



# HOCHSCHULE **TRIER**

Trier University of Applied Sciences



## Wann ist ein Geldinstitut gut für die Region Trier?

Wenn es in die Zukunft der Kinder und jungen Erwachsenen investiert.

Die Sparkasse Trier fördert auf vielfältige Weise Bildung und Wissenschaft in der Region. Ihr Engagement zeigt sich besonders in Maßnahmen zur Verbesserung der Bildungschancen von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen. Projekte zur Förderung von Schlüsselqualifikationen junger Menschen in den Bereichen Wirtschaftserziehung, Finanzbildung und Forschung sind Bausteine ihrer Initiative. Bereits in den Schulen beginnt das Engagement der Sparkasse Trier. Beispielsweise mit den Projekten „Sparkassen-Schul-Service“, „Planspiel Börse“ oder „Jugend forscht“. Es setzt sich durch vielfältigen Fördermaßnahmen in den Bereichen Wissenschaft und Forschung an den Trierer Hochschulen fort. [www.sparkasse-trier.de](http://www.sparkasse-trier.de)



Sparkasse  
Trier

Sparkasse. Gut für Trier und Trier-Saarburg.

**LEHRE UND  
FORSCHUNG 2012**







## Vorwort

Durch die formale Änderung ihres Namens gemäß § 1 Abs. 4 HochSchG hat die Hochschule Trier nicht nur nach außen dokumentiert, dass sie sich bewusst den neuen Rahmenbedingungen sowie dem zunehmenden Wettbewerb gestellt hat; die Entwicklung der Studierendenzahl und der eingeworbenen Drittmittel bestätigt, dass der engagierte Einsatz sowohl in der Lehre als auch in der Forschung Früchte trägt.

Mit 7.500 Studierenden hat die Hochschule Trier ihre mit dem Hochschulpakt II vereinbarten ehrgeizigen Ziele für 2012 mehr als erreicht; damit leistet unsere Hochschule einen wichtigen Beitrag, den bis 2015 zu erwartenden zusätzlichen Studienanfängern adäquate Studienmöglichkeiten und -bedingungen anzubieten. Einher geht dieses Bestreben mit der erfolgreichen Einwerbung zusätzlicher Mittel zur Sicherung und Verbesserung der Qualität der Lehre; nach 2011 mit dem Verbundprojekt »Stunning – Student Centered Learning« konnte die Hochschule Trier – nun gemeinsam mit den Fachhochschulen Kaiserslautern und Koblenz – das Verbundprojekt »Open MINT Labs (OML)« einwerben. Dadurch werden den Hochschulen bis Ende 2016 Gesamtmitteln in Höhe von mehr als 7 Mio. € zufließen, die zur kooperativen Entwicklung virtueller Labore in den Themengebieten Physik, Chemie, Biologie, und Ingenieurwissenschaften mit Schulen und Unternehmen der Regionen eingesetzt werden.

Zur Unterstützung ihrer Studierenden hat sich die Hochschule Trier auch 2012 bei der Einwerbung von Deutschland-Stipendien engagiert und konnte – besonders dank der Nikolaus Koch Stiftung, der Sparkasse Trier und weiterer engagierter Unternehmen aus der Region – 57 Stipendien vergeben, womit die Maximalförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) fast ausgeschöpft werden konnte.

Den Forscherinnen und Forschern unserer Hochschule ist es in 2012 gelungen, das hohe Niveau an Drittmittel-einnahmen des Vorjahres zu halten und ihre Forschungsaktivitäten zu bündeln, so dass die Hochschule Trier als drittmit-telstärkste Fachhochschule des Landes – voraussichtlich mit allen drei Forschungsschwerpunkten »Angewandtes Stoffstrommanagement«, »Intelligente Technologien für Nachhaltige Entwicklung« und »Life Science« – auf der Forschungslandkarte der HRK vertreten sein wird. Beispielhaft benannt für das hohe Niveau der wissenschaftlichen Forschung an der Hochschule seien die Auszeichnung der Forschungsprojekte von Prof. Dr. Peter Gemmar durch die HRK, den DAAD und das BMBF u.a. als eines der wegweisenden Produkte für das 21. Jahrhundert sowie die Publikation in der international führenden Fachzeitschrift »Science« von Prof. Dr.-Ing. Jörg Lohscheller als Mitglied eines internationalen Forscherteams zum Thema »Unerhört tief – Die Stimme der Elefanten in der Savanne«.

Mit der Eröffnung des Kommunikationsgebäudes im Juni 2012 wurde die bauliche Entwicklung am Umwelt-Campus Birkenfeld um ein wesentliches Element weitergeführt. Der multifunktionale Neubau, der – passend zum Umwelt-Campus – als Nullemissionsgebäude konzipiert wurde, ermöglicht Kino- und Theatervorführungen sowie die Durchführung von Groß- und Kleinveranstaltungen für studentische und für Hochschulzwecke in adäquater Umgebung.

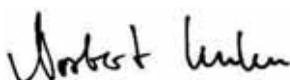
Ein besonderes und vielbesuchtes Ereignis in der Stadt und für die Region war der gemeinsam mit der Universität Trier veranstaltete »City Campus – Triers lange Nacht der Wissenschaft« als Teil der »European Researchers' Night«, die auf eine Initiative der Europäischen Kommission zurückging. Mehr als 10.000 Besucher folgten 240 wissenschaftlichen Beiträgen an 27 Standorten im Stadtgebiet Trier und konnten sich über die Forschungsaktivitäten an den beiden Trierer Hochschulen in den Bereichen Design, Europa, Geschichte, Gesundheit, Krimi, Kultur, Ökologie, Technologie, Wirtschaft und Unterhaltung informieren. Der Erfolg der Veranstaltung ermutigt uns zu einer Wieder-aufgabe dieser Veranstaltung im Jahr 2014.

Die Hochschulleitung dankt allen, die zu den Erfolgen des Jahres 2012 beigetragen haben. Wir danken im großen Maße 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 einvernehmlich kooperierenden Unternehmen sowie den Vertretungen der Kammern, der Städte und Kreise unserer Hochschulstandorte. Wir danken auch unseren Mitarbeitern, Herrn Bier und Herrn Krug, sowie ihrem studentischen Team für die redaktionelle Fertigstellung dieses Berichts über die Lehre und Forschung an unserer Hochschule, der in Eigenregie erstellt wurde.

Wir freuen uns, dass das bisherige Hochschulleitungsteam – auch nach Ausscheiden des langjährigen Präsidenten zum Ende März 2013 – durch die im November 2012 erfolgte Wahl des Vizepräsidenten Kuhn zu seinem Nachfolger die bisherige erfolgreiche Arbeit mit neuen Impulsen weiterführen kann.



Prof. Dr. Jörg Wallmeier  
- Präsident bis März 2013 -



Prof. Dr. Norbert Kuhn  
- Präsident ab April 2013 -



Prof. Dr. Axel Kihm  
- Vizepräsident -



Detlef Jahn  
- Kanzler -

## Inhalt

<b>HOCHSCHULE KOMPAKT</b>	<b>8</b>
Hochschule in Zahlen	8
Organigramm	10
Aktuelles Studienangebot	12
Studierende	14
Hochschuleinrichtungen	16
Hochschulverwaltung	21
Gremien	22
Wissens- und Technologietransfer	23
<b>BERICHTE AUS FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG</b>	<b>24</b>
<b>Technik und Informatik</b>	<b>24</b>
proTRon Evolution – das neue hocheffiziente Stadtfahrzeug	28
Internationale Konferenz zum Thema Concurrent Engineering an der Hochschule Trier	34
Computerunterstützte Verfahren bei der tiefen Hirnstimulation: auf dem Weg zur patientenzentrierten Planung und Navigation	38
Forschungsprojekt econnect Trier - FVV – Das Elektroauto als Nutzer und Speicher regenerativ erzeugter Energie	42
Mit »grünem« Strom mobil – Fahrer-Fahrzeug-Interaktion zur Optimierung der Aufladung von Elektrofahrzeugen	46
Ruß- und Stickoxidreduzierung bei Dieselmotoren durch den Einsatz einer Diesel / Wasser-Emulsion in Verbindung mit Abgasnachbehandlung	50
Wirkungsgrad von Fahrradantrieben	54
Experimentelle und rechnerische Modalanalyse einer Siebmaschine	62
Digitale Produktentwicklung und Fertigung: Innovative Methoden zur Optimierung von Entwicklungs- und Fertigungsprozessen	70

Hydrothermale Karbonisierung als zukunftsweisendes Verwertungsverfahren für organische Abfälle	74
Effizient, günstig, einsatzbereit – Mikrobrennstoffzellen für frühe Massenmärkte (µMEGA)	78
Schadensuntersuchung an einer gebrochenen Kurbelwelle einer Hochleistungspumpe	84
Treehugger – A holistic approach, combining architecture and interactive media installation for the federal horticultural show in Germany	94
Heilig Rock Wallfahrt	98
Resistenzstabilität von <i>Aspergillus niger</i> Konidiosporen als Bioindikatoren bei der Validierung eines Atmosphärendruck-Plasmas zur Packstoffentkeimung	100
Untersuchungen zum Wertstoffpotenzial in Abfällen von rückgebauten Hausmülldeponien	104
Erstes kooperatives Promotionsverfahren im Maschinenbau der Hochschule Trier erfolgreich abgeschlossen	112
Hochschule Trier kooperiert mit Vietnam	114
Praktische Ingenieurausbildung in Trier – »Vorlesung vor Ort« bei dem High-tech-Unternehmen STIHL Magnesium Druckguss	116
Weiterqualifizierung und Wissenstransfer für produzierende Unternehmen mit technologischen Prozessen	118
Modell vermeidet Spannungen	120
Industrielle Blickwinkel machen LEAN im Krankenhaus erfolgreich anwendbar	122
<b>Wirtschaft und Recht</b>	<b>130</b>
100% Erneuerbare Energien – 300% Regionale Wertschöpfung!	134
Nachwachsende Rohstoffe als Chance für den ländlichen Raum – Bundesverbundprojekt ELKE	140
Verschuldung und Verschiebung der globalen Wachstumsdynamik	148
Forschungsprojekt »International marketing mix management«	156
Mittendrin statt nur dabei – Performing like a Master	160

Verrechnungspreise im Spannungsfeld zwischen Steuern und Steuerung	166
»Student Centered Learning« – interkulturell, international, italienisch – 13. »Woche der Rechnungslegung« des Hochschulnetzwerks ETAP	172
Energieeffizienz steigern durch Mitarbeiterverhalten in Unternehmen	174
Exkursion nach Washington D.C. und New York City, USA	176
Praxis erleben: Quantitative Logistik	182
Beratungsprogramm Ungarn und Rumänien durch Hochschulexperten aus Deutschland	188
Internationalität erleben: Kooperation mit der University of California, San Diego	192
<b>Gestaltung</b>	<b>196</b>
Vom Design zum Engineering – Integrierte Lösungen und Chancen der digitalen Prozesskette im Holzbau	200
Armut in der Antike – Ausstellung im Rheinischen Landesmuseum Trier	208
Hochschule öffnen und mobilisieren! Interdisziplinäre und internationale Projektarbeit – neue Wege einer dynamischen und kreativen Lehre	212
Architektursymposium »Komplexität«, 14. Juni 2012, Paulusplatz, Trier	220
Erstes Carsharing-Projekt »Flinkster Campus« startet an der Hochschule Trier	224
Architekturexkursion Amsterdam Rotterdam SOSE 2012	230
Intermedia Design goes Hong Kong – Exkursion und Ausstellung in Hong Kong: I love shopping! – Shop till you drop?	234
<b>Wissens- und Technologietransfer</b>	<b>238</b>
Transfernetz Rheinland-Pfalz	238
10. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier	242

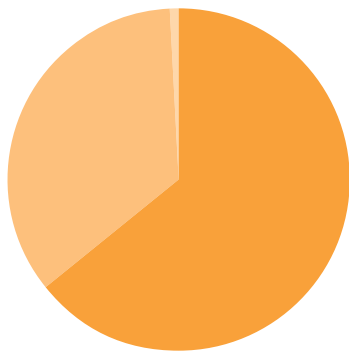


<b>Prämierte Abschlussarbeiten</b>	<b>246</b>
Tissue   Gewebe	246
Kapital- und Schuldenkonsolidierung im Rahmen der Konzernrechnungslegung nach IFRS	248
Abflussberechnung für Außengebiete der Kanalisation	251
Entwurf eines Hochhauses mit hybrider Nutzung am Standort Hamburg HafenCity	254
Analyse marktgängiger Druckregler und Entwicklung eines neuen mechatronischen Druckregelungskonzeptes für Kraftstoffsysteme erdgasbetriebener Ottomotoren	257
Entwurf und Implementierung von Eclipse-Features zum automatisierten Sichern von Zwischenständen	260
Entwurf und Realisierung eines Prototypen zur Aromarückgewinnung bei der Weingärung	262
Der Freiberufler in der Insolvenz. Ausgewählte Problembereiche mit Lösungsansätzen	264
<b>INSTITUTE, KOMPETENZZENTREN UND FORSCHUNGSSCHWERPUNKTE</b>	<b>268</b>
<b>PUBLIKATIONEN 2011 – 2012</b>	<b>274</b>
<b>VERZEICHNIS PROFESSORINNEN/PROFESSOREN</b>	<b>282</b>
<b>IMPRESSUM</b>	<b>288</b>

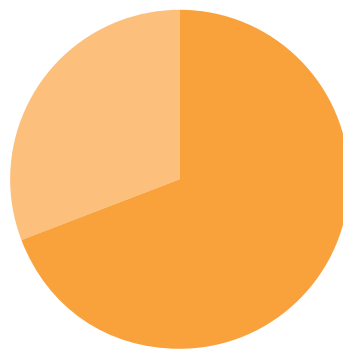
# 7.449

STUDIERENDE INSGESAMT AN DER HOCHSCHULE TRIER

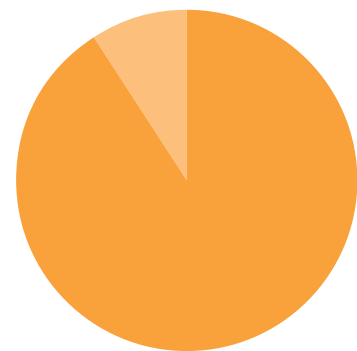
---



4.800 Studierende am Standort Trier  
2.598 Studierende am Standort Birkenfeld  
51 Studierende am Standort Idar-Oberstein



5.820 männliche Studierende  
1.629 weibliche Studierende



6.771 inländische Studierende  
678 ausländische Studierende

---

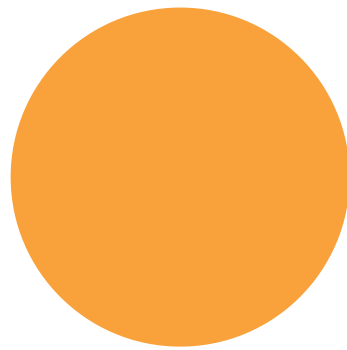
40  
BACHELOR  
STUDIENGÄNGE

28  
MASTER  
STUDIENGÄNGE

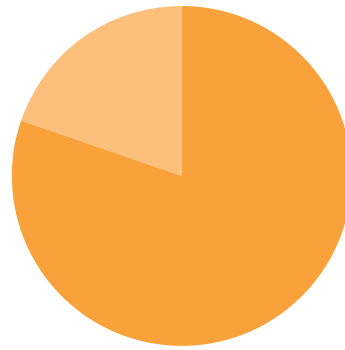
548  
Absolventen

858  
Absolventen 2012  
INSGESAMT

310  
Absolventinnen

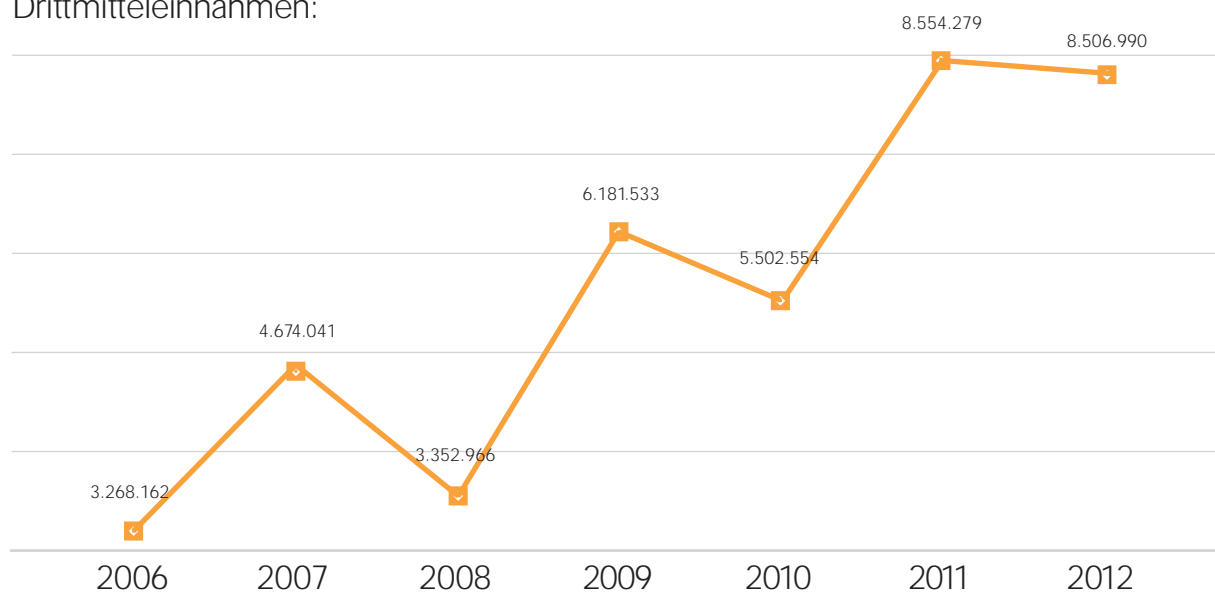


833 Mitarbeiter insgesamt

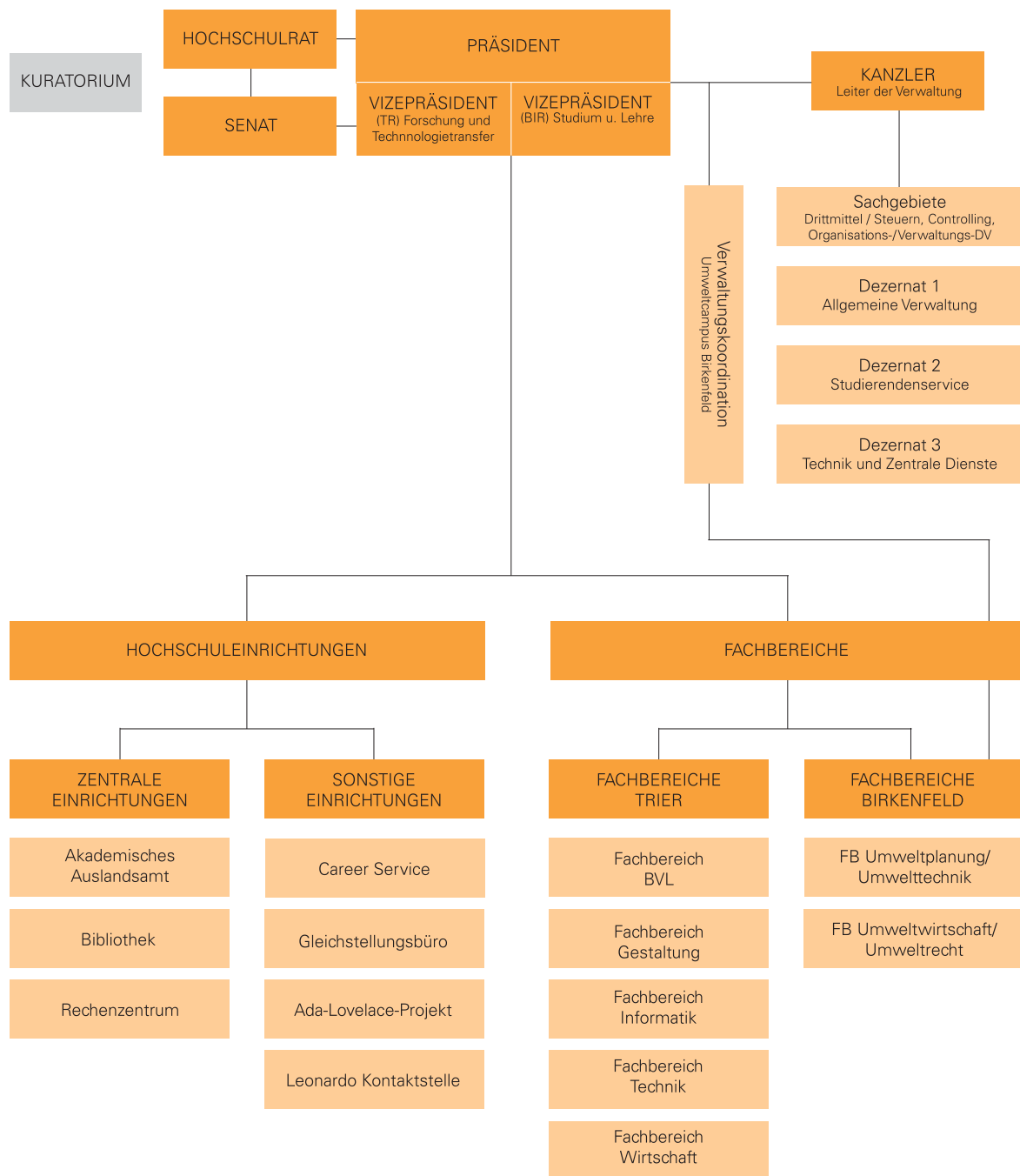


685 Mitarbeiter ohne ProfessorInnen  
165 ProfessorInnen

Drittmittleinnahmen:







## 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 / BETRAG IN €
<b>STUDIERENDE INSGESAMT:</b>	WS 2012/13	7.449
davon in Trier	WS 2012/13	4.800
davon in Birkenfeld	WS 2012/13	2.598
davon in Idar-Oberstein	WS 2012/13	51
davon weiblich	WS 2012/13	2.279
davon ausländische Studierende	WS 2012/13	678
<b>ABSOLVENTEN:</b>	2012	858
davon weiblich	2012	310
<b>STUDIERENDENMOBILITÄT:</b>		
Incomings	WS 2011/12	71
Outgoings	WS 2011/12	88
<b>BESCHÄFTIGTE INSGESAMT:</b>	2012	833
Mitarbeiter ohne ProfessorInnen	2012	665
ProfessorInnen	2012	165
<b>HAUSHALT:</b>		
Etat	2012	47.000.088
Drittmittel	2012	8.506.990
<b>STUDIENANGEBOT:</b>		
Bachelor Studiengänge	WS 2012/13	40
Master Studiengänge	WS 2012/13	28
Partnerschulen weltweit	2012	152

## Aktuelles Studienangebot

Folgende Master Studiengänge wurden 2012 in 7 Fachbereichen angeboten:

FACHBEREICH	STUDIENGANG	ABSCHLUSS
BLV	Civil Engineering	Master of Science
	Bauingenieurwesen	Master of Engineering
	Technisches Gebäude- u. Energiemanagement	Master of Engineering
	Lebensmittelwirtschaft	Master of Engineering
Gestaltung	Architektur	Master of Arts
	Innenarchitektur	Master of Arts
	Edelstein- und Schmuckdesign	Master of Arts
	Kommunikationsdesign	Master of Arts
	Modedesign	Master of Arts
Informatik	Fernstudium Informatik	Master of Computer Science
	Informatik	Master of Science
Technik	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	Europäische Wirtschaftsrecht	Master of Law
Umweltrecht	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 2012 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
	Intermediales Design	Bachelor of Arts
	Edelstein- und Schmuckdesign	Bachelor of Arts
	Kommunikationsdesign	Bachelor of Arts
	Kommunikationsdesign mit Praxissemester	Bachelor of Arts
	Modedesign	Bachelor of Arts
Informatik	Digitale Medien und Spiele	Bachelor of Science
	Informatik	Bachelor of Science
	Internet-basierte Systeme	Bachelor of Science
	Medizininformatik	Bachelor of Science
Technik	Electrical Engineering	Bachelor of Engineering
	Electrical Engineering (KIA-Kooperative Ingenieurausbildung)	Bachelor of Engineering
	Industrial Engineering and Management	Bachelor of Engineering
	Maschinenbau	Bachelor of Engineering
	Maschinenbau - DUAL	Bachelor of Engineering
	Medizintechnik	Bachelor of Engineering
	Sicherheitsingenieurwesen	Bachelor of Engineering
	Wirtschaftsingenieurwesen	Bachelor of Engineering
	Wirtschaftsingenieurwesen - DUAL	Bachelor of Engineering
Wirtschaft	Betriebswirtschaft	Bachelor of Arts
	International Business	Bachelor of Arts
	Wirtschaftsinformatik	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 Science
	Medieninformatik	Bachelor of Science
	Nachhaltige Ressourcenwirtschaft DUAL	Bachelor of Engineering
	Physikingenieurwesen	Bachelor of Science
	Produktionstechnologie DUAL	Bachelor of Arts
	Wirtschaftsingenieurwesen/Umweltplanung	Bachelor of Engineering
	Umwelt- und Wirtschaftsinformatik	Bachelor of Engineering
Umweltwirtschaft	Wirtschafts- und Umweltrecht	Bachelor of Laws
Umweltrecht	Umwelt- und Betriebswirtschaft	Bachelor of Arts

## Studierende

### Überblick

An der Hochschule Trier studierten zum Wintersemester 2012 insgesamt 7.449 junge Menschen. Der Anteil der weiblichen Studierenden betrug jeweils 30,6%. Im Vergleich zum Vorjahr stieg die Anzahl der Studierenden in 2011 um mehr als 7,74%. Die Zahl der Erstsemesterstudierenden im ersten Fachsemester des Sommersemesters 2012 und des Wintersemesters 2012 stieg gegenüber dem Vorjahr 2011 leicht an.

### 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 SS 2012 auf 394 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 Jahr 2012 auf 7.449. Davon studierten im Jahr 2012 jeweils 4.800 Studierende am Hochschul-Standort in Trier, 2.598 in Birkenfeld und 51 in Idar-Oberstein.

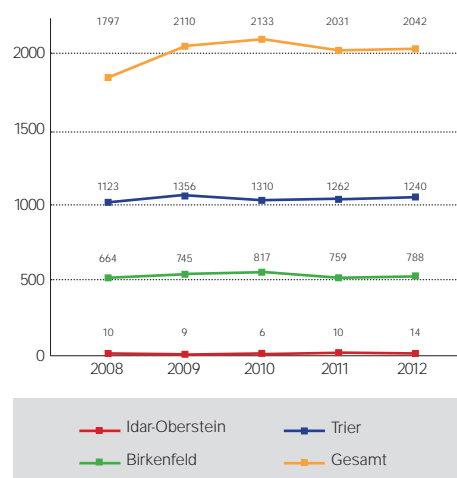


Abb. 1: Entwicklung der Erstsemesterstudierendenzahlen an den Hochschulstandorten 2008 bis 2012

### Ausländische Studierende

Die Anzahl der ausländischen Studierenden an der Hochschule Trier ist im WS 2010/2011 mit 617 und im WS 2012/13 mit 678 zugenommen. Das entspricht 33% aller Studierenden. Die Studierenden kamen 2012 aus 87 Staaten. Am häufigsten vertreten waren Studierende aus Luxemburg (167), Marokko (68) und der Volksrepublik China (18).

### Absolventinnen und Absolventen

Im Sommer- und Wintersemester 2012 beendeten 858 Studenten erfolgreich ihr Studium.

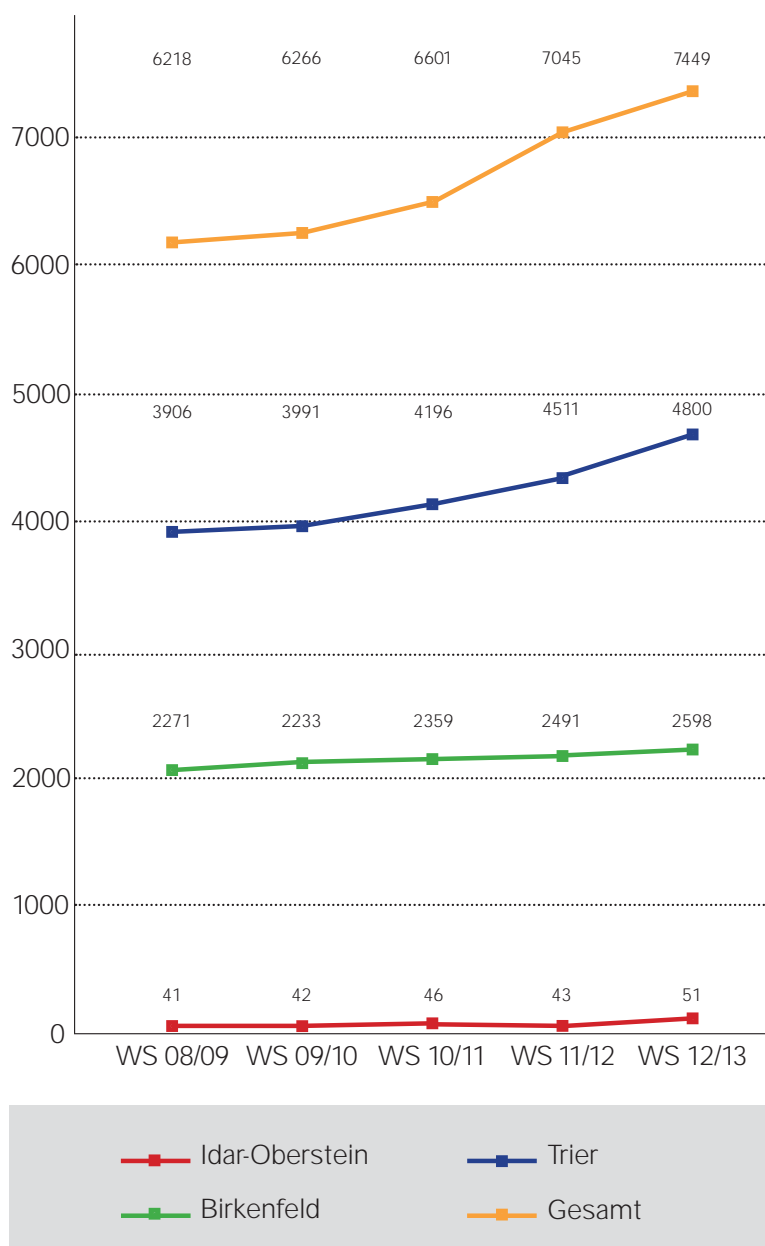


Abb. 2: Die Gesamtzahl der eingeschriebenen Studierenden von 2008 bis 2012



## Hochschuleinrichtungen

### Hochschulbibliothek

Die Hochschulbibliothek am Standort Trier ist das zentrale Servicecenter für elektronische und gedruckte Literatur- und Informationsdienstleistungen. Die Bibliothekshomepage bietet außerhalb der Service- und Öffnungszeiten einen 24-Stunden-Zugriff auf die abonnierten elektronischen Quellen, wie zum Beispiel E-Books, Online-Zeitschriften und Recherchedatenbanken für wissenschaftliche Literatur. Daneben stehen auch jederzeit der Online-Katalog der Hochschule Trier, das persönliche Benutzerkonto sowie weltweite Bibliothekskataloge und bibliothekarisch geprüfte Internetquellen zur Verfügung.

Der Bereich »Teaching Library« wurde in 2012 kontinuierlich ausgebaut. Für diverse Zielgruppen vom 1. Semester bis hin zu den Master-Studierenden hielt die Bibliothek in den Fachbereichen Vorlesungen zum Thema Informationskompetenz.

Im Februar war eine dreitägige Schließungszeit erforderlich, damit die von der Deutschen Nationalbibliothek in Frankfurt deutschlandweit geänderte Normdatenhaltung für Schlagworte, Personen- und Körperschaftsnamen in einem definierten Zeitfenster im Online-Katalog der Hochschule Trier vorbereitet und erfolgreich umgesetzt werden konnte.

### Rechenzentrum

Die Rechenzentren an den Standorten Trier/Schneidershof und Umweltcampus Birkenfeld sind die zentralen IT-Dienstleister an der Hochschule Trier. Sie sind verantwortlich für die Planung und den Betrieb der IT-Netzwerkinfrastruktur und darauf basierender IT-Dienste wie E-Mail, Fileservice, Webservice, E-Learning-Services, Datensicherung und weitere und beraten und unterstützen die Hochschule bei der Vorbereitung, der Entwicklung und beim Einsatz von Anwendungen im Bereich der Informationsverarbeitung und IT-basierter Kommunikationsdienste. Die Rechenzentren betreiben auch die IT-Systeme der Bibliotheken und der Hochschulverwaltung. Nicht zuletzt betreiben sie Serviceeinrichtungen (Servicepoint, elektronischer Helpdesk, Webseiten) zur Betreuung und Beratung ihrer Nutzer.

Wesentliche Entwicklungen in den Jahren 2011 und 2012 bestanden in der Bereitstellung standortübergreifender Services (Mailing-Listen, Fileressourcen), die auch weiterhin sukzessive ausgebaut werden sollen. Mit der Anbindung des Standortes UCB über Glasfaser (1Gbit/s) an das Landesnetz und dem geplanten Ausbau der Anbindung an den Standorten Schneidershof und Paulusplatz auf ebenfalls 1Gbit/s sind dafür nunmehr gute Voraussetzungen geschaffen. Weitere wichtige Neuerungen waren der Einstieg in die 10Gbit/s Technologie im LAN-Bereich, die Migration auf Exchange 2010 sowie die sukzessive, noch nicht abgeschlossene Einführung eines Single-Sign-On (SSO) für eine Reihe von Diensten, die einer Authentifizierung bedürfen, mittels Shibboleth.

### Studienservice

Der Zentrale Studienservice umfasst im Wesentlichen die Bereiche Studierendensekretariat, Prüfungsamt und Studienberatung. Im Berichtsjahr wurden die Sprechzeiten des Studienservices geändert. Die Erreichbarkeit des Studienservices ist von 9.00 Uhr bis 15.00 Uhr durchgehend gewährleistet. Durch die Einführung des HIS-Programmes QISZUL ist seit 2009 auch eine Online-Bewerbung und eine Online-Einschreibung an der Hochschule Trier möglich, wodurch die Bearbeitung von Bewerbungen erheblich erleichtert und extrem beschleunigt werden konnte. Dieses Verfahren wurde im Berichtsjahr 2012 beibehalten.

Die Nutzung des QIS-Verfahrens bringt sowohl für die Studierenden, die jederzeit über ihre Prüfungsleistungen informiert sind, sich online zu Prüfungen anmelden können, online von Prüfungen zurücktreten können, etc. als auch für die Prüfungsverwaltung bis hin zur vereinfachten Notenvergabe durch die Professorenschaft für alle Nutzerinnen und Nutzer erhebliche Erleichterungen und Übersichtlichkeit.

Im Wintersemester 2012/2013 erfolgte abermals die Teilnahme der Hochschule Trier an der Studienplatzbörse der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) und der Zentralstelle für die Vergabe von Studienplätzen (ZVS). Die in den zulassungsbeschränkten Studiengängen nicht besetzten Studienplätze wurden komplett gemeldet.

Eine Teilnahme am bundesweiten dialogorientierten Vergabeverfahren für zulassungsbeschränkte Studiengänge fand nicht statt. Das rheinland-pfälzische Studienkontenmodell ist ausgelaufen. Lediglich für einige Restguthaben kann unter bestimmten Voraussetzungen noch eine Anrechnung auf postgraduale oder weiterbildenden Studiengänge und Maßnahmen erfolgen.

Auch im SS 2012 und dem WS 2012/2013 wurden Eignungsprüfungen für alle Studiengänge des Fachbereiches Gestaltung in eigener Regie durchgeführt. Die jeweilige Terminierung als auch der jeweilige Ablauf lag in den Händen des Fachbereiches.

### Akademisches Auslandsamt

Auslandsaktivitäten des akademischen Auslandsamts sind neben der täglichen Beratung und Förderung von Studierenden vor allem die Pflege und Förderung von internationalen Hochschulkontakten. 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 ein. Ein großer Erfolg, gemessen an der Zahl der Studierenden. Im Berichtsjahr haben 122 Studierende der Hochschule Trier mit Hilfe des Akademischen Auslandsamts ein oder mehrere Auslandssemester absolviert (Outgoings). Die Zahl der Incomings im Rahmen von Austauschvereinbarungen beläuft sich auf 107.

### Career-Service

Der Career-Service an der Hochschule Trier geht in sein viertes Jahr - bereits seit Juni 2009 kann den Studierenden und Absolventen ein umfangreicher kostenloser Service rund um das Thema Beruf und Karriere angeboten werden.

Als Zusammenschluss von Hochschule Trier und Agentur für Arbeit Trier ist es das gemeinsame Ziel, Studierenden und Absolventen/-innen beim Übergang vom Studium in den Beruf zu unterstützen. 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 Schlüsselqualifikation, Gründung, Bewerbung und International aus:

- Zeit- und Stressmanagement optimieren
- Benimm- und Etiketteregeln im Business
- Unternehmensgründungen aus der Hochschule heraus
- Innovativ gründen
- Unternehmerisches Denken...
- Bewerben in der Großregion
- Bessere Unterlagen, spannende Story
- Wenn nicht hier - wo dann?
- Arbeiten in Luxemburg

Der Career-Service ist Kooperationspartner der Firmenkontaktmesse und bietet eine Jobbörse an, in der regionale, nationale und internationale Unternehmen Praktika, Abschlussarbeiten und Jobs platzieren können. Somit unterstützt er die Unternehmen bei der Suche nach zukünftigen Nachwuchskräften und Fachkräften. Als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft stellt er schon frühzeitig den persönlichen Kontakt zu Studierenden und Absolventen/-innen her.

Mit einer neu überarbeiteten Webseite präsentiert sich der Career-Service nun noch übersichtlicher: Mit einer verstärkten Verknüpfung von Veranstaltung und Beratungen zu den vier Themen: Bewerbung, Schlüsselqualifikationen, International und Gründung, einer neuen Jobbörse und diversen Features ist das Internetangebot noch attraktiver.

### Gleichstellung und Frauenförderung

Zur Erhöhung des Anteils von Studentinnen und Absolventinnen der Hochschule Trier werden mehrere Projekte durchgeführt:

- Mentoringprogramme:
  - Studentinnen-Schülerinnen (pepperMINT)
  - Alumni-Studentinnen (Vitamin X)
- Coaching-Seminare
- Stipendien:
  - Für Studentinnen
  - Für Alleinerziehende
  - Frauenvorlesungen
- Beratungen für Promovendinnen

Wiederholt war das Gleichstellungsbüro beim Girls' Day stark engagiert, um Schülerinnen einen Einblick in Berufsfelder zu ermöglichen, die sie nur selten in Betracht ziehen. In Workshops aus den MINT-Fachrichtungen wurde ihnen u.a. die Gelegenheit gegeben, selbst zu programmieren und zu experimentieren.

Seminare für Mitarbeiterinnen und Studentinnen unterstützen bei Karriereplanung und Persönlichkeitsentwicklung.

Ferienfreizeiten für Kinder und die Einrichtung einer Randzeiten- und Notfallbetreuung im Rahmen des ›Audit familiengerechte Hochschule‹ erleichtern den Hochschulangehörigen das Studium bzw. die Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Beide Maßnahmen erhalten sowohl von Studierenden als auch von Beschäftigten großen Zuspruch. Der neue Familienservice berät in persönlichen Gesprächen bei Fragen rund um die Themen Kinder und Pflege. Durch die Einrichtung eines Eltern-Kind-Zimmers mit PC-Arbeitsplatz wird die Möglichkeit zur Arbeit am Computer bei kurzfristiger eigener Beaufsichtigung des Kindes geboten.

---

Der ebenfalls neu eingerichtete Dual-Career-Service unterstützt als zentraler Anlaufpunkt Partner und Partnerinnen neuer Hochschulangehöriger bei ihrer Stellensuche und der Vermittlung von Kontakten. Die Vernetzung mit anderen Hochschulen und die Zusammenarbeit mit dem Familienservice helfen dabei, sich nach einem Umzug schnell im neuen Umfeld zurechtzufinden. Erstmals wird im Oktober 2011 der Preis des Ausschusses für Gleichstellungsfragen vergeben. Neben der Benotung spielen bei der Auswahl der prämierten Arbeit auch eigene Kinder, Pflege von Angehörigen und Gleichstellungsthematik eine Rolle.

### **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. In den ALP-Schwerpunkten Studium und (seit 2011) Diversity arbeiten unter Koordination der Projektleitung hochschulweit eine Vielzahl von Studentinnen aus MINT-Studiengängen als Mentorinnen.

Im Projektzweig Studium informieren, beraten und betreuen die Mentorinnen 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. Der Projektzweig Diversity richtet sich insbes. an Schülerinnen mit Migrationshintergrund oder mit besonderen Einschränkungen oder aus Nicht-Akademiker-Familien. Nähere Informationen: [www.ada-lovelace.com/trier](http://www.ada-lovelace.com/trier).

### Gründungsbüro TRIER

Laut einer Studie des Bundesforschungsministeriums aus 2007 haben 75% der Studierenden ein grundsätzliches Gründungsinteresse.

Im April 2012 hat das Land Rheinland-Pfalz und die Europäische Union (EFRE) Mittel zur Errichtung eines gemeinsamen hochschulübergreifenden Gründungsbüros von Universität Trier und Hochschule Trier bewilligt und trägt damit der Bedeutung von Gründungen aus den Hochschulen Rechnung. Die TrieGi-Studie aus dem Jahr 2010 testiert gute Voraussetzungen und ein umfangreiches Gründungspotenzial bei den Trierer Studierenden und Wissenschaftlern der Hochschulen. Dies wird durch die zahlreichen Institute und Ausgründungen aus der Hochschule in den vergangenen Jahren bestätigt. Gerade in technischen und gestalterischen Fachrichtungen ist die Gründungsbereitschaft hoch, wobei insbesondere im gestalterischen Bereich häufig aus der Not einer fehlenden Festanstellung das Abenteuer Gründung angegangen wird.

Damit aus einer Idee tatsächlich ein erfolgversprechendes Projekt mit dem Ergebnis der Selbständigkeit in Form von gewerblicher oder freiberuflicher Tätigkeit werden kann, will das Gründungsbüro TRIER individuelle und an den Gründungsphasen orientierte Unterstützung bieten.

Zu dem Angebot gehört sowohl die Vermittlung von Basiswissen über Gründung, als auch zur Gestaltung des Gründungsprozesses inkl. Förder- und Finanzierungsberatung und in der Nachgründungsbetreuung Unterstützung in der Unternehmensführung. Je nach Bedarf des Gründungsinteressierten werden die Schwerpunkte in der Unterstüt-

zung individuell vereinbart. Für die Betreuung kann auf ein weites Netzwerk an Kompetenzpartnern wie Wirtschaftsförderern, Fortbildungseinrichtungen, Kreditinstituten sowie zahlreichen Unternehmen und Coaches zurückgegriffen werden.

Ein regelmäßiges Angebot an Informations- und Fortbildungsveranstaltungen bietet einen ersten Einblick in das Abenteuer Gründung und dient der Sensibilisierung für das Thema, dem Ideenaustausch und der Ideengenerierung sowie der persönlichen Weiterentwicklung. Ist die Idee gefunden, wird im Rahmen der Betreuung eine Potenzialanalyse durchgeführt. Hinsichtlich der Gründerpersönlichkeit bieten wir eine Stärken-Schwächenanalyse an, um das individuelle Gründungspotenzial optimal zum Einsatz zu bringen.

## Hochschulverwaltung

### Haushaltsentwicklung und Drittmittel

Der Haushalt der Hochschule Trier (Kapitel 0966 des Landeshaushalts von Rheinland-Pfalz) wies für die Jahre 2011 bzw. 2012 Ausgaben, einschließlich Personalausgaben, in Höhe von 43.596.449 € bzw. 47.000.088 € 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. Im Haushaltsjahr 2012 wurden hierfür Mittel bereitgestellt in Höhe von 7.649.500 €.

Die Mittel für Lehre und Forschung (Titelgruppe 71) sowie die Drittmittel (Titelgruppe 86) wurden 2012 wie in den Vorjahren in die Selbstbewirtschaftung nach § 15 Abs. 2 der Landeshaushaltsordnung Rheinland-Pfalz übernommen.

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 betragen 2011: 8.554.279 €. und 2012: 8.506.990 €.

Die Einnahmen aus Weiterbildungsmaßnahmen beliefen sich 2011 auf 442.520 € und 2012 auf 537.420 €.

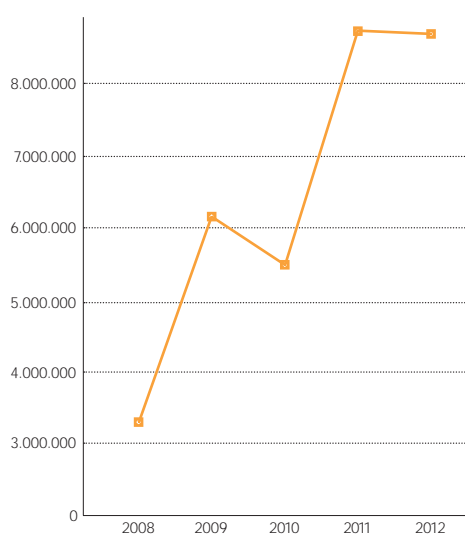


Abb. 3: Drittmiteleinnahmen der Hochschule

### Personalentwicklung

Im Berichtszeitraum ist bezüglich der Standorte Trier und Idar-Oberstein im originären Stellenplan keine wesentliche Personalaufstockung erfolgt. Ansonsten konnten befristete Arbeitsverhältnisse aus dem Sonderprogramm Hochschulpakt I und Wissen schafft Zukunft II geschaffen werden. Weiterhin sind im Bereich der zusätzlichen bzw. frei finanzierten Personalmittel (z.B. Forschungsprojekte) weitere Beschäftigungsmöglichkeiten entstanden. Ebenfalls sind weitere Teilzeitbeschäftigungen geschaffen worden. Ansonsten werden – soweit dies nicht durch Stellenbesetzungssperren zeitlich eingeschränkt ist – aus der zwingenden arbeitsmäßigen Notwendigkeit 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.

