf
Prof. Anita Burgard	Design Körper/ Raum
Prof. Andreas Hogan	Schriftdesign u. Typografie
Prof. Henriette Sauvart	Buchgestaltung/Illustration
Prof. Hermann Vaske	Design Werbung/ Entwurf

### **Modedesign**

Prof. Barbara Best	Entwurf, Kollektionsgestaltung und künstlerische Darstellung
Prof. Bettina Maiburg	Grundlagen Gestaltung, Aufbau Bekleidungskollektion, Ideenfindung, Modellentwurf, KOB, DOB
Prof. Jo Meurer	Designkonzeption / -realisation, künstlerische Darstel- lungstechniken, Aufbau von Industriekollektionen, experimentelles Gestalten
Prof. Hermann Spaan	Freies Zeichnen/ Farblehre
Prof. Dr. Christina Threuter	Design, Kunst und Kulturgeschichte / Geschichte der Bekleidung
Prof. Dirk Wolfes	Grundlagen Gestaltung und Aufbau von Bekleidungs- kollektionen / DOB, Grundlagen künstlerischer, gestal- terischer Entwurf / DOB, Kollektionserstellung und -planung / DOB

### **Edelstein und Schmuck**

Prof. Ute Eitzenhöfer	Edelsteindesign
Prof. Theo Smeets	Schmuck- und Objektgestaltung

## Effektiver Dialog zwischen Hochschule und Wirtschaft

### WERDEN SIE MITGLIED IM FÖRDERKREIS DER HOCHSCHULE TRIER E.V.

Der Förderkreis der Hochschule Trier wurde vor fünfzehn Jahren mit dem Ziel gegründet, den Dialog zwischen Hochschule und Wirtschaft sowie den Verbänden und Kommunen der Region Trier und Umland zu fördern.

So schlagen wir Brücken zwischen Forschung, Lehre und Praxis - welche durch das Engagement und Beitragsaufkommen der Mitglieder des Förderkreises erst realisiert werden können.

Wir sind eine kommunikative Plattform für sinnvolle Investition in die Zukunft von Stadt und Region Trier. Um die Aktivitäten des Förderkreises der Hochschule Trier e.V. auch weiterhin so erfolgreich realisieren zu können, sind wir auf Spenden und das finanzielle Engagement zahlreicher Mitglieder angewiesen. Über positive Resonanzen würden wir uns sehr freuen - denn ein Investment in junge Forschung, Technik und Gestaltung wird Kreise ziehen.



### - BEITRITTSERKLÄRUNG -

Hiermit erkläre(n) ich/wir meinen/unseren Beitritt zum Förderkreis der Hochschule Trier e.V.

**als Einzelperson**

Jahresbeitrag EUR 40,00

**Firma/juristische Person**

- Mitarbeiteranzahl bis zu 10

Jahresbeitrag EUR 130,00

- Mitarbeiteranzahl von 11 bis 100

Jahresbeitrag EUR 260,00

- Mitarbeiteranzahl über 100

Jahresbeitrag EUR 390,00

Name.....

Straße.....

PLZ/Ort.....

Ansprechpartner.....

Telefon/Fax.....

E-Mail.....

Ort/Datum.....

Senden Sie den ausgefüllten Abschnitt an:

**Förderkreis der Hochschule Trier e.V.**

Schneidershof

**Prof. Dr. Andreas Künkler**

Postfach 1826

D - 54208 Trier

**So erreichen Sie uns:**

Förderkreis der Hochschule Trier e.V.  
Schneidershof  
54208 Trier

Telefon: 0651 8103-444/ -598  
Fax: 0651 8103-597  
E-Mail: foerderkreis@hochschule-trier.de

**Geschäftsführender Vorstand**

Vorsitzender: Wolfgang Elsen  
2. Vorsitzender: Prof. Dr. Dr. Thomas B. Schmidt  
Geschäftsführer: Prof. Dr. Andreas Künkler

## Impressum

**Herausgeber:**

Hochschule Trier,  
Hauptcampus Schneidershof, 54293 Trier

**Verantwortlich im Sinne des Presserechts:**

Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier, Leiter Wissens- und Technologietransfer der Hochschule Trier  
Beiträge sind namentlich gekennzeichnet.

**Koordination, Anzeigenverwaltung und redaktionelle Betreuung:**

Dipl.-Designerin (FH) Michaela Faber  
Lena Spies

**Konzept, redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung:**

Dipl.-Designerin (FH) Michaela Faber

**Fotografien:**

Titel, Seiten 30-33, 100-103, 140-143 Dipl.-Designerin (FH) Michaela Faber  
Alle anderen Fotografien verantworten die Beitragenden  
(jeweils namentlich gekennzeichnet)

**Druck:**

VMK-Druckerei GmbH, Faberstrasse 17, 67590 Monsheim | [www.vmk-druckerei.de](http://www.vmk-druckerei.de)

**Auflage:**

1.000 Exemplare

**Vertrieb:**

Hochschule Trier, Wissens- und Technologietransfer  
Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier, Schneidershof, 54293 Trier  
Telefon: +49 651 8103 598  
Fax: +49 651 8103 597  
[D.Bier@hochschule-trier.de](mailto:D.Bier@hochschule-trier.de)

Alle Rechte vorbehalten.

Der Nachdruck von Beiträgen ist nur mit Genehmigung der Hochschule Trier gestattet.

Trier, Juli 2015