---

## Wissens- und Technologietransfer an der Hochschule Trier

### Forschung, Entwicklung 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 15 Instituten, 5 Kompetenzzentren und zu weiteren Forschungsaktivitäten zusammengeschlossen, um anwendungsbezogene Forschung und Entwicklung zu betreiben. Dabei werden unsere Labore aus den verschiedenen Bereichen nicht nur im Rahmen von Vorlesungen genutzt, sondern in verstärktem Maße auch für Projekte mit der Industrie.

Der Technologietransfer an der Hochschule Trier verbindet Forschungseinrichtungen sowie Forscher und Absolventen der Hochschule Trier mit Unternehmen der Industrie und fördert somit das Zustandekommen von Kooperationsprojekten wie Entwicklungs-, Forschungs-, Konstruktions-, Untersuchungsprojekte.

Im Transfernetz Rheinland-Pfalz haben sich die Transfereinrichtungen der sieben Hochschulen und vier Universitäten des Landes zu einem Netzwerk zusammengeschlossen. Ziel ist es, den Wissens- und Technologietransfer mit Unternehmen, Behörden und Organisationen der Wirtschaft in Rheinland-Pfalz zu organisieren, Kooperationen zu schaffen und zu begleiten. Dabei reichen die Möglichkeiten der Kooperation zwischen Hochschulen und Wirtschaft von gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojekten über duales Studium bis hin zu studentischen Projekten.

Als Partner im Innovationsprozess öffnet das Transfernetz der gewerblichen Wirtschaft die Tür in die Welt der Wissenschaft und bietet zahlreiche Vorteile:

- Informationen zu aktuellen Forschungsergebnissen und Zugang zu moderner Forschungsinfrastruktur.
- Matching mit den richtigen Partnern aus den Hochschulen für gemeinsame Kooperationsprojekte.
- Recruiting von qualifiziertem akademischem Nachwuchs – den Führungskräften von morgen!
- Unterstützung zu gewerblichen Schutzrechten sowie zu Markt- und Wettbewerbsfragen.

Bestehende Kontakte in Form von Kooperationen und Initiativen konnten auch in diesem Jahr intensiviert und weiter ausgebaut werden. Durch Veranstaltungen wurde der Zugang für die Industrie erleichtert.

Im Rahmen von Veranstaltungen, die anschaulich Best-Practice-Beispiele zwischen der Hochschule und den Unternehmen darstellen, konnten neue Kontakte initiiert werden. Die daraus entwickelten Projekte wurden durch studentische Projektarbeiten, Abschlussarbeiten oder Forschungsarbeiten bearbeitet. Der Zugang für Unternehmen und der Industrie wird durch die Transferstelle erheblich erleichtert, die als Clearing-Stelle agiert.

# TECHNIK UND INFORMATIK



A close-up photograph of a person's hand holding a silver stylus over a tablet screen. The hand is positioned in the center-right of the frame, with the stylus held between the thumb and index finger. The stylus is a sleek, modern design with a silver finish and a dark grey grip. The background is a blurred view of a tablet screen, showing some graphical elements. The overall lighting is soft and natural, highlighting the texture of the hand and the metallic sheen of the stylus.

# TECHNIK UND INFORMATIK





## proTRon Evolution – das neue hocheffiziente Stadtfahrzeug

FB TECHNIK  
FB GESTALTUNG  
FB INFORMATIK  
Prof. Dr.-Ing. Hartmut Zoppke  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Scherer  
Michael Hoffman, M. Eng.  
Kai C. Apel, B. Eng.  
Sven Friedrich, B. Eng.  
Jacob Kochems, B. Eng.  
Matthias Jungbluth, B. Eng.



Abb. 1: Familienfoto beim Shell Eco-Marathon 2012 (Quelle: Shell)

**Der Shell Eco-Marathon**  
**Mit einem Liter Kraftstoff die größtmögliche Entfernung zurücklegen und dabei so wenig Schadstoffe wie möglich ausstoßen, das ist der Grundgedanke des Shell Eco-Marathon.**

Auch in diesem Jahr lud das Energieunternehmen Shell junge Menschen zu einer besonderen Rennveranstaltung ein. Nicht das schnellste, sondern das effizienteste Fahrzeug siegte bei diesem Event. Über 200 Teams aus mehr als 20 Nationen haben sich mit ihren Ideen und Visionen zu zukünftiger Mobilität und verantwortungsbewusstem Umgang mit Ressourcen zum ersten Mal auf einem Stadtkurs in Rotterdam gemessen. Dort war das Ziel für die über 3.500 Schüler und Studenten, eine bestimmte Strecke in vorgegebener Zeit zurückzulegen

und dabei so wenig Energie wie möglich zu verbrauchen. Um die verschiedenen Antriebskonzepte miteinander vergleichen zu können, werden die Reichweiten in die Einheit km/KWh bzw. Liter/km umgerechnet.

### **Das Team proTRon der Hochschule Trier**

Das Hochschulteam besteht aus ca. 60 Studierenden aus verschiedenen Fachrichtungen wie Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Sicherheitsingenieurwesen, Elektrotechnik, Informatik und Kommunikationsdesign.

Es arbeiten also fast alle Fachbereiche der Hochschule zusammen, um die beiden Wettbewerbsfahrzeuge proTRon III und AERIS II weiter zu entwickeln und zu optimieren.

Der AERIS II konnte trotz seiner großen Dimensionen und seines recht hohen Ge-

wichts in der »plug-in« Klasse der »Urban Concept«-Fahrzeuge (Stadtfahrzeuge) mit einer Reichweite von 1.648 km/l (185km/KWh) den dritten Platz belegen. Der proTRon III fuhr mit einer Reichweite von 3.179 km/l (357 km/KWh) auf den zweiten Platz der Prototypenfahrzeuge.

### **Eine neue Herausforderung**

#### **Ein neues Kapitel im Projekt proTRon – weniger als 1 Liter Verbrauch auf 100 km mit einem 4-sitzigen Stadtfahrzeug.**

Nachdem sich das Projekt proTRon erfolgreich den Aufgaben gestellt hat, ein Prototypenfahrzeug und ein »Urban Concept«-Fahrzeug zu entwickeln, zu fertigen und zu optimieren, ist es nun an der Zeit, die so gewonnen Erkenntnisse und Erfahrungen auf ein neues Fahrzeug zu übertragen. Die gesteckten Ziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Stadtfahrzeug für bis zu 4 Personen
- hocheffizienter elektrischer Antrieb
- Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h
- ausreichende passive Sicherheit
- Reichweite ca. 70 km ohne Range-extender
- Verbrauch umgerechnet weniger als 1 Liter auf 100 km.

Basis des neuen »proTRon Evolution« wird ein auf dem Markt verfügbarer Kleinwagen sein, der sich durch sein sehr geringes Leergewicht, seinen einfachen und intelligenten Aufbau sowie einen extrem niedrigen Preis ideal als Ausgangsplattform eignet. Das Team wird sein Wissen im Bereich energieeffizienter Antriebe anwenden und den Antriebsstrang des Autos effizient elektrifizieren. Die gesammelte Erfahrung im Umgang mit Faserverbundwerkstoffen wird beim Neuaufbau der Karosserie zur Gewichtsreduzierung eingesetzt. Auch der Innenraum soll ansprechend, effizient und intelligent gestaltet werden.

Um neben der aerodynamischen Optimierung auch eine optisch ansprechende Karosserieform zu erarbeiten, wurde schon im Mai eine enge Kooperation mit dem Studiengang »Industrial Design« der Hochschule Osnabrück gestartet. Die dort Studierenden erstellen Entwurfsskizzen, die in gemeinsamen Workshops bewertet werden. Auf Grundlage dieser Bewertungen, aerodynamischen Untersuchungen am CAD-Modell und im Modell-Windkanal, entsteht interaktiv ein fertiges Designkonzept.

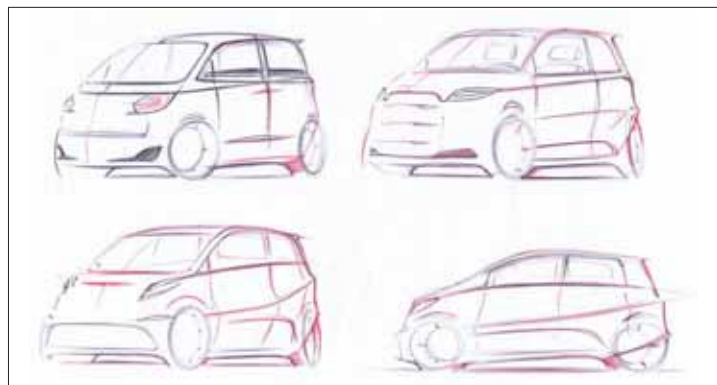


Abb. 2: Erste Designskizzen des proTRon Evolution (Quelle: Designteam Hochschule Osnabrück)

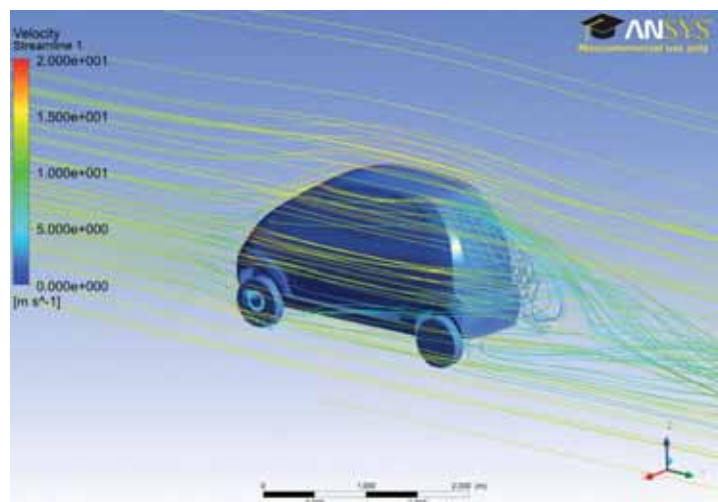


Abb. 3: Strömungstechnische Untersuchung am CAD-Modell



Abb. 4: Ein Modell des proTRon Evolution im Windkanal



Abb. 5: Das Team proTRon auf dem PLM-Forum

**Product Lifecycle Management (PLM)  
Gemeinsame Datenverwaltung bei der  
Entwicklung, Produktion, Lagerhaltung  
und dem Vertrieb eines Produktes.**

Der konsequente Einsatz von durchgängigen Methoden der digitalen Produktentwicklung und Fertigung im Projekt proTRon stellt das große Potential modernster PLM-Werkzeuge unter Beweis. So können bereits in der frühen Phase durch Simulationen im virtuellen 3D-Modell Fehler vermieden, Kosten gesenkt und Entwicklungszeiten erheblich reduziert werden. In einer aktuellen Studie wird in einem Kooperationsprojekt mit dem weltweit führenden PLM-Softwarehaus Dassault Systemès der Einsatz von neuesten Softwarelösungen in konkreten Pilotprojekten untersucht. Erste Erfahrungen wurden auf dem 3D-Experience Forum 2012, dem mit 600 Teilnehmern größten deutschen PLM-Event in Mannheim, präsentiert.

**Empfang beim Präsidenten  
Bundespräsident Joachim Gauck lud das  
Team proTRon nach Berlin auf die »Woche der Umwelt« ein und war Gast am  
Messestand.**

Im Juni 2012 war die Hochschule Trier mit dem Projekt proTRon als einzige Forschungseinrichtung des Landes Rheinland-Pfalz auf der Woche der Umwelt vertreten. Eine unabhängige Jury hatte aus den eingegangenen Bewerbungen die besten Projekte ausgewählt,

»...die mit innovativen Ansätzen die Vereinbarkeit von Ökologie, Ökonomie und Sozialem als wichtigen Beitrag für den Bestand Deutschlands als führende Industrienation praxisnah demonstrieren«

(Quelle: Deutsche Bundesstiftung Umwelt).

Bundespräsident Joachim Gauck zeigte während der Woche der Umwelt besonderes Interesse an dem Projekt und ließ sich von den studentischen Teammitgliedern der Hochschule Trier über Details des Fahrzeugs proTRon AERIS II informieren.

Neben den ingenieurwissenschaftlichen Leistungen mit Blick auf eine zukunftsgerichtete Mobilität kann das Projekt proTRon an der Hochschule Trier und darüber hinaus als ein Modell für eine studierendenzentrierte Lehre gelten.



**Team proTRon**

Fachbereiche  
Technik, Informatik und Gestaltung  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 210  
proTRon@hochschule-trier.de  
www.protron.hochschule-trier.de





Abb. 6: Bundespräsident Joachim Gauck betrachtet den Akku des AERIS II (Quelle: DBU/Himself)



## Internationale Konferenz zum Thema Concurrent Engineering an der Hochschule Trier

FB INFORMATIK  
Prof. Dr. Georg Rock  
Dr. Josip Stjepandic

### Erfolge bei der internationalen IT-Konferenz an der Hochschule Trier

Vom 3. bis 7. September 2012 fand die internationale ISPE Konferenz CE2012 - Concurrent Engineering - an der Hochschule Trier statt. Prof. Dr. Georg Rock, Fachbereich Informatik, richtete als General Chair die internationale Konferenz aus, an der über 100 Wirtschafts- und Wissenschaftsvertreter aus über 27 Ländern teilnahmen. Die CE2012 war die 19. Konferenz einer jährlich weltweit stattfindenden Konferenzserie zum Thema Forschung und industrielle Anwendung des Concurrent Engineering (CE).

CE befasst sich seit Ende der 80iger Jahre mit der Frage einer möglichst effizienten Produktentwicklung über alle Phasen des Produktlebenszyklus hinweg. Besondere Beachtung findet hierbei die nebenläufige Durchführung einzelner Entwicklungsschritte, die Koordination der erbrachten Entwicklungsergebnisse und die Lösung der damit einhergehenden Probleme. Das Hauptziel des CE ist die Erhöhung der Entwicklungseffizienz im Produktentstehungsprozess (PEP) bei gleichzeitiger Reduktion der Fehler in den späten Phasen des PEP. In den letzten Jahren hat sich CE in vielen Industriezweigen, wie beispielsweise im Automobilbereich, Flugzeugbau, Maschinenbau, Schiffsbau oder im Bereich der Konsumgüter als eine der grundlegenden Entwicklungsmethoden etabliert. Gleichzeitig haben sich die ursprünglichen Konzepte des CE weiterentwickelt und bilden heute die Grundlage für eine Reihe neuer Methoden, Initiativen und Werkzeuge, welche sich um das Thema Enterprise Collaboration mit multi- und interdisziplinären Ansätzen

gruppieren. Im Bereich des CE befassen sich diese Ansätze verstärkt mit steigenden Kundenwünschen und deren Einbindung in den Entwicklungsprozess sowie den Effekten und Chancen globaler Entwicklungen in internationalen Projekten. Die erfolgreichen Anwendungen von CE in der Vergangenheit eröffnen dabei neue Perspektiven, die beispielsweise in aktuellen Mobilitätskonzepten wie Elektrofahrzeugen zum Einsatz kommen.

Concurrent Engineering lässt sich dabei nicht auf ein Anwendungsfeld begrenzen. So identifizierte das Organisationskomitee 24 Themenfelder mit denen der Call-for-Papers gestartet wurde. Aus 27 Ländern wurden wissenschaftliche Beiträge unter dem Hauptthema »Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment« eingereicht, welche einem Peer-Review Prozess unterzogen wurden. Insgesamt 100 Beiträge wurden zur Veröffentlichung akzeptiert und in insgesamt zwölf Sessions den interessierten Besuchern präsentiert (siehe Abb. 1).

Neben diesen Beiträgen wurde von führenden Vertretern der Industrie die Sicht auf Concurrent Engineering aus der Anwendungsperspektive dargestellt:

- Nicolas Figay (EADS): »Strategy for governance of PLM«
- Zlatko Penzar (Continental Automotive): »Provided a necessary Determination, Concurrent Engineering can be Reality!«
- Bryan Moser (Global Project Design): »The Design of Complex Engineering leveraging Simulation of Socio-Technical Systems«



Abb. 1: Vortrag Eric Simmon (NIST)

- Thomas Beck (Vector Informatik): »E/E Systems Engineering from the Perspective of an Engineering Tool Provider«
- Rolf Klamann (Continental Automotive): »Mobility 2.0 - Driving Assistance Simulation for Zero accidents and Electromobility«

Die Konferenz fand nicht nur unter den Wissenschaftlern weltweit Beachtung, sondern auch lokal war die Veranstaltung von höchster Bedeutung. Die Schirmherrschaft hatte die rheinland-pfälzische Bildungsministerin Doris Ahnen übernommen. Prof. Dr. Georg Rock (Hochschule Trier) und Dr. Josip Stjepandic (PROSTEP AG, Darmstadt und Hauptsponsor) moderierten die Eröffnung, an der Frau Angelika Birk (Bürgermeisterin der Stadt Trier), Prof. Dr. Jörg Wallmeier (Präsident der Hochschule Trier) und

Prof. Dr. Andreas Künkler (Dekan des Fachbereichs Informatik) und Prof. Dr. Ricky Curran (ISPE Präsident) (siehe Abb. 2) Grußworte an die Teilnehmer sprachen.



Abb. 2: Dr. Stjepandic (PROSTEP AG), Prof. Dr. Curran (TU Delft), Prof. Dr. Rock (Hochschule Trier)

Für die Wissenschaft besonders relevant war die Identifikation neuer Handlungsfelder in den Gebieten des Systems Engineering, Knowledge-based Engineering und des Variantenmanagements, die gleichermaßen Einzug in die industrielle Praxis finden. Dies wurde durch die einmalige Mischung der Teilnehmer aus Industrie- und Wissenschaft ermöglicht. Concurrent Engineering muss sich zukünftig verstärkt den Herausforderungen globaler Entwicklungsprojekte stellen: Globalisierung bedeutet globale Entwicklung. Thematisch bedingt dies die Weiterentwicklung vom »Concurrent Engineering« zum »Collaborative Engineering«.

Die Internationalität dieser fünftägigen Konferenz zeigte sich auch in den Ehrungen folgender renommierter Wissenschaftler: Prof. Shuichi Fukuda (Japan), Prof. Michael W. Sobolewski (USA) und Prof. Nel Wognum (Niederlande).

Weiterhin wurde im Rahmen einer Feierstunde der »Best Paper Award 2012« an Anastasia Cmyrev (Daimler AG, Deutschland) für ihre praxisnahen Ausführungen des CE am Beispiel der Automobi-

lindustrie verliehen. Der »Student Paper Award 2012« ging an den Nachwuchswissenschaftler Goran Šagi (FAMENA, Kroatien).

Für die Hochschule Trier hat diese Konferenz ihren Stellenwert in der Wissenschaft untermauert.

Weitere Daten:

- Konferenzwebseite CE2012:  
<http://www.ce2012.org>
- Konferenzproceedings:  
Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment: Proceedings of the 19th ISPE International Conference on Concurrent Engineering; Josip Stjepandic, Georg Rock, Cees Bil (Herausgeber); Gebundene Ausgabe: 1204 Seiten; Springer, August 2012, ISBN-10: 1447144252; ISBN-13: 978-1447144250
- CE-2013: »20th ISPE International Conference on Concurrent Engineering« wird vom 2. – 6. September 2013 am RMIT University Melbourne in Australien stattfinden:  
[www.engineersaustralia.org/CE2013](http://www.engineersaustralia.org/CE2013)



**Prof. Dr. Georg Rock**  
Fachbereich Informatik  
Computer Science Department  
Hochschule Trier / Schneidershof  
  
+49 651 8103 596  
[G.Rock@hochschule-trier.de](mailto:G.Rock@hochschule-trier.de)



# ENGINEERING & TECHNOLOGY Worldwide

Global leader in **Ironmaking Technologies**

- Construction of complete blast furnaces, coke ovens, sinter and recycling plants
- Advanced environmental protection technologies

Innovative solutions for **Civil Construction** and **Infrastructure Projects**

On a regular basis, Paul Wurth is accompanying thesis work and offering practical internships as well as challenging positions within an international environment.



## PAUL WURTH

SMS group

**Paul Wurth S.A.** • 32, rue d'Alsace • P.O. Box 2233 • L-1022 Luxembourg  
Tel.: (+352) 4970-1 • Fax: (+352) 4970-2209 • paulwurth@paulwurth.com • www.paulwurth.com

Photos:  
Blast Furnace N°8, ThyssenKrupp Steel, Duisburg-Hamborn  
European Court of Justice, Luxembourg (Dominique Perrault, Paczowski & Fritsch, M3)



## Computerunterstützte Verfahren bei der tiefen Hirnstimulation: auf dem Weg zur patientenzentrierten Planung und Navigation

FB INFORMATIK  
Prof. Dr. Peter Gemmar  
Florian Bernard  
Andreas Husch

### Einleitung

Schwerwiegende neuronale Erkrankungen wie z. B. Morbus Parkinson lassen sich mittels Elektrostimulation sehr erfolgreich therapieren. Dabei hat sich die tiefe Hirnstimulation (THS) als erfolgreiche Behandlungsoption etabliert. Es ist zu erwarten, dass die THS zukünftig auch bei stärker verbreiteten Krankheiten wie z. B. Clusterkopfschmerz oder schwere Formen von Depression eingesetzt und damit die Lebensqualität der Patienten verbessert wird.

Der Therapieerfolg der THS hängt entscheidend davon ab, wie genau das neuronale Ziel vor der Operation geplant und während der Operation mit den Stimulationselektroden erreicht wird. In der gängigen Praxis werden die Zielposition und die Trajektorie zum Zielpunkt mittels manueller Auswertung von Kernspin- (MRT) und Computertomografiebildern (CT) vor der Operation ermittelt. Während der Operation werden Aktivitätssignale der durchfahrenen Hirnregionen mit Mikroelektroden (MER) aufgenommen, um genauer zum Zielpunkt navigieren zu können. Eine Berücksichtigung des effektiven Stimulationsfeldes ist bisher nicht verfügbar.

In früheren Untersuchungen konnten wir erfolgreich zeigen, dass mit automatisierten Verfahren zur Auswertung der MRT- und MER-Daten die Ermittlung der Zielpunkte und auch die Zielnavigation effizienter durchgeführt werden können. Im Rahmen eines interdisziplinären Projektes mit Prof. K.-P. Koch, Fachbereich Technik, untersuchen und entwickeln wir nun Verfahren, um Zielplanung und -navigation mittels patientenspezifischer Modelldaten automatisiert und in integrierter Form inklusive der Stimu-

lationsbelegung darzustellen. Damit sollen die klinischen Prozessschritte zur THS weitestgehend computerunterstützt abgebildet und objektiviert werden, um so den Erfolg und die Chancen dieser Therapie weiter zu verbessern.

### Grundlagen

Bei der THS werden pathologische Aktivitäten lokaler Hirnregionen durch eine hochfrequente elektrische Stimulation (ca. 100 Hz) mittels implantierter Elektroden und eines Schrittmachersystems (Impulsgeber) reduziert (Abb. 1). Dabei werden je nach

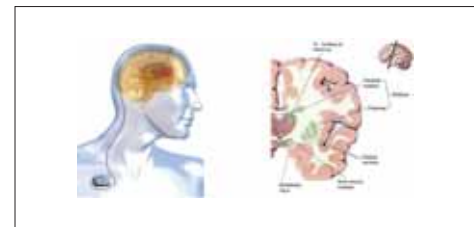


Abb. 1: Prinzip der tiefen Hirnstimulation (links) und axiales Schnittbild der Basalganglien (rechts) [Neuroscience 2001, 473-482]

Symptomatik bestimmte, tief liegende Hirnareale im Bereich der Basalganglien (z. B. Nucleus Subthalamicus (STN)) »stimuliert«. Die THS ist aus medizinischer Sicht inzwischen weitgehend standardisiert und wird von spezialisierten Zentren sehr erfolgreich durchgeführt. Typisch ist, dass die zur Stimulation vorgesehenen Areale relativ klein sind bzw. eng benachbarte Areale für andere Funktionen zuständig sind. Um den Behandlungserfolg zu gewährleisten und um Nebenwirkungen zu vermeiden, muss die Zielposition in einer präoperativen Planungsphase mittels Magnetresonanztomographie (MRT) präzise bestimmt und die

Elektroden müssen dann intraoperativ mit Hilfe eines Stereotaxiesystems sicher an den Zielort navigiert werden.

In der klinischen Praxis erfolgt die Festlegung des Zielpunktes z. B. für das Zielgebiet STN indirekt durch anatomische, generelle Positionsangaben relativ zur vorderen (AC) und hinteren Kommissur (PC), da eine direkte Positionierung, z. B. ermittelt durch morphologische Segmentierung des Zielgebiets, bisher nicht zur Verfügung steht. Bei dieser Vorgehensweise finden somit patientenspezifische Variabilitäten der Morphologie, die relativ groß sein können, keine Beachtung.

Die endgültige Zielnavigation erfolgt zurzeit überwiegend manuell mittels Analyse von MER Signalen im Zielgebiet. Dazu werden bis zu fünf Elektroden parallel in das Hirngewebe eingebracht. Durch Messung der vorliegenden neuronalen Aktivitäten bei der schrittweisen Annäherung zum Zielpunkt können verschiedene Gebiete (Nuclei) anhand der Signalformen unterschieden und damit die Position der Elektroden(-spitze) abgeschätzt werden (Abb. 2).



Abb. 2: Automatische MER-Klassifikation (links) und 3D-Registrierung mit STN-Volumenmodell

### Ziele und Methoden

Ziel dieses Projektes ist es, durch Computerverfahren und Modelle den aufwändigen klinischen Prozess zur Elektrostimulation zu unterstützen und eine patientenspezifische Therapie zu ermöglichen. Im Kern sollen die operationellen Schritte der stereotaktischen THS sowohl technisch als auch klinisch verbessert und objektiviert werden (Abb. 3).

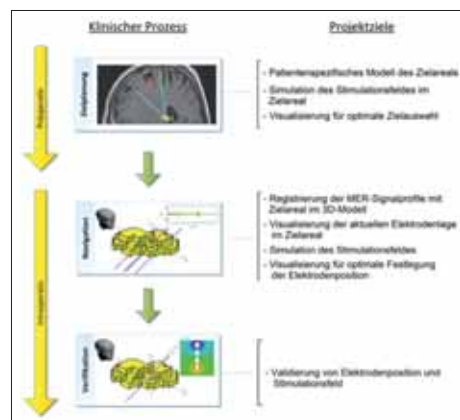


Abb. 3: Klinische Prozessschritte für THS und Projektziele

Um dies zu erreichen, werden patientenspezifische 3D-Modelle von Zielarealen mittels modellbasierter 3D-Segmentierung aus den MRT-Daten der Patienten erzeugt und darauf aufbauend von der Arbeitsgruppe um Prof. K.-P. Koch eine Modellierung und Simulation der elektrischen Feldverteilung im Zielgebiet durchgeführt. Die individuelle Feldverteilung im Gewebe wird visualisiert und somit eine Computerassistenz für Planung und Navigation aufgebaut.

Die wesentlichen Herausforderungen liegen primär in der Bildung patientenspezifischer Modelle der Zielgebiete und der damit verbundenen Simulation der Stimulationsfelder.



Da die Zielgebiete morphologisch nicht vollständig abgrenzbar sind – auch nicht von erfahrenen Neurochirurgen/innen – werden hybride und multimodale Ansätze untersucht. Für die Gebietssegmentierung wird ein Verfahren mit aktiven Gebietsmodellen (active shape modeling) entwickelt. Die Gebietsmodelle werden als statistische Modelle von Hirngebieten oder Gebiets-Kompositen (z. B. STN + Substantia Nigra (SNr)) aus einer Grundmenge von Patientendaten automatisch berechnet. Damit wird ein individuelles Modell von STN bzw. STN+SNr aus den aktuellen Patientendaten erzeugt. Als Bildmodalitäten werden T2-gewichtete MRT, SWAN und auch Diffusionstensorbilder (DTI) singularär oder im Verbund betrachtet (Abb. 4). Die Gebietsmodelle werden für die Feldmodellierung mit unterschiedlichen Elektrodenmodellen zur Verfügung gestellt.

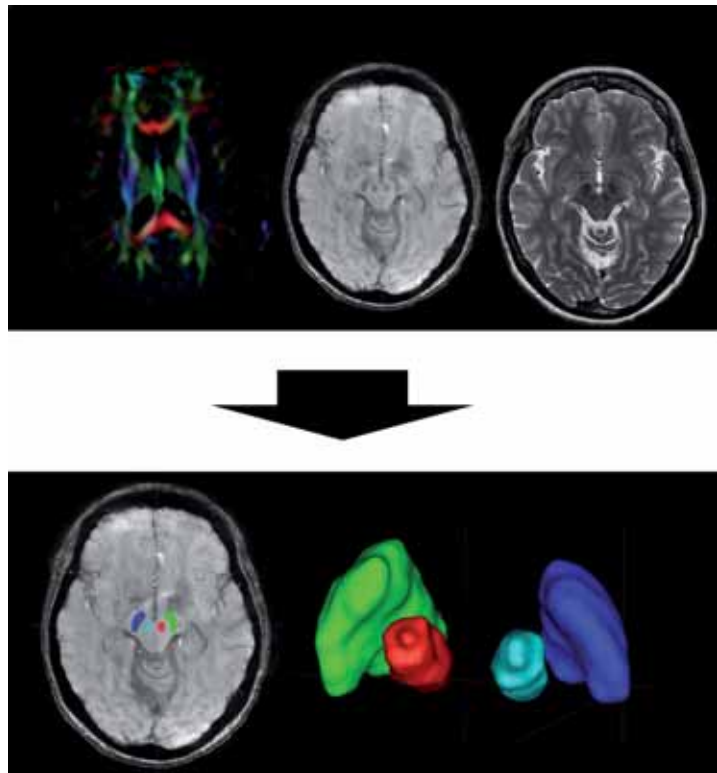


Abb. 4: Bildmodalitäten (DTI, T2- und SWAN-MRT (oben von l.n.r.) und Gebietssegmentierung (STN, SNr (grün, blau))

Eine weitere Verbesserung der klinischen Prozedur wird dadurch angestrebt, dass das Stimulationsfeld der Elektroden in die MRT-Visualisierung anatomisch korrekt integriert wird. Dazu ist eine automatische Registrierung und Fusion der Gebietsdaten aus der MRT-Analyse, den MER-Daten und den Feldsimulationsdaten zu entwickeln. Die im Rahmen der Navigation erfassten MER-Daten werden ausgewertet und mit den 3D-Modelldaten registriert, um die reale Position der Elektrode im Hirn zu verifizieren. Für die Visualisierung wird eine Fusion der Simulationsdaten mit den extrahierten Modelldaten durchgeführt, womit dann das Simulationsfeld unter patientenspezifischer Parametrisierung dargestellt wird. Diese Visualisierung soll sowohl die Planung als auch die Navigation direkt unterstützen. Zusammenfassend werden folgende wissenschaftliche Fragestellungen und Ziele verfolgt:

- 3D-Segmentierung funktionaler Hirngebiete mit statistisch-modellgestützten Segmentierungsverfahren - Erstellung patientenspezifischer 3D-Volumenmodelle von Zielgebieten.
- Simulation von elektrischen Feldmodellen und Visualisierung für patientenspezifische Hirnareale - Simulation der THS anhand patientenspezifischer Daten.
- 3D-Registrierung von patientenspezifischen 3D-Daten des Zielgebiets mit 3D-Navigationsdaten aus der MER-Analyse - geometrische Lokalisierung und Positionierung der Stimulationselektroden im Zielgebiet.

- Kombination und Zusammenführung unterschiedlicher Modalitäten (MRT, DTI, MER) - Visualisierung der in situ Feldverteilung prä- und intraoperativ.

Dieses Projekt wird gefördert von:  
Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation,  
Mainz



**Prof. Dr. Peter Gemmar**  
Fachbereich Informatik  
Hochschule Trier / Schneidershof  
+49 651 8103 375  
PGemmar@hochschule-trier.de

## Forschungsprojekt econnect Trier - FVV – Das Elektroauto als Nutzer und Speicher regenerativ erzeugter Energie

FB INFORMATIK  
Prof. Dr.-Ing. Jörn Schneider



Um die mit der Einführung von Elektromobilität verbundenen Klima-Ziele erreichen zu können, ist neben der technologischen Entwicklung insbesondere die Nutzerakzeptanz von entscheidender Bedeutung. Das Bundeswirtschaftsministerium fördert im Rahmen der Ausschreibung IKT für Elektromobilität II das Verbundforschungsprojekt econnect Germany ([www.econnect-germany.de](http://www.econnect-germany.de)). An dem kürzlich durch die Bundesregierung zum Leuchtturmprojekt erhobenen Verbundvorhaben sind 7 Stadtwerke, 8 Industrieunternehmen 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. In diesem Projekt hat sich der FVV insbesondere der Vision

verschrieben, den Anteil an erneuerbarer Energie für und mittels Elektromobilität zu maximieren. Die Kernaktivität des Projektes besteht in der Durchführung des bundesweit ersten Feldversuchs zur Untersuchung der Nutzerakzeptanz von gesteuertem Laden und Rückspeisen von Fahrzeugbatterien (Vehicle-to-Grid). Dazu besteht eine enge Kooperation mit den Stadtwerken Trier und der ABB AG.

### Zukunftsvision

Der Leitgedanke des Projektes ist, die Batterien von Elektroautos in Zukunft ausschließlich mittels erneuerbarer Energie zu laden. Dabei kommt den Nutzern die wichtige Rolle zu, Speicherkapazität ihrer Fahrzeugbatterien bereitzustellen, um die inhärente Schwankung von Wind- und Sonnenenergie auszugleichen.

Ein beispielhafter Tagesverlauf der Energieerzeugung einer Windkraftanlage findet sich in Abb. 1.

Um die Vision, fehlende Energie aus den



Abb. 1: Tagesverlauf Windkraftwerk Reinsfeld, 14.9.2012. Quelle: Stadtwerke Trier

Batterien von Elektrofahrzeugen entnehmen zu können und auch überschüssige Strommengen in diese einzuspeisen, Realität werden zu lassen, bedarf es geeigneter technischer und regulatorischer Lösungen. Diese alleine sind aber keineswegs ausreichend. Nur wenn ein hinreichend großer Anteil der zukünftigen Nutzer von Elektrofahrzeugen bereit ist, die Konsequenzen einer solchen Batterie Verwendung aktiv mitzutragen, kann die Vision Wirklichkeit werden.

### Nutzerakzeptanz

Der Umstieg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf ein rein elektrisches Fahrzeug ist beim aktuellen Stand der Technik mit einem Verlust an Reichweite und Autonomie verbunden. Die Einschränkung der Nutzerautonomie ergibt sich insbesondere aus der im Vergleich zur Betankung eines herkömmlichen Fahrzeuges längeren Stillstandsdauer beim Laden. Auch wenn diese Einschränkung für viele Nutzungsarten nicht wirklich relevant ist (etwa bei Ladung über Nacht oder am Arbeitsplatz), beeinflusst dieser Aspekt die Bereitschaft auf die neue Technologie zu wechseln.

Wie wahrscheinlich ist es unter diesen Voraussetzungen, dass Fahrzeugnutzer weitere Einschränkungen bei der Nutzung von E-Fahrzeugen akzeptieren, die für die Realisierung von gesteuertem Laden und Rückspeisen erforderlich sind?

Pauschal lässt sich diese Frage nicht beantworten und auch bei genauer Kenntnis der Einschränkungen kann ohne empirische Untersuchungen unter realistischen Bedingungen keine einigermaßen verlässliche Aussage hierzu erfolgen.

Das primäre Ziel im Forschungsprojekt econnect Trier-FVW ist die Untersuchung dieser Frage in einem Feldversuch. Dazu werden fünf serienmäßige Elektrofahrzeuge mit entsprechender Technik für die Steuerung des Ladens und Rückspeisens aufgerüstet und an ca. 80 Probanden für jeweils einen Monat herausgegeben. Die dabei gesammelten Daten sollen Aufschluss geben, welcher Anteil der zukünftigen Elektromobilisten im Alltag die Verwendung von Fahrzeugbatterien zur Speicherung regenerativ erzeugter Energie ermöglichen wird.

Im Beitrag von Prof. Dr. Rolf Linn in der vorliegenden Publikation finden sich weitere Informationen zur Untersuchung der Nutzerakzeptanz im Projekt, insbesondere in Hinblick auf die Benutzerschnittstelle für das gesteuerte Laden und Rückspeisen.

### Technologie des Feldversuchs

Um den Feldversuch so nah wie möglich an der antizipierten Realität zu orientieren, müssen einige technologische Voraussetzungen geschaffen werden:

1. Die Fahrzeuge müssen einen Fahrzeugrechner erhalten, der folgendes zu leisten hat:
  - Interaktion mit dem Benutzer
  - Berechnung der Lade- & Rückspeisepläne
  - Kommunikation mit der Leitzentrale der Stadtwerke und dem Feldtestdatenserver der Hochschule
  - Erfassen der Fahrzeugposition über GPS
  - Aufzeichnen der Informationen des fahrzeuginternen Netzwerkes (CAN-Bus)
  - Ansteuern von Displays im Kombiinstrument des Fahrzeuges
2. Die Leitzentrale der Stadtwerke muss die Steuerung der Ladesäulen ermöglichen und die Elektrofahrzeuge als einen in Grenzen steuerbaren Verbraucherpool einbinden.
3. Algorithmen für eine verbesserte Vorhersage von Leistungsdaten von Wind- und Sonnenkraftwerken müssen realisiert und in der Leitzentrale eingebunden werden.
4. Mehrere Server an der Hochschule sind einzurichten, um die folgenden Dienste zu erbringen:
  - Sammeln der aus den Fahrzeugen übermittelten Nutzungsdaten
  - Weiterleiten der in den Fahrzeugen berechneten Lade-/Rückspeisepläne

- Webzugang der Probanden zu Daten über das Laden/Rückspeisen (z. B. CO<sub>2</sub>-Footprint, Kosten pro gefahrener Kilometer)

### Fahrzeugrechnersystem

Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung des Fahrzeugrechners ist, dass weder die verwendeten Serienfahrzeuge noch die eingesetzten Ladesäulen ein physikalisches Rückspeisen von Strom aus den Batterien in das Leitungsnetz unterstützen. Um die Ziele des Feldversuchs zu erreichen, muss also gegenüber dem Fahrzeugnutzer das Rückspeisen vorgespielt werden. Ein tatsächlicher, physikalischer Stromfluss aus dem Fahrzeug in das Netz ist nicht erforderlich, solange dies in der Erlebenswelt des Benutzers keinen Unterschied macht. Der Vollständigkeit halber sei hier angemerkt, dass gegenüber der Leitzentrale der Stadtwerke (die außerhalb der Benutzererfahrung steht) sich ein tatsächlicher physikalischer Stromfluss realisieren lässt, indem die ebenfalls einbezogene stationäre Batterie jeweils den Strom liefert, der sonst aus den Fahrzeugbatterien käme.

Aufgrund der geschilderten Situation muss der Fahrzeugrechner Anzeigeelemente im Kombiinstrument des Fahrzeuges mit veränderten Werten zum Ladezustand und zur Reichweite versorgen. Diese Funktionalität lässt sich nicht mit Standard Telemetrie-einheiten realisieren sondern erfordert eine Eigenentwicklung.

Die Realisierung des Fahrzeugrechnersystems erfolgt in der Arbeitsgruppe des Autors mit Unterstützung durch Prof. Dr. Matthias Scherer (FB Technik), der die HW-Entwicklung verantwortet.

Das Fahrzeugrechnersystem basiert auf

dem mit einem zweikernigen ARM Cortex A9 Prozessor ausgestatteten Pandaboard ([www.pandaboard.org](http://www.pandaboard.org)). Auf einem der Prozessorkerne wird ein speziell angepasstes Linux Betriebssystem ausgeführt, über das unter anderem die Benutzerinteraktion per Touchscreen und die Kommunikation mit dem Hochschulserver via GSM/UMTS realisiert wird. Der andere Prozessorkern führt ein Echtzeitbetriebssystem nach dem Industriestandard AUTOSAR ([www.autosar.org](http://www.autosar.org)) aus. Unter AUTOSAR OS erfolgt u.a. die Kommunikation mit dem Fahrzeugnetzwerk (CAN-Bus). Diese Aufteilung bietet deutliche Vorteile, da sich mit dem AUTOSAR System eine höhere Verlässlichkeit, die Einhaltung von Echtzeitanforderungen und erheblich kürzere Startup-Zeiten realisieren lassen.

Neben der Fahrzeugrechnersoftware selbst ist eine weitere Herausforderung die Definition und Realisierung der restlichen IKT-Kette bestehend aus: Feldtestdaten-server, Probanden-Webserver, Leistungsprognosenrechner, Server zur Optimierung der Erzeuger- und Verbrauchersteuerung und Rechner zur Authentifizierung der Ladekunden und Ansteuerung der Ladesäulen.



**Prof. Dr.-Ing. Jörn Schneider**

Fachbereich Informatik  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 590  
J.Schneider@hochschule-trier.de

## Unsere Region im Aufwind.

Und wer steckt dahinter?

*Verantwortung.  
Für Trier, die Region  
und ihre Bürger.*



Mit unseren Infrastruktur- und Energiedienstleistungen sorgen wir jeden Tag für ein Stück Lebensqualität. Eine verantwortungsvolle Aufgabe – durch die wir vielen Menschen einen sicheren Arbeitsplatz und eine chancenreiche Perspektive bieten können. Übrigens, wir bringen nicht nur unsere Mitarbeiter an ihre Ziele, sondern auch Sie – pünktlich und umweltfreundlich: mit unseren Nahverkehrs-Bussen. [www.swt.de](http://www.swt.de)

Wir denken heute schon an morgen.





## Mit »grünem« Strom mobil – Fahrer-Fahrzeug-Interaktion zur Optimierung der Aufladung von Elektrofahrzeugen

FB INFORMATIK  
Prof. Dr. Rolf Linn



Regenerativ erzeugter Strom steht zur Verfügung, wenn der Wind weht oder die Sonne scheint. Elektromobile können vorzugsweise geladen werden, wenn »grüner« Strom zur Verfügung steht, und können sogar bei Knappheit Strom ins Netz zurückspeisen. Regenerative Stromerzeugung und Elektromobilität ergänzen sich also bestens. Das hier beschriebene Projekt soll das Problem lösen, Laden und Rückspeisen so zu steuern, dass die Mobilitätsbedürfnisse der Nutzer erfüllt werden können. Es ist Teil des Beitrages des Forschungsverbundes Verkehrstechnik und Verkehrssicherheit ([www.fvv-trier.de/](http://www.fvv-trier.de/)), bestehend aus Informatikern und Technikern der Hochschule Trier und Psychologen der Universität Trier, zum Vorhaben econnect Germany ([www.econnect-trier.de/](http://www.econnect-trier.de/), [www.econnect-germany.de/](http://www.econnect-germany.de/)), gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unter dem Förderkennzeichen 01ME12043. Weitere Informationen zu econnect Trier finden Sie im Beitrag von Prof. Dr. Jörn Schneider in dieser Broschüre.

### Nutzungsabsichten müssen bekannt sein

Wenn Laden und Rückspeisen automatisch gesteuert werden sollen, muss bekannt sein, wann der Nutzer wie weit fahren will. Die erste Idee hierzu »Der Nutzer muss alle beabsichtigten Fahrten programmieren« wurde schnell verworfen, da offensichtlich nicht praktikabel. Um einen gangbaren Weg zu finden, wurden mit verschiedenen Nutzern (einer Lehrerin, einer freiberuflich tätigen Reisebürokauffrau, einem Rentner, einem Studenten, einer Krankenschwester und einem Pendler) typische Szenarien entwickelt. Aufgrund dieser Szenarien er-

scheint die Eingabe von drei Werten sinnvoll:

1. geplante Abfahrtszeit,
2. zur Abfahrtszeit erforderliche Reichweite
3. Reichweite für vorher eventuell anfallende »Spontanfahrten«.

Letzteres wird gebraucht, da es ja sein kann, dass der Nutzer sich die Möglichkeit offenhalten will, auf Notfälle reagieren zu können oder nur vor der vielleicht für den nächsten Morgen geplanten Abfahrt am Abend noch mal ins Kino zu fahren. Diese Werte müssen beim Anschluss an das Stromnetz eingegeben werden, aber nur falls sie sich gegenüber der letzten Ladung ändern sollen. Diese Werte können während der Ladezeit jederzeit über einen PC oder ein Smartphone verändert werden.



Abb. 1: Spielraum zum Laden und Rückspeisen

Abb. 1 zeigt mit der grünen Fläche den dem System zur Verfügung stehenden Spielraum zur Steuerung von Laden und Rückspeisen. Die rote Linie zeigt den Ladezustand, der mindestens vorhanden sein muss, die grüne die Möglichkeiten für darüber hinausgehendes Laden und Rückspeisen.

### Motivation der Nutzer

Das Bewusstsein, etwas zur Stabilität des Stromnetzes beizutragen, wird die Nutzer wohl nicht ausreichend motivieren, die drei genannten Angaben zu machen und damit

auf weitergehende Flexibilität zu verzichten. Es sollte daher auch eine finanzielle Kompensation erfolgen. Dazu werden zwei Möglichkeiten betrachtet:

Die Steuerung von Laden und Rückspeisen kann über dynamische Tarife erfolgen: Bei Stromüberangebot wäre der Strom billig, bei Knappheit teuer. Das System würde dann zur Realisierung der Nutzungsanforderungen automatisch die günstigsten Zeiten für Laden und eventuell Rückspeisen wählen. Damit würde sich in der Regel eine Einsparung gegenüber dem »Normalpreis« ergeben. Wenn der Stromversorger die geplante Preisgestaltung im Voraus übermittelt, kann bereits beim Anschluss an das Stromnetz die voraussichtliche Einsparung angezeigt werden. Allerdings könnte die tatsächliche Einsparung dann größer oder auch kleiner sein, wenn der Stromversorger die Preise während der Anschlusszeit ändert.

Um das zu vermeiden, könnte der Stromversorger für jede Ladung den Normalpreis berechnen und zusätzlich einen Bonus für den gewährten Spielraum für Laden und Rückspeisen zahlen. Um sowohl die Größe als auch die Zeit des Spielraums zu berücksichtigen, könnte der Bonus proportional zur grünen Fläche in Abbildung 1 bemessen werden. Wenn der Nutzer dann zur geplanten Zeit abfährt, erhält er genau den Bonus, der beim Anschluss ans Stromnetz angezeigt wurde.

#### Entwurf des Interface

Zur Eingabe der Nutzungsabsichten sowie zur Anzeige von aktuellem Ladezustand und Einsparpotential dient ein Touch-Screen, das in der Mittelkonsole des Fahrzeuges

eingebaut wird. Abb. 2 zeigt den Entwurf von Dipl. Des. Andreas Hofer für dieses Interface. Die Bedienung ist ähnlich, wie man es z. B. vom iPhone kennt: Beim Antippen eines der Felder für die Reichweite »spontane Fahrt« (50 km) oder »geplante Fahrt« (105 km) sowie für Abfahrtstag und -zeit (Dienstag, 9:00 Uhr) erscheint ein Karussell, womit durch Wischbewegung der Wert leicht verändert werden kann. Die Reichweiten werden auch auf der darunter befindlichen Skala angezeigt und können dort auch durch Verschieben mit dem Finger verändert werden. Durch den blauen Pfeil auf dieser Skala die aktuelle Reichweite (82 km) angezeigt.



Abb. 2: Entwurf für das Interface im Fahrzeug

Die Gebrauchstauglichkeit eines interaktiven Systems kann nicht durch dessen Entwickler getestet werden. Im nächsten Schritt wird daher ein Prototyp nach diesem Entwurf mit geeigneten Testpersonen geprüft und auf Grundlage der Ergebnisse verbessert werden.

#### Feldversuch

Das verbesserte Interface wird dann für einen Feldversuch in fünf Testfahrzeuge des Projektpartners Stadtwerke Trier installiert. Ziel des Feldversuchs ist es, gesicherte Aussagen zur Akzeptanz des gesteuerten Ladens und Rückspeisens mit beiden oben beschriebenen Abrechnungsmodellen zu erhalten. Der Feldversuch startet im Januar 2013 und wird von Prof. Dr. Christian Frings, Lehrstuhl Allgemeine Psychologie & Methodenlehre der Universität Trier, wissenschaftlich begleitet.



**Prof. Dr. Rolf Linn**  
 Fachbereich Informatik  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 373  
 R.Linn@hochschule-trier.de



## MIT SICHERHEIT KARRIERE

**SIE GEHEN AN DEN START – WIR BRINGEN SIE ANS ZIEL!**

Die Ideen, das Engagement und das Know-how seiner Mitarbeiter/-innen haben TRW nicht nur zu einem „Technology Innovator“ gemacht, sondern auch zu einem Arbeitgeber, der sich Ihre berufliche Weiterentwicklung auf seine Fahnen geschrieben hat. Sie lernen schnell Verantwortung zu übernehmen, um Ihre Stärken, Ihre Ideen und Ihr Wissen voll entfalten zu können.

**Das Klima muss stimmen** – Wichtig ist uns, dass Sie sich bei uns wohl fühlen: eine kooperative Arbeitsatmosphäre im Team, kurze Wege und der offene Dialog prägen unser Arbeitsumfeld.

**Mit den Aufgaben wachsen** – Bei uns werden Sie mit Fragen und Problemen nicht allein gelassen. Mit gezielten Einführungsprogrammen on-the-job können Sie von Anfang an selbstständig arbeiten. Gleichzeitig werden Sie off-the-job in verschiedenen Trainingsmaßnahmen geschult.

Mit weiterführenden Entwicklungsprogrammen eröffnen sich Ihnen sehr gute Perspektiven – auch mit internationaler Ausrichtung.

Was jetzt noch hinzukommt, liegt bei Ihnen: Eigeninitiative, Eigenverantwortung, Zielorientierung.

**Arbeiten Sie mit** an wegweisenden Innovationen in Fahrzeugsicherheitssystemen!

Wenn Sie spannende Herausforderungen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Konstruktion, Elektrotechnik und ähnlichen Fachrichtungen annehmen sowie jeden Tag Neues erleben wollen, dann passen Sie zu uns. Wir setzen neue Maßstäbe in der ganzen Welt – am besten gemeinsam mit Ihnen.

Informieren Sie sich einfach unter [www.trw.de/karriere](http://www.trw.de/karriere) – ob Berufseinsteiger oder Profi, wir freuen uns auf Sie!

**Sicherheit für Mensch und Umwelt – das ist die Stärke der kognitiven Sicherheitssysteme von TRW. Mit weltweit mehr als 60.000 Mitarbeitern an über 185 Standorten erwirtschaftete TRW im Jahr 2011 einen Umsatz von mehr als 16,2 Mrd. U.S. \$ und zählt somit zu den größten Automobilzulieferern der Welt.**

**Bitte bewerben Sie sich bevorzugt online unter [www.trw.de/karriere](http://www.trw.de/karriere)**

## Ruß- und Stickoxidreduzierung bei Dieselmotoren durch den Einsatz einer Diesel / Wasser-Emulsion in Verbindung mit Abgasnachbehandlung

FB TECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Ch. Simon

Dipl.-Ing. (FH) M.Eng. H. Dörksen

### 1. Einleitung

Die positiven Eigenschaften von Diesel-Wasser-Emulsionen hinsichtlich der gleichzeitigen Reduzierung von Ruß und Stickoxiden bei der dieselmotorischen Verbrennung sind bereits seit langem bekannt. Reduzierungen der Stickoxide in der Größenordnung von 40-50% und Ruß von bis zu 60-70% sind nachgewiesen. Weitgehend unerforscht ist dagegen das Verhalten von Diesel-Wasser-Emulsionen in Verbindung mit Abgasnachbehandlung. Gleiches gilt bezüglich der Wasserrückgewinnung aus dem Abgas zur Erzeugung einer neuen Emulsion.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wurde neben dem Nachweis der Ruß- und NO<sub>x</sub>-Reduzierung auch an einem modernen Motor mit Abgasnachbehandlungssystem, am IFT (Institut für Fahrzeugtechnik Trier) der Hochschule Trier zusätzlich der Frage nach der Wiederverwertbarkeit des im Abgas enthaltenen Wassers zur Erzeugung einer neuen Diesel-Wasser-Emulsion nachgegangen.

### 2. Prüfstandskomponenten

#### 2.1 Versuchsmotor

Bei dem Prüfstandsmotor (Abb. 1) handelt es sich um einen modernen, aufgeladenen 6-Zylinder Pkw-Motor in V-Bauweise mit Common-Rail-Einspritzung (1600 bar), Ladeluftkühlung und gekühlter AGR der Daimler-AG. In Serie wird dieser Motor mit einem Abgasnachbehandlungssystem, bestehend aus Oxidationskatalysator, NO<sub>x</sub>-Speicher-Kat, Rußfilter und einem nachgeschalteten SCR-Katalysator, ausgestattet. Das maximale Drehmoment und die maximale Leistung des 3-l-Motors liegen bei 540 Nm



Abb. 1: Versuchsmotor

( $n = 1600 - 2400 \text{ min}^{-1}$ ) und 155 kW ( $n = 3400 \text{ min}^{-1}$ ).

#### 2.2 Diesel-Wasser-Mischanlage

Die Erzeugung der Diesel/Wasser-Emulsion erfolgte mit einer Mischanlage der Fa. SCARABAEUS (Abb. 2). Diesel und Wasser werden der Mischanlage getrennt zugeführt und in der Mischkammer zu einer homogenen Diesel/Wasser-Emulsion gemischt. Diese Anlage ermöglicht sowohl eine betriebspunktangepasste als auch eine konstante Wasserbeimischung. In der nachstehend vorgestellten Untersuchung wurde das Wasser/Kraftstoffverhältnis für alle Betriebspunkte konstant eingestellt.



Abb. 2: Versuchsmotor mit Diesel-Wasser-Mischanlage

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Messungen ohne Abgasnachbehandlungssystem

Untersucht wurde das Abgasverhalten (insbesondere Stickoxide und Ruß) des Motors bei reinem Dieselbetrieb und beim Betrieb mit »on board« gemischter Diesel-Wasser-Emulsion, zunächst ohne Abgasnachbehandlungssystem (Rohabgasmessung) und anschließend mit Abgasnachbehandlung, wobei im letzteren Falle die Rußbelastung des Rußfilters im Vordergrund stand.

Der Einfluss der Emulsion auf das Abgasverhalten wird durch die relative Änderung der Partikelmasse (PM) und der NOx-Konzentration gegenüber dem reinen Dieselbetrieb für 11 ausgewählte Punkte des gesamten Motorbetriebsbereichs aufgezeigt. Aus versuchstechnischen Gründen wurde der Wasseranteil bei diesen Messungen auf 10% begrenzt. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die relativen Änderungen der gravimetrischen Rußmessung und der NOx-Konzentration bei Diesel/Wasser-Emulsionsbetrieb gegenüber dem reinen Dieselbetrieb. Gemittelt über dem Testzyklus ergibt sich für PM eine Reduzierungsrate von etwa 21% (Abb. 3).

Die gemittelte NOx-Reduzierung liegt bei etwa 23% (Abb. 4). Mit der gleichzeitigen

Abnahme der Ruß- und NOx-Beladung ist damit auch für einen modernen Motor die Abschwächung des Ruß-NOx-Trade Off's durch den Einsatz einer Diesel-Wasser-Emulsion, selbst bei einem relativ niedrigen Wasseranteil von nur 10%, nachgewiesen (Abb. 5). Eine Anhebung des Wasseranteils auf 30% kann durchaus zu NOx- und Ruß-Absenkungen von 50 bis 70% führen

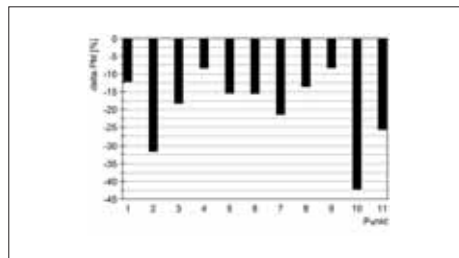


Abb. 3: Relative Änderung der Rußbelastung

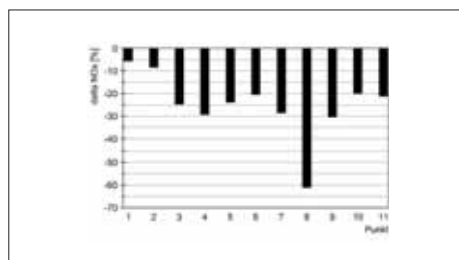


Abb. 4: Relative Änderung der Stickoxidkonzentration

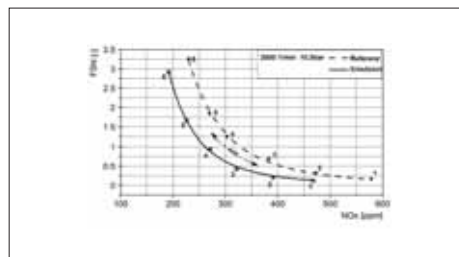


Abb. 5: Ruß-NOx-Trade-Off



### 3.2 Messungen mit Abgasnachbehandlungssystem

Zur Durchführung der Messungen mit Abgasnachbehandlungssystem wurde dieses zunächst wieder am Motor installiert. Bei diesen Messungen stand die Rußfilterbelastung in Abhängigkeit der Betriebsdauer des Motors im Vordergrund. Als Indikator für die Beladung des Rußfilters diente der Differenzdruck über dem Rußfilter.

Abb. 6 zeigt den Differenzdruckanstieg über dem Rußfilter in Abhängigkeit der Betriebsdauer sowohl für den reinen Dieselbetrieb als auch für den Emulsionsbetrieb. Hiernach nimmt der Differenzdruck bei reinem Dieselbetrieb annähernd linear über der Betriebszeit zu. Nach 2 Stunden Laufzeit ist der Differenzdruck über dem Rußfilter von ursprünglich etwa 27 hPa (nach vorausge-

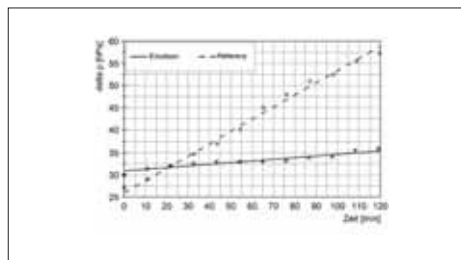


Abb. 6: Differenzdruckanstieg über der Betriebsdauer des Motors

gangener Filterregeneration) auf ca. 57 hPa angestiegen, d. h. die Druckzunahme liegt bei über 100%.

Nach einer anschließenden »aktiven« Filterregeneration wurde die gleiche Messung mit einer 10%-igen Diesel/Wasser-Emulsion gestartet. Das Ergebnis dieser Messung ist ebenfalls auf Abb. 6 dargestellt. In diesem Falle steigt der Differenzdruck über dem Rußfilter bei gleicher Motorbetriebszeit

lediglich um ca. 6 hPa an. Legt man in beiden Fällen einen linearen Differenzdruckanstieg über der Zeit zugrunde, dann ergibt sich für den Dieselbetrieb der Gradient aus Druckanstieg und Zeit zu etwa 0,25 hPa/min und für den Emulsionsbetrieb zu ca. 0,05 hPa/min. Damit beträgt die Filterbelastung bei Emulsionsbetrieb lediglich 1/5 derjenigen bei Dieselbetrieb. Für die Regenerationszyklen des Rußfilters bedeutet dies, dass bei häufigem Kurzstreckenbetrieb, bzw. Stadtbetrieb, die Anzahl der notwendigen aktiven Filterregenerationen bei Diesel/Wasser-Emulsionsbetrieb auf 1/5 der bei reinem Dieselbetrieb üblichen Filterregenerationen reduziert werden können. Da zur aktiven Filterregeneration zwecks Anhebung der Abgastemperatur auf die Regenerationstemperatur von ca. 600 °C zusätzlich Kraftstoff eingespritzt werden muss, ist die Reduzierung der Regenerationsintervalle direkt mit einer Kraftstoffverbrauchsreduzierung verbunden.

### 4. Wasserrückgewinnung durch Kondensation des Abgases

In diesem Projektabschnitt wurde untersucht, inwieweit das zur Erzeugung einer Diesel/Wasser-Emulsion benötigte Wasser durch Rückgewinnung aus dem Abgas genutzt werden kann. Dazu wurde ein Kondensator in den Prüfstands Aufbau integriert und ein Teilstrom (halber Abgasmassenstrom) durch diesen geleitet. Mit der Rückgewinnung des Wassers aus dem Abgas würde die Bevorratung von Wasser mittels Wassertank entfallen. Zur Sammlung des benötigten Wassers bzw. Kondensats wäre jetzt nur noch ein relativ kleiner Tank als Zwischenspeicher erforderlich. Das anfallende

Kondensat selbst ist geruchsneutral und tendiert mit einem PH-Wert von 6 leicht in den sauren Bereich. Abb. 7 zeigt eine Probe des gesammelten Kondensats. Mit einem TOC-Wert (Total Organic Carbons) von 1 – 2 mg/l kann die Wasserqualität als »gut« eingestuft werden. Einer Wiederverwertung des im Abgas enthaltenen Wassers zur Herstellung einer Diesel/Wasser-Emulsion steht nach den Erkenntnissen dieser Untersuchung nichts Grundsätzliches im Wege.



Abb. 7: Abgaskondensat-Probe

## 5. Zusammenfassung

Die in Abschnitt 3 vorgestellten Ergebnisse zeigen deutlich, dass auch bei einem Dieselmotor nach derzeitigem Stand der Technik mit Hilfe der Diesel/Wasser-Emulsion eine beachtliche Reduzierung der Ruß- und NO<sub>x</sub>-Konzentration möglich ist.

Die Messungen mit Abgasnachbehandlungssystem haben außerdem gezeigt, dass die Rußfilterbeladung durch den Einsatz einer Diesel-Wasser-Emulsion auf 1/5 der Beladung bei reinem Dieselmotorbetrieb reduziert werden konnte.

In einem weiteren Punkt wurde untersucht, inwieweit das zur Erzeugung der Diesel/Wasser-Emulsion benötigte Wasser aus dem im Abgas enthaltenen Wasser wieder

genutzt werden kann. Legt man das Ergebnis dieser Untersuchung für eine Anwendung im Fahrzeug zugrunde, dann ergibt sich hieraus, dass in Abhängigkeit bestimmter Randbedingungen (Kondensatorgröße, Abgastemperatur, Kühlflüssigkeitstemperatur des Kondensators, Kühlmassenstrom...) ein Teilstrom von etwa der Hälfte des Abgasmassenstroms reichen würde, den geforderten Wasserbedarf im Kraftstoff zu decken.



### Prof. Dr.-Ing. Ch. Simon

Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
FG Kolben- und Strömungsmaschinen,  
Wärmelehre und Strömungslehre  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 311  
C.Simon@hochschule-trier.de



### Dipl.-Ing. (FH) M. Eng. H. Dörksen

Projektingenieur im FG Kolben- und  
Strömungsmaschinen  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 486  
H.Doerksen@hochschule-trier.de

## Wirkungsgrad von Fahrradantrieben

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Hubert Hinzen  
Christian Petry, B. Eng.

### 1. Einführung in die Problematik

Unabhängig davon, ob das Fahrrad als Fortbewegungsmittel oder als Sportgerät benutzt wird, ist man stets bemüht, die naturgemäß begrenzte Muskelleistung des Radfahrers möglichst vollständig für den Antrieb des Fahrrades nutzbar zu machen. Für die heute übliche, optimierte Konstruktion des Fahrrades als zweirädriges, einspuriges Fahrzeug hat der Antrieb grundsätzlich zwei Aufgaben zu erfüllen:

- Die Leistung des Radfahrers als »Motor« muss von der Tretkurbel auf das Hinterrad übertragen werden.
- Die Leistung in ihren Komponenten Moment und Winkelgeschwindigkeit soll durch ein Getriebe so gewandelt werden, dass die Leistungsfähigkeit des Radfahrers möglichst effektiv zum Antrieb des Fahrrades ausgenutzt wird. In aller Regel soll dieses Getriebe auch während der Fahrt schaltbar sein, um diese Optimierung sowohl bei sich ändernder

Leistungsbereitschaft als auch bei sich ändernden Fahrwiderständen vornehmen zu können.

Die heute weit verbreitete Kettenschaltung vereinigt beide Funktionen in einer Konstruktion, aber grundsätzlich kann die Leistungsübertragung in Form einer Kette oder neuerdings auch eines Zahnriemens mit einem hintereinander geschalteten separaten Getriebe kombiniert werden, welches in aller Regel in der Hinterradnabe angeordnet wird (Nabenschaltung).

Der Wirkungsgrad setzt die Leistung an der Tretkurbel zu 1 oder 100 % und gibt an, wie viel von dieser Leistung tatsächlich am Hinterrad genutzt werden kann. Der Wirkungsgrad ist stets kleiner als 1 bzw. 100 %, weil auf Grund von unvermeidbarer Reibung Leistung verloren geht. Durch optimierte Konstruktion und Wartung (z. B. Schmierung) wird versucht, diese Reibungsverluste möglichst gering und den Wirkungsgrad so hoch wie möglich zu halten.

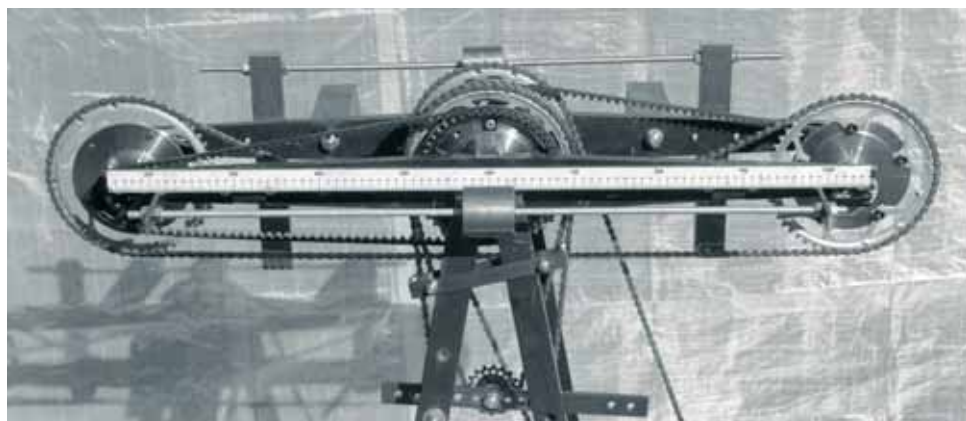


Abb. 1: Prüfstand zur Wirkungsgradmessung von Fahrradantrieben

Während für die Kettenschaltung der Gesamtwirkungsgrad angegeben wird, muss bei einer Nabenschaltung differenziert werden: Die Antriebsleistung an der Tretkurbel wird zunächst bei der Übertragung auf das Hinterrad durch den Kettentrieb oder den Zahnriemen mit dessen Wirkungsgrad reduziert. Die Abtriebsleistung des Kettentriebes bzw. Riementriebes ist ihrerseits dann wiederum Antriebsleistung für die Getriebeabtriebsleistung schließlich am Hinterrad genutzt werden kann. Aus diesem Grunde sind die beiden Wirkungsgrade als Absolutzahl (nicht als Prozentwert) miteinander zu multiplizieren, was zunächst einmal einen scheinbaren Nachteil bedeutet.

Die letztjährige Ausgabe des Hochschulreports stellte eine Prüftechnik vor, mit der diese Wirkungsgrade auf das Promille genau erfasst werden können. Abb. 1 zeigt die Verspannungseinheit und Belastungswaage des Prüfstandes in der Ausstattung zur Untersuchung des Zahnriemens. Der nunmehr vorliegende Bericht versucht, die damit gewonnenen Ergebnisse beispielhaft zu dokumentieren und mit dem Ziel aufzubereiten, daraus einige allgemeingültige Aussagen abzuleiten.

## 2. Wirkungsgrad der Fahrradkette

Die vielleicht wichtigste diesbezügliche Frage betrifft den Wirkungsgrad der Fahrradkette, der von einer Vielzahl von Parametern abhängt. Abb. 2 versucht, für eine handelsübliche Fahrradkette die wichtigsten Einflüsse darzustellen, wobei ein weiterer Begriff hilfreich ist: Die Differenz zwischen dem Wirkungsgrad und dessen Idealfall von 100 % stellen die im System auftretenden Verluste dar und wird hier als »Verlustgrad« bezeichnet.

- Auf dem geradlinigen Abschnitt ihrer Bewegung tritt in der Kette keinerlei Reibung auf und der Wirkungsgrad wäre 100 %. Da sie aber bei Auflaufen auf das Ritzel oder das Kettenblatt »in die Kurve geht«, werden zwei benachbarte Kettenglieder relativ zueinander bewegt, was Reibung hervorruft und den Wirkungsgrad reduziert. Dieser Effekt wird um so intensiver, je kleiner das Ritzel bzw. dessen Zähnezahl ist. Sämtliche Kurvenzüge in Abb. 2 sinken also mit kleiner werdender Zähnezahl ab. Ausgerechnet das für schnelle (Bergab-) Fahrten benutzte Ritzel mit nur elf Zähnen weist einen schlechten Wirkungsgrad auf. Noch kleinere Ritzel sind aus verzahnungstechnischen Gründen nicht sinnvoll.
- Gleiches gilt für das Kettenblatt: Grössere Kettenblätter bedeuten einen geringeren »Schwenkwinkel« zwischen zwei benachbarten Kettengliedern und damit weniger Reibung, was den Wirkungsgrad steigert. Ein relativ grosses Kettenblatt mit 50 Zähnen ist also stets günstiger als beispielweise ein beim Mountainbike übliches kleines Kettenblatt mit nur 30 Zähnen.
- Bei hoher Leistung ist der Wirkungsgrad stets günstiger als bei geringer Leistung. Die Ursache dafür liegt in der Tatsache begründet, dass bei differenzierterer Betrachtung nach lastabhängigen und lastunabhängigen Verlusten unterschieden werden muss: Lastunabhängige Anteile liegen auch dann vor, wenn das System keine Leistung überträgt und nur im Leerlauf bewegt wird. In diesem Fall wäre der Wirkungsgrad als Quotient von Abtriebsleistung zu Antriebsleistung sogar 0 %. Wird ausgehend von diesem unsinnigen Leerlaufbetrieb die Leistung immer weiter gesteigert, so verlieren die lastunabhängigen Anteile relativ immer mehr Bedeutung, was zu einer Steigerung des Wirkungsgrades führt. Der beste Wirkungsgrad wird dann erzielt, wenn das System voll ausgelastet wird. Die hier vorliegende Darstellung variiert die Leistung zwischen 50 W (sehr »gemütlich«) und 400 W (sehr leistungsbetont).

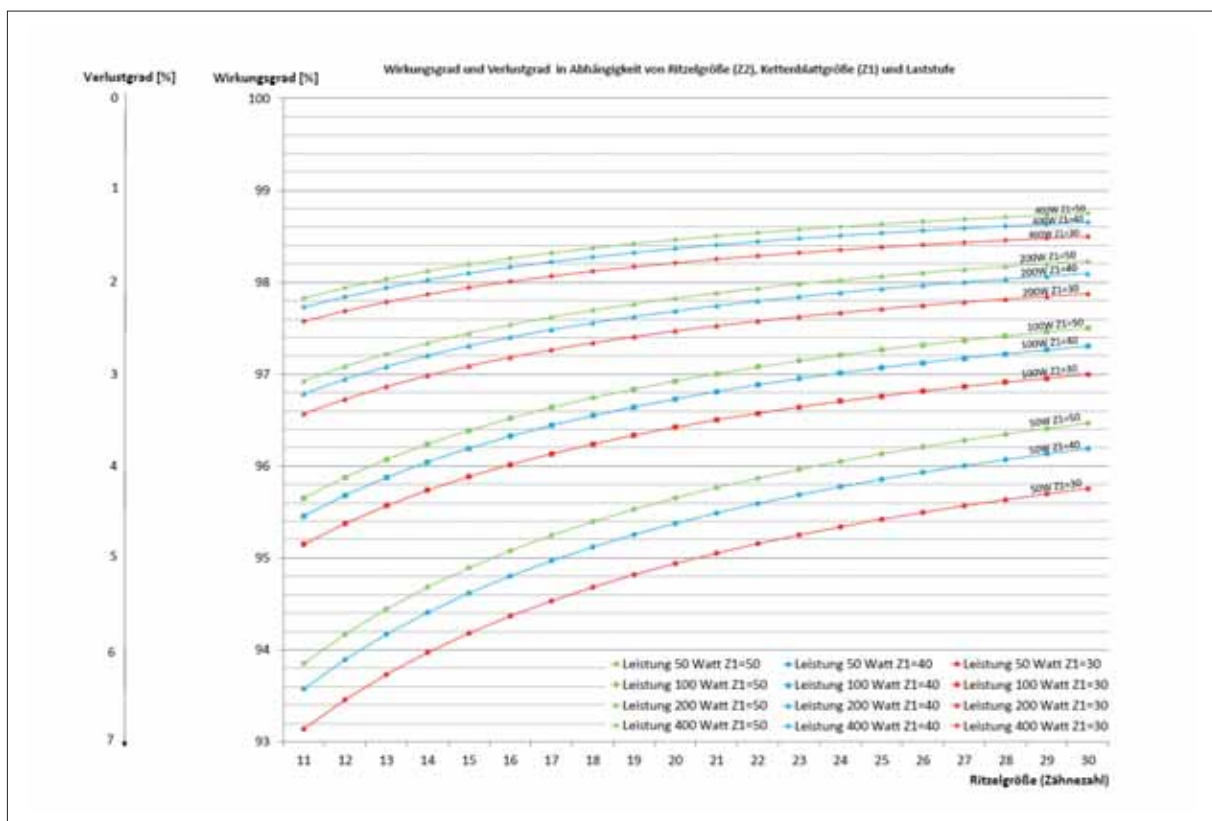


Abb. 2: Wirkungsgrad Fahrradkette

Der hier dokumentierte Wirkungsgrad lässt sich jedoch nur im Labor erreichen. Im praktischen Betrieb wird dieses Optimum durch drei Umstände eingetrübt:

- Die im Versuch praktizierte optimale Schmierung lässt sich auf der Strasse nur schwerlich aufrecht erhalten und wird durch Witterungseinflüsse sowie Schmutz verschlechtert.
- Der für eine Kettenschaltung erforderliche Kettenspanner mit Schaltwerk verbraucht etwa 1 W, was den Wirkungsgrad weiterhin reduziert. Bei einer Leistung von 100 W würde sich der Wirkungsgrad alleine dadurch um 1 % verschlechtern.
- Bei einer Kettenschaltung muss die Kette zum Gangwechsel im allgemeinen Fall aus der Idealebene heraus geschwenkt und zum Schräglauf gezwungen werden, was zu weiteren Verlusten führt, die allerdings nur im Promillebereich liegen.



### 3. Wirkungsgrad des Zahnriemens als Fahrradtrieb

Der Zahnriemen wurde zwar schon vor geraumer Zeit als Fahrradtrieb versucht, aber erst jüngere werkstoffkundliche Optimierungen lassen ihn vorteilhaft zur Anwendung kommen. Während eine Fahrradkette zur Montage geöffnet und geschlossen wird, kann der Zahnriemen nur geschlossen gefertigt werden, so dass der Fahrradrahmen so ausgelegt werden muss, dass er zur Montage des Riemens geöffnet werden kann. Da der Zahnriemen selber nicht als schaltbares Getriebe genutzt werden kann und in aller Regel mit einer Nabenschaltung kombiniert wird, kommen nur einige wenige Kombinationen von Zähnezahlen in Frage. Es bietet sich also an, den Wirkungsgrad nach Abb. 3 mit einem üblichen Zähnezahlverhältnis 50 (an der Tretkurbel) und 20 (am Hinterrad) direkt über der Leistung aufzutragen.

Auch hier lässt sich eine Aussage treffen, die bereits bei der Kette eine wichtige Rolle gespielt hat: Der Wirkungsgrad wird bei zunehmender Leistung immer günstiger. Während bei der Kette allerdings der Leertrum (unterer »Kettenstrang«, der zur Rückführung der Kette an die Tretkurbel dient) praktisch keine nennenswerte Kraft überträgt, muss ein Zahnriemen vorgespannt werden, so dass auch dieser Leertrum unter Kraft steht. Wenn der Zahnriementrieb nach den Empfehlungen des Herstellers »normal« vorgespannt wird, so ergibt sich der untere Kurvenzug in Abb. 3. Wird die Vorspannung deutlich reduziert, so wird der Wirkungsgrad erheblich gesteigert. Die heikle Frage ist allerdings, wie weit diese Reduzierung getrieben kann, ohne dass es

bei einem heftigen Antritt zu einem Überspringen des Riemens auf den Zähnen des Ritzels kommt.

Versucht man einen ersten groben Vergleich zwischen Kettentrieb und Riementrieb, so liegt es nahe, aus der Vielfalt von Abb. 2 den Fall nach Abb. 3 zu übertragen, der von den Zähnezahlen her mit dem Riemen vergleichbar ist, also ebenfalls an der Tretkurbel 50 Zähne und am Hinterrad 20 Zähne aufweist: Bei hoher Leistung ist der Wirkungsgrad des Riementriebes deutlich besser als der eines vergleichbaren Kettentriebes, bei geringer Leistung kann der Riemen aber nur mit der Kette konkurrieren, wenn die Riemenvorspannung deutlich reduziert wird. Eine zukunftsweisende Entwicklung müsste darauf abzielen, den Zahnriementrieb als selbstspannenden Riementrieb auszuführen, der die Vorspannung bei geringen Lasten reduziert und damit zu einem sehr günstigen Wirkungsgrad führt. bei hoher Belastung spannt sich der Riementrieb selbsttätig und vermeidet dadurch ein Überspringen des Riemens auf den Zähnen des Ritzels. Solche selbstspannenden Riementriebe sind rein mechanisch agierende Mechanismen und werden in anderen Bereichen der Technik schon seit Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt.

Der Riementrieb wirft jedoch noch eine weitere Frage auf, die beim Kettentrieb nicht existent ist und in Abb. 4 dargestellt ist. Ähnlich wie in Abb. 3 wurde sowohl für normale als auch für reduzierte Vorspannung der Wirkungsgrad ermittelt und dabei die Tretkurbeldrehzahl von 40 bis 100 min<sup>-1</sup> variiert. Auf der waagerechten Achse konnte hier allerdings nicht die Leistung aufgetragen werden, weil diese ja ihrerseits von

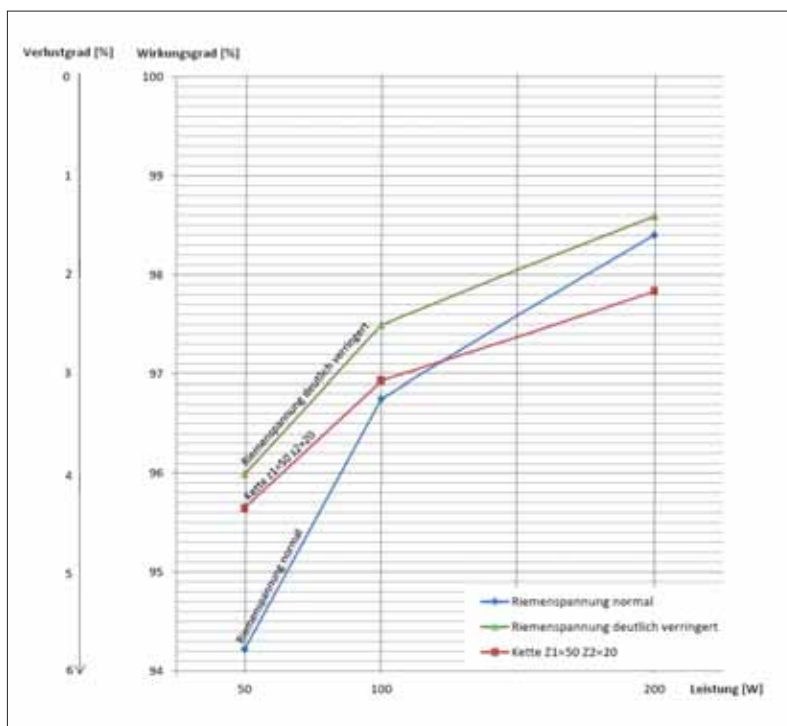


Abb. 3: Wirkungsgrad Zahnriemenantrieb

der Geschwindigkeit abhängt. Aus diesem Grund wurde als Belastung das Moment an der Tretkurbel aufgetragen. Tatsächlich lässt sich messtechnisch nachweisen, dass sich der Wirkungsgrad mit steigender Drehzahl im Promillebereich verschlechtert, weil aufgrund der Dämpfung weitere Energie verloren geht. Der Riemenwerkstoff entzieht aufgrund seiner »viskoelastischen« Eigenschaften dem sich bewegenden System Energie. Dieser Effekt ist allerdings für fahrradtypischen Parameter (die Tretkurbeldrehzahl entfernt sich kaum von  $70 \text{ min}^{-1}$ ) so schwach ausgeprägt, dass er für praktische Belange kaum Bedeutung haben dürfte.

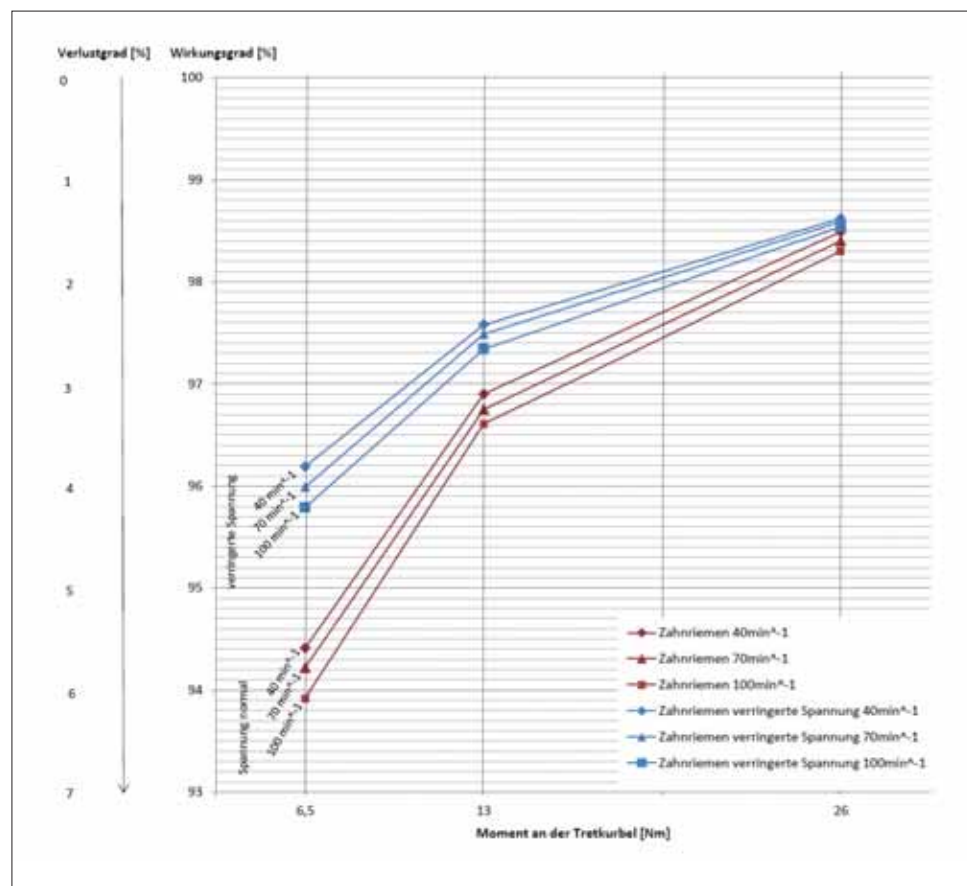


Abb. 4: Wirkungsgrad Zahnriemenantrieb in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit

#### 4. Wirkungsgrad der Nabenschaltung

Der Wirkungsgrad des Nabengetriebes hängt von sehr vielen Einflussgrößen ab, die sich hier nur grob beschreiben lassen. Zunächst einmal ergibt sich eine ähnliche Abhängigkeit wie beim Kettentrieb: Der Wirkungsgrad wird mit steigender Leistung immer höher. Die gute alte Torpedonabe konnte mit einer einzigen Planetenradstufe in drei Gängen betrieben werden. Moderne Getriebenaben stellen bis zu 14 Gänge zur Verfügung, wobei je nach eingelegtem Gang bis zu drei Getriebestufen geschaltet werden. Während der direkte Gang ohne Getriebe einen optimalen Wirkungsgrad von fast 100 %

aufweist, kostet jede zugeschaltete Getriebebestufe weitere Verluste, die sich dann auf einige Prozent addieren können. Im Neuzustand weist das Getriebe einen eher geringen Wirkungsgrad auf, der sich in der Einlaufphase durch selbsttätige Läppvorgänge deutlich verbessert. Der mit der Alterung des Öls einhergehende Wirkungsgradverlust lässt sich durch einen Ölwechsel (nach einem Jahr Betriebsdauer oder 5.000 km) wieder eliminieren. Ansonsten weist eine Getriebeabgabe den für den Alltagsbetrieb deutlichen Vorteil der Unabhängigkeit von Umwelteinflüssen auf.

### 5. Gesamtwirkungsgrad

Kommt man auf die bereits eingangs erwähnte Gegenüberstellung von Kettenschaltung und Nabenschaltung zurück, so lässt sich zwar keine pauschale Schlussfolgerung ziehen, aber für die Kombination eines Kettentriebes mit einer Nabenschaltung können folgende Feststellungen getroffen werden:

- Es brauchen keine kleinen Ritzel verwendet zu werden, so dass deren besonders hohen Verluste vermieden werden können.
- Ein Kettenspanner wird überflüssig, so dass die dadurch verursachte Reibung entfällt.
- Der Schräglauf der Kette und der damit verbundene Verlust wird ausgeschlossen.
- Der Kettentrieb kann vollständig gekapselt werden, was ihn witterungs- und schmutzunabhängig macht. Dadurch wird der gesamte Antrieb allwettertauglich und wartungsarm.

- Es kann wahlweise auch ein Zahnriementrieb verwendet werden, der die Leistungsübertragung auch ohne Kapselung allwettertauglich und praktisch wartungsfrei macht.

Grundsätzlich werden diese Umstände dazu führen, dass die Nabenschaltung, die ja deutlich älter ist als die Kettenschaltung, in ihrer modernen Form wieder mehr genutzt wird.



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

Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 471  
H.Hinzen@hochschule-trier.de

## Experimentelle und rechnerische Modalanalyse einer Siebmaschine

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Michael Schüth  
Wassili Buerakov, M. Eng.

### Einleitung

Neben der Ermittlung der Spannungen an einer Struktur ist die Betrachtung der Eigenschwingungsgrößen eine wichtige Aufgabe des Ingenieurs. Auf Grund der dynamischen Anregungskräfte durch den Betrieb der Maschinen kommt es zu Schwingungen des Gesamtsystems und der einzelnen Komponenten. Dabei ist es wichtig, dass die Stabilität der mechanischen Strukturen bei normalem Betrieb nicht beeinträchtigt wird.

Die Ermittlung der Schwingungsgrößen ist die Aufgabe der Modalanalyse. Sie kann sowohl bei der Analyse von Schwingungsproblemen an realen Strukturen (experimentelle Modalanalyse) als auch in der Entwicklungsphase (rechnerische Modalanalyse) eingesetzt werden.

Zur mathematischen Beschreibung eines mechanischen Systems werden Massen, Steifigkeiten, Dämpfungen (Geometrie- und Werkstoffparameter) sowie Randbedingungen vorgegeben. Dabei müssen für jedes Model zwangsläufig Annahmen bzw. Vereinfachungen getroffen werden. Zu den Schwachpunkten der theoretischen Modellbildung sind außerdem die Linearisierung des oft nichtlinearen Werkstoffverhaltens und die meist nicht der Realität entsprechende Vorgabe von Dämpfungen zu zählen. Die rechnerische Modalanalyse erlaubt die Vorhersage des Schwingungsverhaltens. Die mit Hilfe der experimentellen Modalanalyse messtechnisch ermittelten Modalparameter erlauben die Beurteilung und Beschreibung des Systemverhaltens einer realen Struktur. Sie ermöglichen aber auch eine Verbesserung von Rechenmodellen, wodurch ein validiertes mathematisches

Modell gewonnen wird. Dieses Modell erlaubt die Ermittlung der Auswirkungen von konstruktiven Änderungen, ohne eine neue Maschine bauen zu müssen. Diese beiden Methoden können sich vorteilhaft ergänzen, deswegen werden bei der Untersuchung der Siebmaschine beide Verfahren eingesetzt.

Mit Hilfe der gewonnenen Ergebnisse lassen sich die Eigenformen des untersuchten Systems ausfindig machen und graphisch darstellen. Betriebskritische oder akustisch ungünstige Eigenschwingungsformen der Struktur können durch den Vergleich mit den Anregungsfrequenzen entdeckt werden. Stimmen die Anregungs- und Eigenfrequenzen überein, kommt es zu Resonanzschwingungen. Die Amplituden des angeregten Systems können dabei auf ein Vielfaches der Erregeramplitude ansteigen. In vielen Fällen führt das zum Versagen der mechanischen Struktur.

### Rechnerische Modalanalyse

Nach der Konstruktionsphase stehen CAD-Daten der konstruierten Maschine zur Verfügung. Diese Daten sind der Ausgangspunkt der rechnergestützten Schwingungsanalyse.

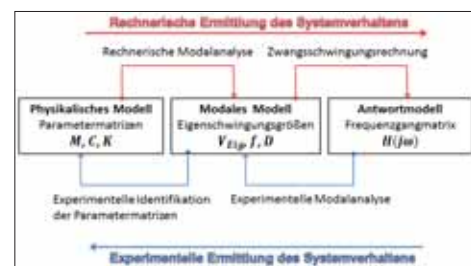


Abb. 1: Einordnung der rechnerischen und experimentellen Modalanalysen

### Theoretische Grundlagen

Als einführendes Beispiel für ein schwingungsfähiges System soll ein Feder-Masse-Schwinger dienen. Das System besteht aus einer Masse  $m$ , einer elastischen Feder  $c$ , und einer Dämpfungsvorrichtung  $k$  (siehe Abb. 2).

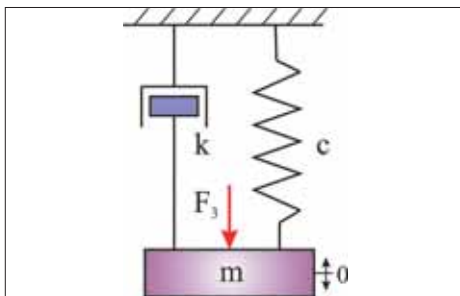


Abb. 2: Einmassenschwinger

Bei einer Auslenkung aus der Gleichgewichtslage wirken auf die Masse folgende Kräfte:

Rückstellkraft der Feder ( $x$ -Verschiebung)

$$F_1 = -c \cdot x \quad (1)$$

Zur Geschwindigkeit proportionale Dämpfung

$$F_2 = -k \cdot \dot{x} \quad (2)$$

Von außen einwirkende, zeitabhängige Kraft

$$F_3 = F(t) \quad (3)$$

Als Reaktion auf die einwirkenden Kräfte wird die Masse  $m$  beschleunigt

$$ma = F_1 + F_2 + F_3 \quad (4)$$

Oder in Matrixschreibweise

$$M\ddot{x} + K\dot{x} + Cx = F_k \quad (5)$$

Ein diskretisiertes Ersatzsystem in physikalischen Koordinaten ist folglich durch ein gekoppeltes System aus  $N$  homogenen Differentialgleichungen 2. Ordnung gegeben.

Ausgehend von dem erstellten CAD-Modell werden nun mit Hilfe eines FEM-Programms die Massen-, Dämpfungs- und Steifigkeitsmatrix berechnet. Dafür wird die Geometrie in viele kleine Abschnitte (Netzzerstellung) unterteilt (siehe Abb. 3).



Abb. 3: Ausschnitt des in CATIA V5 erstellten Netzes

Mittels der Modaltransformation können die Eigenwerte und Eigenvektoren bestimmt werden. Zur Vereinfachung wird ein ungedämpftes Schwingungssystem betrachtet.

$$[M]\ddot{x} + [C]x = \{0\} \quad (6)$$



Mit dem Lösungsansatz:  
 $\vec{x} = \vec{x}_e \cdot \cos(\omega t)$ , wobei  $\vec{x}_e$  Eigenvektor ist, erhalten wir:

$$-\omega^2[M]\vec{x}_e + [C]\vec{x}_e = 0 \quad (7)$$

bzw.:

$$[-\omega^2[M] + [C]]\vec{x}_e = 0 \quad (8)$$

Die Gleichung (8) kann in der Form eines allgemeinen Eigenwertproblems mit den Eigenwerten  $\lambda = \omega^2$  formuliert werden

$$[C]\vec{x}_e = \lambda[M]\vec{x}_e \quad (9)$$

Die Auflösung der Determinante

$$\det[-\lambda[M] + [C]] = 0 \quad (10)$$

liefert ein Polynom  $N$ -ten Grades. Die Eigenwerte  $\lambda$  entsprechen den Nullstellen des Polynoms. Aus den Eigenwerten können anschließend die Eigenfrequenzen bestimmt werden.

$$f_i = \frac{\omega_i}{2 \cdot \pi} \quad (11)$$

Hat man einen bestimmten Eigenwert  $\omega^2 = \lambda$  mit Hilfe eines geeigneten numerischen Verfahrens gefunden, so kann der dazugehörige Eigenvektor  $\vec{x}_e$  (Eigenschwingungsform) nach

$$[-\omega^2[M] + [C]]\vec{x}_e = 0 \quad (12)$$

bestimmt werden.

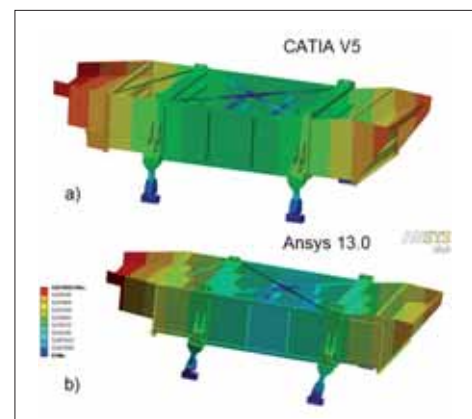


Abb. 4: a) Erste Schwingungsform berechnet mit Catia V5 und b) Ansys 13.0

Nachdem die Schwingungsform berechnet wurde, können die Stellen mit größten Spannungen, die bei kritischer Anregung entstehen, grafisch dargestellt werden, um die am stärksten belasteten Bereiche der Konstruktion zu visualisieren.

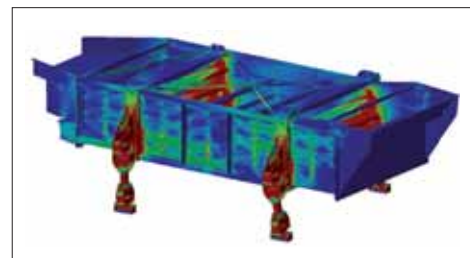


Abb. 5: Die mit Catia V5 berechneten Spannungen (1. Schwingungsform)

### Experimentelle Modalanalyse

Nach den theoretischen Betrachtungen wurden experimentelle Untersuchungen an einer realen Maschine vorgenommen. Für diesen Zweck werden mehrere Beschleunigungssensoren aufgeklebt.



Abb. 6: Siebmaschine mit aufgeklebten Sensoren

Das Ziel der experimentellen Schwingungsanalyse ist die Bestimmung der modalen Parameter, aus der Systemantwort einer Struktur, als Reaktion auf eine mechanische Anregung.

Zur Anregung eines Systems existieren eine Vielzahl von Testsignalen. Äußere oder aus dem Betrieb des Systems vorhandene Erregungen müssen zwar nicht künstlich erzeugt werden, bringen aber eine Reihe von Nachteilen mit sich. So sind beispielsweise das Auftreten, die Häufigkeit und die Größe der Erregung nicht beeinflussbar. Außerdem wird oft das Frequenzspektrum eines Systems zu schmal angeregt, was sich nachteilig auf die Bestimmung der einzelnen Moden auswirkt. Um die genannten Nachteile zu umgehen, wird meistens eine künstliche Erregung verwendet. Sehr effektiv und gleichzeitig relativ einfach zu realisieren ist die Impulsanregung. Die Maschine wird aus diesem Grund mittels eines Hammerschlages breitbandig angeregt. Die Impulsantwort wird von den Beschleunigungssensoren erfasst (siehe Abb. 7 und 8).

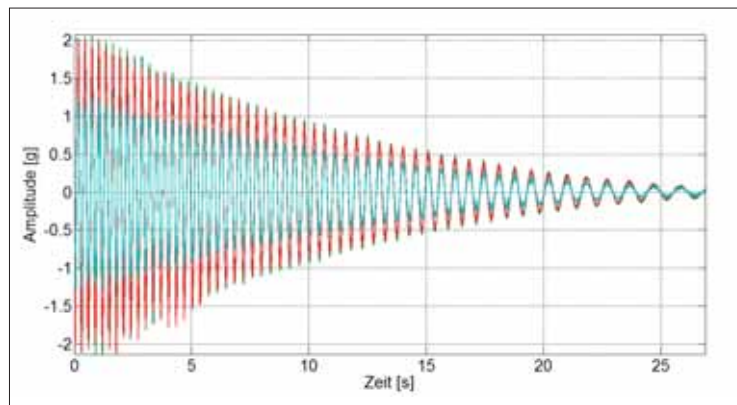


Abb. 7: Aufgezeichnete Systemantwort auf Impulsanregung (Amplituden-Zeitbereich)

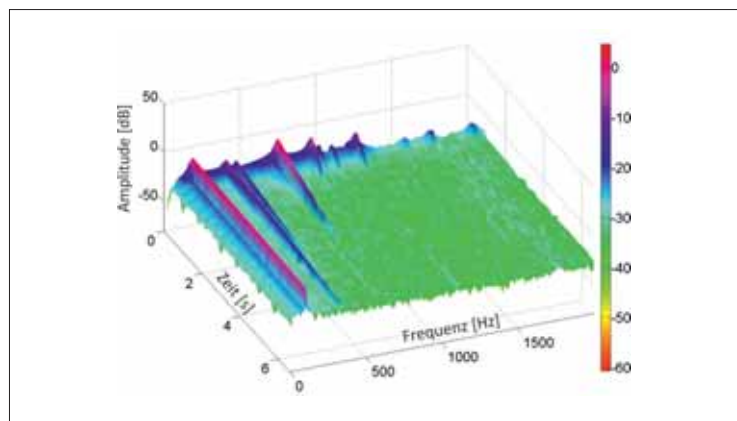


Abb. 8: Systemantwort auf Impulsanregung (3D-Spektrogramm, Frequenzbereich)

Für die Identifikation der Modalparameter ist eine Reihe von Verfahren bekannt. Während der letzten Jahre haben zahlreiche Forscher versucht, neue praxistauglichere Methoden zu entwickeln, die eine Identifizierung der dynamischen Eigenschaften einer Struktur aus den Messdaten zuverlässig ermöglichen. Im Rahmen dieses Projektes kommen zahlreiche (auch neue) Verfahren der experimentellen Modalanalyse zum Einsatz.

Eine Einteilung der vorhandenen Verfahren kann auf Basis bestimmter Kriterien durchgeführt werden, z.B. Anzahl der Ein- bzw. Ausgänge (siehe Abb. 9):

- SISO (Single Input – Single Output)
- SIMO (Single Input – Multiple Output)
- MIMO (Multiple Input – Multiple Output)

Die Abb. 9 zeigt eine Übersicht der Verfahren. Die meisten (unterstrichen) Verfahren sind im eigenentwickelten Programm integriert und werden zur Bestimmung der Modalparameter eingesetzt.

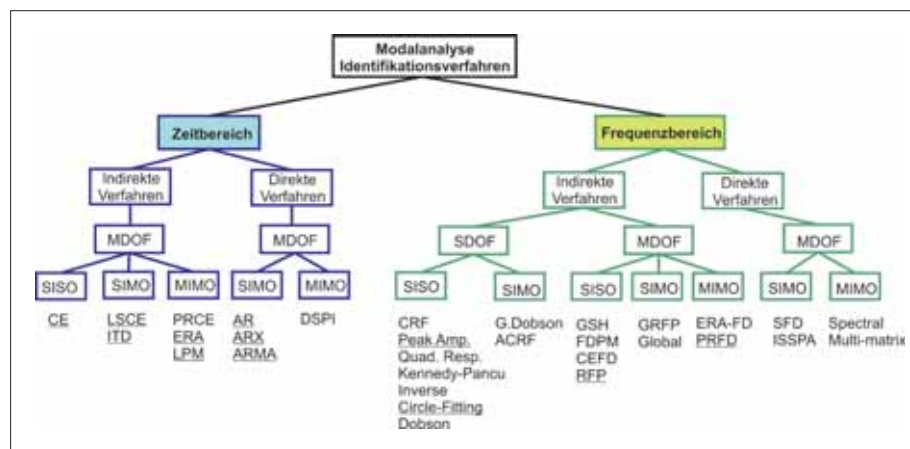


Abb. 9: Sortierte Verfahren der experimentellen Modalanalyse

Die Ermittlung der modalen Parameter erfolgt anhand der aufgezeichneten Systemantwort. Die Bestimmung der optimalen Modelordnung, die auf die Genauigkeit der Ergebnisse einen großen Einfluss hat, erfolgt mit Hilfe der an der Hochschule Trier entwickelten Vorgehensweise.

Ein Vergleich mit den rechnerisch ermittelten Eigenwerten zeigt sehr gute Übereinstimmungen. Die noch vorhandenen Abweichungen des Rechenmodells werden eliminiert, so dass ein validiertes Modell gewonnen wird (siehe Tab. 1 und 2).

Bei drehenden Maschinen spielen auch die sogenannten Anregungsordnungen eine Rolle. Das hat zur Folge, dass auch die höheren Eigenformen, die oberhalb der Drehfrequenz liegen, zu Resonanzeffekten führen können.

Mit Hilfe von leicht modifizierten Spektrogrammen können die Ordnungen, die durch Ungleichmäßigkeiten des Antriebs und Unwuchte zustande kommen, detektiert werden. Alternativ kann die Fouriertransformierte der Systemantwort auf die Drehanregung oder die spektrale Leistungsdichte des aufgezeichneten Signals verwendet werden. Aus der Abbildung 10a wird deutlich, dass der zu untersuchenden Struktur auch oberhalb der Drehfrequenz (rote Linie) Energie zugeführt wird (siehe Abb. 10a).

Die auftretenden Drehzahlordnungen und die damit verbundene Anregung von höheren Eigenformen können mit Hilfe des sogenannten Campbell-Diagramms bezüglich ihrer Relevanz geprüft werden. Die Drehzahlordnungen sollen möglichst weit weg von Eigenfrequenzen liegen, um

Num. der Eigenfrequenz	1-te [Hz]	2-te [Hz]	3-te [Hz]	4-te [Hz]	5-te [Hz]
<b>ANSYS</b>	3,55	27,9	40,6	60,7	66,9

Tab. 1: Die ersten 5 Eigenfrequenzen der Siebmaschine, berechnet mit Ansys 13.0

Num. der Eigenfrequenz	Verfahren im Zeitbereich					
	CE [Hz]	LSCE [Hz]	ITD [Hz]	ERA [Hz]	AR [Hz]	ARMA [Hz]
<b>1</b>	3,51	3,51	3,42	3,48	3,39	3,39
<b>2</b>	30,4	30,4	30,3	29,7	30,6	30,6
<b>3</b>	43,2	43,2	42,8	40,9	40,8	39,7
<b>4</b>	60,4	60,4	59,6	58,9	60,6	60,5
<b>5</b>	67,0	67,0	66,2	63,5	67,3	66,1

Tab. 2: Die experimentell ermittelten Eigenfrequenzen des Plansiebs

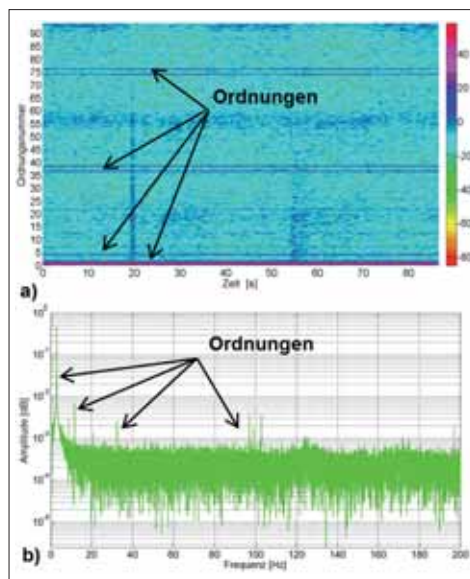


Abb. 10: a) Ordnungsanalyse mit Hilfe eines Spektrogramms, b) Frequenzgang der Betriebsdrehzahl

einen fehlerfreien Betrieb der Maschine zu ermöglichen. In der Literatur (z.B. Todtenhaupt) wird empfohlen, die kritischen Drehzahlen mit einem Sicherheitsbereich von ca.  $\pm 20\%$  zu meiden. Aus diesem Grund werden die Eigenfrequenzen im Campbell-Diagramm als breite waagrechte Linien dargestellt (siehe Abb. 11).

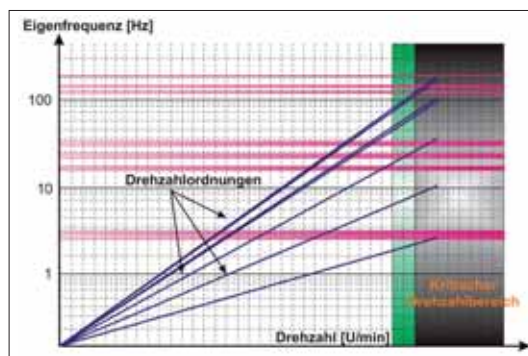


Abb. 11: Campbell-Diagramm des untersuchten Plansiebs

Nach der Auswertung des Campbell-Diagramms kann nun der kritische Drehzahlbereich genau beziffert werden, um eine vorzeitige Schädigung zu vermeiden.

### Ausblick und Perspektive

Dieses Anwendungsbeispiel zeigt, dass die Algorithmen zur Systemidentifikation auch bei komplexen Maschinen erfolgreich eingesetzt werden können. Das an der Hochschule Trier entwickelte Programm in Verbindung mit grafischer Benutzeroberfläche ermöglicht dabei eine unkomplizierte Anwendung der experimentellen Modalanalyseverfahren. Die Vielzahl der eingesetzten Algorithmen erlaubt eine zuverlässige Bestimmung der wichtigen Parameter. Die Bestimmung des kritischen Drehzahlbereichs erlaubt einen zuverlässigen und unkritischen Betrieb der analysierten Maschine. Das erstellte Rechenmodell kann in Zukunft bei Konstruktionsänderungen zur Bestimmung der kritischen Drehzahlen bereits vor Produktion eingesetzt werden.

### Danksagung

Die Autoren danken der Firma Haas Recycling-Systems GmbH für die freundliche Genehmigung zur Veröffentlichung von Bildern.

### Referenzen

- [1] Roman Geier: Schwingungsuntersuchungen von Schrägseilen, Brückendynamik, Verlag: Books on Demand GmbH, ISBN: 3-8334-14-65-0
- [2] Dunzhi Shi: Ermittlung der modalen Größen von Werkzeugmaschinen im Betriebszustand mit einem AR (ARMA)-Modell, VDI Verlag, ISBN: 3-18-145111-18
- [3] Wassili Buerakov, Harald Ortwig, Uwe Zimmermann: Identifikation mechanischer Strukturen mittels experimenteller Modalanalyse, Shaker Verlag, ISBN: 978-3-8440-0837-1
- [4] Haas Recycling Systems GmbH, [www.haas-recycling.de](http://www.haas-recycling.de)



**Prof. Dr.-Ing. Michael Schuth**  
 Fachbereich Technik  
 Fachrichtung Maschinenbau  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 396  
 M.Schuth@hochschule-trier.de



**Wassili Buerakov, M. Eng.**  
 Fachbereich Technik  
 Fachrichtung Maschinenbau  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 562  
 W.Buerakov@hochschule-trier.de

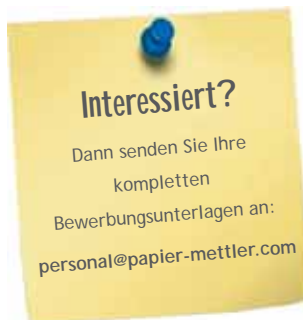
## MIT LEISTUNGSFÄHIGEN VERPACKUNGSLÖSUNGEN IN EINE SICHERE ZUKUNFT

Karriere beim  
 Marktführer



Marktführer werden und bleiben ist keine einfache Aufgabe!

Nur mit Mitarbeitern, die Einsatz und Kreativität zeigen, ist dieses Ziel zu erreichen.



PAPIER-METTLER ist ein international tätiges Verpackungsunternehmen mit 30 Produktions- und Vertriebsstandorten. Permanente Investitionen und konsequente Expansion machen das Unternehmen stark für die Herausforderungen der Zukunft.

Dabei sorgt die internationale Ausrichtung für **anspruchsvolle und interessante Aufgabenstellungen**. Kunden- und Leistungsorientierung haben bei PAPIER-METTLER einen sehr hohen Stellenwert und verhelfen allen zum Erfolg: den Kunden, den Mitarbeitern und dem Unternehmen.



PAPIER-METTLER  
 Elke Kleiner  
 Postfach 60  
 54493 Morbach  
 Tel.: 06533/79-3585



## Digitale Produktentwicklung und Fertigung: Innovative Methoden zur Optimierung von Entwicklungs- und Fertigungsprozessen

FB TECHNIK  
Michael Hoffmann

Bei der Entwicklung neuer Produkte gewinnt die Nutzung innovativer IT-Werkzeuge einen stetig steigenden Stellenwert. Dies hat erheblichen Einfluss auf die Abläufe im Produktentstehungsprozess und stellt einen hohen Anspruch an das Know-how der Produktdesigner und Ingenieure. Der konsequente und strukturierte Einsatz von IT-Anwendungen im gesamten Produktlebenszyklus führt zu einem enormen Potenzial zur Verbesserung der Qualität von Entwicklungs- und Fertigungsprozessen sowie der damit verbundenen Zeit- und Kostenoptimierung.

Im Fachgebiet »Digitale Produktentwicklung und Fertigung« im Fachbereich Technik, Fachrichtung Maschinenbau erhalten die Studierenden eine Ausbildung auf höchstem Entwicklungsstand in einer professionellen Ausstattung an Hardware, Software- und Laborinfrastruktur. In Kooperation mit regionalen und überregionalen Industrieunternehmen werden digitale Produktentwicklungs- und Fertigungsprozesse analysiert, optimiert und bewertet. Im Folgenden werden einige Fallbeispiele aus aktuellen Entwicklungs- und Forschungsaktivitäten des Fachgebietes vorgestellt:

### Rapid Prototyping: Ein Quantensprung im Produktentwicklungsprozess

Das Rapid Prototyping, die »Schnelle Herstellung von Prototypen« ist ein Verfahren, bei dem, ausgehend von der dreidimensionalen digitalen Volumenbeschreibung eines Objektes, innerhalb von wenigen Stunden durch den schichtweisen Aufbau der Bauteilstruktur ein physikalischer Prototyp entsteht. Die Materialeigenschaften und Kosten der Bauteile sind je nach angewen-

detem Verfahren sehr unterschiedlich und reichen durch die enorme Vielfalt an Technologien von Anschauungsmodellen über Funktionsmodellen bis hin zu hochbelastbaren Metall-Strukturbauteilen.

So findet das Verfahren Anwendung zur schnellen Herstellung von Modellen aus dem Produktdesign zu Marketing- oder Versuchszwecken oder zur Veranschaulichung bzw. Dokumentation des aktuellen Entwicklungsstandes eines Produktes im laufenden Entstehungsprozess.

Abbildung 1 zeigt ein Anwendungsbeispiel aus dem Entwicklungsprozess der Karosserie des Weltrekordfahrzeugs proTRon Aeris. Hier wurde ein Modell des Fahrzeugs aus dem lfd. Entwicklungsprozess im Rapid Prototyping gedruckt und im Versuchsaufbau zu Strömungsuntersuchungen in einem Modellwindkanal eingesetzt.

Die rasante Entwicklung und Verbreitung dieser Technologie ist inzwischen nicht mehr nur auf die Herstellung von Prototypen beschränkt, sondern findet auch in der Kleinserienfertigung Anwendung. Mit der neuen Möglichkeit der Form- und Funktionsgestaltung dieser Fertigungstechnologie, etwa des 3D-Drucks von sich bewegenden Baugruppen in einem Bauprozess oder gar der Fertigung von Prototypen aus verschiedenen Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften, entstehen völlig neue Möglichkeiten der Bauteil- und Funktionsgestaltung von Produkten. An der Hochschule Trier wurde im Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung [LDPF] ein zentraler 3D-Druckservice etabliert, der zum einen fachbereichsübergreifend allen Studierenden und Mitarbeitern der Hochschule zur Verfügung steht und zum



anderen auch bei Forschungs- und Entwicklungsaufträgen mit externen Kooperationspartnern zum Einsatz kommt.

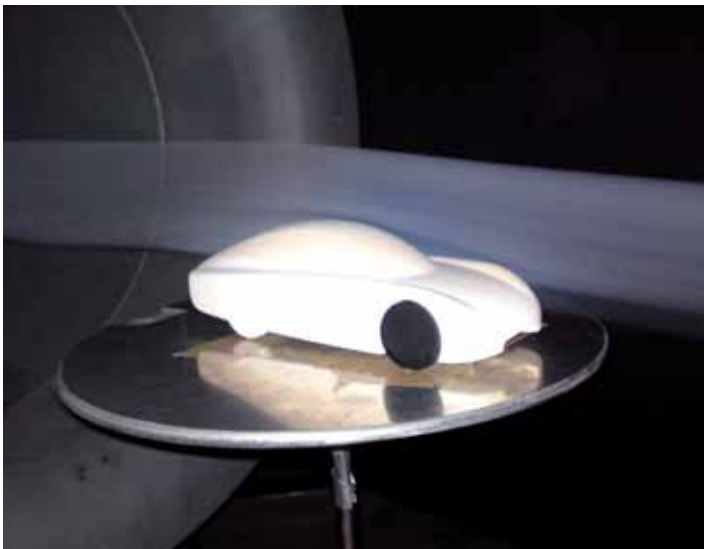


Abb. 1: Prototyp proTRon Aeri im Modellwindkanal (Projekt proTRon)



Abb. 2: Prototyp eines Radtragers als Anschauungsmodell mit aufgedruckter Spannungsverteilung eines Lastfalls aus einer FEM-Berechnung (Projekt proTRon)

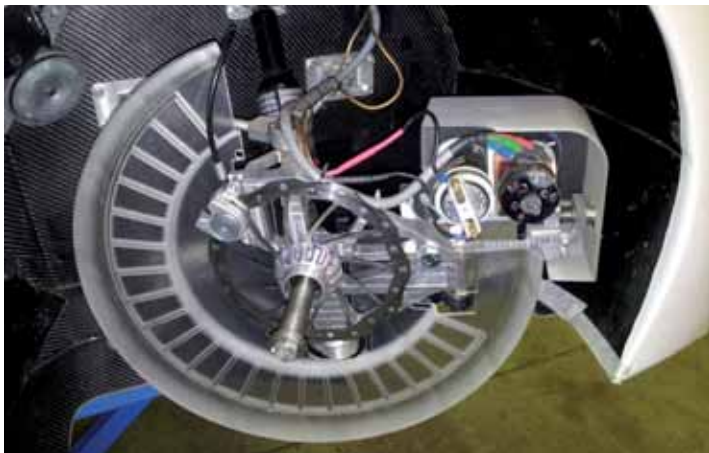


Abb. 3: Prototyp als Funktionsbauteil, hier eine Radkranzabdeckung mit Abdichtung, gefertigt im Rapid Prototyping aus unterschiedlichen Materialien in einem Bauprozess (Projekt proTRon)

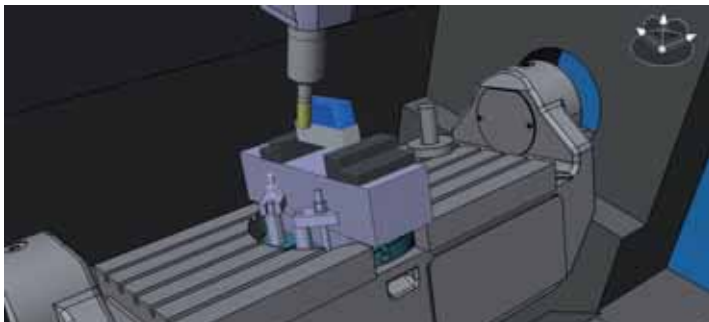


Abb. 4: Virtuelles Maschinenmodell einer 5-Achs Fräsmaschine im CAM-Labor



Abb. 5: Dreh- und Fräsbearbeitung des Rohlings eines Kopfstückes in nur einer Aufspannung für eine Querflöte (Kooperationsprojekt mit der Fa. Mancke Flutes)

### Virtuelle Fertigung: Absicherung von komplexen Fertigungsprozessen

Die Nutzung der Computerunterstützten Fertigung hat die Herstellung komplexer Bauteile, insbesondere im Werkzeug- und Formenbau revolutioniert. Durch die Entwicklung von Werkzeugmaschinen und Steuerungen mit mehr als drei und bis zu sechs Bewegungsachsen und der Möglichkeit einer Simultanbearbeitung mit effizienter Bewegungsdynamik, sowie der Verfügbarkeit von kombinierten Dreh-/Fräsmaschinen mit mehreren Spindeln oder Werkzeugrevolvern entstehen neue Möglichkeiten, den Fertigungsprozess von Bauteilen zu optimieren und Herstellungskosten, insbesondere in der Serienproduktion zu reduzieren. Gleichwohl führt dies zu hohen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit moderner CAM-Systeme. Im Fachgebiet der Digitalen Produktentwicklung und Fertigung im Fachbereich Technik wurden solche Szenarien auf dem neuesten Stand der Technik installiert und in unterschiedlichen Kooperationsprojekten untersucht und bewertet. So sind inzwischen alle CNC-Werkzeugmaschinen im CAM-Labor als virtuelle Maschinenmodelle aufgebaut und im CAM-System integriert. Damit besteht die Möglichkeit, einen Fertigungsprozess bereits am Rechner unter Berücksichtigung der realen Maschinenkinematik zu optimieren und hinsichtlich Erreichbarkeit der Bewegungsachsen und möglicher Kollisionsgefahr virtuell abzusichern. Zusätzlich liegen damit bereits realistische Angaben der zu erwartenden Fertigungszeiten vor.

### Reverse Engineering: Digitalisierung und Rückführung realer Bauteile hin zum digitalen 3D-Modell

Grundlage digitaler Produktentwicklungs- bzw. Optimierungsprozesse ist eine digitale Beschreibung der Bauteilgeometrie als 3D-Modell. Liegen diese Daten nicht vor, werden Digitalisierungssysteme (optisch oder taktil) eingesetzt. Je nach Anforderungen kommen hier verschiedene Technologien zum Einsatz. Die Systeme liefern vereinzelte Messpunkte, gerichtete Messpunktfolgen oder sogenannte Punktwolken. Mit Hilfe von Flächenrückführungsverfahren und der damit vollständigen digitalen Beschreibung des Bauteils, kann dann eine Optimierung, Berechnung und anschließende Fertigung einer neuen Bauteilgeneration erfolgen.

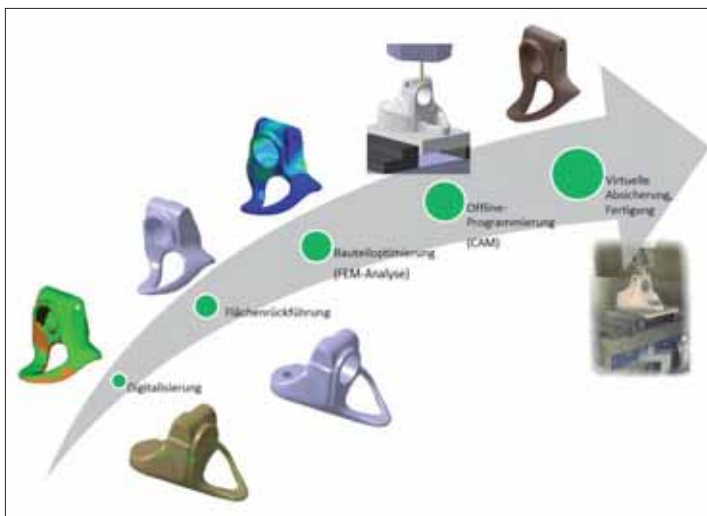


Abb. 6: Reverse-Engineering, Bauteiloptimierung und Prototypenfertigung eines Schultergelenks für einen Crashtest-Dummy (Kooperationsprojekt IWW Trier)

Die digitale Produktentwicklung und Fertigung stellt ein wesentliches Element heutiger Produktentstehungsprozesse dar. Allerdings erfordern die damit verbundenen Prozessabläufe bei der Einführung und im Betrieb dieser Technologien ein hohes Maß an Kooperation und Koordination – innerhalb der verschiedenen Abteilungen der Unternehmen und zwischen allen Unternehmen, die an dem gesamten Lebenszyklus eines Produktes einen Beitrag leisten. Die Leistungsfähigkeit moderner Product Lifecycle Management-

Systeme (PLM-Systeme) ist z.T. bereits sehr ausgereift. In der Auswahl und Einführung dieser IT-Lösungen und der Gestaltung der Prozesse müssen bestehende Abläufe umstrukturiert, Mitarbeiter grundlegend und anwendungsorientiert ausgebildet und effiziente Methoden entwickelt werden.

### Kontakt

3D-Druckservice: <http://3DDruck.Hochschule-Trier.de>

Arbeitskreis CAD: <http://ak-cad.Hochschule-Trier.de>

Projekt proTRon: <http://protron.Hochschule-Trier.de>



**Michael Hoffmann**  
 Fachgebietsleitung CAD und CAM  
 Fachbereich Technik  
 Fachrichtung Maschinenbau  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 281  
 M.Hoffmann@hochschule-trier.de

## Hydrothermale Karbonisierung als zukunftsweisendes Verwertungsverfahren für organische Abfälle

FB UMWELTPLANUNG /  
UMWELTECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Michael Bottlinger

### Prinzip der hydrothermalen Karbonisierung

Die hydrothermale Karbonisierung (kurz: HTC) beschreibt einen Prozess, bei dem organisches Material unter Zugabe eines Katalysators in Kohle umgewandelt werden kann. Dabei werden im wässrigen Milieu bei relativ niedrigen Temperaturen organische Kohlenwasserstoffverbindungen unter Luftabschluss in ein braunkohleartiges Gemisch überführt. Als Nebenprodukt entsteht hauptsächlich Wasser. Die Aufspaltung der Kohlenwasserstoffe läuft exotherm. Vorteilhaft ist die Tatsache, dass das organische Material vorher nicht getrocknet werden muss. Daher sind für dieses Verfahren alle Biomassen mit einem hohen Wassergehalt interessant. Das Verfahren an sich ist denkbar einfach. Man hat eine feuchte oder nasse Biomasse, zu der man einen Katalysator zugibt. Dieses Gemisch wird luftdicht verschlossen, auf Reaktionstemperatur gebracht und nach einigen Stunden erhält man einen homogenen Kohleschlamm. Die auftretenden chemischen Reaktionen sind allerdings nur für einige wenige Einsatzstoffe grundsätzlich bekannt. Prinzipiell findet während des Prozesses eine Wasserabspaltung statt. Im Falle eines Monosaccharides kann man beispielhaft angeben:



Dabei wird, je nach Zusammensetzung der Biomasse Energie frei und zwar zwischen 2000 und 4000 J/g<sup>1</sup>. Die erzeugten Produkte sind Wasser und ein Gemisch kohlenstoff-

reicher Substanzen, die im folgenden summarisch als Kohle bezeichnet werden. Allerdings gilt die oben genannte Energiebilanz nur für ideale Stoffe wie z. B. Zucker. Reale Stoffsysteme setzen bei der Umwandlung nur sehr geringe Mengen an Energie frei. Das bedeutet, dass der Prozess externe Zufuhr von Energie benötigt und Maßnahmen zur Energierückgewinnung notwendig sind.

Die hydrothermale Karbonisierung ist kein neues Verfahren. Die ersten Veröffentlichungen zum Thema hydrothermale Karbonisierung stammen von Friedrich Bergius aus dem Jahr 1913. »Die Anwendung hoher Drücke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle«<sup>2</sup>. Er entdeckte, dass man Kohle aus organischen Rohstoffen mit relativ niedrigen Temperaturen und Druck herstellen kann und beschrieb die elementaren Prozesse der HTC. Jedoch befasste er sich nach dieser Erkenntnis mit dem Thema nicht mehr weiter.

Es gab später eine Reihe von Arbeiten, die sich mit dem Prozess beschäftigten. Eine Art Renaissance der HTC begann seit 2006 mit den Arbeiten von Antoniotti. Die wohl bekannteste Veröffentlichung zum Thema hydrothermale Karbonisierung stammt aus dem Jahr 2006, vom MPI in Potsdam<sup>3</sup>. Markus Antoniotti, Direktor am Max Planck Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam, veröffentlichte sehr medienwirksam den Artikel »Zauber Kohle aus dem Dampfkochtopf«, mit einem dazugehörigen

<sup>1</sup> Ramke, H.-G., Kurfassung zum Workshop »Energie und Rohstoffe aus landwirtschaftlichen Reststoffen – Hydrothermale Carbonisierung ein geeignetes Verfahren?« Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI), 5.3.2009, Berlin

<sup>2</sup> Bergius, F., Die Anwendung hoher Drücke bei chemischen Vorgängen und eine Nachbildung des Entstehungsprozesses der Steinkohle Halle .a.S., Verlag Wilhelm Knapp, 1913

<sup>3</sup> Röthlein, B., Zauber Kohle aus dem Dampfkochtopf Max Planck Forschung 2/2006

Film. Darin wird beschrieben wie einfach die Herstellung von Kohle aus organischen Stoffen ist. Was in der Natur viele Millionen Jahre benötigt, funktioniert bei Antonietti schon nach 12 Stunden bei 180 °C mit dem Katalysator Zitronensäure.

Seit Ende 2006 werden an der Hochschule Arbeiten zu diesem Thema durchgeführt. Anfangs wurden erste Versuche mit kompakten Druckgefäßen, wie sie zum Aufschluß von Proben für die chemische Analyse eingesetzt werden, durchgeführt.

Später konnte durch Drittmittel ein 2 Liter Autoklav beschafft werden, der Versuche mit bis zu 200 °C bei Drücken bis maximal 60 bar erlaubt. Das gab uns die Möglichkeit, systematische Tests mit einem breiten Spektrum an Materialien durchzuführen. Es zeigt sich dabei, dass sich das Verfahren zur Umsetzung einer Vielzahl von Stoffen eignet und jeweils eine gut entfeuchtbar sehr energiegeliche Kohle entsteht.



Abb. 1: Ergebnisse ausgewählte Versuche



Abb. 2: Pilotanlage der Fa. TerraNova Energy in Kaiserslautern

Die dargestellten Ergebnisse wurden jeweils bei 4 Stunden Prozessdauer mit 200 °C erhalten.

Wie man sieht, entsteht eine Kohle, die einen Energiegehalt aufweist wie er einer guten bis sehr guten Braunkohle entspricht. Die dabei entstehenden Kohlen weisen eine Partikelgrößenverteilung mit einem Mittelwert von etwa 70 µm und sind je nach Rohmaterial und Prozessablauf mehr oder weniger porös. Weitere Arbeiten zeigten, dass sich die erzeugten Kohlen als grundsätzlich als Bodenverbesserer (Biochar) oder als Adsorptionsmittel einsetzen lassen.

#### Industrielle Umsetzung

Auf der Basis der beschriebenen Arbeiten entwickelte die Fa. TerraNova Energy GmbH eine kontinuierlich laufende Anlage. Im Rahmen eines BMBF-Projektes wurde 2010 eine Pilotanlage mit einer Reaktorgröße von 1 m<sup>3</sup> aufgebaut und seither betrieben.

Die Anlage verarbeitet hauptsächlich Klärschlamm, kann aber auch für ein weites Spektrum anderer Materialien eingesetzt werden. Der Durchsatz ist bis zu etwa 6 t Rohmaterial pro Tag.

#### Weitere Arbeiten

Die hydrothermale Karbonisierung findet inzwischen breites Interesse. Sie bietet

die Möglichkeit eine Vielfalt an organischen Reststoffen sowie einige Kunststoffsorten zu behandeln. Als Produkte entstehen, je nach Rohstoff und Prozessführung, Brennstoff, Adsorptionsmaterial oder ein Bodenverbesserer. Dies ist besonders interessant für Länder, in denen es noch keine weiträumig eingeführte Infrastruktur zur Behandlung organischer Abfälle und Klärschlämme gibt. Es werden daher zur Zeit eine Reihe von Projekten durchgeführt mit Partnern z. B. in China und Brasilien.

In Europa ist der Einsatz für die Behandlung von Klärschlamm relevant. Auch hier wird untersucht, ob neben leicht entwässerbarem Brennstoff z. B. Bodenverbesserer gewonnen werden kann bei gleichzeitiger Rückgewinnung von Nährstoffen und Abtrennung von Schwermetallen.



**Prof. Dr.-Ing. Michael Bottlinger**

FB Umweltplanung / Umwelttechnik  
Mechanische Verfahrenstechnik  
Hochschule Trier /  
Umwelt-Campus Birkenfeld

+49 6782 17 1120

m.bottlinger@umwelt-campus.de



Bereit für den großen Auftritt als  
**Praktikant, Bachelorand  
oder Berufseinsteiger** (m/w)?



www.csi-online.de



**Wir suchen junge Talente, die es im Job richtig krachen lassen wollen!**

csi ist auf Tour und sucht Nachwuchs für alle Standorte. Hast Du Talent?

Bist Du wild auf **Strak, Karosserie, Interieur, Exterieur** oder **Consulting**?

Dann komm zu uns und starte Deine Karriere in einem richtig tollen Team mit interessanten Aufgaben im Bereich **Automobilentwicklung**.

Am besten, Du bewirbst Dich gleich unter **we-will-rock-you@csi-online.de**



**csi entwicklungstechnik** NECKARSULM INGOLSTADT SINDELFINGEN MÜNCHEN WOLFSBURG ZWICKAU WEISSACH WINTERBERG

## Technologie-Entwicklung und Produktions-Automatation



Konzeptionelle  
technische Planung  
Produkt- und  
Prozess-Entwicklung  
Mechanische Konstruktion  
Steuerungsplanung  
Softwareentwicklung  
Einzelteilherstellung  
Anlagenmontage  
Test und Optimierung  
Anwendung der gängigen  
Qualitäts-Werkzeuge  
Weltweiter Kundendienst



Komplettlösungen für die  
Automobil-Industrie  
Telekommunikations  
Konsumer-Elektronik  
Biotechnologie  
Pharma-Industrie

Grohmann Engineering GmbH, 54595 Prüm / Deutschland

mailservice@grohmann.com  
Telefon: 06551-68-0, www.grohmann.com



## Effizient, günstig, einsatzbereit – Mikrobrennstoffzellen für frühe Massenmärkte ( $\mu$ MEGA)

FB UMWELTPLANUNG /  
UMWELTECHNIK  
Prof. Dr. Gregor Hoogers



Bei Brennstoffzellen, die in Autos und Heizungen Anwendung finden, sind die Ziele für ihren Einsatz unmittelbar einsichtig: Energieeinsparung und Verringerung lokaler Emissionen. Bei den pauschal als »portabel« bezeichneten Brennstoffzellen ist der Nutzen für den Kunden und die Umwelt für den Außenstehenden nicht immer auf den ersten Blick erkennbar, aber auch hier gibt es klare Vorteile dieser neuen Technologie gegenüber konventionellen Systemen. Deshalb sind Brennstoffzellen im portablen Bereich schon sehr viel marktnäher als in anderen Anwendungsfeldern: Man kann sie bereits kaufen.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Einsatzbereiche von Brennstoffzellen wird deutlich, dass die treibende Kraft für den Einsatz im portablen Bereich weniger der Umweltschutz ist sondern vielmehr ihr »Bequemlichkeitsaspekt« (convenience). Es handelt sich hier größtenteils um Anwendungen, bei denen der Nutzer unabhängig vom Netz Strom benötigt, den er ohne Brennstoffzelle nicht oder nur mit größerem Aufwand oder auch mit unerwünschten Nebeneffekten bekommen kann. Kosten spielen hier eine untergeordnete Rolle.

### Brennstoffzellen im Freizeitmarkt

Im oberen Leistungsbereich von portablen BZ-Systemen (0,5 bis 5 kW) handelt es sich meist um Anwendungen, bei denen eine relativ hohe elektrische Leistung über einen längeren Zeitraum zur Verfügung gestellt werden muss. Wenn man sich die Energiedichte verschiedener möglicher Kraftstoffe ansieht, kommen daher in diesem Segment fast nur konventionelle fossile Energieträger

wie Benzin, Diesel oder Flüssiggas (Propan, Butan) in Frage. (Eine der wenigen Ausnahmen ist die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit Wasserstoff-Druckgasflaschen). Attraktivster Markt ist derzeit der Freizeitsektor mit Stromgeneratoren für Wohnmobile, Yachten, Wald- oder Wochenendhütten. Derartige Geräte sind auch für den militärischen Einsatz interessant, beispielsweise bei der Stromversorgung von Funkmeldern und ähnlichen Anwendungen. Auch Lastkraftwagen können von derartigen Systemen profitieren, weil darüber die Bordstromversorgung unabhängig vom Antriebsmotor bereitgestellt werden kann. Die Alternative wären kleine Generatoren mit Verbrennungsmotor, die preisgünstig verfügbar, leicht zu betanken, aber in der Regel unerträglich laut sind. Insbesondere im Freizeitsektor sind geringe Geräuschemissionen durchaus ein Argument, das höhere Anschaffungs- und Betriebskosten aufwiegt. Kommerziell sind in diesem Bereich nach aktuellem Kenntnisstand noch keine Brennstoffzellen-Lösungen erhältlich. Technisch sind die Geräte sehr aufwändig, weil sie sich in der Komplexität nicht wesentlich von Hausenergiegeräten unterscheiden. Es wird jedoch bei verschiedenen einschlägigen Ausrüstern wie Truma und Webasto erfolgreich an der Markteinführung gearbeitet.

### Welche Systeme gibt es am Markt?

Wenn man in den niedrigeren Leistungsbereich (< 100 W) vordringt, findet man unter anderem Wasserstoff als Energiespeicher. Eine Reihe von Entwicklern arbeitet mit Metallhydridkartuschen (Horizon). Es gibt aber auch Einweg-Kartuschen (myFC), in

denen Wasserstoff chemisch aus Wasser generiert wird. Erste Geräte sind in einigen Ländern bereits am Markt erhältlich, wenn auch vergleichsweise teuer. Generell kann man sagen, dass Wasserstoffsysteme eine für die Systemgröße hohe Leistungsabgabe aber eine geringe Betriebsdauer aufweisen. Für eine Kilowattstunde müssen immerhin 1.000 Normliter Wasserstoffgas bereitgestellt werden.

Nur wenige Entwicklungen basieren auf Hochtemperatur-Brennstoffzellen, die mit (Feuerzeug-) Propan betrieben werden. Hierzu zählen Lilliputian (ein Ableger von MTI Fuel Cells) und das deutsche Start-Up-Unternehmen eZelleron. Smart Fuel Cell liefert seit Jahren Brennstoffzellensysteme, die mit Methanol betankt werden. Die Geräte im Preissegment von 2.500 bis 5.000 Euro werden ebenfalls im Freizeitsektor eingesetzt, wo die Nutzerbequemlichkeit (kein Lärm, Betriebsbereitschaft im Winter) im Vordergrund steht. Methanol enthält pro Liter immerhin halb so viel Energie wie die konventionellen Kraftstoffe, lässt sich leicht in Kanistern transportieren und eignet sich für die direkte Verstromung in einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle (DMFC), die statt mit Wasserstoff mit einem Gemisch aus Methanol und Wasser betrieben wird. Dabei wird aus einem Liter Methanol etwa eine Kilowattstunde elektrische Energie. Es genügt allerdings aufgrund der Problematik des Methanol-Durchtritts nicht, die Zelle mit hochkonzentriertem Methanol zu befüllen. Stattdessen verwendet man intern stark verdünnte Lösungen, so dass zusätzliche Mischerstufen und gegebenenfalls auch Methanol-Konzentrationsensoren benötigt werden. Abb. 1 zeigt eine Entwicklung des

Umwelt-Campus. Derartige methanolbetriebene Brennstoffzellen werden mit den Bordbatterien der jeweiligen Anwendungen verbunden. Kurzfristig sind daher über die Pufferung wesentlich höhere Leistungen abrufbar, als die DMFC allein sie bereit stellen könnte.



Abb. 1: Kostengünstiger Methanolsensor für Direkt-Methanol-Systeme (FWB,UCB)

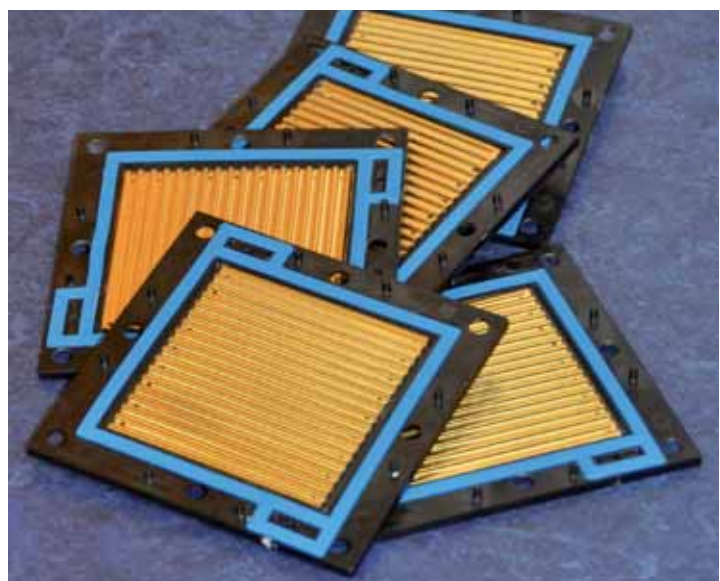


Abb. 2: In Spritzgusstechnik hergestellte Gasverteilerplatten (Wellgo, Nohfelden)

### **Mikrobrennstoffzellen im portablen Bereich**

Es gibt durchaus einen Bedarf an Systemen in einem noch niedrigeren Leistungsbereich in der Größenordnung von wenigen Watt, die in Konkurrenz zu Akkus, Primärbatterien, Photovoltaik-Modulen und selbst kleinen Windgeneratoren stehen. Es handelt sich hierbei um Einsatzbereiche, bei denen kein Stromnetz verfügbar ist und bei denen die Nutzung von Photovoltaik (oder Windenergie) wegen des Standorts nicht möglich oder zu teuer ist, bei denen die Kapazität von Akkus und Primärbatterien aber nicht ausreicht. Aber wo liegt die sinnvolle Untergrenze für die Größe solcher Systeme? Folgende Abschätzung hilft bei der Eingrenzung des Markts:

Lithium-Ionen-Akkus erreichen heute eine Energiedichte von 300 Wattstunden pro Liter. Methanol liefert pro Liter eine Kilowattstunde elektrische Energie, also gut dreimal so viel. Allerdings benötigt man zur Gewinnung dieser Energie ein Brennstoffzellensystem mit Stack, Mischeinheit, Pufferakku und Regelelektronik. Als Faustregel kann man sich merken, dass ein DMFC-System (im Vergleich zu den besten verfügbaren Akkus) dann interessant ist, wenn der Tank mindestens ebenso groß ist wie der Rest des Systems, so dass die mittlere Energiedichte bei 500 Wattstunden pro Liter liegt. Attraktiv ist an der Brennstoffzellenlösung zudem die Möglichkeit, in wenigen Sekunden nachtanken zu können. Weitere Kriterien, die für ein Brennstoffzellensystem sprechen, sind Kostenersparnis, Langlebigkeit, Abfallvermeidung (gegenüber Primärbatterien) sowie das Tieftemperaturverhalten. Wo es auf Platzbedarf nicht ankommt und kleine elektrische Leistungen gefragt sind, ist die Direkt-Methanol-Brennstoffzellenlösung wegen des einfach zu skalierenden Tanks unschlagbar.

### **Brennstoffzellen für Handtuchspender, Sensoren und Container**

Diese Übersicht zeigt, was erfolgreiche Entwickler in diesem Brennstoffzellensegment im Auge behalten müssen: Kostengünstige Fertigung und Miniaturisierung von Brennstoffzelle und Systemkomponenten. Die beste Miniaturisierung besteht darin, das System zu vereinfachen. Genau hier setzt das Verbundprojekt  $\mu$ MEGA an, das auf Spritzgusstechnik in Kombination mit preisgünstigen Metallstanzteilen setzt. Das Projekt wurde ursprünglich von Dr. Alexander Dyck (vormals FWB, jetzt Next Energy) initiiert, um die gemeinsam mit dem Fraunhofer-ISE entwickelte planare DMFC-Technik mit verschiedenen Anwendern zu einem marktfähigen System zu

entwickeln. Nach dem Rückzug von FWB übernahm der Umwelt-Campus Birkenfeld Mitte 2011 die Konsortialführung sowie die Systemintegration und brachte einen eigenen Systemansatz (Stack basiert – Abb. 2) und zwei weitere assoziierte Projektpartner mit ein: Den Spritzgießer und Gerätehersteller Wellgo sowie Ille Papierservice.

Ille hatte als Anwender bereits vor einigen Jahren selbst den Anstoß für die Entwicklung eines DMFC-Systems für Verkaufs- und Distributionsautomaten gegeben, da autarke Brennstoffzellensysteme gut für die elektronischen berührungslosen Handtuchspender des Sanitärausstatters geeignet sind, die man aus den deutschen Autobahnraststätten kennt (s. Abb. 3). Handtuchspender? Um diesen Gedankenansatz zu verstehen, muss man wissen, dass die heutigen Spender in der Mehrzahl mit Wegwerfbatterien versorgt werden, die Ille als Betreiber mit erheblichem Wartungs- und Entsorgungsaufwand für Tausende von Batterien selbst austauscht. Die Brennstoffzelle soll nun dabei helfen, die Wartungsintervalle ganz erheblich zu verlängern und auf den bloßen Austausch einer Methanolkartusche zu reduzieren (s. Abb. 4).

Dafür wurde das hier diskutierte System stark hybridisiert, das heißt mit einem Akku abgepuffert. Die Brennstoffzelle kann dadurch sehr schonend betrieben werden, da sie nur gelegentlich, dafür immer im optimalen Betriebspunkt und mit minimalem Methanoldurchtritt arbeitet. Die relativ hohe Spitzenleistung von zehn Watt und die zu erwartende Lebensdauer von mehreren Jahren begeisterte auch die anderen Anwender des  $\mu$ MEGA-Teams: Siemens will das Brennstoffzellensystem in Sensorikan-

wendungen einsetzen, EPsa benötigt für Fahrgastinformationssysteme und für die weltweite Ortung von Transportcontainern eine zuverlässige Langzeit-Stromversorgung. Komponentenkompetenz im Konsortium kommt von Solvicore (MEA), Freudenberg (Dichtungstechnik, GDL) und Bartels (Mikropumpen). Zertifizierungs- und Testaufgaben übernehmen das VDE-Institut und Fraunhofer-ISE.



Abb. 3: Ille Handtuchspender 'fuel cell inside'

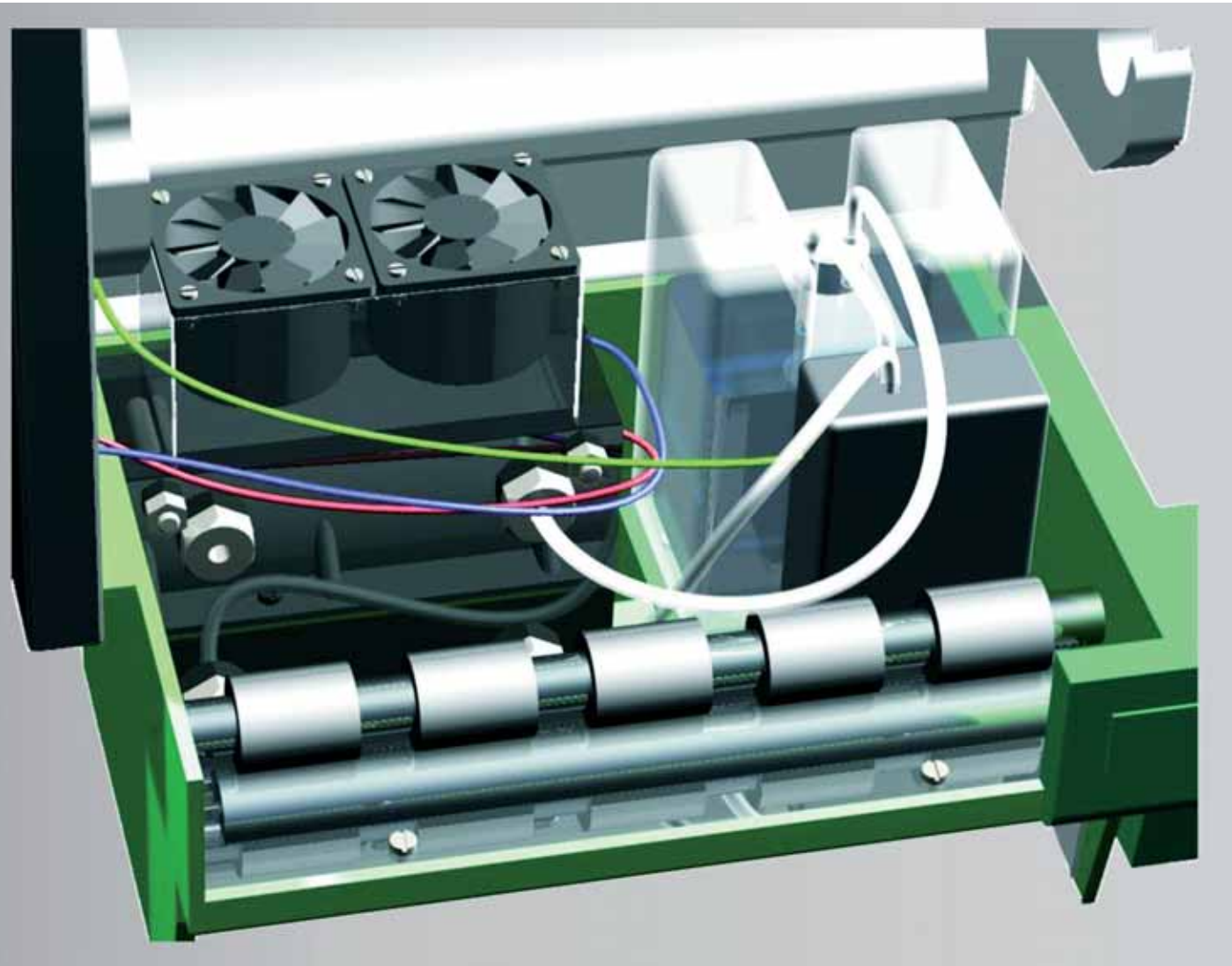


Abb. 4: Schema der Systemintegration

### Projektstatus

Eine kleine Zahl von Systemen läuft am Umwelt-Campus und bei Projektpartnern teilweise seit über einem Jahr störungsfrei. Die Ergebnisse der Evaluierung fließen derzeit in die Entwicklung der nächsten Generation der Membran-Elektroden-Einheit (MEA) und der Gasverteilerplatten ein, die von Wellgo gespritzt werden (s. Abb. BPP). Ab Herbst 2012 werden die Systeme in einem großen Feldtest Anwendung finden, um dann im Praxiseinsatz ihre Tauglichkeit beweisen zu können, in Fahrkartenautomaten, in Überwachungsbereichen – und in Toiletten.

### Danksagung

Mein Dank gilt meinen Mitarbeitern und Projektpartnern, die mit ihrem Einsatz zum Projektfortschritt beitragen. Das Projekt wird im Rahmen der Speziellen Märkte im NIP unter FKZ 03BS103 noch bis Ende 2012 vom NOW gefördert.



**Prof. Dr. Gregor Hoogers**

FB Umweltplanung / Umwelttechnik  
Kompetenzzentrum Brennstoffzelle  
Hochschule Trier /  
Umwelt-Campus Birkenfeld

+49 6782 17 1250  
g.hoogers@umwelt-campus.de



## Schadensuntersuchung an einer gebrochenen Kurbelwelle einer Hochleistungspumpe

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Peter Böhm

Die Schadensanalyse eines schadhafte Teils, das zum Gesamtausfall einer technischen Anlage oder eines Systems führt, ist oft ebenso spannend wie ein Mordfall den Sherlock Holmes oder der Kommissar einer Sonderkommission untersucht. Man kommt an den Tatort, sieht das Opfer und niemand ist zunächst in der Lage direkte Rückschlüsse auf den Tathergang zu ziehen. Die Leiche kann keine Fragen mehr beantworten und nun steht man vor der Problemstellung – wie ist es passiert, warum ist es passiert und kann es vielleicht noch weitere Opfer geben. Vom Täter keine Spur, der Tatort ist oft schon nicht mehr unberührt und nun begibt man sich an die kriminalistische Arbeit auf der Suche nach Beweisen, Indizien und Informationen. Erfreulicherweise handelt es sich im vorliegenden Fall um kein menschliches Opfer, sondern um die gebrochene Welle einer Schlauch-Membran-Kolbenpumpe. Die geometrischen Ausmaße dieser Welle sollen dabei nicht unterschätzt werden. Immerhin wiegt diese Welle über 2,5 Tonnen, ist 3,5 m lang und hat einen maximalen Durchmesser von 560 mm. Bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 30 Hz wirken enorme Kräfte auf die Welle. Die Frage nach dem Tathergang ist für den Schadensanalytiker ebenso aufregend wie für Sherlock Holmes und Dr. Watson die Suche nach dem Hund von Baskerville. Menschliche Schäden sind aufgrund der Konstruktion zwar zwingenderweise immer auszuschließen. Der wirtschaftliche Schaden und insbesondere ein eventueller Imageverlust veranlasst einen verantwortungsbewussten Hersteller in einem solchen Fall aber zwangsläufig die Aufklärung des Falls herbeizuführen. Sowie ein Detektiv bei einem

Mordfall, so wird der Schadensanalytiker herbeigerufen, um Licht in das Dunkel zu bringen.

### Der Tatort

Die gebrochene Welle war vor ca. 6 Jahren hergestellt und anschließend nach China verkauft worden. Nach etwa 4 Jahren trat dann der Schaden ein.



Abb1: Bruchoberfläche der eingebauten Welle

Eine genaue Zyklenzahl der Welle ist nicht bekannt. Der Betreiber der Pumpe bemerkte vor dem Eintritt des Schadens keinerlei Auffälligkeiten. Die beiden gebrochenen Teile der Welle wurden daraufhin nach Deutschland zurück transportiert und zunächst sorgsam gereinigt, da die Oberflächen naturgemäß verschmutzt und ölverschmiert waren. Die Bruchflächen der tonnenschweren Teile wurden danach abgetrennt, so dass ein Transport zur weiteren Untersuchung in einem Labor möglich war. Vorausgegangene Finite Elemente (FEM) – Berechnungen hatten gezeigt, dass die theoretischen Belastungsgrenzen von ca. 205 MPa hinsichtlich der Biegezugfestigkeit weit unterschritten worden waren, also kein Konstruktionsfehler vorlag.



### Der Beginn der Beweisaufnahme

Genau wie der Ermittler einer Sonderkommission hat der Schadensanalytiker nun einige Methoden in seinem Koffer der Möglichkeiten, um die »Leiche« näher zu untersuchen. Durch diese Untersuchungsmethoden können damit Gegenstände zum Sprechen angeregt werden und mit einer Fülle an Informationen aufwarten. Zunächst mussten aber alle vorliegenden Informationen ermittelt und auf Ihre Richtigkeit überprüft werden. Die Kurbelwelle als einer der wesentlichen Bestandteile der Kolbenpumpe wurde aus dem Werkstoff - Stahlguss 1.7221, G26CrMo4 in der Vergütungsstufe QT 1 - gefertigt. Das mitgelieferte Herstellerabnahmezeugnis bescheinigte die mechanischen Eigenschaften, die chemische Analyse sowie die Ergebnisse der Ultraschallprüfung und der Magnetpulverprüfung. Nach DIN 1690 wurden keine registrierpflichtigen Anzeigen bescheinigt. Die mechanisch-technologischen Werte wiesen gemäß Herstellerzeugnis keine Auffälligkeiten auf.

Nun war es an der Zeit den Koffer des Schadensanalytikers zu öffnen und folgende Methoden einzusetzen:

- Optische Sichtprüfung an beiden Bruchoberflächen
- Ermittlung der mechanischen Eigenschaften im Zugversuch und im Kerbschlagbiegeversuch sowohl am Material der gebrochenen Welle als auch an einem neu vergossenen Probestück desselben Werkstoffs
- Ermittlung der Biegewechselfestigkeit
- Lichtmikroskopische Gefügebildungen
- Rasterelektronenmikroskopie mit angeschlossener EDX-Analyse



Finden Sie uns auf Facebook  
[www.facebook.com/vmkverlag](http://www.facebook.com/vmkverlag)



### Erste Untersuchungen

Die Ergebnisse der ersten makroskopischen Sichtprüfung zeigten, dass es sich um einen Ermüdungsbruch handelte, was

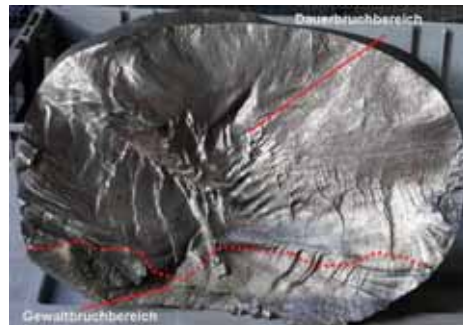


Abb.2: Übersichtsaufnahme der Bruchoberfläche 1

von den vielen Rastlinien hinlänglich belegt wurde; der Schwingbruchanteil nahm fast die gesamte Bruchfläche ein – die Nennspannung war also gering. Wie aus Abb. 2 ersichtlich ist, lag der Rissausgang oben, der relativ geringe Restgewaltbruch unten. Der Riss war unter einseitiger Biegung durch den Querschnitt gelaufen. Die Bruchfläche wurde durch das zyklische Öffnen und Schließen des wachsenden Risses verhämmernt, so dass auf der Bruchfläche makroskopisch nichts Aufschlussreiches zu erkennen war. Auffällig waren hingegen die Schleifspuren an der Oberfläche in der Nähe der Rissausgänge. Hier wurde die Gussoberfläche in der Hohlkehle anzunehmenderweise mit der Schleifhexe nachgearbeitet, um die größten Unebenheiten auszubügeln, das Ergebnis waren einige Kerben, siehe Abb. 3. Direkt an den Rissausgängen waren zwar keine scharfen Kerben mehr zu lokalisieren, eine sehr schma-

le Kerbe jedoch würde man aufgrund der Verhämmerungen am Rissausgang vermutlich gar nicht mehr nachweisen können. Das Schadensbild insgesamt lässt



Abb.3: Bruchausgang mit Schleifspuren an der angrenzenden Oberfläche

vermuten, dass die Entstehung des Risses mit einer solchen Schleifkerbe in Zusammenhang steht. Möglich wären aber auch oberflächennahe Gussfehler – Lunker oder nichtmetallische Einschlüsse – nach denen noch im Rasterelektronenmikroskop (REM) gesucht werden musste.

### In der Sackgasse?

Um zu überprüfen, ob die Herstellerangaben der Gießerei den Werkstoffdaten des G26CrMo4 entsprechen, wurden mechanisch-technologische Untersuchungen durchgeführt. Zunächst wurden Zugversuche unternommen, siehe Abb. 4. Die jeweils 5 Proben sind sowohl aus Teilen der gebrochenen Welle als auch einem neu gegossenen Probekblock entnommen worden. Die Werte nach Norm entsprachen Stahlguss für allgemeine Anwendung nach DIN EN 10293 in der Güteklasse QT1 mit der dort maximal angegebenen Dicke von > 250 mm. Aus den Ergebnissen der Zugversuche hat sich ableiten lassen, dass insbesondere die Werte der Streckgrenze bei der gebrochenen Welle nicht die Werte des neu gegossenen Testblocks erreichten. Auch die gemittelten Werte der Zugfestigkeit sind ca. 3-4 % niedriger. Die Werte der Dehnung dagegen zeigten wenig Unterschiede. Die Ergebnisse der Untersuchungen des Herstellers sowie der Hochschule Trier an der gebrochenen Welle wiesen kleinere Unterschiede auf, waren aber weitestgehend deckungsgleich. Aus den mechanisch-technologischen Untersuchungen ergab sich, dass es durchaus relevant war, aus welchem Teil der Welle (Randbereich oder Kern) die Proben entnommen wurden. Eindeutig hatte sich aber gezeigt, dass das zum späteren Zeitpunkt abgegossene Probestück bezüglich der Festigkeit höhere Werte aufwies, als das Wellenmaterial der gebrochenen Welle. Es war anzunehmen, dass der Hersteller alle Proben bezüglich der mechanisch-technologischen Untersuchungen aus dem Bereich des Wellenrandes genommen hatte, bzw. Proben untersucht hatte, die

parallel zur Welle mit wärmebehandelt wurden, was sich bei einem späteren Gespräch mit dem Hersteller auch bestätigt hatte. Eindeutig lagen sämtliche Werte über den in der Norm gestellten Anforderungen. Bei den Bruchflächen der Zugproben fiel augenscheinlich auf, dass silbrig runde Stellen im Bruchbild vorhanden waren. Daraufhin wurden die Bruchflächen mit Hilfe des Stereomikroskops untersucht. In Abb. 5 sind mindestens sechs dieser Stellen ersichtlich. Bei höheren Vergrößerungen wurde ersichtlich, dass sich im Zentrum der glänzenden Stellen jeweils ein Lunker befand.

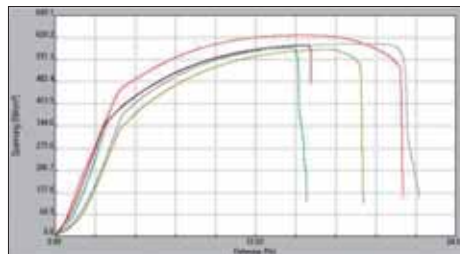


Abb 4: Spannungs-Dehnungsdiagramm der Zugproben



Abb 5: Bruchfläche einer der Flachzugproben

Augenscheinlich handelte es sich dabei um Lunkerstellen, in deren Umfeld sich Seigerungen aufgebaut hatten, anzunehmender Weise Phosphor- und Schwefelausscheidungen, angereichert mit carbidischen Anteilen. Dies ist im Stahlguss nicht ungewöhnlich, deren Häufigkeit in der Bruchstelle aber überproportional groß ist. Daraufhin wurden sowohl aus dem Kern der Welle als auch aus dem Randbereich Proben für weitere metallografische Untersuchungen entnommen.



Abb. 6: geätzter Zustand; Vergrößerung 50:1, erkennbar sind Mikrolunker mit Höfen an Seigerungen

Die in Abb. 6 grau erscheinenden Seigerungsgebiete sind auf Phosphor-, Schwefel- und Carbidanreicherungen zurückzuführen. Bei höherer Auflösung - gewählt wurde ein Bereich der sowohl das Grundgefüge als auch ein Seigerungsgebiet darstellt - zeigte sich im Grundgefüge eine ferritisch-perlitische Grundstruktur. Bei noch höherer Vergrößerung zeigte sich, dass der Perlit dabei äußerst feinstreifig (Sorbit-, Troostitanteile) war und anzunehmenderweise noch Reste an bainitischem Gefüge enthielt.

Abb 7. und Abb. 8 zeigen in einer 500-fachen Vergrößerung das Gefüge, das sich aus ferritischen Körnern, die in einer bainitischen Grundmatrix eingebettet sind, zusammensetzt. Der teilweise lattenförmige Bainit enthielt anzunehmenderweise noch Reste an Widmanstättischem Gefüge. Der sich bildende Ferritanteil war weitaus geringer als in der Probenmitte. Dies ist aus der Tatsache heraus, dass sich die Welle bei der Wärmebehandlung im Innern langsamer abgekühlt hatte, zu begründen.

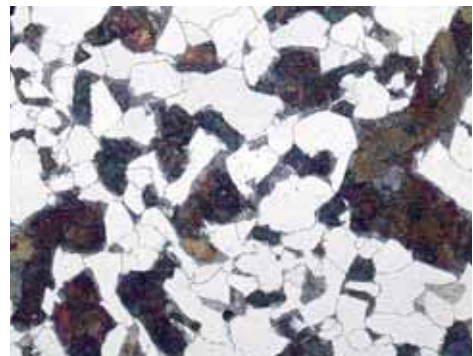


Abb. 7: V= 500, ferritisch-perlitisch Grundgefüge

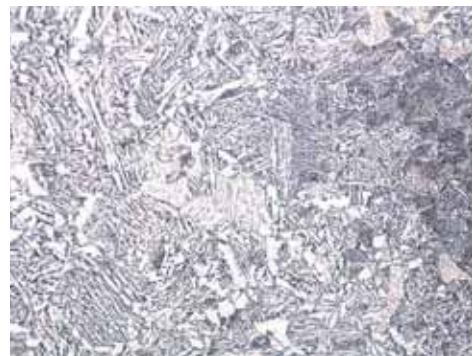


Abb. 8: V= 500, Gefüge am Wellenrand

Durch den höheren Ferrit- und geringeren Bainitgehalt war demzufolge das Welleninere in der Festigkeit etwas zurückgesetzt, der Wellenrandbereich durch den hohen bainitischen Anteil höher anzusetzen. Diese Tatsache wurde durch die Zugversuche untermauert, in denen sich gezeigt hatte, dass die Proben aus dem Wellenkern in der Zugfestigkeit und insbesondere der Streckgrenze gegenüber dem Randbereich abfielen. Insgesamt wurde das Bild aus den stereomikroskopischen Aufnahmen bestätigt, dass sich insbesondere im Innenbereich des Wellenkerns eine erhöhte Häufigkeit von Lunkern mit Seigerungshöfen befanden.

Nach den mechanisch-technologischen sowie den metallografischen Untersuchungen blieb nun wenig Hoffnung, dass das Material nicht den geforderten Ansprüchen Genüge leistet. Wenn also die Materialkennwerte keinen Anhaltspunkt gaben, dann musste noch tiefer in den Koffer der Analysemethoden gegriffen werden. Es verblieb noch die Hoffnung, dass sich in den Schwingfestigkeitsversuchen weitere Verdachtsmomente ergeben würden.

Aus den Umlaufbiegeschwingversuchen, siehe Abb. 9, resultiert ein Schätzwert für die Amplitude der Umlaufbiegeschwingfestigkeit  $\sigma_{bW} = 225$  MPa.

Laut Abnahmeprüfung beträgt die Zugfestigkeit  $R_m = 627$  MPa. Aus den exemplarisch ausgewählten Amplitudenbereichen konnte mit hinreichender Genauigkeit abgeschätzt werden, dass zumindest die Berechnungen, die von einer Umlaufschwingbiegefestigkeit von 105 MPa ausgehen, mit einem hohen Sicherheitsbeiwert versehen wurden. Jedoch wurden weitergehende

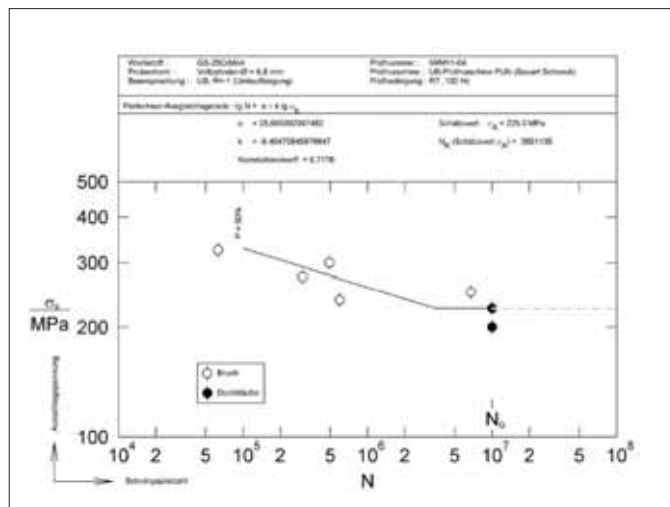


Abb. 9: Wöhlerdiagramm für Umlaufbiegeversuche

Versuche mit höheren Lastspielzahlen nicht durchgeführt und ein weiterer nachweislicher Abfall in der Dauerfestigkeit konnte dadurch nicht ermittelt werden. Nachdem auch Schwingversuche keinen Beweis für ein vorzeitiges Werkstoffversagen geliefert hatten, befanden sich die Untersuchungen in einer Sackgasse. Auffällig war lediglich, dass sich im Werkstück einige Seigerungen befanden, anscheinend aber keinen Einfluss auf die Festigkeitswerte des Werkstoffs hatten.

### Dem Täter auf der Spur

Wie so oft bei ungeklärten Fällen in der Kriminalistik übersieht man zu Beginn Kleinigkeiten, die zunächst nicht weiter auffallen. Beim näheren Betrachten der gesamten Bruchoberfläche und einem minutiösem Studieren der äußeren Bruchflächen entdeckten wir den augenscheinlichen Start des Bruchvorgangs. Knapp unter der Oberfläche war dabei eine Stelle zu entdecken, die einen auffallenden Bruchverlauf aufwies, der sich strahlenförmig ausbreitete.



Abb. 10: Ausschnitt aus dem Bruchstück der Welle

Daraufhin wurde dieses Teilstück aus der Welle herausgearbeitet. Es musste zumindest so klein sein, dass es in die Aufnahmekammer für ein Rasterelektronenmikroskop passte. Insgesamt zeigte sich in den rasterelektronischen Untersuchungen, dass aufgrund der starken Verhämmerung der Bruchflächen keine Schwing- oder Rissfortschrittslinien auffindbar waren. Deren Vorhandensein hätte eine starke Vereinfachung des Schadensgangs ermöglicht. Und dann fanden wir den Übeltäter - in beiden herausgetrennten Probestücken die komplett abgerastert wurden, wurde eindeutig ein Mikrolunker gefunden, der ca. 2 mm unter der Oberfläche lag und eine Ausdehnung von

ca. 1 mm hatte, siehe Abb. 11. Dieser Mikrolunker lag eindeutig im Zentrum der auffälligen Stelle, von der bereits im makroskopischen Bruchbild davon ausgegangen wurde, dass hier ein Rissstart stattgefunden hatte. An der bearbeiteten Oberfläche (Beschleifen der Gusshaut) waren eindeutig mikroskopische Kerben nachzuweisen, von denen anzunehmen war, dass sie einen Rissbeginn stark begünstigt hatten. Weiterhin war die Richtung, in der die Oberfläche beschliffen wurde, d.h. damit auch die Einbringung der Kerben, exakt diejenige Richtung in der die Welle gebrochen war. Durch die starke Verhämmerung der Bruchoberflächen konnte nicht mehr nachgewiesen werden, ob der Rissstart vom Mikrolunker oder von der Oberfläche ausgegangen war. Diskussionen mit erfahrenen Schadensanalytikern u.a. von der RWTH Aachen legten die Vermutung nahe, dass der Rissstart tatsächlich vom Mikrolunker ausgegangen war und die Risse von dort aus sowohl in die Probenmitte als auch zum Probenrand weiter gelaufen sind. Ob dann von der Oberfläche bzw. von einer Oberflächenkerbe aus sich ein weiterer Riss parallel entwickelt und ein Zusammenwachsen der Risse stattgefunden hatte, konnte nicht endgültig geklärt werden (aus den genannten Gründen der starken Verhämmerung der Oberflächen).



### Die Aufklärung des Falls

Unter technischen Bedingungen geht der Ermüdungsbruch in der Regel von der Bauteiloberfläche aus. Die Rissbildung ist dabei empfindlich von der Oberflächenbeschaffenheit abhängig. Die Ursachen sind dabei:

- Inhomogene Beanspruchungen (Biegung, Torsion, Kerben)
- Spannungskonzentrationen durch oberflächennahe Fehlstellen (Einschlüsse, Grenzflächen) oder lokalisierte Gleitung (Gleitstufen)
- Umgebungseinwirkungen

Dabei sind erfahrungsgemäß schon Einschlüsse der Größenordnung von 0,2 mm von relevanter Bedeutung. Der Grenzwert der Bruchzähigkeit wird wesentlich durch Fremdphasen (nicht-metallische Einschlüsse), grobe Ausscheidungen (Überalterung), Anreicherungen von Spurenelementen an inneren Grenzflächen (Korngrenzensegregationen) sowie Kaltverformung ungünstig beeinflusst und nimmt generell mit zunehmender Werkstofffestigkeit ab. Oberflächentechnische Maßnahmen zur Verbesserung der Schwingfestigkeit wirken sich naturgemäß vorrangig auf die Rissbildung, kaum jedoch auf die Rissausbreitungsphase aus. Die Oberflächengüte eines Werkstückes ist für das Ermüdungsleben in operativer Umgebung von enormer Wichtigkeit: Risse gehen von der Oberfläche aus, kleine Kerben oder Risse einer rauen Oberfläche führen zu schnellerer Entwicklung von Rissen als an einer polierten Oberfläche. Man kann die Lebensdauer eines Konstruktionsbauteils verlängern durch Vermeidung von kleinen Krümmungsradien und Polierung der

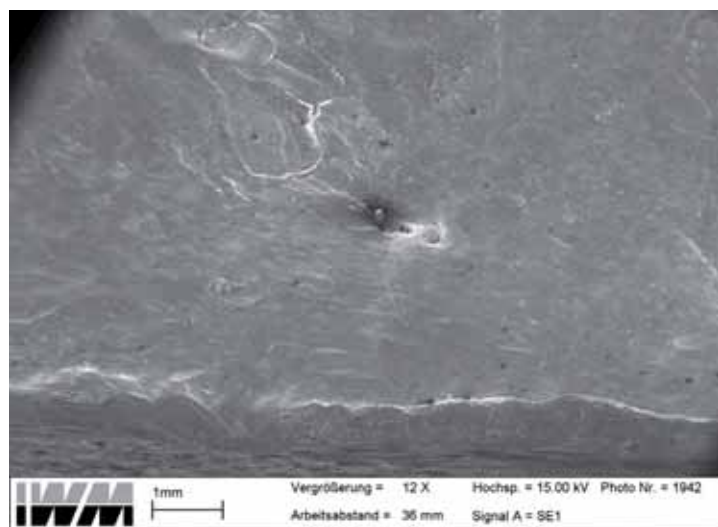


Abb. 11: REM-Aufnahme einer Seigerung nahe der Oberfläche



Oberfläche. Im vorliegenden Fall handelte es sich um einen Dauerbruch mit einem geringen Gewaltbruchanteil. Daraus folgte, dass die angelegene Biegewechselspannung ebenfalls in einem niedrigen Bereich war. Die mechanisch-technologischen Kennwerte zeigten im Wesentlichen eine Bestätigung der vorgegebenen Daten. Dies wird durch die metallografischen Befunde erhärtet. Letztendlich waren aber die mechanisch-technologischen Eigenschaften nicht die Ursache für das Versagen der Welle. Zum einen führte die Oberflächenbehandlung – das unsachgemäße Beschleifen – dazu, dass erste Risseinleitungen stattfinden konnten. Eine nicht akkurat ausgeführte Oberflächenpolitur führte zu einer – gemäß den rasterelektronischen Befunden – zu mikroskopischen Kerben, die zu Spannungsüberhöhungen geführt hatten. Darüber hinaus wurden zum anderen in einem nicht korrekt ausgeführten, zu kleinem Krümmungsradius, die ersten Anrisse entdeckt. Diese Risse führten aber nicht zum Bauteilversagen. Vielmehr verlagerte sich der Rissfortschritt zu einer anderen Stelle der Welle. Ca. 2 mm unter der Bauteiloberfläche wurde rasterelektronenmikroskopisch ein Luncker der Größenordnung von über einem Millimeter gefunden, der anzunehmender Weise für den ersten Rissfortschritt verantwortlich war. Von diesem Rissstarter breiteten sich strahlenförmig die weiteren Risse aus, die zunächst auch zur Bauteiloberfläche durchtraten. Von diesem Zeitpunkt aus war die Rissvergrößerung und letztendlich der Gewaltbruch nur noch eine Frage der Zeit, der Belastung und der Anzahl der Zyklenzahl der Biegewechselbelastungen. Gesamtverantwortlich für

das Versagen der Welle waren damit eindeutig die schlechten Maßnahmen zur Verbesserung der Schwingfestigkeit zusammen mit der Lage eines Lunkers in direkter Nähe der Bauteiloberfläche zu sehen. Diese Aussagen wurden später bestätigt durch Schwingproben, in denen sich Luncker befanden und die bei relativ niedrigen Lastspielzahlen versagten. Damit war der Fall eindeutig geklärt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen flossen direkt in die Herstellung weiterer Wellen ein.

Für die Hilfestellung bei diesen Untersuchungen bedanken wir uns bei der Firma Feluwa Pumpen GmbH, die uns jederzeit mit Rat und Tat zur Verfügung stand, Frau Olga Serzisko vom TÜV Rheinland für aussagefähige metallografische Beurteilungen, Herrn Dipl.-Ing. Dietmar Robert von der Hochschule Trier für die mechanisch-technologischen Untersuchungen und Herrn Dr. Franz Klubberg von der RWTH Aachen, Institut für Werkstoffanwendungen im Maschinenbau (IWM) für die Schwingungsuntersuchungen.



**Prof. Dr.-Ing. Peter Böhm**  
Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof  
  
+49 651 8103 383  
PBoehm@hochschule-trier.de



# BLUE. TECHNOLOGY

... part of your success!

## ANFORDERUNGEN · LÖSUNGEN · INNOVATIONEN

Die KÖHL Unternehmensgruppe setzt weltweit Maßstäbe in den Bereichen Energie, Automation, Intralogistik, Gebäudetechnik und Tabakindustrie. Nur wer in Perspektiven und Anforderungen des Kunden denkt, entwickelt effiziente und bessere Lösungen. Das kreative Engagement der über 630 Mitarbeiter sichert auch in Zukunft die herausragende Position als innovativer Systemanbieter.



QR-Code scannen und mehr über die KÖHL Unternehmensgruppe erfahren!



## Treehugger

### A holistic approach, combining architecture and interactive media installation for the federal horticultural show in Germany

FB INFORMATIK  
 Prof. Dr.-Ing. Georg Schneider  
 Holger Hoffmann  
 Prof. Daniel Gilgen

Treehugger is a pavilion for the chamber of skilled crafts in Koblenz, Germany as part of their contribution to the federal horticultural show (BUGA Koblenz 2011), which took place from April until October 2011 and has been visited by 3.5 million visitors. The Koblenz chamber of skilled crafts wanted to display the technical excellence of their member enterprises as well as the innovative power of craftsmanship through the construction of the pavilion.

The project has been realized as an interdisciplinary project between the departments of architecture, intermedia design and computer science, including students of the aforesaid departments together with external partners.

Treehugger should not only correspond to the idea of an innovative and sustainable construction, it also had to show a strong relation to the ideas of the horticultural show reflecting the stylistic vocabulary of nature and displaying the relation to the nearby basilica St. Castor. It should formulate a subtle link to Romanticism's enthusiasm for the mystique and the transcendental. So it has been a rather anticlassical »as well as« approach that has driven the structural, formal, material and spatial configuration of Treehugger.

The pavilion has been designed in the shape of an extruded pentagon (see Fig. 1) instead of a square-box – a simple geometrical »plus« that has changed the building's appearance significantly in relation to a beholder's standpoint. The partly screen printed glass curtain blurs the interior construction and superimposes it with reflections of the surrounding trees.

The polygonal geometry and manifold sym-

metries of nearby St. Castor's stellar vault was a major inspiration for the project. Together with a rotationally symmetrical order a system of interdependent geometrical relations was defined that was resilient, yet rigorous enough to adapt to specific structural and functional needs. Furthermore the »branching« and inherent »porosity« of the trees' leafy canopy above has been abstracted into the similarly »porous« pentagonal and rhombic tessellation of the surfaces.

Treehugger was built to serve as a place for exhibitions, lectures, workshops and similar events. Thus a circuit, a one-directional space and a row of cubicles had to be implemented within in one spatial configuration – which normally results in a claim for flexibility that would then be answered with as little spatial or structural determination as possible. In this case however we have decided to rather blend the three main programs. By rotating one structural element (the tree-like column) around a pivot in the center of the pavilion different regions of possible action emerge. This fairly simple geometrical operation then allowed for all three events to take place at the same time: the exhibition pieces of the circuit are shielded by the tree-like columns that again create in between cubicles for work-stations in a workshop scenario. Lectures take place in a »Totaltheater«-like central space.

For sustainability reasons Treehugger had to be relocatable. Therefore the decomposability of the timber-structure has been of great importance from the beginning of the project. After the show had closed Treehugger was deconstructed and then built up again on the premises of the Chamber of Skilled Crafts in Koblenz.

In conjunction with the initial research project we have designed and constructed Treehugger entirely with the help of Rhinoceros 4.0, Grasshopper and Visual Basic/Rhinoscript - this mainly to find an efficient balance of technologically advanced as well as common low tech production methods. Thus the timber-works have mainly been factory machined by an automatic cutting machine that is normally used for standard timber roof structures. All steel knots have been lasercut and then been assembled with the tailored woodworks to mid-size prefabricated components.

In order to emphasize the architecture and to offer another approach for the visitors to explore and discover the organic fusion between architecture and nature, the building should have been augmented with interactive media elements. In our case we have highlighted the pentagonal comb structure of the pavilion using a diffuse illumination of the combs. Facing the fact that the visitors of the horticultural show cover a wide range of different users from families with children to elderly people, the design of the human computer interface had to be intuitive and easy to use. Intuitive design means that we have exploited previously learned knowledge. We have used a watering can as an interactive device because it has a well known handling and relates to the metaphor of pouring something out. In our case it was a color that could be virtually poured out at designated positions in a way that starting from the very point on, the ceiling has been colored accordingly, remembering a blooming flower. However it has been important that the modified watering pot could be distinguished from its

standard appearance (to avoid a mystical interface). Therefore the hole where usually the water got filled in has been covered with frosted plastic, which has been illuminated. If the watering can stands still for 2 minutes it switched into stand-by mode and started to pulse in the lately selected color to catch more attention. The cans had integrated sensors for location and orientation. Visitors could pick up the cans, chose their color by rotating the can. An instant visual feedback would then be provided by showing the selected color in the watering hole. This is an explorative approach to find the desired color. Tilting the can means pouring out the light and started the light animation.

The interaction with the ceiling could take place only on specific locations, where RFID tags were integrated in the floor marked by an icon depicting a watering can.

Up to three watering cans could be used simultaneously in different locations. The selected colors would then be blended in the ceilings modular elements when they overlap each other. This led to an exciting interaction between different users and extended the architectural perception by enriching it with an involving experience (see Fig. 2).

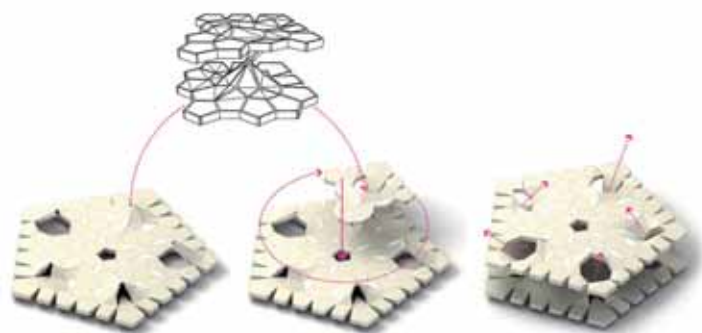


Fig. 1: Geographic Pentagon structure



Fig. 2: Light animation

At night time when the pavilion was closed to the public and the system was switched to an automated mode, which simulated the use of the watering cans. Especially then, the seamlessly integration with the generative architecture had its full effect (see Fig. 3).



Fig. 3: The pavilion and the interactive light installation at night (Photo by Roland Borgmann)

As mentioned above, the watering can needed to detect different states concerning the location, the orientation, which served to adjust the color of the watering can and the tilt in order to start the animation. Furthermore the user had to be provided with feedback about the selected color. For detecting these parameters several sensors have been integrated.

An Arduino board with RFID reader, 3 axis sensor, Xbee wireless communication and LED matrix in order to provide visual feedback to the user by illuminating the watering hole with the selected color, have been integrated into the watering can. Each watering can could communicate to a dedicated Arduino board with a receiver, attached to a PC. This software architecture has been selected for robustness and performance reasons.

A Java program on the server calculated the animations of the ceiling illumination and controlled the lights (in our case LED strips) using the DMX protocol. Therefore a DMX converter has been connected via USB to a DMX interface.

The animation started at the user's position and propagated the color to the neighboring combs. Since the three different cans could be used at the same time, collisions may take

place when the animations start to overlap. In this case the combs at the edges between the areas has been set to a blended color, calculated on the server using the original colors.

In addition to this procedure, an automatic mode has been implemented, randomly simulating user interaction. This mode had been activated at night, when the pavilion was closed and no more visitors were present.

### Publication

Treehugger, A holistic approach, combining architecture and interactive media installation for the federal horticultural show in Germany

Daniel Gilgen, Holger Hoffmann Blanke, Georg Schneider

In Proceedings EADIM Academic Network Conference 2011

Digital Media - Shifting Landscapes: Embracing change, enhancing learning, innovating the future, December 10th 2011, Graz, Austria

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

Fachbereich Technik & Informatik  
Medieninformatik / Multimedia  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 580  
G.Schneider@hochschule-trier.de

#### **Prof. Daniel Gilgen**

Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Intermedia Design  
Hochschule Trier / Irminenfreihof

+49 651 8103 825  
D.Gilgen@hochschule-trier.de

#### **Holger Hoffmann**

Architect AKNW, SBA  
Schloßstraße 1  
40477 Düsseldorf



## Heilig Rock Wallfahrt

FB INFORMATIK  
Prof. Dr.-Ing. Georg Schneider

Vom 13.4. bis 13.5.2012 fand in Trier die »Heilig Rock Wallfahrt« statt, welche von insgesamt 550.000 Pilgern besucht wurde. Anlass zur Heilig-Rock-Wallfahrt war das fünfhundertjährige Jubiläum der ersten öffentlichen Ausstellung einer Reliquie, die als Tunika Christi verehrt wird. Zu diesem Anlass sollten die Besucher und Helfer der Wallfahrt durch unterschiedliche Informations- und Kommunikationssysteme unterstützt werden. Diese Systeme sollten die Benutzer mit aktuellen Informationen zu Veranstaltungen und Veranstaltungsorten versorgen. Hierzu wurden in Diskussionen mit der Projektleitung und einem Team von mehreren Studenten der Informatik unterschiedliche Nutzungsszenarien identifiziert und passende Systeme konzipiert und entwickelt, die im Anschluss der Organisationsleitung präsentiert und mit ihr diskutiert wurden.

Datengrundlage für alle Systementwicklungen war der Webauftritt der Heilig-Rock Tage, in den alle aktuellen Informationen eingepflegt wurden. Hierzu wurde ein Interface erstellt, um auf diese Daten zuzugreifen und sie für die von uns entwickelten Systeme aufzubereiten, damit sie den Nutzern in einer adäquaten Form zur Verfügung gestellt werden können.

Im Bereich des persönlichen Informationszugangs wurde hierzu ein Smartphone-basiertes System erstellt. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Unterstützung einer möglichst großen Palette von Smartphones (z.B. Apple, Android), ohne den Entwicklungsaufwand zu vervielfachen. Um dies zu erreichen wurde das Cross-Platform-Framework »Sencha Touch« benutzt.

Öffentliche Informationsdisplays wurden

einerseits dahingehend unterschieden, ob Interaktion stattfinden soll oder nicht. Andererseits spielten auch Anbringungsort, Sichtweite und Menge an Information, die auf dem Medium untergebracht werden soll, eine Rolle.



Abb. 1: Mobile App

Aus diesem Grund wurde eine Anzeige für die Abfahrtszeiten der Busse entwickelt, die mit Hilfe eines mehrzeiligen LED-Displays realisiert wurde.

Als interaktive Kiosksysteme wurden berührungssensitive Bildschirme vorgestellt, als auch ein Prototyp mit neuartigem Bedienkonzept auf Basis von Gestensteuerung mit Hilfe des Systems Kinect von Microsoft, das ansonsten zur Bewegungssteuerung



Abb. 2: Öffentlicher Großbildschirm

von Computerspielen eingesetzt wird. Zum Einsatz während der Heilig-Rock Wallfahrt kamen dann schließlich kleinere interaktive Bildschirme, an denen sich Pilger und Helfer über die aktuellen Veranstaltungen und Veranstaltungsorte informieren konnten und große öffentlich Displays, welche in einem fest vorgegebenen Rhythmus ausgewählte Seiten anzeigten. Bei diesen Systemen wurde der neue Web-Standard HTML5 genutzt, um ähnlich wie bei der mobilen Anwendung, möglichst viele Geräte und Betriebssysteme zu unterstützen und gleichsam ein ansprechendes Layout zu erzeugen.

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

Fachbereich Technik & Informatik  
Medieninformatik / Multimedia  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 580  
G.Schneider@hochschule-trier.de



## Starten Sie beruflich durch. Wir haben die Jobs!

Das Hochschulteam der Agentur für Arbeit Trier und der Career Service an Hochschule und Uni unterstützen Sie bei:

- Stellensuche im In- und Ausland
- Erstellung eines individuellen Profils
- Bewerbungsstrategien
- Karriereplanung
- Förderprogrammen

**Sprechen Sie uns an. Wir freuen uns auf Sie!**

**Hochschulteam (für Absolventen):**

Trier.271-Akademiker@arbeitsagentur.de

**Career Service (für Studierende):**

career-service@hochschule-trier.de



**Bundesagentur für Arbeit**

Agentur für Arbeit Trier

## Resistenzstabilität von *Aspergillus niger* Konidiosporen als Bioindikatoren bei der Validierung eines Atmosphärendruck-Plasmas zur Packstoffentkeimung

FB BLV – LEBENSMITTELTECHNIK  
B. Eng. Julian THIELMANN  
Prof. Dr. rer. nat. Bernhard MÖLLER  
Dipl. Biol. Joachim WUNDERLICH

In Kooperation des IVV Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, Freising und der Hochschule Trier untersuchte B. Eng. Julian THIELMANN (2011) aus dem FB BLV – Lebensmitteltechnik die Resistenz von *Aspergillus niger* Konidiosporen gegenüber einem bestimmten Verfahren zur Packstoffentkeimung.

Um Sicherheit, Qualität und Stabilität entkeimter Lebensmittel zu garantieren, müssen diese in Verpackungen abgefüllt werden, deren produktberührende Seiten ebenfalls keimfrei gemacht wurden, um eine Rekontamination zu vermeiden, siehe Abb. 1, man spricht von aseptischen Verfahren (s. z.B. KRÄMER 2007, VDMA 2006).

Aseptisch verpackte Lebensmittel, wie H-Milch, sind auch ohne Kühlung haltbar (MURANYI et al. 2006a) und erfordern somit einen verringerten Energieverbrauch bei der Lagerung. Zur Packstoffentkeimung werden vor allem Verfahren verwendet, die mit  $H_2O_2$ , Dampf oder Peressigsäure arbeiten. Thermische Verfahren werden vergleichsweise selten benutzt, da sie die Poly-

merstruktur der Packstoffe oft nachteilig verändern, chemische Verfahren bedingen eine aufwendige Prozeßtechnik und sind häufig mit Rückstandsproblemen verbunden (ANSARI u. DATTA 2003), so dass Entkeimungsalternativen, bei denen diese Probleme nicht auftreten, für Lebensmittelwirtschaft und Verpackungsmaschinenindustrie sehr interessant sind (ANSARI u. DATTA 2003, MURANYI et al. 2006b). Eine Alternative zu etablierten Verfahren ist die Plasmatechnologie, welche eine effiziente Packstoffentkeimung ermöglicht und neben Bakterien und Pilzen zusätzlich gefährliche Moleküle, z.B. Prionen, mikrobielle Endotoxine, inaktivieren kann. Zudem bleiben, anders als bei etablierten Sterilisationsprozessen, wichtige Packstoffeigenschaften, wie Siegelnahtfestigkeit, Gasdurchlässigkeit oder Durchstoßfestigkeit, erhalten (MURANYI u. WUNDERLICH 2009).

Ein Plasma ist ein ionisiertes Gas (KEUDELL 2008), das u.a. durch dielektrisch behinderte Entladung (kaskadierte Barriereentladung, KDBE) auch unter Atmosphä-

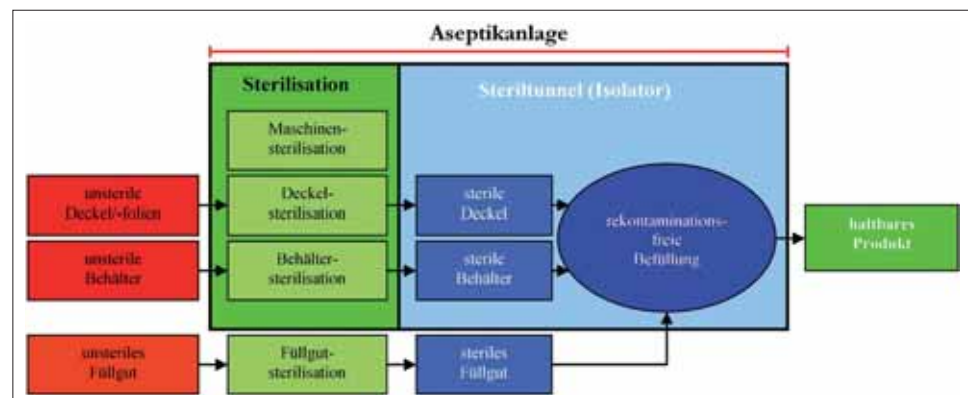


Abb. 1: Schematische Darstellung eines aseptischen Abfüllprozesses. Füllgut und Verpackung werden getrennt sterilisiert und im Steriltunnel unter keimfreien Bedingungen vereint (n. MURANYI et al. 2006a).

rendruck-Bedingungen bei niedrigen Temperaturen erzeugt werden und so auch zur Behandlung thermolabiler Packstoffe eingesetzt werden kann (KOGELSCHTZ 2002, PFLUMM u. NEIGER 2003). In einem solchen Plasma wirken insbesondere freie Radikale und UV-Strahlung entkeimend (AWAKOWICZ 2003). Das IVV arbeitet engagiert an der Entwicklung dieses vorteilhaften Verfahrens.

Der Wirkungsgrad einer solchen Entkeimungseinrichtung wird mit Bioindikatoren, biologischen Materialien, die auf Träger (sinnvollerweise Packmittel) aufgebracht werden, nachgewiesen (Challenge-Test) (VDMA 2002, WUNDERLICH 2010). Bei solchen Untersuchungen muß die Resistenz der Testkeime genau bekannt sein (MURANYI et al. 2006a), ebenso Schwankungen der Resistenz, sonst sind Validierungsüberprüfungen von Anlagen nicht aussagefähig. Wichtig ist, beispielsweise zu wissen, ob und wie solche Testkeimpräparate längere Zeit gelagert werden können.

Untersucht wurde die Resistenz von Konidiosporen eines Teststammes, *A. niger* DSM 1957, siehe Abb. 2, unter dem Einfluß eines Atmosphärendruck-Plasmas, insbesondere die Resistenzstabilität in Abhängigkeit vom Alter der Konidiosporen-Suspension sowie die Resistenzstabilität von auf Packstoffen aufgebracht und ange-trockneten Konidiosporen; zusätzlich die Überlebensfähigkeit suble-tal geschädigter Konidiosporen nach einer KDBE-Behandlung. Es ergab sich, daß die Resistenz eines Testorganismus vor der Durch-führung einer Validierung genau bestimmt sein muß und diese Resistenzbestimmung für jede neue Anzucht zu wiederholen ist. Durch Lagerung der Konidiosporen in einer Suspension wurden kei-ne Resistenzveränderungen ausgelöst und die Resistenz der Spo-ren bleibt gegenüber der KDBE stabil.



Abb. 2: Elektronenmikroskopische Aufnahmen verschiedener *A. niger* Konidiosporen (HAAS 2007),

- a) *A. niger* DSM 1988: Zackige Oberflächenstruktur. Surfacecoating vollständig erhalten.
- b) *A. niger* DSM 1957: Weniger zackige Oberflächenstruktur. Riß in äußerer Hülle erkennbar.
- c) *A. niger* DSM 737: Verschiedene Oberflächenstrukturen erkennbar. Surfacecoating teilweise abgelöst.

Dagegen kann es bei trockener Lagerung verkeimter Objekte zu Resistenzsteigerungen kommen, diese Veränderung ist vom Trockenlagerzeitraum und vom Alter der eingesetzten Sporen abhängig. Die Resistenz nahm umso stärker zu, je älter die Sporen zum Zeitpunkt der Verkeimung waren und je länger sie in trockenem Zustand überdauern mußten. Weiterhin nahm bei trockener Lagerung der gebrauchsfertigen Bioindikatoren die Zahl der koloniebildenden Einheiten kontinuierlich ab.

Die Untersuchungen zur Ergebnisstabilität von Bioindikatoren, durch die Analyse der Überlebensfähigkeit der durch die KDBE-Behandlung subletal geschädigten *A. niger* Konidiosporen, lieferte die Erkenntnis, dass behandelte Bioindikatoren unmittelbar nach Ende des Entkeimungsprozesses in ein Medium gegeben werden müssen, welches den geschädigten Sporen eine schnelle Regeneration ermöglicht. Verbleiben dagegen die Bioindikatoren im Anschluß an den Prozeß im Trockenen, kommt es zu einer rapiden Abnahme der Überlebendkeimzahl pro Objekt.

Diese in anspruchsvollen und schwierigen experimentellen Untersuchungen erarbeiteten Ergebnisse sind wichtig für die Validierung von Entkeimungsanlagen, die mit kalten Atmosphärendruck-Plasmen arbeiten und für die deutsche Maschinenindustrie, die auf dem Gebiet aseptischer Verpackung Weltmarktführer ist.

## Literatur

- ANSARI I. A. u. DATTA A. K., 2003 An overview of sterilization methods for packaging use in aseptic packaging systems. Trans. Inst. Chem. Eng, **81** (c), 57-65
- HAAS K. 2007 Inaktivierung von *Aspergillus niger*-Konidiosporen mittels Niederdruckplasmatechnologie. Diplomarbeit, Fachhochschule Trier, Eigenverlag, Trier
- KEUDELL A., 2008 Einführung in die Plasmaphysik. Vorlesungsskript, Lehrstuhl für allgemeine Elektrotechnik und Plasmatechnik, Ruhr Universität Bochum, Eigenverlag, Bochum
- KOGELSCHATZ U. 2002 Filamentary, patterned, and diffuse barrier discharges. IEEE Trans. Plasma Sci., **30** (4), 1400-1408
- MURANYI P., WUNDERLICH J. 2009 Lebensmittel verpacken: Qualität – Convenience - Sicherheit. Jahrestagung 2009, Fraunhofer IVV, Freising
- MURANYI P., WUNDERLICH J., DOBOSZ M. 2006a Sterilisation von Abfüllmaschinen: Standardisierung von Bioindikatoren, Untersuchungsmethoden und Validierungsverfahren. CIT, **78** (11), 1667-1672
- MURANYI P., LANGOWSKI H.-C., WUNDERLICH J. 2006b Plasmatechnologie: Neue Wege zur Entkeimung von Packstoffmaterialien. CIT, **78** (11), 1697-1706
- PFLUMM C., NEIGER M. 2003 Abschlussbericht: Erforschung neuer homogener atmosphärischer Plasmen und ausgewählter Anwendungen. Lichttechnisches Institut, Universität Karlsruhe
- THIELMANN J. 2011 Untersuchung der Resistenzstabilität von *Aspergillus niger* Konidiosporen als Bioindikatoren bei der Validierung eines Atmosphärendruck-Plasmas zur Packstoffentkeimung. Bachelorarbeit, Fachhochschule Trier, Eigenverlag, Trier
- VDMA 2002 Prüfung von Aseptikanlagen mit Packmittelenkeimungsvorrichtung auf deren Wirkungsgrad. VDMA-Fachverbandschrift Nahrungsmittelmaschinen und Verpackungsmaschinen, **10**, Frankfurt a. M.
- VDMA 2006 Aseptische Verpackungsmaschinen für die Nahrungsmittelindustrie: Mindestanforderungen und Rahmenbedingungen für einen bestimmungsmäßigen Betrieb. VDMA-Fachverbandschrift Nahrungsmittelmaschinen und Verpackungsmaschinen, **11**, Frankfurt a. M.
- WUNDERLICH J. 2010 Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung, pers. Mitteilung

### B. Eng. Julian Thielmann

Labor für Lebensmittel-Mikrobiologie und Biotechnologie  
FB BLV – Lebensmitteltechnik  
Hochschule Trier / Schneidershof

### Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Möller

Labor für Lebensmittel-Mikrobiologie und Biotechnologie  
FB BLV – Lebensmitteltechnik  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 392  
moeller@hochschule-trier.de

### Dipl. Biol. Joachim Wunderlich

IVV Fraunhofer-Institut  
f. Verfahrenstechnik u. Verpackung,  
Abt. Qualitätserhalt Lebensmittel, Freising



## Untersuchungen zum Wertstoffpotenzial in Abfällen von rückgebauten Hausmülldeponien

FB BLV

Prof. Dr. Gerhard Rettenberger

Michael Christ

Alexander Fell

Stefan Friedrich

### 1. Einleitung

Wie aus früheren Untersuchungen und Abfallproben aus rückgebauten Abfalldeponien bekannt, sind diese dadurch gekennzeichnet, dass sie sehr ausgeprägt aus einer Grob- und einer Feinfraktion bestehen. Konzentrierte sich in der Vergangenheit die Frage nach dem Wertstoffpotenzial naturgemäß überwiegend auf die Grobfraktion, da die Feinfraktion nur aufwändig zu sortieren ist, so wurde bei weiteren Untersuchungen deutlich, dass auch die Feinfraktion zu dem Wertstoffpotenzial erheblich beitragen kann. Da die Feinfraktion zudem in überwiegender Maße wieder deponiert werden müsste, ist ihre Verwertung bei Rückbauprojekten dazu hin ein bedeutender Kostenfaktor. Zu bisherigen Erkenntnissen zum Deponierückbau wird auf die Literatur unter Punkt 6. verwiesen.

Daher sollte in den im Folgenden dargestellten Untersuchungen der Frage nachgegangen werden, in wie weit die Feinfraktion zum Wertstoffpotenzial beiträgt.

Das Wertstoffpotenzial von Abfällen, auch dies haben frühere Untersuchungen gezeigt, wird überwiegend durch den Energiegehalt (Heizwert) sowie den Metallen repräsentiert. Daher sollte bei den Untersuchungen das Schwergewicht insbesondere hierauf gelegt werden. Jedoch konzentrierte sich zuletzt die Diskussion wegen der Verknappung einzelner Stoffe vermehrt auf die seltenen Erden. Daher wurden diese auch in die Untersuchungen mit aufgenommen.

### 2. Vorbereitende Untersuchungen und Probengewinnung

Während eines Schachtsanierungsprojektes an einer Deponie bestand die Gelegenheit, Proben aus verschiedenen Tiefen und damit mit verschiedenem Ablagerungsalter zu entnehmen. Die Deponie selbst ging im Jahr 2005 in die Stilllegungsphase.

Da alle Proben klassiert, getrocknet und umfassend analysiert werden sollten, wurden insgesamt drei Proben, jeweils mit einer Masse von ca. 100 kg entnommen. Durch Fundstücke in den Proben konnten diese einem bestimmten Ablagerungszeitraum zugeordnet werden. Die Probentiefe lag dabei zwischen ca. 3 und 13 Metern. Dementsprechend können die Proben wie folgt charakterisiert werden und werden im Weiteren wie folgt bezeichnet:

Probe 1: vor ca. 19 Jahren deponiert

Probe 2: vor ca. 18 Jahren deponiert

Probe 3: vor ca. 7 Jahre deponiert

Zunächst wurden die Proben unmittelbar vor Ort über ein quadratisches Sieb mit Maschenweiten von 50 mm abgesiebt. Diese Grobfraktion wurde sodann einer Sortieranalyse auf 10 unterschiedliche Stoffgruppen unterworfen. Die inerten Bestandteile wurden danach vor der Weiterverarbeitung im Labor aus der Probe entfernt.

Da eine Sortierung einer Abfallprobe mit ausreichender Genauigkeit für die oben genannte Zielsetzung nur in getrocknetem Zustand durchgeführt werden kann, wurde die Fraktion <50 mm komplett getrocknet, eine Feinfraktion <20 mm über ein Sieb mit quadratischer Lochung abgetrennt und die Fraktion >20 mm, die Mittelfraktion, im Labor weiter händisch auf 11 Stoffgruppen

sortiert. Die Feinfraktion wurde zunächst lediglich händisch mittels eines Neodymmagneten auf Eisenmetalle nachsortiert. Diese lassen sich durchaus in der Fraktion <20 mm finden (Abb. 1).



Abb. 1: Eisenmetallpartikel aus der Feinfraktion



Abb. 2: Zustand der Grobfraktion sowie der getrockneten Mittel- und Feinfraktion

Anschließend wurden sämtliche Proben (Grob-, Mittel-, Feinfraktion) zu weiteren Untersuchungen im Labor aufbereitet. Diese Aufbereitung bestand aus einer Zerkleinerung mit Hilfe eines Wellenzerkleinerers auf eine Partikelgröße <20mm. Jedoch wurden der Grobfraktion zuvor besonders harte Bestandteile wie Hartholz oder Kunststoffbestandteile entnommen. Aus dieser Fraktion <20mm wurde über ein Mischungskreuz die Probe getrennt und die so gewonnene Probenmasse über eine Schneidmühle weiter zerkleinert. Aus der so bearbeiteten Probe wurden durch eine Ultrazentrifugalmühle unter Zugabe von Flüssigstickstoff Proben mit einer Partikelgröße unter 1mm erzeugt, die dann der üblichen Apparateanalytik unterworfen wurden.

### 3. Untersuchungsergebnisse

Die Abtrennung einer Fraktion <50 mm zeigte, dass deren Anteile an der Gesamtprobe bezogen auf die Ausgangsmasse zwischen 25,3 % und 72,6 % sowie 73,6 % lag. Auffällig ist die große Schwankungsbreite. Die massenbezogenen Anteile der Feinfraktion <20mm an der getrockneten Mittelfraktion wiederum betragen bei Probe 1: 32,0 %, bei Probe 2: 61,7 % sowie bei Probe 3: 64,7 %.

Die Ergebnisse der händischen Sortierung sind aus Tabelle 1 zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, dass sich die prozentualen Angaben jeweils auf die einzelnen Fraktionen beziehen. Dabei ist die Grobfraktion eine Feuchtfraktion, während die Mittelfraktion eine getrocknete Fraktion ist. Daher ist der Wert insbesondere für die Kunststofffraktion eher als zu hoch zu bewerten, da die Materialien deutliche Anhaftungen zeigten. Anzumerken ist ebenfalls, dass sich die angegebenen Wassergehalte für die Mittelfraktion auf die gesamte Fraktion <50 mm beziehen.

Material	Probe 1		Probe 2		Probe 3	
	Grobfraktion	Mittelfraktion	Grobfraktion	Mittelfraktion	Grobfraktion	Mittelfraktion
	Massenanteil [%]					
Kunststoff	38,2%	5,3%	26,4%	5,1%	21,3%	9,9%
Fe-Metalle	0,9%	1,4%	6,1%	1,7%	1,8%	8,6%
NE-Metalle	0,9%	0,1%	6,1%	0,0%	1,8%	0,5%
Holz	13,2%	2,3%	15,7%	9,9%	14,2%	20,8%
Textilien	5,7%	0,6%	2,5%	1,4%	22,7%	1,8%
Papier	1,1%	0,6%	6,5%	1,2%	31,1%	23,7%
Steine	20,0%	26,5%	29,4%	18,7%	4,4%	30,1%
Lehm	20,0%	60,9%	12,6%	60,3%	0,0%	0,0%
Glas	0,9%	2,3%	0,8%	1,6%	0,4%	4,6%
Elektro	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,0%	0,0%
Summe	100,00%	100,00%	100,00%	100,0%	100,00%	100,0%

Wassergehalt	51,30%	25,20%	54,70%	32,50%	55,80%	40,70%
--------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabelle 1: Ergebnisse der Sortieranalyse von Grob- und Mittelfraktion

Die Eisenmetalle in der Feinfraktion betragen dabei, jeweils auf die Feinfraktion bezogen:

Probe 1: 0,3 %

Probe 2: <0,01 %

Probe 3: 0,46 %

Parameter	Einheit	Probe 1						Probe 2						Probe 3					
		Grobfraktion		Mittelfraktion		Feinfraktion		Grobfraktion		Mittelfraktion		Feinfraktion		Grobfraktion		Mittelfraktion		Feinfraktion	
		FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM	FM	TM
Wasser gesamt	Ma.-%	51,3	-	1,9	-	1,2	-	54,7	-	2,2	-	3,7	-	55,8	-	4	-	3	-
Asche 815°C	Ma.-%	12,3	25,3	82,8	84,4	81,9	82,9	17,8	39,2	78,4	80,2	75,9	78,8	6,8	15,3	17,9	18,6	69,4	71,5
Chlor ges.	Ma.-%	0,08	0,17	0,09	0,09	0,07	0,07	0,12	0,27	0,07	0,07	0,06	0,06	0,11	0,25	0,82	0,85	0,07	0,08
Brennwert Ho (BGS)	MJ/kg	9,6	19,7	1,07	1,09	1,56	1,58	6,17	13,6	1,84	1,88	1,41	1,46	9,81	22,2	18,3	19,1	3,92	4,04
Heizwert Hu (BGS)	MJ/kg	7,67	18,3	0,95	1,01	1,43	1,47	4,4	12,7	1,66	1,75	1,22	1,36	7,76	20,7	16,9	17,7	3,57	3,76
<b>Zusatzparameter (Metalle)</b>																			
Cadmium (Cd)	mg/kg	-	0,5	-	0,4	-	1,1	-	0,4	-	0,8	-	1,3	-	0,3	-	9,1	-	0,5
Quecksilber (Hg)	mg/kg	-	0,25	-	0,24	-	0,22	-	0,33	-	0,28	-	0,61	-	0,12	-	0,08	-	0,15
Thallium (Tl)	mg/kg	-	< 0,2	-	0,3	-	0,3	-	< 0,2	-	0,3	-	0,3	-	< 0,2	-	< 0,2	-	< 0,2
Arsen (As)	mg/kg	-	4,3	-	10	-	8,2	-	5,3	-	9	-	12	-	3,5	-	2,6	-	13
Cobalt (Co)	mg/kg	-	4	-	9	-	8	-	4	-	9	-	10	-	3	-	2	-	5
Nickel (Ni)	mg/kg	-	22	-	35	-	56	-	37	-	36	-	55	-	16	-	14	-	34
Selen (Se)	mg/kg	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1
Tellur (Te)	mg/kg	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1	-	< 1
Antimon (Sb)	mg/kg	-	3	-	< 1	-	1	-	2	-	1	-	2	-	9	-	43	-	< 1
Blei (Pb)	mg/kg	-	140	-	49	-	76	-	62	-	160	-	120	-	33	-	99	-	63
Chrom ges. (Cr)	mg/kg	-	91	-	76	-	85	-	1500	-	64	-	75	-	170	-	57	-	98
Kupfer (Cu)	mg/kg	-	60	-	68	-	100	-	160	-	96	-	290	-	100	-	75	-	99
Mangan (Mn)	mg/kg	-	230	-	520	-	430	-	250	-	490	-	530	-	110	-	110	-	310
Vanadium (V)	mg/kg	-	16	-	50	-	43	-	21	-	52	-	55	-	10	-	10	-	26
Zinn (Sn)	mg/kg	-	32	-	21	-	34	-	12	-	19	-	28	-	11	-	19	-	9
Beryllium (Be)	mg/kg	-	0,4	-	1,2	-	1	-	0,6	-	1,2	-	1,2	-	< 0,2	-	0,3	-	0,6
<b>sonstige Parameter</b>																			
Aluminium (Al)	mg/kg	-	12000	-	30000	-	27000	-	16000	-	31000	-	32000	-	6500	-	10000	-	15000
Eisen (Fe)	mg/kg	-	12000	-	8000	-	27000	-	18000	-	27000	-	33000	-	5900	-	5800	-	14000
Zink (Zn)	mg/kg	-	230	-	240	-	320	-	860	-	390	-	950	-	470	-	220	-	460
Silber (Ag)	mg/kg	-	1,8	-	0,9	-	1,5	-	0,9	-	1,5	-	2,8	-	0,6	-	0,5	-	1,8
Gold (Au)	mg/kg	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	0,2	-	< 0,1	-	< 0,1	-	0,6
Platin (Pt)	mg/kg	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1
Magnesium (Mg)	mg/kg	-	5500	-	16000	-	14000	-	7900	-	21000	-	20000	-	3400	-	3700	-	8900
<b>sonstige Parameter</b>																			
Glühverlust	Ma.-%	35,5	72,9	9,2	9,4	10,4	10,5	25,9	57,2	12,3	12,5	12,6	13,1	37	83,6	77	80,2	21	21,7
TOC	Ma.-%	23	47,2	4,2	4,3	5	5,1	16,3	35,9	5,6	5,7	6,3	6,5	21	47,6	42,6	44,4	11,7	12,1
AT <sub>i</sub>	mg O <sub>2</sub> /g	-	19	-	1,5	-	0,1	-	12	-	1,9	-	1	-	30	-	16	-	10

Tabelle 2: Konzentrationen verschiedener Stoffe in der Grob-, Mittel und Feinfraktion

Aus Tabelle 2 können die weiteren Resultate der Laboranalysen von Grob-, Mittel- und Feinfraktion entnommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Mittel- und Feinfraktionen bereits zuvor getrocknet wurden, sich also nur noch geringfügig zwischen FM und TM Bezug unterscheiden, während die Grobfraktionen ohne vorherige Trocknung ins Labor verbracht wurden.

Probe	1/1	2/1	3/1	1/2	2/2	3/2	1/3	2/3	3/3
<b>Element</b>									
Ge	0,7	1	0,2	2,3	2	0,2	2	2,4	0,9
Nb	1,7	1,3	1,2	1,2	1,5	1,1	1,3	2,1	1,8
Ce	15	17	6,9	46	41	7,4	38	42	21
Pr	1,8	2	0,7	5,4	4,8	0,8	4,5	4,9	2,5
Nd	6,7	7,4	2,9	21	19	3,1	18	19	9,5
Sm	1,3	1,4	0,4	4	3,7	0,6	3,3	3,5	1,9
Eu	0,3	0,4	0,2	0,8	0,8	0,2	0,7	0,8	0,5
Gd	1,2	1,4	0,6	4,1	3,8	0,6	3,2	3,6	2
Tb	0,2	0,2	<0,1	0,5	0,5	<0,1	0,4	0,5	0,3
Dy	0,8	0,8	0,3	2,2	2,1	0,4	2	2,2	1,2
Ho	0,1	0,2	<0,1	0,4	0,4	<0,1	0,3	0,4	0,2
Er	0,4	0,5	0,2	1,1	1,1	0,3	1	1,1	0,7
Tm	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1
Yb	0,4	0,4	0,2	0,9	0,8	0,2	0,8	0,8	0,5
Lu	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,6
Hf	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,6	0,4
Ru	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Rh	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
In	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
La	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ta	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Re	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Os	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Ir	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Tabelle 3: Konzentrationen seltener Erden in Grob-, Mittel- und Feinfraktionen aus dem Deponierückbau (alle Angaben in mg/kg TM)

Grob-, Mittel- und Feinfraktion wurden, wie bereits ausgeführt, zusätzlich auf seltene Erden untersucht. Hierbei kam ein ICP-MS Screening nach DIN EN ISO 17294-2 zur Anwendung. Die Ergebnisse können der Tabelle 3 entnommen werden.

#### 4. Bewertung

Die Sortierergebnisse sind zunächst dahingehend zu interpretieren, in welchen Fraktionen sich die wertgebenden Stoffe befinden und welche Anteile diese erreichen. Nach den Ergebnissen aus Tabelle 1 ist zu ersehen, dass sich die Kunststoffe überwiegend in der Grobfraction anreichern, während sich die Metalle durchaus auf beide Fraktionen mit schwankenden Wertebereichen bis zu 8,6 % finden. Auch Holz ist in beiden Fraktionen gleichermaßen festgestellt worden, ebenso Papier mit teilweise großen Schwankungen. Auch die inerten Anteile, insbesondere die Steine, finden sich sowohl in der Grob- als auch in der Mittelfraction, in der sich eher die lehmigen Anteile finden lassen. Der teilweise hohe Anteil der Mittelfraction an der gesamten Probe zeigt deutlich, dass die Grobfraction mit ihren eher heizwertreichen Stoffen teilweise nur ca. ein Viertel der gesamten Probe ausmachen kann. Dies ist der bekannten, früher üblichen Deponietechnik geschuldet, bei der zu Abdeckzwecken große Massen an inerten Abfällen (Bauschutt und Bodenaushub) zur Ablagerung angenommen worden sind. Diese lassen sich aber während des Deponierückbaus kaum abtrennen. Hoch erscheinen auch die festgestellten Wassergehalte. Dies deutet darauf hin, dass in der Zeit nach dem Schütten durch die dann vorhandene Abdeckung (im Gegensatz zur Abdichtung) relativ viel Niederschlag in den Deponiekörper gelangt ist. Die Stabilisierung ist bei den älteren Proben, gemessen z. B. am  $AT_4$  Wert, besonders in der Mittel und Feinfraction bereits weit fortgeschritten, nicht jedoch bei der sieben Jahre alten Probe.

**WFG**  
Wirtschaftsförderungsgesellschaft Vulkaneifel mbH

Personalnummer  
20018

**ZAHLODER KOPF?**  
DEINE ZUKUNFT. DEINE ENTSCHEIDUNG.

KARRIERE

**KARRIERECHANCEN VOR DEINER HAUSTÜR!**

**Technologieunternehmen in der Eifel warten auf Dich.**

Verantwortung übernehmen, Projekte leiten, Unternehmen gestalten. In den kleinen und mittleren Unternehmen im Landkreis Vulkaneifel – quasi vor Deiner Haustür – eröffnen sich Perspektiven für Hochschulabgänger. Technologieorientiert und international.

Mehr erfährst Du unter [www.wfg-vulkaneifel.de](http://www.wfg-vulkaneifel.de)

interreg  
Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Weiterbildung und Tourismus des Landes Nordrhein-Westfalen  
TeTRRA  
TECHNOLOGY TRANSFER AND RECRUITING

Mit Unterstützung des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung  
Die Europäische Kommission investiert in Ihre Zukunft

POWER-PADACH.de



Der Energieinhalt findet sich, wie bereits mehrfach in der Literatur dargestellt, überwiegend in der Grobfraktion. Allerdings ist auf die hohe Abhängigkeit vom Wassergehalt hinzuweisen. Die Chlorgehalte sind, bei deutlichen Schwankungen eher gering. Vergleichsweise niedrig sind auch die Schwermetallgehalte.

Interessant ist der in allen Proben gefundene relativ hohe Wert an Aluminium. Dieses verteilt sich auf alle Fraktionen nahezu gleichmäßig. Der Eisenanteil ist zwischen ca. 0,5 % und 3,3 % und ist ebenfalls auf alle Fraktionen aufgeteilt vorhanden. Die Eisenwerte weichen durchaus von den Werten aus der Sortieranalyse ab, was aber bestätigt, dass die Eisenbestandteile partikulär mit gewissen Schwankungsbreiten bei den Konzentrationen vorhanden sind. Silber und Magnesium sind vorhanden, jedoch kein Gold bzw. Platin. Bei den seltenen Erden konnten eine ganze Reihe von Stoffen nachgewiesen werden. Auffallend ist das Auftreten von Cer, Neodym, Praseodym und Gadolinium in höheren Konzentrationen, während andere Stoffe nicht nachgewiesen werden konnten. Da die genannten seltenen Erden z. B. in Autokatalysatoren (Cer) Färbungen oder Magnete (Neodym, Praseodym) oder in Bildschirmen (Gadolinium) u.a. zur Anwendung gekommen sind, hat dies offenkundig auch im Abfall seine Auswirkungen gezeigt. Auffallend ist, dass sich die seltenen Erden über alle Fraktionen hinweg nahezu gleichartig verteilen.

### 5. Schlussfolgerungen

Im Grunde zeigen die dargestellten Ergebnisse das bereits bekannte Bild der Abfallzusammensetzung von Proben aus dem Deponierückbau: Hohe Heizwerte in der Grobfraktion, teilweise hohe Anteile der Fraktion < 50 mm und hoher Abbaugrad, gemessen am  $AT_4$ , der älteren Proben. Allerdings ist, wie bei Deponien nicht anders zu erwarten, zu sehen, dass sich auch in der Mittelfraktion hohe Anteile an Papier und Kunststoffen finden können, auch die Grobfraktion noch deutliche Anteile inerte Bestandteile haben kann und die Werte generell große Schwankungsbreiten haben können.

Von Bedeutung für die Bewertung des Deponierückbaus kann es sein, dass auch die Grobfraktion noch hohe Wassergehalte haben kann, was den Heizwert entsprechend senkt, Metalle über alle Fraktionen hinweg in ähnlichen Größenordnungen verteilt auftreten und dass neben Eisen vor allem auch Aluminium in relevanten Größenordnungen zu finden ist.

Seltene Erden können im mg/kg Bereich im Abfall nachgewiesen werden, wobei bei den untersuchten Proben vor allem Cer, Praseodym und Neodym gefunden wurden. Diese Stoffe traten über alle Fraktionen in ähnlichen Größenordnungen verteilt auf.

Damit wird deutlich, dass, sollte das Wertstoffpotenzial beim Deponierückbau nicht nur im Energiegehalt gesehen werden, sich die Wertstoffgewinnung, was die Metalle und die seltenen Erden anbelangt, auch auf die Mittel- und Grobfraction konzentrieren müsste.

## 6. Literatur

- Rettenberger, G., Rückbauen und Abgraben von Deponien und Altablagerungen, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 1998
- Rettenberger, G.; Urban-Kiss, S.; Schneider, R.; Göschl, R.; Kremsl, W., Deponierückbau an der Deponie Burghof in Vaihingen/Enz-Horrheim - Erfahrungen aus einem Demonstrationsprojekt: Korrespondenz Abwasser 2/1995, S. 196
- Rettenberger, G. 2003: Deponierückbau als Alternative zur Sanierung? In: Stegmann, Bidlingmaier, Ehrig (Hrsg.): Deponietechnik 2002. Hamburger Berichte, Verlag Abfall aktuell. Stuttgart, S. 369-380
- Rettenberger, G. 2007: Energienutzung durch Rückbau von Deponien?, in: Abfallkolloquium 2007, Tagungsband, SIDA-Schriftenreihe 21/2006, ISBN 978-3-934409-37-8
- Rettenberger, G. 2009: Zukünftige Nutzung der Deponie als Ressourcenquelle in Flamme, Gallenkemper, Gellenbeck, Bidlingmaier, Kranert, Nelles, Stegmann (Hrsg.) Münsteraner Abfallwirtschaftstage, Band 13: Labor für Abfallwirtschaft, Siedlungswasserwirtschaft, Umweltchemie (LASU), Münster, S.101-109
- Rettenberger, G. 2009.: Mögliche Ansätze für Treibhausgas-Zertifikat-Projekte in Deutschland, in: Trierer Berichte zur Abfallwirtschaft Band 18 – Stilllegung und Nachsorge von Deponien 2009, Verlag Abfall aktuell, Stuttgart, 2009, S. 213-220
- Wiemer, K.; Bartsch, B.; Schmeisky, H. (2009): »Deponien als Rohstofflagerstätten von morgen – Ergebnisse einer hessenweiten Untersuchung« in: Wiemer, Kern (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung IV, Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Witzenhausen, S. 685-716
- Mocker, M.; Fricke, K.; Löh, I.; Franke, M.; Bahr, T.; Münnich, K.; Faulstich, M. 2009: Urban Mining – Rohstoffe der Zukunft in Müll und Abfall 10/09, S. 492-501



**Prof. Dr. Gerhard Rettenberger**

Fachbereich BLV-GVE  
Fachrichtung Versorgungstechnik  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 346  
G.Rettenberger@hochschule-trier.de

## Erstes kooperatives Promotionsverfahren im Maschinenbau der Hochschule Trier erfolgreich abgeschlossen

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Harald Ortwig  
Prof. Dr.-Ing. Uwe Zimmermann

Das erste eigenständig betreute kooperative Promotionsvorhaben konnte kürzlich im Fachbereich Technik/Maschinenbau der Hochschule Trier erfolgreich zu Ende geführt werden. Dipl.-Ing. (FH) Dirk Hübner hat seine Doktorarbeit im Labor für Fluidtechnik unter wissenschaftlicher Betreuung von Prof. Dr.-Ing. Harald Ortwig angefertigt. Prof. Dr.-Ing. habil. Christoph Woernle, Leiter des Lehrstuhls für Technische Mechanik/Dynamik der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik an der Universität Rostock hat die Arbeit im akademischen Verfahren betreut. Die Dissertation beschäftigt sich mit der Analyse marktgängiger sowie der Entwicklung eines neuen mechatronischen Druckreglers für Kraftstoffsysteme erdgasbetriebener Ottomotoren.

Im Zuge der Verknappung von Ressourcen wird Erdgas in flüssiger oder komprimierter Form als Antriebsquelle für Automotoren und als Ersatz von Benzin oder Diesel immer wichtiger. Während Erdgas in flüssiger Form (Liquified Natural Gas LNG) als Kraftstoffalternative bereits eine gewisse Verbreitung aufweist, wird immer stärker auch Komprimiertes Erdgas (Compressed Natural Gas CNG) als Energieträger einsatzfähig gemacht, weil es in den ölfördernden Ländern in großer Menge anfällt, bisher jedoch wenig genutzt wird. Die Anzahl erdgasbetriebener Kraftfahrzeuge ist aber noch so gering, dass die Automobilindustrie der Entwicklung einer notwendigen besonderen Technik bislang nur geringe Aufmerksamkeit widmet.

In seiner Doktorarbeit hebt Dirk Hübner den Stand der Technik von Erdgas-Kraftstoffsystemen auf das Niveau der hochentwickel-

ten Systeme für Benzinmotoren. Zunächst analysiert er das Kraftstoffgesamtsystem erdgasbetriebener Ottomotoren umfassend theoretisch. Mit den abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten erarbeitet er am Computer ein Simulationsmodell, dessen Genauigkeit er durch Vergleich mit Prüfstands-Experimenten nachweist.

Damit steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dessen Hilfe neue Komponenten für Erdgas-Kraftstoffsysteme ohne aufwändigen Prototypenbau unmittelbar am Computer erforscht werden können. Alternativ können Versuchsträger im Sinne von Hardware in the Loop leicht in die virtuelle Entwicklungsumgebung integriert werden.

Die Unzulänglichkeit der geläufigen rein mechanischen Druckregler veranlasst Dirk Hübner, einen neuen mechatronischen Druckregler für Kraftstoffsysteme erdgasbetriebener Ottomotoren zu entwickeln. Hierbei nutzt er die bei der Modellbildung des Kraftstoff-Gesamtsystems am Computer sowie die bei der experimentellen Untersuchung marktgängiger Druckregler gewonnenen Erfahrungen. Seine Erkenntnisse führen zu einem gänzlich neuartigen Konzept, dem Integrierten Mechatronischen Dom-Druckregler IMD. Der IMD ist ein vergleichsweise einfacher Druckregler, bei dem jedoch der Regeldruck intern durch pulsweitenmodulierte Elektroventile veränderlich ist. Der neue Regler ist bei grundlegend verbesserter Funktion einfacher aufgebaut und betriebssicherer als vergleichbare Ansätze und ist darüber hinaus auch sehr einfach in aktuelle komplexe Motormanagementsysteme integrierbar.

Das Labor für Fluidtechnik im Fachbereich Technik/Maschinenbau der Hochschule Trier



Abb. 1: Prof. Dirk Hübner, Prof. Harald Ortwig, Prof. Uwe Zimmermann (von links nach rechts)

wird nunmehr im 20. Jahr von Prof. Ortwig geleitet. Er vertritt das Fachgebiet Fluidtechnik in Lehre und angewandter Forschung und betreibt Technologietransfer auf dem Gebiet der Hydraulik, Pneumatik und angrenzenden Bereichen. Darüber hinaus ist Prof. Ortwig von der Industrie- und Handelskammer Trier als Sachverständiger für Fluidtechnik sowie Schadensanalysen und Bewertung von Maschinen und Anlagen öffentlich bestellt und vereidigt und erfolgreich als Sachverständiger und Berater tätig. Aus seinem Labor an der Hochschule sind bisher mehr als 140 Nachwuchs-Fluidtechniker hervorgegangen, davon sieben Doktoranden, die aber bislang zur weiteren wissenschaftlichen Qualifikation an universitäre Institute wechseln mussten.

Schon seit längerer Zeit bündelt das Fluidtechnik-Labor der Hochschule seine wissenschaftlichen Aktivitäten auf dem Gebiet der Mechatronik unter dem Namen »Trierer Systemtechnik« gemeinsam mit dem Mess- und Regelungstechnik-Labor von Prof. Dr.-Ing Uwe Zimmermann. In der Doktorarbeit Dirk Hübners konnte so speziell vorhandenes Know-How der Technologie hydraulischer bzw. pneumatischer Stetigventile sowie der Simulation dynamischer Systeme gebündelt und erfolgreich in einem innovativen Anwendungsgebiet umgesetzt werden. Die »Trierer Systemtechnik« ist neben einem Entwicklungszentrum für mechatronische Komponenten und Systeme auch eine Publikationsplattform für Fachbücher und eigenständi-

ge Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Dr. Hübner ist im übrigen nur einen Monat nach Aushändigung seiner Promotionsurkunde zum WS 2012/13 auf eine Professur für »Konstruktionstechnik und Leichtbau« an der HTW Saarbrücken berufen worden. Wir gratulieren, es ist schön, wenn Leistung zu Erfolg wird!



**Prof. Dr.-Ing. Harald Ortwig**  
 Fachbereich Technik  
 Maschinenbau  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 367  
 H.Ortwig@hochschule-trier.de

**Prof. Dr.-Ing. Uwe Zimmermann**  
 Fachbereich Technik  
 Maschinenbau  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 385  
 U.Zimmermann@hochschule-trier.de

**Prof. Dr.-Ing. Dirk Hübner**  
 HTW Saarbrücken

## Hochschule Trier kooperiert mit Vietnam

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Harald Ortwig

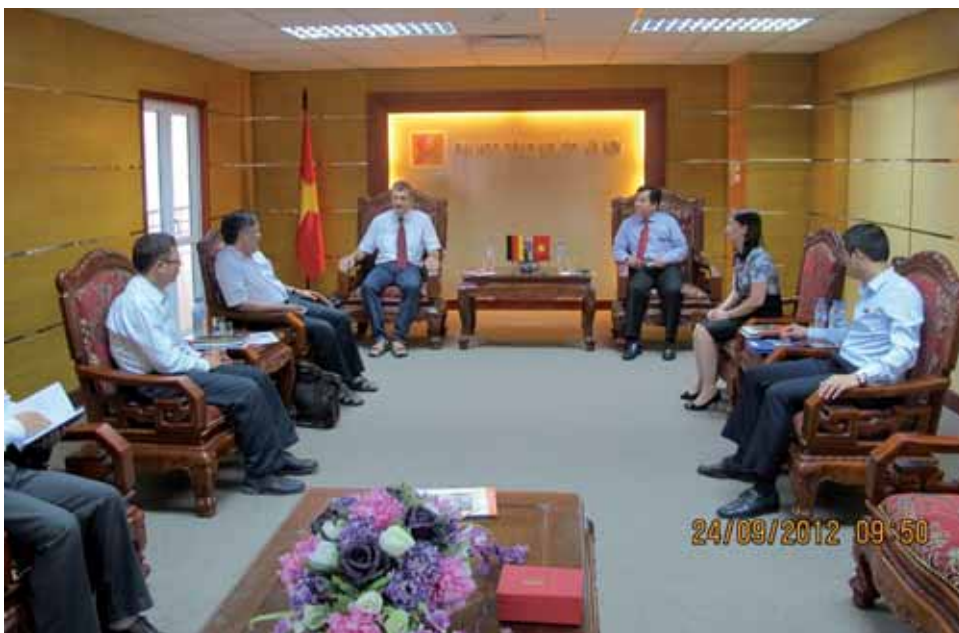
In Vietnam wurde jetzt das Kooperationsabkommen zwischen der Hochschule Trier und der Hanoi University of Industry besiegelt. Der Präsident der Hochschule Trier, Prof. Dr. Jörg Wallmeier, hatte die Vereinbarung bereits im Vorfeld unterschrieben, nun war es am Rektor der Hanoi University of Industry, Prof. Dr. Tran Duc Quy, den Vertrag gegenzuzeichnen. Die Kooperationsvereinbarung schafft die Möglichkeit des Austausches von Studierenden und Lehrenden beider Hochschulen und dient so der Förderung der interkulturellen Kompetenz.



Abb. 1: Der Rektor der Hanoi University of Industry bei der Unterzeichnung der Kooperationsvereinbarung mit der Hochschule Trier

Die Hanoi University of Industry ist eine Einrichtung des tertiären Bildungsbereiches in Vietnam, die speziell auf die Bedürfnisse der rasch wachsenden Industrie ausgerichtet ist. Sie bietet Studiengänge vorwiegend im Bereich Technik und Wirtschaft an. Darüber hinaus hat sie aber auch die Aufgabe, praktische Fähigkeiten ähnlich wie hierzulande die überbetrieblichen Ausbildungszentren zu vermitteln, da in Vietnam ein Duales Ausbildungssystem wie das deutsche unbekannt ist. Die Hochschule entwickelt sich rasant und hat derzeit an drei Standorten ca. 70.000 Studenten, von denen 20.000 dem Hochschulbereich zuzuordnen sind, während 50.000 die eher praktischen Ausbildungsgänge absolvieren.

Initiiert wurde diese Partnerschaft vom Fachbereich Technik der Hochschule Trier durch Prof. Dr. Harald Ortwig, der in Vietnam bereits zweimal eine Gastprofessur des Deutschen Akademischen Austauschdienstes DAAD innehatte und nun auch den Vertrag überbrachte.



**Prof. Dr.-Ing. Harald Ortwig**

Fachbereich Technik  
Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 367  
H.Ortwig@hochschule-trier.de

## Praktische Ingenieurausbildung in Trier »Vorlesung vor Ort« bei dem High-tech- Unternehmen STIHL Magnesium Druckguss

FB TECHNIK

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

Der Besuch lokaler innovativer Unternehmen gehört zum festen Bestandteil der Vorlesung Werkzeugmaschinen, erklärt Karl Hofmann-von Kap-herr, Professor der Fachrichtung Maschinenbau an der Hochschule Trier. So nahmen 32 Master-Studenten des Maschinenbaus und des Wirtschaftsingenieurwesens der Hochschule Trier an einer »Spezial-Unternehmensführung« durch das STIHL Magnesium-Druckgusswerk in Prüm teil. Prof. Hofmann-von Kap-herr hatte nämlich im Vorfeld darum gebeten, bei der Führung insbesondere die Produktions- und Werkzeugmaschinen und die vorbildliche Roboterautomatisierung des Unternehmens in den Mittelpunkt zu stellen und sich auch einmal »abseits der normalen Führungsrouten« einzelne Maschinenkonzepte ansehen zu dürfen. Das Unternehmen STIHL Magnesium-Druckguss erfüllte diesen ungewöhnlichen Wunsch und ließ die einzelnen Bereiche sogar durch die je-

weiligen Experten vorstellen. So wurde der Rundgang durch die Fertigung und den Werkzeugbau für die Hochschul-Studierenden zu einem besonderen Erlebnis, konnten Sie doch die in der Theorie erlernten Fertigungsstrategien und die dazugehörigen Produktionsmaschinen in der Praxis kennenlernen. Bisher war es für die Studierenden meist schwierig, sich ein Bild von den Unternehmen der Region zu machen oder auch Praktika oder Abschlussarbeiten zu finden. Die Führungen sollen daher auch dazu dienen, innovative Unternehmen der Region – und vielleicht auch mögliche Arbeitgeber – kennenzulernen.

Umgekehrt will Prof. Hofmann-von Kap-herr den regionalen Industrieunternehmen zeigen, dass die Hochschule über kompetente und motivierte Studenten verfügt, die die Unternehmen unterstützen können. In der Vergangenheit sind aus solchen Besuchen gemeinsame Projekt- und Abschlussarbei-



Abb. 1: Masterstudenten der Hochschule Trier bei der »Vorlesung vor Ort« bei STIHL Magnesium Druckguss



ten entstanden, und manches Unternehmen konnte darüber einen engagierten jungen Ingenieur für sich gewinnen. Und schließlich zeigen sich bei solchen Führungen auch immer wieder Bereiche, in denen die Experten aus der Hochschule den Unternehmen ihr Fachwissen und Hilfe anbieten können.

Von dem Erfolg eines solchen Konzeptes ist Prof. Hofmann-von Kap-herr überzeugt. Abzulesen war dies auch an der Führung bei STIHL: Das große Engagement der betreuenden STIHL-Mitarbeiter, der detaillierte Einblick in interessante Fertigungsbereiche und viele Fragen der Studenten verlängerten die Führung weit über den ursprünglich geplanten Zeitraum, so dass man eigentlich schon von einer »Vorlesung vor Ort« sprechen konnte. Zurück in der Hochschule wurde die folgende Vorlesung genutzt, um die das Gesehene zu nachzubereiten und zu bewerten – und mittlerweile haben sich auch Studenten um Abschlussarbeiten bei STIHL beworben. Spätestens im nächsten Wintersemester wird Prof. Hofmann-von Kap-herr bei STIHL wieder für eine »Spezial-Führung« anfragen, denn dann wird die nächste Generation Masterstudenten seine Vorlesung besuchen.



**Prof. Dr.-Ing.**

**Karl Hofmann-von Kap-herr**

Fachbereich Technik / Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 426

K.Hofmann-von-Kap-herr@hochschule-  
trier.de

## Weiterqualifizierung und Wissenstransfer für produzierende Unternehmen mit technologischen Prozessen

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Peter König  
Prof. Dr.-Ing. Armin Wittmann

Die demografische Entwicklung und der fortschreitende Strukturwandel in Deutschland stellen die Unternehmen vor neue Herausforderungen. Um die eigene Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit sicherzustellen, ist es essentiell, die vorhandenen Potentiale systematisch zu erfassen sowie neue Potentiale zu erkennen und zu entwickeln.

Im Rahmen des Projekts »Zukunftsfähige Arbeit in Rheinland-Pfalz« des Europäischen Sozialfonds und des Ministeriums für Soziales, Arbeit, Gesundheit und Demografie werden hierfür grundlegende Zusammenhänge und Methoden herausgearbeitet und vermittelt, welche auf die dauerhafte Sicherung einer starken Marktposition des jeweiligen Unternehmens zielen.



Der Europäische Sozialfonds ist einer der drei Europäischen Strukturfonds und das bedeutendste arbeitsmarktpolitische Instrument der EU sowie wichtiger Eckpfeiler der Europäischen Beschäftigungsstrategie.<sup>1</sup> »Ziel des Europäischen Sozialfonds ist es, einen Beitrag zur Steigerung der Anpassungs- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Beschäftigten, der Verbesserung des Humanvermögens sowie zur Verbesserung der Arbeitsmarktchancen und der Integration benachteiligter Personen zu leisten. In der Förderperiode 2007 – 2013 stehen dafür in Rheinland-Pfalz rund 114 Mio. Euro zur Verfügung.«<sup>2</sup>

Innerhalb des Projektes »Weiterqualifizierung und Wissenstransfer für produzierende Unternehmen mit technologischen Prozessen« werden gemeinsam mit den Unternehmen individuelle Weiterbildungsprogramme für die Mitarbeiter/innen entwickelt. Im Rahmen von Vorlesungen, Seminaren und Initialprojekten werden die Mitarbeiter/innen von Experten mit langjähriger Erfahrung gezielt weiterqualifiziert.

Den kleinen und mittleren Partnerunternehmen steht hiermit ein solider und dennoch finanziell erschwinglicher Ansatz für die notwendigen Anpassungsprozesse zur Verfügung, der die Schaffung zukunftsfähiger Arbeitsprozesse und Produkte unterstützt. An Stelle teurer Berater werden die Probleme von den vorhandenen Mitarbeiter/innen angegangen, indem bestehende Ressourcen problemorientiert weiterentwickelt, zielgerichtet angeleitet und somit optimal eingesetzt werden. Jedes Unternehmen hat hierbei spezifische Ausgangspunkte und Anforderungen, wodurch individuelle Konzepte erforderlich sind, die erstellt und Schritt für Schritt umgesetzt werden müssen. Der Schlüssel dieses Projekts besteht folglich darin, die Problemlösungskompetenz der jeweiligen Firmenbelegschaft zu erhöhen. Dieses wird entweder durch die temporäre Begleitung seitens Berater der Hochschule (Professoren auf beruflichen Lehrgebieten) oder durch gezielte Weiterqualifizierungsprogramme erreicht, mit denen in Folge die Anzahl der eigenen, ausgebildeten »Problemlöser« im Unternehmen steigt.

Durch die Teilnahme an diesem Projekt werden die Unternehmen also wettbewerbsfähiger und steigern ihr eigenes Kapital an höher qualifizierten Mitarbeiter/innen.

<sup>1</sup> Vgl. Europäischen Sozialfonds. Online unter: <http://esf.rlp.de/> (Stand 03.07.2012)

<sup>2</sup> Quelle: Europäischen Sozialfonds. Online unter: <http://esf.rlp.de/> (Stand 03.07.2012)

Die Zusammenarbeit mit den Partnerunternehmen läuft in den meisten Fällen nach folgendem bewährten Schema ab:

1. Ermittlung des individuell notwendigen Wissenstransfers.
2. Spezifikation eines Initialprojektes.
3. Identifizierung der Mitarbeiter/innen, die an Weiterbildungsmaßnahmen teilnehmen sollen.
4. Teilnahme der Mitarbeiter/innen an Weiterbildungsmaßnahmen/Vorlesungen.
5. Ausarbeitung Detail-Projektspezifikation.
6. Umsetzung der Projektaufgaben im Team.
7. Durchführung einer SWOT-Analyse mit Beschreibung der Stärken, Schwächen, Chancen und auch Risiken.
8. Priorisierung der Handlungsbedarfe nach Dringlichkeit. Diese werden an den entsprechenden Experten für das jeweilige Fachgebiet adressiert.
9. Ergebnis ist ein spezifischer Maßnahmenkatalog für jedes Unternehmen.
10. Je nach Situation wird die Förderung in Form eines »Patenkonzepts«, Schulungskonzepts, Weiterbildungsplans, etc. definiert und in einem Meilensteinplan detailliert ausgearbeitet.
11. Die Realisierung der Folgeprojekte erfolgt in Teilprojektschritten gemäß dem MSP.

Seit Mai 2011 werden dabei in mehreren Projekten unterschiedliche Partnerunternehmen unterstützt, von denen bereits einige erfolgreich abgeschlossen wurden. Das Projekt umfasst mittlerweile über 20 Einzelprojekte, in denen mehr als 80 Studenten beteiligt sind. Aufgrund der Verzahnung der Methodenkenntnisse der Studenten einerseits mit der Praxiserfahrung der Mitarbeiter andererseits fällt die Resonanz der Teilnehmer sehr positiv aus.

Auf der im März 2012 veranstalteten Konferenz wurde bisher Erreichtes kommuniziert und es wurde die Gelegenheit gegeben, das Europäische Sozialfonds -Projekt und erfolgreiche mittelständische Unternehmen kennenzulernen. Darüber hinaus stellte die Konferenz eine Plattform zum Austausch zwischen Verbänden, Politik, Unternehmen und anderen Interessierten dar.

Denn nur »Wissen schafft Zukunft«!

Zu den rund 70 Gästen zählten Studenten und Professoren, Vertreter von Verbänden, Banken und Firmen, sowie Vertreter des Ministeriums für Soziales, Arbeit, Gesundheit und Demografie sowie der



Abb. 1: Impressionen der Konferenz vom 12.03.2012

Stadt Trier und des Landrats. Bis zum Abschluss des Projekts - Ende dieses Jahres - werden die noch laufenden Projekte mit den Partnerunternehmen abgeschlossen. Im Rahmen einer weiteren Konferenz soll den Teilnehmern die Möglichkeit gegeben werden, ein gemeinsames Fazit zu ziehen und das Projekt in gemeinsamer Runde noch einmal Revue passieren zu lassen.



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

Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

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



**Prof. Dr.-Ing. Peter König**

Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 387  
P.Koenig@hochschule-trier.de

## Modell vermeidet Spannungen

FB TECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Armin Wittmann

Als eigenständiges Forschungsgebiet hat die Kabelherstellung bisher kaum den Weg an die Hochschulen gefunden. Dabei ist sie ein hoch komplexer Prozess. Die Hochschule Trier baut innerhalb ihres Fachbereichs Produktionstechnik derzeit ein Labor auf, dessen Schwerpunkt die Herstellung und mechanische Belastungsprüfung von Kabeln für Schleppketten und den Einsatz in Robotern ist. Die Prüfungen und Ergebnisse sollen Grundlage für bessere Architekturen sein. Ziel ist, optimierte Kabel entwickeln und fertigen zu können.

Durch den Einsatz in Schleppketten und Robotern sind die Anforderungen an die mechanische Belastbarkeit der Kabel gestiegen. Folglich müssen bei der Fertigung mechanische Spannungen vermieden werden. Vorspannungen führen bei starker Beanspruchung zu frühzeitig eintretendem Versagen der Kabel und deutlich geringerer Lebensdauer.

Ausschlaggebender Faktor innerhalb der Fertigung ist das Verseilen. Hier überlagern sich eine Translations- und Rotationsbewegung der Litzen infolge eingeleiteter Zugkräfte sowie der Drehung des Verseilbügels. Dabei kann es durch Überschreiten der Streckgrenze sowie durch asynchrone Abwickelvorgänge der Litzen wegen unterschiedlicher Befüllung der Litzentrommeln zu Verspannungen kommen wie auch zu Verseilfehlern.

Zur Optimierung wurde daher das Modell einer Maschine entwickelt, die dank modularer Konstruktion mehrere Verseilmethoden vereinigt und spannungsfreies Verseilen ermöglicht. Hierfür befasste sich eine Gruppe von Masterstudenten aus dem Fachbereich Maschinenbau mit den Belastungszuständen sowohl während als auch nach der Fertigung und erforschte die Grundlagen der Verseilung. Dabei stellte sich heraus, dass eine Vorverdrillung der Litzen zwecks

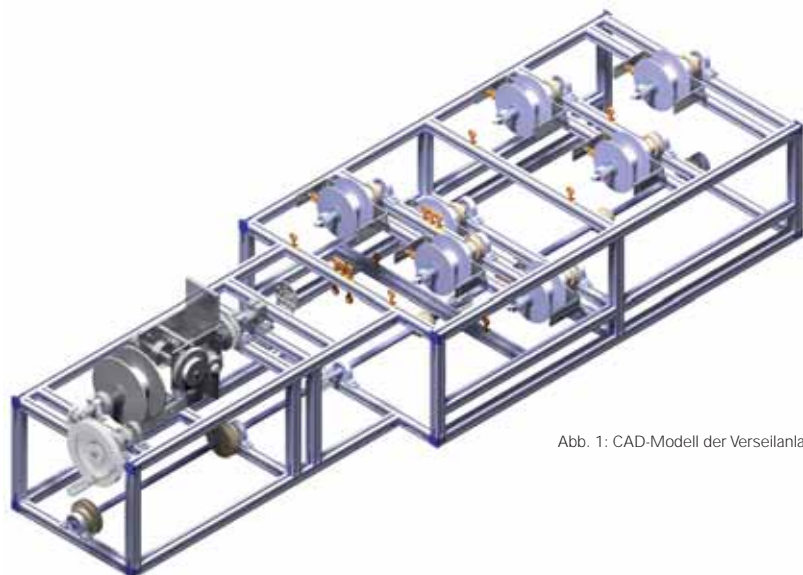


Abb. 1: CAD-Modell der Verseilanlage

optimalen Ineinandergreifens wichtigste Voraussetzung für die spannungsfreie Verseilung und Produktion ist.

Aufbauend auf den Ergebnissen wurde das Modell einer Universal-Verseilanlage entwickelt, konstruiert und gebaut, das die Grundidee der spannungsfreien Verseilung umsetzt und widerspiegelt. Der manuell betriebene Apparat kann in der derzeitigen Ausführung bis zu sieben Litzen zu einem Kabel verseilen. Dabei ist es möglich, durch entsprechende Übersetzungen bei S- oder Z-Schlag unterschiedliche Schlaglängen einzustellen. Um möglichst viele der gängigen Verseilanlagen darstellen zu können, wurden spezielle Multifunktions-Abwickelheiten entwickelt. Die bei der Konstruktion und Entwicklung des Modells gewonnenen Erkenntnisse sollen den Grundstein legen für die Optimierung der Entwicklung von Hochleistungs-Kabeln.



Abb. 2: Erster Prototyp der Verseilanlage



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

Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

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

## Industrielle Blickwinkel machen LEAN im Krankenhaus erfolgreich anwendbar

FB TECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Armin Wittmann

Christian Hoffmann, B. Eng.

### Ausgangssituation

Industrielle Unternehmen am Markt stehen unter permanentem Einfluss ihres Umfeldes: Rechtliche und politische Voraussetzungen verändern sich und beeinflussen die Marktbedingungen. Die Wettbewerbssituation und Kundenanforderungen entwickeln sich rasant. Führende Industrieunternehmen haben auf diesen Wandel reagiert. Flexibilität für kontinuierliche Anpassung und Optimierung wird erreicht durch das richtige Konzept – *Lean Management*.<sup>1</sup>

Der Wandel hat auch die Gesundheitsbranche erfasst und auch das Krankenhausmanagement muss auf die reformpolitisch forcierten Veränderungen reagieren.<sup>2</sup> Natürlich gehen die Blicke auf der Suche nach erfolgreichen Vorreitern und richtiger Umsetzung in die Industrie. Und die Lösung scheint gefunden – *Lean (Gesundheits-?!) Management* (siehe Abb. 1).

### Lassen sich die Lean-Prinzipien der Industrie in der Umgebung eines Krankenhauses umsetzen?

Das Krankenhausmanagement sieht sich bekanntlich mit einer besonderen Herausforderung konfrontiert. Sowohl mit den Geschäftsprozessen als auch auf dem Shop-Floor befindet man sich in permanentem Spagat. Das Problem: Die doppelte Kundenausrichtung. Einerseits strebt man nach Optimierung im Hinblick auf die Anforderungen der *Krankenkassen*. Andererseits müssen Leistungen für den *Patient verbessert*

werden. Wertschöpfung steigern bedeutet Kundenanforderungen ganzheitlich erfüllen sowohl für die Krankenkassen als auch für die Patienten! Das Industrielle-Konzept liefert über die Prinzipien »kontinuierlicher Fluss« und »Just in Time« Ansätze für Kosteneffizienz. Aber liefert das Lean-Konzept auch Ansätze für die Wertsteigerung aus der Patientenperspektive? Ist das industrielle Konzept ganzheitlich ins in das Gesundheitsmanagement zu transferieren?

Bei der Beantwortung hilft die Übertragung industrieller Betrachtungsweisen. Gelingt dieses Mapping, kann darauf gründend entschieden werden worauf der Fokus zur ganzheitlichen Wertschöpfungssteigerung gesetzt werden muss.

### Die industrielle Produktdefinition identifiziert Patientenbindungszeit als Wertschöpfungshebel doppelter Länge

Grundsätzlich ist Wertschöpfung dort zu finden, wo Nutzen gesteigert wird. Das Lean-Konzept liefert über seine Prinzipien die nötigen Hebel, die dazu betätigt werden müssen. *Kundenorientierung* (»Wert ist das, was dem Kunden den Nutzen erhöht«)<sup>3</sup> und *Mitarbeiterorientierung* (»Der Mitarbeiter ist größter Unternehmenswert«)<sup>4</sup> treten hier in den Mittelpunkt.

Damit sichergestellt ist, dass diese Hebel an der richtigen Stelle angesetzt sind, muss über die *Produktdefinition* eine Basis geschaffen werden, auf der alle weiteren Betrachtungen gründen.

<sup>1</sup>Vgl. Wildemann, 2011

<sup>2</sup>Vgl. Keun, Prött, 2006

<sup>3</sup>Vgl. Erlach, 2007

<sup>4</sup>Vgl. Baiges, 2008

Zentrale Fragen sind hierbei: Was schafft dem Patienten Nutzen zur Bedürfnisbefriedigung und somit Wert? Worin liegt der Benefit des Mitarbeiters? Ein Modell aus dem industriellen Marketing<sup>5</sup> hilft das Krankenhausprodukt zu differenzieren und die industrielle Betrachtungsweise zu übertragen, (siehe Abb. 2). Das Krankenhausprodukt ist in drei Dimensionen unterteilt:

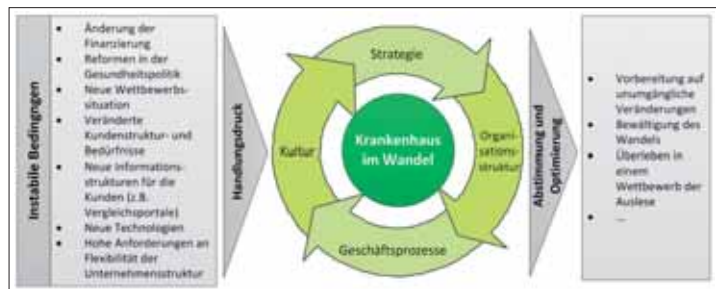


Abb. 1: Krankenhaus im Wandel

- (D1) *Der Produktkern* beinhaltet als Basisnutzen die Gesundheitszustandsänderung bezogen auf Körper, Geist und Soziales.<sup>6</sup>
- (D2) *Das reale Produkt* wird verkörpert durch Außendarstellung des Krankenhauses, Betriebsmittelangebot, Krankeneinrichtung, Behandlungsangebot sowie die vom Patienten (Kunden) wahrnehmbare Struktur der Prozesse.
- (D3) *Das erweiterte Produkt* beinhaltet Beratung, Betreuung, Vertrauensvermittlung und Nachsorgeleistungen.

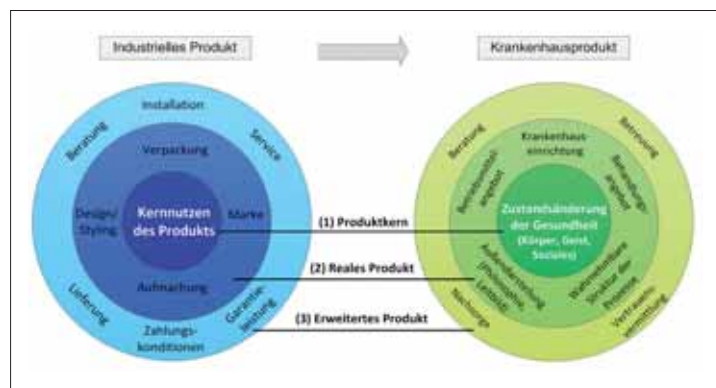


Abb. 2: Übertragung der Produktdefinition

Diese Definition des Krankenhausproduktes schafft Transparenz und liefert für die Lean-Hebel den zentralen Ansatzpunkt, der Nutzensteigerung in doppelter Hinsicht möglich macht. Der Schlüssel ist die Kontaktzeit zwischen Patient und Krankenhauspersonal - *Patientenbindungszeit*. Vorteile, die sich nicht nur für Patienten, sondern auch für Mitarbeiter ergeben,

<sup>5</sup>Vgl. Kotler, Armstrong, Saunders, Wong, 2005  
<sup>6</sup>Vgl. gesundheitsfördernde-hochschulen.de, 2011



verlängern die Hebel und erhöhen den Wirkungsgrad eingeleiteter Maßnahmen:

*Patientenbindungszeit* steigert zum einen den Nutzen der Patienten. Hier wird der Gesundheitszustand direkt beeinflusst. Die psychosoziale Komponente zur Änderung des Gesundheitszustands tritt in den Mittelpunkt. Der Patient wird umsorgt, Vertrauen wird aufgebaut, und Leitbildideale können direkt vertreten und vermittelt werden. Ein weiterer Aspekt ist die Möglichkeit den Patient für seine Rolle als Co-Produzent der Leistungserstellung zu sensibilisieren. Die *Patientenbindungszeit* ist also für alle drei Dimensionen des Krankenhausproduktes relevant und somit wesentlich für die Wertschöpfung.

Parallel dazu bringt sie dem Mitarbeiter Nutzen. Den Professionen im Krankenhaus kann mehrheitlich das Bedürfnis zugeschrieben werden, soziale Dienste leisten und Hilfsbedürftigen zur Seite stehen zu wollen. Das ergaben Interviews im Marienhausklinikum Eifel, Bitburg und anderen Gesundheitseinrichtungen. Demnach kommt dem Mitarbeiter in Patientenkontakt ein Nutzen zugute, was folglich wertsteigernd für das Unternehmen wirkt. *Nur wer sich gut fühlt arbeitet letztlich auch gut!*

**Methoden-Hitliste ermöglicht zielgerichtete Methodenauswahl**

Damit man von den Potentialen der Patientenbindungszeit profitieren kann, müssen Kapazitäten nutzbar gemacht werden. Das Lean-Konzept stellt eine Reihe von Methoden zur Verfügung, auf die sich die kontinuierliche Verbesserung stützt. Aber welche eignen sich zur Erreichung krankenhausspezifischer Ziele und machen Kapazitäten frei?

Eine Bewertung der wesentlichen Lean-Methoden bezüglich ihrer Eignung hilft an dieser Stelle die Methode auszuwählen, die nachweislich effektiv ist. Die perspektivische Trennung der Ziele nach dem Vorbild der Balanced Scorecard ermöglicht eine strukturierte Bewertung und liefert folgendes Ergebnis:



Abb. 3: Top 3-Hitliste - Methoden nach Unternehmensperspektiven

Das *Wertstromdesign (WSD)* erweist sich in der Gesamtwertung als die effektivste Methode für den Einsatz im Krankenhaus. Ihr Potential Maßnahmen zur Erhöhung der Patientenkontaktzeit zu identifizieren bestätigt sich über die Eignung zur Optimierung interner Prozesse.

**Kundenorientierung im Wertstromdesign**

Das WSD ist eine Methode zur systematischen Identifikation von Schwachstellen in Prozessen. Dabei werden die komplexen Abläufe im Unternehmen auf ein einfaches Modell reduziert und der Wertstrom visualisiert. Im Anschluss wird ein Soll-Zustand definiert. Wesentlicher Vorteil der Methode ist Transparenz für alle Beteiligten. Sie begünstigt auch die Handhabung zukünftig angewandter Methoden des Lean-Konzepts, die auf interdisziplinärer Zusammenarbeit gründen. Sie fördert Verständnis und stellt eine Grundlage dar für die Initialisierung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und interprofessionelle Zusammenarbeit.<sup>7</sup>

Der Methode liegt das Prinzip *Kundenorientierung* zugrunde. Das heißt für den betrachteten Fall, dass Tätigkeiten aus Patientenperspektive kategorisiert werden. Unterschieden wird zwischen Verschwendung, unterstützenden Tätigkeiten und Wertschöpfung. Ziel ist es in den Prozessen verschwenderische Tätigkeiten zu eliminieren, unterstützende Tätigkeiten auf ein Minimum zu reduzieren und Wertschöpfung zu maximieren.

<sup>7</sup>Vgl. Erlach, 2007

**Industrielle Strukturen schaffen Transparenz - Prozess-Portfolioanalyse und der »Modellpatient« entscheiden über Prioritäten**

In einem Projekt in Zusammenarbeit zwischen Marienhaus Klinikum Eifel und der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Trier wurde das Wertstromdesign erfolgreich angewendet. Eignung der Methode und Gültigkeit der Methoden-Hitlist konnte dadurch bestätigt werden.

Bei der Anwendung wurden zunächst Prioritäten gesetzt: Um einen repräsentativen Prozess zu identifizieren eignet sich grundsätzlich die Prozess-Portfolioanalyse. Bei der Prozessvorauswahl half wiederholt der industrielle Blickwinkel:

Das »Mapping« industrieller Strukturen auf das Krankenhaus ist auch beim Produktionssystem möglich. Die Auswahl der relevanten Kernprozesse erfolgte mit Orientierung am nun transparent dargestellten Produktionssystem.

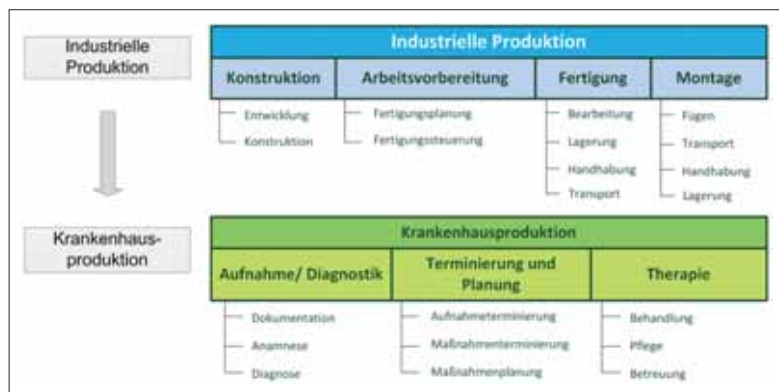


Abb. 4: Übertragung der Produktionsstruktur

Die relevanten Kernprozesse des Patientendurchlaufs wurden nach drei Kriterien bewertet. Engstellencharakter, Produktrelevanz und grundsätzliche Analysierbarkeit ermöglichten eine Priorisierung. Das Kriterium Produktrelevanz bezieht sich dabei auf die neue Produktdefinition, nach der Patientenbindungszeit für Nutzen- und Wertsteigerung wesentlich ist. Ergebnis der Priorisierung durch die Prozess-Portfolioanalyse war die Auswahl des Prozesses »Vorstationäre Aufnahme«.

Da innerhalb der Prozesse je nach Patient Verzweigungen im Tätigkeitsablauf vorliegen, ist die Priorisierung bestimmter Patienten-

merkmale erforderlich. Dies erleichtert die Analyse und sorgt gleichzeitig für die Fokussierung auf den wesentlichen Prozesspfad. Die Häufigkeit der Merkmale ist als Kriterium zielführend. Also wurde ein *Modellpatient* definiert, der im betrachteten Fachbereich repräsentativ ist. Er wurde mit den Merkmalen »gesetzlich krankenversichert«, »Einweisung - nein«, »elektive Aufnahme«, »stationäre Aufnahme« und »operative Therapie« definiert.

**Wertstromdesign setzt Kapazitäten frei**

Die Ist-Analyse des Prozesses stützte sich auf Zeit-, Tätigkeits-, Informations- und Datenflusserfassung. Die anschließende Bewertung der Tätigkeiten und deren *Kategorisierung* nach Verschwendung, Unterstützungsleistung und Wertschöpfung beziehen sich auf die neue Produktdefinition. Besondere Berücksichtigung finden dabei die Patientenperspektive und Patientenbindungszeit, die für die Kategorisierung entscheidend sind!

Im Anschluss an die Analyse wurde unter Berufung auf die Lean-Prinzipien und -Methoden ein anzustrebender Soll-Zustand definiert. Durch Auslagerung von Tätigkeiten aus dem Kernprozess konnten zum einen Wartezeiten verringert und somit Verschwendung eliminiert werden. Zum anderen wurden Unterstützungsleistungen, die in die Patientenbindungszeit fielen, neu verteilt und reduziert. Dementsprechend konnte Unterstützungsleistung verringert und Wertschöpfung erhöht werden. Der Einsatz weiterer Methoden, wie Visualisierung und interprofessioneller Gruppenarbeit, birgt weitere Potentiale um unnötige Wege für Patienten und Personal zu vermeiden und

dadurch die Prozessdurchlaufzeit zu verringern.

Die Potentiale des Soll-Zustands gegenüber dem Ist-Zustand manifestieren sich auch in Zahlen:

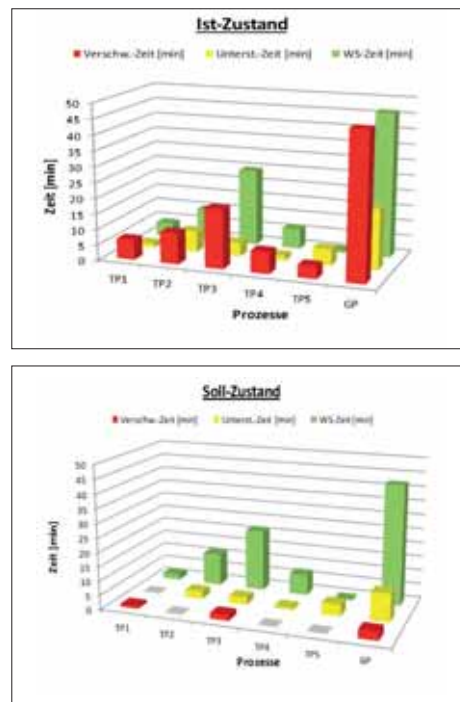


Abb. 5: Gegenüberstellung von Ist-Zustand und Soll-Zustand

Die Durchlaufzeit konnte im Soll-Zustand des betrachteten Gesamtprozesses um 51% reduziert werden. Parallel dazu wird der enthaltene Wertschöpfungsanteil um 35% erhöht, der Verschwendungsanteil um 36% reduziert. Die Unterstützungsleistung bleibt anteilig etwa gleich.

Die freigesetzten Kapazitäten sind im definierten Soll-Zustand besser verteilt, was den Anteil an Patientenbindungszeit steigert

und dadurch Wertschöpfung erhöht. Die guten Perspektiven, die der definierte Soll-Zustand für den analysierten Prozess liefert, belegen für den betrachteten Fall die Anwendbarkeit des Wertstromdesigns.

#### Prozessqualitätsgrad macht Veränderungen messbar

Um die Veränderungen während der Prozessentwicklung messen zu können, wurde der *Prozessqualitätsgrad (PQG)* definiert. Er stellt das Pendant zum Wirkungsgrad dar, der in der Technik zur Bewertung der Maschineneffizienz Verwendung findet. Er setzt sich zusammen aus Wertschöpfungsgrad (WG)<sup>8</sup>, Grad der Unterstützungsleistung (UG)<sup>9</sup> und Verschwendungsgrad (VG)<sup>10</sup>. Er nimmt Werte zwischen Null und Eins an. Dabei ist Eins der bestmögliche Wert.

$$\text{Prozesswirkungsgrad (PQG)} = \frac{WG + (1 - VG) + (1 - UG)}{3}$$

Der PQG ermöglicht die Kontrolle nachhaltiger Entwicklung des Verbesserungsprozesses und stellt eine Stütze für die Planungsarbeit im Projektverlauf dar.

#### Die ganzheitliche Übertragung des Konzepts ist möglich

Die Frage, ob das Konzept ganzheitlich auf das Krankenhaus übertragbar ist, kann nach den Betrachtungen mit JA beantwortet werden. Wertsteigerung ist nicht nur durch Optimierung nach Kostenträgervorgaben möglich. Die Lean Prinzipien Kundenorientierung und Mitarbeiterorientierung berücksichtigen auch Patienten- und Unternehmensperspektiven und erfassen das Krankenhaus ganzheitlich.

Die systematische Übertragung der Produktdefinition und der Strukturen des industriellen Produktionssystems hat gezeigt, dass Analogien zwischen industriellen Strukturen und dem Krankenhaus bestehen, die erfolgreich genutzt werden können. Sie helfen Ansatzpunkte zu identifizieren, die einen effektiven Einsatz der Lean-Prinzipien garantieren. Die Effekte dieses »Mappings« zeigen sich darin, dass die Anwendungsfelder des Lean-Konzepts für den Anwender

<sup>8</sup>WG =  $\frac{\text{Wertschöpfende Zeit im Prozess}}{\text{Gesamtprozess-Durchlaufzeit}}$

<sup>9</sup>UG =  $\frac{\text{Zeit für Unterstützungsleistungen im Prozess}}{\text{Gesamtprozess-Durchlaufzeit}}$

<sup>10</sup>VG =  $\frac{\text{Zeit von Verschwendung im Prozess}}{\text{Gesamtprozess-Durchlaufzeit}}$

im Krankenhaus transparent strukturiert werden. Orientierung im Unternehmen wird plastisch und ermöglicht den Mitarbeitern mit geeigneten Methoden über kleine Quick-Wins bis zur ganzheitlichen Umsetzung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses LEAN im Krankenhaus zu leben. Für erfolgreiche Implementierung des Konzepts ist dies der Schlüssel. Denn nur wenn kontinuierliche Verbesserung im Krankenhaus gelebt wird, wird aus der Philosophie eine Kultur.

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

Prof. Dr. -Ing. Armin Wittmann, Jahrgang 1963, war 20 Jahre in der Telekommunikationsindustrie tätig, zuletzt als Director Global Engineering und Supply Chain. In seinem Forschungsgebiet, in dem er unter anderem zusammen mit den Bell Labs gearbeitet hat, befasst er sich hauptsächlich mit der Einführung von neuen komplexen und hochkonfigurierbaren Produkten. Schwerpunkt liegt dabei auf den Entwicklungsrichtlinien und den Prozessen bei der Überführung der Produkte in die Serienproduktion. Seit 2009 ist er Professor für Produktionstechnik, Betriebsorganisation und Supply Chain Management an der Hochschule Trier.



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

Fachbereich Technik  
Fachrichtung Maschinenbau  
Hochschule Trier / Schneidershof

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

#### **Christian Hoffmann, B. Eng.**

Wirtschaftsingenieurwesen  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 163 4412356  
hofchris@hochschule-trier.de

# WIRTSCHAFT UND RECHT





# WIRTSCHAFT UND RECHT

the area below an individual's demand curve and above the supply curve is the total surplus. If marginal cost is rising, the price of the good and the marginal cost of production are equal at the profit-maximizing quantity. The difference between the price of the good and the marginal cost of production is the profit per unit. The total profit is the sum of profit over all units produced of the different firms. If marginal cost is rising, the price of the good and the marginal cost of production are equal at the profit-maximizing quantity. The difference between the price of the good and the marginal cost of production is the profit per unit. The total profit is the sum of profit over all units produced of the different firms.

## Surplus in the Short Run

producers would be operating at capacity. The supply curve becomes quite inelastic because the supply curve is refined copper. At relatively low prices, the supply curve is quite elastic. The slope and the elasticity of the supply curve of copper are related to the elasticity of the supply curve of copper. The supply curve becomes quite inelastic because the supply curve is refined copper. At relatively low prices, the supply curve is quite elastic. The slope and the elasticity of the supply curve of copper are related to the elasticity of the supply curve of copper.

PART 3

CHAPTER 14

CHAPTER 14 Money, Interest Rates, and Exchange Rates

Production (metric tons)	Marginal Cost (dollars per pound)
729	1.15
2425	.80
405	1.00
1860	.90
380	.65
342	.70

The world supply curve...  
 per pound...  
 to substant...  
 \$1.15 per...  
 prices are...

the United States, Peru, and Canada...  
 the supply curve (marginal cost)...  
 where the marginal cost...  
 the marginal cost...  
 the marginal cost...  
 the marginal cost...

## 100% Erneuerbare Energien – 300% Regionale Wertschöpfung!

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT

Prof. Dr. Peter Heck

Dr. Michael Knaus

M.Sc. Dipl. Betriebswirt (FH) Markus Blim

Im März 2012 unterschrieb IfaS mit der Kapverdischen Regierung den Beratungsauftrag zur Durchführung des Projektes »Cape Verde 100% Renewable: A Roadmap to 2020«. Das ehrgeizige Projekt hat zum Ziel, einen Energiemasterplan für die Kapverden zu entwerfen, der bis zum Jahr 2020 den Aufbau einer sicheren und bezahlbaren 100%igen Energieversorgung aus Erneuerbaren Energie vorsieht. Der Energiemasterplan umfasst neben der technischen Machbarkeitsuntersuchung auch die Konzeptionierung eines Investitions- und Finanzierungsmodells zur Maximierung der regionalen Wertschöpfung sowie ein begleitendes (nicht-) akademisches Trainings- und Qualifizierungsprogramm.

### Hintergrund und Systembeschreibung

Obwohl die Kapverden mit ihren rund 500.000 Einwohner zu den kleinsten Staaten in Afrika und zu den 56 kleinsten Staaten der Welt gehört, werden sie oft als das Vorzeigeland in Afrika genannt und wurden nach der Unabhängigkeit in 1975 mehrfach für ihre »Good Governance« ausgezeichnet. In dem Zeitraum 1991 bis 2010 betrug das Wirtschaftswachstum jährlich im Durchschnitt 5.9% und war das höchste aller afrikanischen Staaten. Das Pro-Kopf-Einkommen hat sich in diesem Zeitraum auf nunmehr 3,160 USD (in 2010) mehr als verdreifacht.

Der Anstieg der Wirtschaftsleistung und des Wohlstands sowie die Erhöhung der Anschlussquote von 47% auf 95% der Bevölkerung an das Stromnetz haben den Gesamtstrombedarf im Zeitraum 2001 bis 2010 nahezu verdoppelt (+94%). Der derzeitige Strombedarf, der überwiegend

fossil erzeugt wird, liegt derzeit bei rund 310 GWh (zum Vergleich der Strombedarf in Rheinland-Pfalz betrug laut dem 8. Energiebericht in 2007 rund 176.000 GWh).

In 2008 lag der Anteil der Erneuerbaren Energien bei 2,2% und dürfte Ende 2011 in etwa 10 bis 15% erreicht haben. In den nächsten drei Jahren sollten ursprünglich rund 220 Mio. EUR in vier Windparks mit einer installierten Leistung von 25MW, in zwei Solarparks mit einer installierten Leistung von 7,5MW sowie in die Ertüchtigung der Übertragungsnetze und den Aufbau von Speicherkapazitäten investiert werden, um den Anteil der EE (am Gesamtstrombedarf) bis 2015 auf 25% zu erhöhen. Im Rahmen einer Studie (GESTO, 2010) wurden bereits weitere Ausbauszenarien bis hin zu einer 50%-EE-Versorgung untersucht und diese EE-Zielmarke als Staatsziel definiert. In diesem Ausbauszenario wurden für die Investitionen in 50%-EE rund 180.0 Mio. EUR sowie Investitionen zur Ertüchtigung und Ausbau der fossilen Stromerzeugungseinheiten rund 120.0 Mio EUR vorgesehen, wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

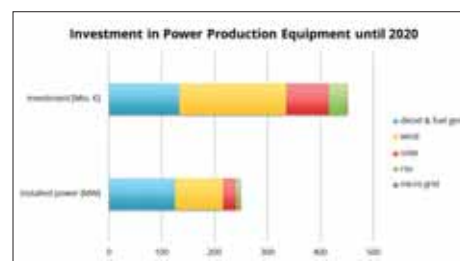


Abb. 1: Investitionsplan der GESTO-Studie (2010) zum Ausbau hin zu 50%-EE



Im Rahmen der Vorgespräche mit den kapverdischen Regierungsvertretern konnte IfaS deutlich machen, dass der verbleibende Anteil fossiler Erzeugungsanlagen aufgrund der derzeitigen und historischen Preissteigerungsraten für Diesel und Schweröl (8,5% bzw. 15%) in Verbindung mit dem wachsenden Strombedarf bis zum Jahr 2020 zu einem volkswirtschaftlichen Kostenanstieg von sagenhaften 1800% führen wird (siehe Abb. 2). Bereits in 2010 betrug das Zahlungsbilanzdefizit 40% und wurde wesentlich von den Importen der fossilen Primärenergieträger bestimmt.

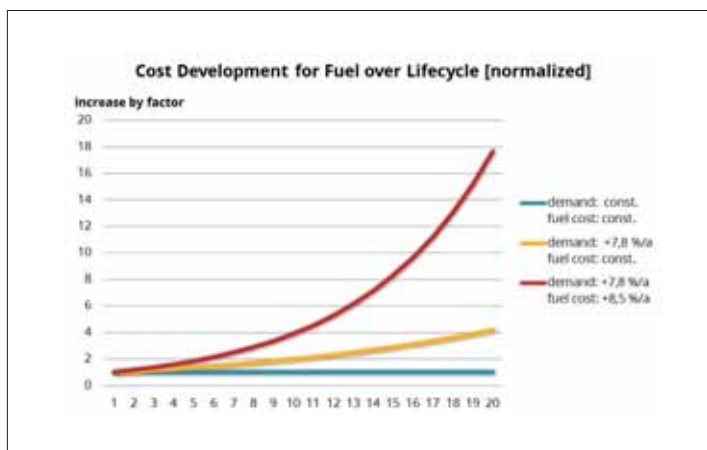


Abb. 2: Voraussichtlicher Anstieg der volkswirtschaftlichen Kosten im 50% Szenario

Nach diesen ernüchternden Fakten stimmten die Regierungsvertreter dem neuen 100%-EE-Ziel zu und beauftragten IfaS mit der technischen Assistenz zur Konzeptionierung.

### Das 100% Szenario

Die Kapverden sind eines der wind- und sonnenreichsten Gebiete der Erde und geradezu prädestiniert für eine 100%-EE-Stromerzeugung. Bereits in der GESTO Studie wurden die enormen EE-Potenziale sichtbar, wie Abbildung 3 verdeutlicht.

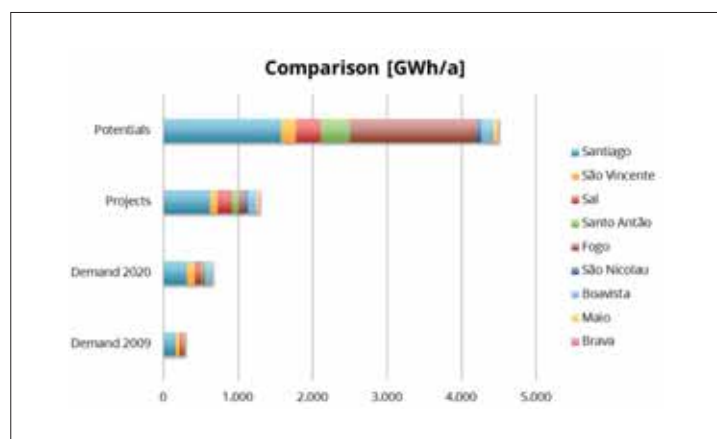


Abb. 3: EE-Potenziale gem. der GESTO-Studie

Nach ersten IfaS-Schätzungen ist für die Umsetzung der 100%-Zielmarke ein Zubau von rund 500MW installierter EE-Leistung notwendig. Die notwendigen Investitionen in Wind, Solar, Biomasse, Netzausbau und Energieeffizienz zur 100%-igen EE-Stromversorgung dürften sich in Höhe von bis zu 1,5 bis 2,0 Mrd. EUR bewegen. Dabei sind die Stromerzeugungskosten der Erneuerbaren mit 0,10 EUR pro erzeugte kWh-Windenergie und 0,20 EUR pro erzeugte kWh-Solarenergie bereits derzeit mehr als wettbewerbsfähig im Vergleich zu den Erzeugungskosten in Höhe von bis 0,35 EUR pro erzeugte kWh in manchen fossilen Generatoren (jeweils ex Generator).

Diese ökonomische Vorteilhaftigkeit der EE, verbunden mit der Tatsache, dass derzeit rund 90% des Frischwassers aus Meerwasserentsalzungsanlagen stammt und 90% der Nahrungsmittel derzeit importiert werden, ließen sogar das 100%-EE-Stromziel schnell kippen. Warum sollen nur 100% des (für 2020 prognostizierten) Strombedarfs erzeugt werden, wenn EE-Potenziale im Überschuss vorhanden sind, die kostengünstig erschlossen werden können.

Wie muss ein Energie-System gestaltet werden, das neben Energiesicherheit auch die Bereiche Nahrungsmittel und Wassersicherheit umfasst? Können wir EE in Form von Dienstleistungen (z. B. Kältelogistik für Fischerei-Industrie), Wasser und landwirtschaftlichen Produkten speichern und exportieren? Können Meerwasserentsalzungsanlagen oder Abfall-zu-Energieanlagen einen stabilisierenden Einfluss auf das Stromnetz ausüben, das sich »fluktuierenden Einspeisern ausgesetzt« sieht? Kann auf den Kapverden ein vollständig neues Versorgungssystem entstehen, das zu 100% auf EE basiert und die regionale Wertschöpfung drastisch steigert? All diese Fragen wurden in 2012 beleuchtet. Und die Antwort scheint JA zu sein!

Zunächst galt auf Basis tatsächlicher Einstrahlungswerte und Daten zu Windhöfigkeit und – Geschwindigkeiten eine zu installierende EE-Leistung zu definieren, die permanent über der zu erwartenden Lastkurve liegt (Dieser Ansatz ist in Abbildung 4 am Beispiel der Insel SAL dargestellt). Danach konnte die Überschuss-Strommenge errechnet werden, die zur Produktion von Frischwasser und landwirtschaftlichen Produkten, aber auch synthetischem Methan und zu Elektromobilitätszwecken zur Verfügung steht, um somit einen Deckungsbeitrag zu erwirtschaften. Die ersten Abschätzungen verdeutlichten, dass mit 0,22 EUR pro kWh bereits kompetitive Stromerzeugungskosten entstehen, wenn die Investitionen der gesamten installierten EE-Leistungen lediglich auf den »normalen« Verbrauch umgelegt werden.



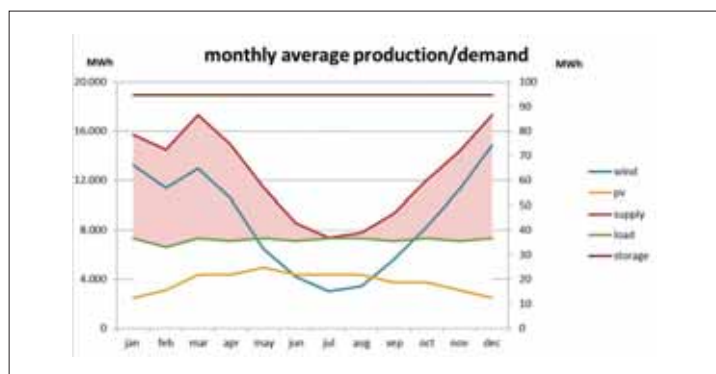


Abb. 4: Stromversorgung auf der Basis regenerativer Energieträger (Wind, Photovoltaik)

Da dieses Konzept realisierbar erschien, wurde aus der 100%-Marke schnell die Zielgröße 300% + X EE! Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht die regionalen Wertschöpfungspotenziale der 300% Zielmarke. Hier wurden die Laufzeitkosten von 330 MW thermischer (fossiler) Energieerzeugung (mit Investitionskosten von 1.000 EUR/kWp) mit einem EE-Szenario bestehend aus 450 MW Wind (2.200 EUR/kWp) und 350 MW Photovoltaik (3.400 EUR/kWp) über einen Zeitraum von 20 Jahren verglichen:



Abb. 5: Regionale Wertschöpfungspotenziale von 300%EE

Die Abschätzung hat ergeben, dass im Vergleichszeitraum das fossile Energiesystem (mit den bereits bekannten Kostensteigerungen) reine (abgezinste) Mehrkosten in Höhe von 38.1 Milliarden EUR erzeugt. Dieser Betrag steht somit dem EE-System für Investitionen in Intelligenz (Steuerung und Netzausbau), für vielfältige Speicheroptionen in reine Stromspeicher (Batterie, Pumpkraftspeicherwerke) aber auch Investitionen in Produkt- und Dienstleistungsspeicher (Wasser, landwirtschaftliche Produkte und Dienstleistungen) zur Verfügung, die im System wertschöpfend arbeiten.

Der totale Systemumbau ist damit eine absolute Wirtschaftsförderungsmaßnahme, die »nebenbei« zu Energie-, Nahrungsmittel- und Wassersicherheit beiträgt, rund 15.0 Millionen Tonnen Klimagase vermeidet und die Kapverden als Kompetenzzentrum für die Umgestaltung von Wirtschaftssystemen hin zu Null-Emissions-Wirtschaften nicht nur in der ECOWAS Region bekannt macht.



**Prof. Dr. Peter Heck**  
 Institut für angewandtes  
 Stoffstrommanagement (IfaS)  
 Hochschule Trier /  
 Umweltcampus-Birkenfeld  
 +49 6782 17 1583  
 ifas@umwelt-campus.de



**Dr. Michael Knaus**  
 Institut für angewandtes  
 Stoffstrommanagement (IfaS)  
 Hochschule Trier /  
 Umweltcampus-Birkenfeld  
 +49 6782 17 1583  
 m.knaus@umwelt-campus.de



**M.Sc. Dipl. Betriebswirt (FH)  
 Markus Blim**  
 Institut für angewandtes  
 Stoffstrommanagement (IfaS)  
 Hochschule Trier /  
 Umweltcampus-Birkenfeld  
 +49 6782 17 1583  
 m.blim@umwelt-campus.de

## Nachwachsende Rohstoffe als Chance für den ländlichen Raum – Bundesverbundprojekt ELKE

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT  
Prof. Dr. Peter Heck  
Dipl.-Ing. Agr. Frank Wagener  
Dipl.-BW. (FH) Marc Wartenphul

### Abfluss von Finanzmitteln aus der Region – globale Stoffströme

Die land- und forstwirtschaftliche Kultur (in der Gesamtheit als Landbau bezeichnet) ist seit jeher eine wichtige Basis kommunaler Gemeinschaften. War diese noch bis in die 1950er Jahren stark in regionale Stoffkreisläufe eingebunden, so veränderte sich mit der zunehmenden Einflussnahme des Rohöls – als ein Motor der Globalisierung – die Marktbindungen dramatisch. Eine gleichmachende Vereinheitlichung der Produktionssysteme<sup>1</sup> und z. T. aktive Umgestaltung alter landwirtschaftlicher Strukturen (z.B. die Abholzungsprämie für hochstämmige Obstbäume) in Verbindung mit einer »Auflösung« der lokalen und regionalen Absatzmärkte führten zu einem noch nie dagewesenen radikalen Kulturlandschaftswandel. Die Kulturlandschaft wurde in großen Teilen sukzessive von der Region entkoppelt.

Ein Blick auf die zunehmende Einflussnahme globaler und »virtueller« Märkte (im Sinne stark überzeichneter Handelsgüter) führte uns in jüngster Zeit enorme Preisschwankungen vor Augen, die manchen Betriebsleiter mit Sorge aber auch neuen Überlegungen auf seine Betriebszweige schauen ließ. So schwankte der Leitmarkt Rohöl von Juli bis Dezember 2008 von rund 146,- auf 40,- Dollar/Barrel Rohöl. Aktuell liegt der durchschnittliche Weltmarkthandelspreis bei rund 84,- Dollar/Barrel (Heizölpreise schwankten im gleichen Zeitraum im Durchschnitt in Deutschland von 0,98 auf

0,49 €/l, aktuell 0,68 €/l; Stand: 11.10.2010, Quelle: <http://www.tecson.de/prohoel.htm>).

Ähnlich verhielten sich in jüngerer Zeit die Märkte für Biomasse, vorneweg die vormals klassischen landwirtschaftlichen Märkte (z. B. Getreide). So lässt sich seit den 1990er Jahren anhand der steigenden Rohölpreise international eine verstärkte Kopplung der Märkte für Energie und Biomasse nachvollziehen. Diese Entwicklung wurde in jüngster Zeit durch die Politik in Europa (v.a. GAP) und Deutschland (v.a. EEG und MAP) verstärkt und durch viele weitere Treiber weiter forciert. An dieser Stelle sollen nur zwei, gerade auch für die kommunale Entwicklung herausragende Themen genannt werden:

- Begrenzte und abnehmende Ressource Freifläche: Landwirtschaftlich genutzte Fläche nahm von 2005 zu 2006 um rund 84.000 ha ab, hauptverantwortlich ist die Flächenumwidmung zugunsten von Siedlung & Verkehr und nachgeordnet das gekoppelte Folgenbewältigungsprogramm in Form von Ausgleich & Ersatz (nach BNatSchG & BauGB). Das 30 ha-Ziel<sup>2</sup> der Bundesregierung wird weder erreicht noch ist eine Trendwende in Sicht (Statistisches Bundesamt 2009).
- Ausbauziele der Bundesregierung 2020: Biomasseanteil von 6% auf ca. 17% steigern, Flächenanteil ca. 2-3,5 Mio. ha, also bis zu einem Drittel der Ackerfläche Deutschlands (Nitsch & Wenzel 2009).

<sup>1</sup> Im Wesentlichen erfolgte eine Vereinheitlichung der Handelsströme am Weltmarkt und damit die Konzentration auf wenige, in großen Mengen handelbare Rohstoffströme. In gleicher Weise entwickelten sich der Maschinenbau und die Züchtung, wobei der Rationalisierungsdruck mit der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung in Europa stetig zunahm, es galt „wachsen oder weichen“ und das war auch der Tenor der landwirtschaftlichen Officialberatung.

<sup>2</sup> Der Flächenverbrauch durch Siedlungs- und Verkehrsflächen soll nach Zielen der Bundesregierung bis 2020 auf 30 ha pro Tag gesenkt werden, liegt aber aktuell deutlich über 100 ha pro Tag, z.T. mit steigender Tendenz (KBU 2009).

Im Ergebnis dieser nur kurz skizzierten Entwicklungen fließen vielerorts erhebliche Finanzmittel aus den Kommunen für fossile Rohstoffe ab. Viele landwirtschaftliche Betriebe unterliegen den extremen Schwankungen am Weltmarkt, Marktfruchtbetriebe gleichermaßen wie die Veredelungswirtschaft. Damit stellt sich allgemein die Frage: Können regionale Märkte Alternativen für Landbau und Kommunen bieten?

### Regionale Märkte stärken regionale Stoffströme

Allgemein kann man heute feststellen, dass regionale Absatzmärkte für nachhaltig erzeugte Energien erst mit der starken Steigerung und den wiederkehrenden Schwankungen des Ölpreises (und anderer fossiler Rohstoffe) im Zusammenspiel mit den staatlichen Rahmenbedingungen (u.a. EEG, MAP) an Bedeutung gewonnen haben. Dabei zielen dezentrale Ansätze in der Energieversorgung genau auf die Chance, durch regionale Ressourcen Wertschöpfung vor Ort zu schaffen und damit Gestaltungsspielräume für die Entwicklung der eigenen Kulturlandschaft zu erhalten.

Die Kulturlandschaft ist Gegenstand regionaler Identität. Hierfür gilt es, gemeinsame Wege für Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz und Energiewirtschaft bzw. stoffliche Veredelung nachwachsender Rohstoffe herauszuarbeiten. Dabei sind Synergien realisierbar (vgl. Heck & Wagener 2007, Wagener et al. 2008), wenn die genannten Akteure durch den Aufbau von Mehrnutzungskonzepten – mehr Nutzen/Leistungen von einer Fläche – partnerschaftlich in regionalen Netzwerken zusammenwirken. (siehe Abb. 1)



Abb. 1: Mehr Nutzen von einer Fläche durch die Identifikation von Schnittmengen, Basis für eine extensive, lokal verankerte Landnutzungsstrategie.

So können konkurrierende Nutzungen durch neue Landnutzungsstrategien in Teilen zugunsten gemeinsamer Lösungsansätze für die betrachtete Kulturlandschaft aufgelöst werden. Die Verbindung von Einzelansprüchen zu einer gemeinsamen Strategie ist insbesondere wünschenswert, weil die Vielfalt der Funktionen (siehe Abb. 1) sowie der gesellschaftlich verfassten Grundlagen in Form von Gesetzen sowie Förderungsprogrammen eine Regelungsdichte erreicht hat, die für den Einzelnen (insbesondere die Land- und Forstwirtschaft und den Natur- und Umweltschutz) kaum noch überschaubar und daher auch in der Konsequenz nicht mehr vollständig umsetzbar ist. Eine weiter fortschreitende Segregation der freien Landschaft nach Einzelanforderungen – wie hier intensive Produktion, dort Naturschutz, Grundwasserspende, Wasserschutz, Klimaschutz, Naherholung etc. (Landschaftsprodukte i.w.S.) – führt zu Ungleichgewichten (siehe Abb. 2) und wird den Herausforderungen der Zukunft nicht mehr ausreichend effizient begegnen können (Heck et al. 2010).

Das ist die Chance für die Kommunen sich als zentrale »Scharniere«



Abb. 2: Ungleichgewichte in der Kulturlandschaft aufgrund unzureichender Vernetzung und fehlender bzw. nicht systematisch organisierter Landnutzungsstrategien..

für ein umfassendes Kulturlandschaftsmanagement zu etablieren und damit ihre Landschaft wieder verstärkt in Verbindung mit der grundlegenden Daseinsvorsorge für die BürgerInnen zu gestalten. Sie können durch die Aktivierung der regionalen Meinungsführer und die Verbindung ihres Tagesgeschäftes, z. B. mit neuen nachhaltigen Wärme- und Energiesystemen, erste erfolgreiche Schritte unternehmen und damit wichtige Demonstrationsvorhaben initiieren, z. B. Holzhackschnitzelheizungen in zu modernisierende öffentliche Liegenschaften integrieren oder direkt nur die Wärme im Contracting einkaufen. Damit wird den interessierten Landbaubetrieben (oder deren Kooperationen mit anderen Betrieben, z. B. in Genossenschaften) eine Investitionssicherheit gegeben, die wiederum als Sicherheit gegenüber Banken hilft, Geldmittel regional zu erschließen. So entstehen regionale Innovationen und Investitionen, die den Ausbau einer Landnutzungsstrategie durch angewandtes Stoffstrommanagement fördern – eine Vernetzung der lokalen Wirtschaftssysteme führt zu Synergien für eine nachhaltige Landnutzung (siehe Abb. 2; vgl. auch Wagener & Böhmer 2009).



Abb. 3: Der Aufbau nachhaltiger und regional verankerter Landnutzungsstrategien schafft eine „neue“ Balance im Raum und stärkt ein effizientes Kulturlandschaftsmanagement.

### Mehrnutzungskonzepte – ein Weg

In der öffentlichen Diskussion werden verstärkt das Thema Biomasse und die damit verbundenen und deutlich sichtbaren Veränderungen unserer Landschaften thematisiert, z. B. verstärkter Maisanbau im Umfeld der Biogasanlagen im benachbarten Trierer und Bitburger Raum.

Regionale Landnutzungsstrategien sind ein geeigneter Weg für Kommunen, um eine Einflussnahme in Form von Rahmenbedingungen und dazu abgestimmten Angeboten für die Akteure in der Region zu erarbeiten und somit aktiv die Kulturlandschaft zu gestalten. So kann die Verbindung von Quellen und Senken mit regionalen Profilen und Qualitätsmerkmalen verknüpft werden. Im Bundesverbundprojekt ELKE<sup>3</sup> wird ein derartiges Vorgehen in und mit der Praxis umgesetzt. Im Fokus steht hierbei die Verbindung regionaler Energieerzeugung mit modernem Landbau, der als eine wesentliche systematische Komponente Leistungen für den Natur- und Umweltschutz integriert. So wird mehr Nutzen für die Region auf einer Fläche realisiert. (siehe Abb. 4)



Abb. 4: Mehrnutzungskonzepte erarbeiten und regional in die Landschaft einpassen

<sup>3</sup> ELKE:

*Entwicklung extensiver*

*Landnutzungs-*

*konzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und*

*Ersatzmaßnahmen*



Kommunen können so z.T. miteinander konkurrierende Nutzungen organisatorisch verbinden, also z. B. die Ersatzmaßnahme für den Bau eines Gewerbegebietes mit einem modernen Landbausystem wie z. B. einem Agroforstsystem (vgl. Wagener 2010) verknüpfen und damit den Partnern aus der Landwirtschaft ein Angebot unterbreiten, weitere Synergien zu erschließen. So können derartige Systeme in der Erosionsbegrenzung eingesetzt werden, die Bodenfruchtbarkeit steigern und vertraglich verankert helfen, die landwirtschaftliche Nutzfläche zu erhalten. Der Betrieb gewinnt durch regionale Stoffströme einen verlässlichen Betriebszweig und nicht zuletzt Ansehen in der Kommune und bei den BürgerInnen. Im Ergebnis kann dann das Gewerbegebiet zumindest z. T. mit regionaler und nachhaltiger Energie versorgt werden. So entstehen regionale Kreisläufe und Geldströme, die wiederum weitere Investitionen in der Region auslösen können – eine reale Wirtschaftsförderung.

Dieses Beispiel zeigt, dass durch aktives Kulturlandschaftsmanagement integrativ in der Landschaft gearbeitet werden kann. So kann ein größtmöglicher Nutzen in der Region kooperativ erzielt werden – ein gutes Beispiel gegen das fortschreitende Segregieren und das verbreitete Bedauern von unerwünschten Entwicklungen. Vielfalt ist dabei ein Schlüssel für die Entwicklung unserer Kulturlandschaften. Wolfgang Haber formulierte diesen Zusammenhang bereits 1972 mit seinem grundlegenden Konzept der »differenzierten Landnutzung«.

Der Klimawandel und der Verlust an Biodiversität sind die beiden zentralen Um-

weltprobleme des 21. Jahrhunderts (u.a. WBGU 2009, SRU 2009, EEA 2010, WBA 2010). Diese müssen wir aktiv an der Basis unseres Gemeinwesens bearbeiten. Das Forschungsprojekt ELKE erarbeitet Handlungswissen für die kommunale Praxis, um einige dieser Herausforderungen als Chancen für die Kulturlandschaftsentwicklung verstehen zu können. Nachwachsende Rohstoffe bieten eine gute Grundlage für die Entwicklung ländlicher Räume.

Das Bundesverbundprojekt »ELKE« des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) hat für das Projekt die Auszeichnung als »Ausgewählter Ort 2012« im Wettbewerb »365 Orte im Land der Ideen« erhalten.

**Deutschland**  
**Land der Ideen**



Dieses Projekt wird gefördert durch:



### Quellenangaben:

- European Environment Agency (EEA 2010): EU 2010 Biodiversity Baseline - Post-2010 EU biodiversity policy. Copenhagen. [<http://www.eea.europa.eu/>]
- Haber W. (1972): Grundzüge einer ökologischen Theorie der Landnutzungsplanung. In: Innere Kolonisation 24, Bonn.
- Heck P., Wagener F. (2007): Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz? In: Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 31, Symposium Energiepflanzen 2007, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), TH. Mann, Gelsenkirchen.  
[[http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_316sr\\_nr\\_band\\_31\\_energiepflanzen\\_90.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_316sr_nr_band_31_energiepflanzen_90.pdf)]
- Heck P., Wagener F., Böhrer J. (2010): Vielfalt in der Landschaft - extensive Anbausysteme mit nachwachsenden Rohstoffen als Option für den Naturschutz? (ELKE). In: Schriftenreihe Gülzower Fachgespräche, Band 34, 2. Symposium Energiepflanzen 2009, Herausgeber Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow.  
[[http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_413-pdf\\_413gfg\\_nr\\_band\\_34\\_energiepflanzen.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_413-pdf_413gfg_nr_band_34_energiepflanzen.pdf)]
- Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt (2009): Flächenverbrauch einschränken – jetzt handeln. Hausdruck, Dessau.
- Nitsch J., Wenzel B. (2009): Leitszenario 2009 – Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. [[http://www.bmu.de/erneuerbare\\_energien/downloads/doc/45026.php](http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/45026.php)]
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU 2009): Für eine zeitgemäße Gemeinsame Agrarpolitik (GAP), Stellungnahme 14. Hausdruck, Berlin. Zugriff am 28.01.2010 auf [[http://www.umweltrat.de/cin\\_135/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2009\\_11\\_Stellung\\_14\\_GAP.html](http://www.umweltrat.de/cin_135/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2009_11_Stellung_14_GAP.html)]
- Statistisches Bundesamt (2009): Pressemitteilung Nr.426 vom 11.11.2009. Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche: 104 Hektar pro Tag. Wiesbaden. Zugriff am 14.12.2009 unter:  
[[http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/11/PD09\\_\\_426\\_\\_331,templateId=renderPrint.psm](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2009/11/PD09__426__331,templateId=renderPrint.psm)]
- Wagener F. (2010): Agroforstsysteme als Baustein einer neuen Naturschutzstrategie. In: Tagungsband zum Symposium Agrarholz 2010 am 18. und 19. Mai 2010 in Berlin.  
[<http://www.fnr.de/agrarholz2010/>]
- Wagener F., Böhrer J. (2009): Die Landwirtschaft im kommunalen Energie- und Stoffstrommanagement. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), KTBL-Schrift 476: Tagungsband „Die Landwirtschaft als Energieerzeuger“, 4. und 5. Mai 2009, Osnabrück.
- Wagener F., Heck P., Böhrer J., Cornelius R., Gebhard R. M., Scherwaß R., Krehel R., Michler H.-P., Wern B. (2008): Endbericht: Vorbereitende Studie (Phase I) - Analyse der Möglichkeiten zur Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung - kurz ELKE, Forschungsvorhaben gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Birkenfeld. [http://www.landnutzungsstrategie.de/fileadmin/userdaten/dokumente/ELKE/08-03-11\\_EB-fnr\\_l\\_End.pdf](http://www.landnutzungsstrategie.de/fileadmin/userdaten/dokumente/ELKE/08-03-11_EB-fnr_l_End.pdf)

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen: (WBGU 2009) Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung. Gutachten Berlin.

Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim BMELV (2010): EU-Agrarpolitik nach 2013 – Plädoyer für eine neue Politik für Ernährung, Landwirtschaft und ländliche Räume. Gutachten Berlin.



**Prof. Dr. Peter Heck**  
Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement (IfaS)  
Hochschule Trier /  
Umweltcampus-Birkenfeld  
+49 6782 17 1221  
ifas@umwelt-campus.de



**Dipl.-Ing. Agr. Frank Wagener**  
Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement (IfaS)  
Hochschule Trier /  
Umweltcampus-Birkenfeld  
+49 6782 17 2636  
f.wagener@umwelt-campus.de



**Dipl.-BW. (FH) Marc Wartenphul**  
Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement (IfaS)  
Hochschule Trier /  
Umweltcampus-Birkenfeld  
+49 6782 17 1568  
m.wartenphul@umwelt-campus.de

## Verschuldung und Verschiebung der globalen Wachstumsdynamik

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. Jörg Henzler

### 1. Einführung

Die jüngste Finanzmarktkrise, die 2007 mit der so genannten Sub-prime Krise in den USA begann, sich 2008 zu einer systembedrohenden globalen Bankenkrise auswuchs und schließlich 2009 in eine Staatsschuldenkrise mündete, hat bereits zu erheblichen Verwerfungen und Verschiebungen der globalen Wachstums- und Kräfteverhältnisse geführt. Es werden die Ursachen erforscht, Schuldige gesucht und Auswege diskutiert, die immer kontroverser werden, während die Staatsschuldenkrise besonders in der Eurozone weiter eskaliert.

Der folgende Aufsatz versucht die Kettenreaktion der Ereignisse seit 2007 in einen längerfristigen globalen Kontext zu stellen. Nicht erst seit 2007 entwickelt sich auf globaler Ebene eine signifikante Verschiebung der Wachstumskräfte und eine daraus folgende Veränderung der Einkommensdynamik, die sowohl den Schuldenstand in den Industrieländern dramatisch ansteigen ließ als auch deren Fähigkeit zu konsolidieren eingeschränkt hat. Eine wesentliche Ursache für den Anstieg der Staatsschulden in den Industrieländern ist neben politischer Misswirtschaft in einigen Staaten vor allem der Anstieg der Verschuldung im privaten Sektor über die vergangenen 20 Jahre, der durch das Bankensystem in Europa und den USA zunächst alimentiert wurde, es schließlich aber in eine existentielle Krise geführt hat. Dadurch waren einige Regierungen schließlich gezwungen die privaten Schulden zu übernehmen und in staatliche umzuwandeln, um einen Kollaps des Bankensystems zu vermeiden, wie dies z. B. bei der Hypo Real Estate Bank in Deutschland der Fall war.

Vor dem Hintergrund der Liberalisierung und Globalisierung der Güter und Finanzströme über die vergangenen 20 Jahre haben sich die wirtschaftlichen Kräfte seit geraumer Zeit bereits deutlich in Richtung der so genannten aufstrebenden Märkte (Emerging Markets) und hier insbesondere der asiatischen Staaten verschoben. Nicht nur ein Teil der Industrieproduktion und damit der Einkommensquellen der Industriestaaten sind in diese Länder abgewandert, sondern vor allem auch riesige Kapitalströme und damit ein immer größer werdender Teil der Kreditvergabe in den Industriestaaten. Diese Kapitalströme sind in den aufstrebenden Ländern auf der Suche nach deutlich höheren Grenzproduktivitäten, und damit höheren potenziellen Renditen. Diese Entwicklung hat unzweifelhaft in Asien, Lateinamerika und Osteuropa zu erheblichen positiven Wohlstandseffekten geführt, in den Industriestaaten allerdings die Verschuldung mit angetrieben. Im Folgenden wird diese Entwicklung in ihren wichtigen Trends beschrieben und analysiert. Es werden nach Definition des Internationalen Währungsfonds im Folgenden zwei, wenn auch sehr heterogene Wirtschaftsregionen verglichen: die entwickelten Märkte (Developed Markets oder DM) und die aufstrebenden Märkte (Emerging Markets oder EM).<sup>1</sup>

### 2. Schulden – Langer Konsolidierungsweg

Die Entwicklung der Leistungsbilanzsalden der beiden Regionen über die vergangenen 30 Jahre spiegelt die relative Entwicklung der Verschuldung wider. Makroökonomisch entspricht der Leistungsbilanzsaldo nämlich dem Überschuss der inländischen Ersparnisse über den inländischen Investitionen.

<sup>1</sup> Zur Definition der beiden regionale Abgrenzungen und der einzelnen Staaten, die diesen Regionen zugeordnet werden siehe Anhang 1

Länder bzw. Regionen mit positiven Leistungsbilanzsalden sparen also mehr als sie investieren und werden daher als Überschussländer bezeichnet und vice versa. Betrachtet man sich anhand der Abb. 1 den aggregierten Leistungsbilanzüberschuss in den entwickelten Industriestaaten (DM) seit 1980, so fällt der positive kontinuierlichen Anstieg über die 1980er und 1990er Jahre auf, der schließlich seit Anfang des neuen Jahrtausend wieder in den negativen Bereich gefallen ist und mit Beginn der Finanzkrise 2007 bei rund 1% des Bruttoinlandsproduktes der gesamten Region lag. Das bedeutet, dass diese Länder insgesamt seit Ende der 1990er Jahre Schulden aufgebaut haben und sich zunehmend Geld aus dem Ausland geliehen haben. Dies trifft vor allem auf die USA zu, die ein notorisch hohes Leistungsbilanzdefizit haben. Mit Ausbruch der Finanzkrise wurden die DM allerdings gezwungen ihre Ersparnisse zu erhöhen, so dass dieses Defizit zurückgegangen und derzeit fast wieder verschwunden ist. Dies bedeutet allerdings lediglich, dass der hohe Schuldenstand in Summe weniger stark angestiegen ist, um ihn nachhaltig abzubauen wären positive Salden über viele Jahre notwendig. In Abb. 1 werden die Jahre ab 2012 als Prognose des Internationalen Währungsfonds mit angezeigt, der davon ausgeht, dass eine nachhaltige positive Entwicklung hier eher nicht zu erwarten ist.

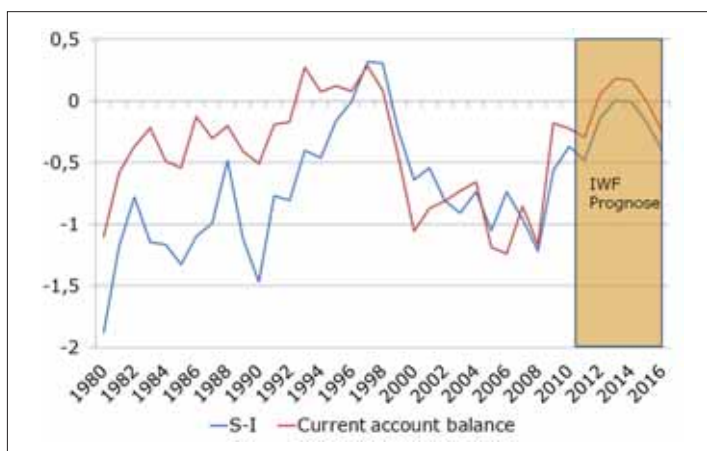


Abb. 1: Entwicklung der aggregierten Leistungsbilanzsalden der DM.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten des IWF, World Economic Outlook, September 2011.

Anders sieht es aus, wenn man sich die aufstrebenden Märkte (EM) ansieht. Hier sind natürlich insbesondere Brasilien, Russland, Indien und China (BRIC) als Schwergewichte zu nennen. Diese Staaten verzeichneten Anfang der 1990er Jahre noch sehr hohe Leistungsbilanzdefizite und waren daher auf massive Kapitalzuflüsse aus dem Ausland angewiesen. Die Situation hat sich allerdings über die 1990er Jahre und vor allem seit Anfang des neuen Jahrtausends deutlich geändert. Mit Ausbruch der Finanzkrise 2007 befanden sich die EM in einer deutlich besseren Verschuldungssituation mit einem aggregierten Leistungsbilanzüberschuss von mehr als 4% des zusammengefassten Bruttoinlandsproduktes.

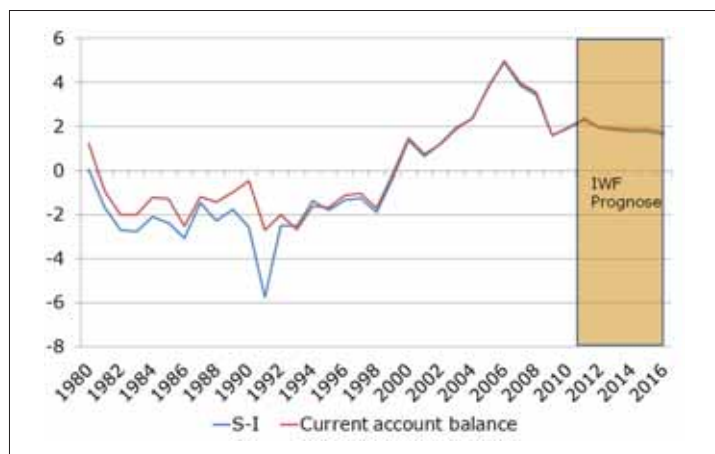


Abb. 2: Entwicklung der aggregierten Leistungsbilanzsalden der EM.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten des IWF, World Economic Outlook, September 2011

Die entwickelten Staaten wurden also 2007 gezwungen, mehr zu sparen um ihr Leistungsbilanzdefizit abzubauen. Der notwendige Anstieg der Ersparnisse ging mit einer unvermeidlichen und drastischen Reduktion der Konsumausgaben einher und verursachte dadurch in 2008 und vor allem in 2009 die stärkste Rezession seit Ende des Zweiten Weltkrieges aus. Der hohe Schuldenstand in den DM, der über viele Jahre aufgetürmt wurde, kann allerdings nicht mit einer einmaligen starken Anpassung bzw. Rezession wieder auf beherrschbare Niveaus zurückgeführt werden. Diese Rückführung, die auch als »deleveraging« bezeichnet wird, benötigt Zeit und wird das potenzielle Wachstum über sinkende Staatsausgaben und/oder

höhere Steuern in den kommenden Jahren signifikant belasten.

Die aufstrebenden Märkte dagegen sind mit Blick auf die Verschuldung immer noch in einer deutlich komfortableren Position. Einerseits ist der Schuldenstand deutlich niedriger als in den entwickelten Märkten und andererseits weisen die EM in Summe trotz signifikantem Rückgang derzeit immer noch positive Leistungsbilanzsalden auf und können der Prognose des IWF folgend dies auch in den kommenden Jahren halten. Daher wird das potenzielle Wachstum in diesen Märkten nicht durch notwendige Schuldenreduktion gebremst werden.

Ein gutes Beispiel für die Verschuldungsprobleme in den entwickelten Märkten liefert die USA. Die Sparquote, d.h. der Anteil des gesamtwirtschaftlichen Einkommens, der nicht ausgegeben wird, ist seit Anfang der 1980er Jahre in den USA kontinuierlich gesunken und hat kurz vor Ausbruch der Finanzkrise seinen Tiefpunkt erreicht. Seither ist die US-Sparquote steil angestiegen, was sich im deutlichen Rückgang der Konsumausgaben bemerkbar macht und damit das Wirtschaftswachstum niedrig und Arbeitslosigkeit hoch hält. Auch nach dem Ende der großen Rezession 2009 ist der US-amerikanische Konsument nicht wieder so ausgabenfreudig geworden, wie vor der Finanzkrise, da die Haushalte in den USA immer noch ihre aufgetürmten Schulden zurückfahren müssen. Dieser Trend wird mit hoher Wahrscheinlichkeit noch Jahre anhalten.

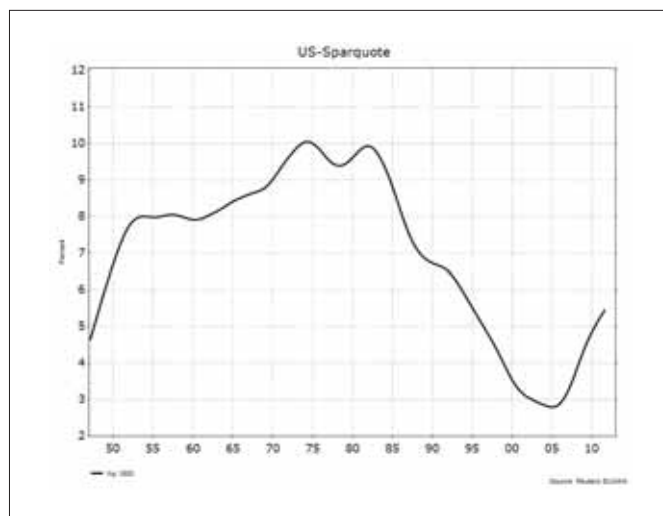


Abb. 3: Die US-Sparquote als Beispiel für die Entschuldungszwänge.

Daten: EcoWin, eigene Berechnungen, Trend nach HP-Filter Methode



### 3. Wachstum – Verschiebung der globalen Wachstumskräfte

Die beschriebenen Trends in den Leistungsbilanzsalden, sowie der gesamtwirtschaftlichen Ersparnisbildung werden demnach das Wachstum der entwickelten Volkswirtschaften noch über Jahre hinaus negativ beeinflussen bzw. begrenzen. Die aufstrebenden Märkte haben diese Wachstumsbremse nicht zu befürchten, werden allerdings die Wachstumsschwäche der Industriestaaten über Rückkopplungseffekte zu spüren bekommen. Damit wird ein Trend im relativen Wachstum der beiden Regionen fortgesetzt und vermutlich beschleunigt, der bereits seit Anfang der 1990er Jahre sichtbar ist. Wenn auch das Wohlstandsniveau der EM noch deutlich unter dem der DM liegt, so hat sich die Wachstumsdynamik der beiden Großregionen seither klar entkoppelt.

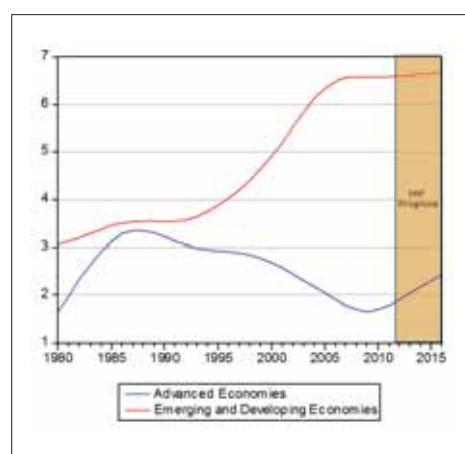


Abb. 4: Entkopplung der Wachstumsdynamik.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten des IWF, World Economic Outlook, September 2011; HP-Filter Trend<sup>2</sup>

Der Wachstumstrend der entwickelten Märkte ist auf unter 2% gesunken und wird sich nach Prognosen des IWF auch kaum erholen, während der Trend in den aufstrebenden Märkten drastisch angestiegen ist und trotz Finanzkrise und Rezessionen jenseits der 6% bleibt. Damit wird sich die Verschiebung der Wachstumskräfte weg von den Industrienationen hin zu den so genannten Emerging Markets fortsetzen. Niedriges Wirtschaftswachstum allerdings macht es den entwickelten Nationen auch immer schwerer den aufgetürmten Schuldenberg abzubauen. Ein Zwang zum Abbau der Schulden senkt das Wachstumspotenzial und ein sinkenden Wachstumspotenzial verstärkt den Zwang zum Schuldenabbau – ein Teufelskreis, aus dem nur schwer zu entkommen ist, was die aktuellen Beispiele in Griechenland, Portugal und Spanien zeigen.

Es ist klar, dass sich mit dieser Verschiebung der Wachstumsdynamik auch die absoluten Beiträge zur Wertschöpfung in der Weltwirtschaft verschieben. Der Anteil der Industrienationen bzw. der entwickelten Märkte am weltweiten Bruttoinlandsprodukt war bereits bis 2007 deutlich zurückgegangen. Während diese Staaten in den 1980er Jahren noch rund 55% des weltweiten BIP produzierten, ist dieser Anteil bis 2007 auf etwas mehr als 40% gesunken und wurde vom zusammengefassten BIP der aufstrebenden Volkswirtschaften überholt. Heute ist deren Anteil deutlich höher als der Anteil der Industrienationen und liegt knapp unter 50% mit weiter steigender Tendenz, wie es der IWF prognostiziert.

<sup>2</sup> Zur HP-Trend Filter Methode siehe Anhang 2.

#### 4. Fazit

Die gezeigten globalen Trends in Verschuldung und Wachstumsdynamik lassen zunächst einmal keine besonders positive Aussicht auf die weitere Entwicklung der traditionellen Industriestaaten zu. Die Divergenzen in den Wachstumsdynamiken zwischen entwickelten und aufstrebenden Märkten waren bereits vor Ausbruch der Finanzkrise deutlich und haben sich seither verstärkt. Es ist derzeit nicht zu sehen, wie sich dieser Trend umkehren sollte. Die immer noch enormen Konsolidierungserfordernisse in den Industriestaaten werden das Wachstum auf Jahre hinaus niedrig halten, so dass die so genannten Emerging Markets weiter aufholen werden. Es handelt sich hier allerdings nicht um eine massive globale Umverteilung von bestehendem Vermögen, sondern um eine Umverteilung von zukünftig erzielbarem Einkommen. Nach einer langen Periode des Aufbaus von Wohlstand in Europa, Japan, den USA und den übrigen Industriestaaten im OECD Raum, ist nun ein Großteil der übrigen Welt am Zuge. Für die entwickelten Staaten bedeutet dies eine Welt mit hohem und steigendem Wettbewerbsdruck, dem sich jedes Unternehmen stellen muss. Das ist nicht unbedingt neu. Neu ist aber nach Ausbruch der Finanzkrise, dass sich die Unternehmen in den entwickelten Volkswirtschaften diesem steigenden Wettbewerbsdruck nun gleichzeitig in einem Umfeld befinden, in dem die eigenen Regierungen unter massivem Konsolidierungszwang stehen, was tendenziell sinkende Staatsausgaben und steigende Steuern bedeutet. Der Druck auf die Unternehmen und Arbeitnehmer wird dadurch zusätzlich erhöht und die Herausforderung deutlich größer als bisher.

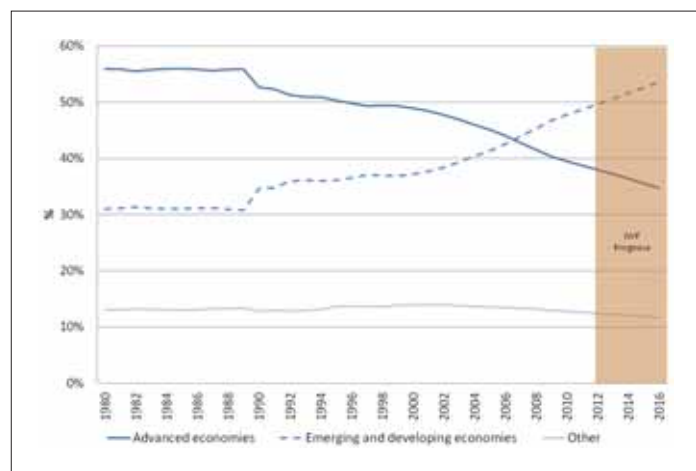


Abb. 5: BIP Anteile verschieben sich.

Quelle: Eigene Berechnungen nach Daten des IWF, World Economic Outlook, September 2011

## Anhang 1: IWF Nomenklatur der Ländergruppen

### Advanced economies

Composed of 34 countries: Australia, Austria, Belgium, Canada, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hong Kong SAR, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Japan, Korea, Luxembourg, Malta, Netherlands, New Zealand, Norway, Portugal, Singapore, Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Taiwan Province of China, United Kingdom, and United States

### Emerging and developing economies

Composed of 150 countries: Republic of Afghanistan, Albania, Algeria, Angola, Antigua and Barbuda, Argentina, Armenia, Azerbaijan, The Bahamas, Bahrain, Bangladesh, Barbados, Belarus, Belize, Benin, Bhutan, Bolivia, Bosnia and Herzegovina, Botswana, Brazil, Brunei Darussalam, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cambodia, Cameroon, Cape Verde, Central African Republic, Chad, Chile, China, Colombia, Comoros, Democratic Republic of Congo, Republic of Congo, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Croatia, Djibouti, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, El Salvador, Equatorial Guinea, Eritrea, Ethiopia, Fiji, Gabon, The Gambia, Georgia, Ghana, Grenada, Guatemala, Guinea, Guinea-Bissau, Guyana, Haiti, Honduras, Hungary, India, Indonesia, Islamic Republic of Iran, Iraq, Jamaica, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Kiribati, Kosovo, Kuwait, Kyrgyz Republic, Lao People's Democratic Republic, Latvia, Lebanon, Lesotho, Liberia, Libya, Lithuania, Former Yugoslav Republic of Macedonia, Madagascar, Malawi, Malaysia, Maldives, Mali, Mauritania, Mauritius, Mexico, Moldova, Mongolia, Montenegro, Morocco, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nepal, Nicaragua, Niger, Nigeria, Oman, Pakistan, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Qatar, Romania, Russia, Rwanda, Samoa, São Tomé and Príncipe, Saudi Arabia, Senegal, Serbia, Seychelles, Sierra Leone, Solomon Islands, South Africa, Sri Lanka, St. Kitts and Nevis, St. Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Sudan, Suriname, Swaziland, Syrian Arab Republic, Tajikistan, Tanzania, Thailand, Democratic Republic of Timor-Leste, Togo, Tonga, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkey, Turkmenistan, Tuvalu, Uganda, Ukraine, United Arab Emirates, Uruguay, Uzbekistan, Vanuatu, Venezuela, Vietnam, Republic of Yemen, Zambia, and Zimbabwe.

## Anhang 2: HP-Trend Filterung

Bei der Berechnung von HP (Hodrick/Prescott)-Filtern handelt es sich um die Zerlegung von Zeitreihen in eine so genannte zyklische Komponente und eine Trendkomponente. Sie wurde von dem Nobelpreisträger Edward C. Prescott und von Robert Hodrick entwickelt und basiert auf folgender Gleichung:

$$\min_g \sum_{t=1}^T (y_t - g_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(g_{t+1} - g_t) - (g_t - g_{t-1})]^2$$

mit  $\lambda > 0$  als sog. Glättungsparameter

Dabei repräsentiert  $y_t$  die Zeitreihe und  $g_t$  den Trend.

Hodrick, Robert, and Edward C. Prescott (1997), „Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation,“ *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29 (1), 1–16.



**Prof. Dr. Jörg Henzler**  
 Fachbereich Wirtschaft  
 Volkswirtschaftslehre & Finanzmärkte  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 370  
 J.Henzler@hochschule-trier.de



Finden Sie  
uns auf  
Facebook  
[www.facebook.com/  
vmkverlag](http://www.facebook.com/vmkverlag)



#### Deutsche Bank

### Mit Kompetenz zum Erfolg – Finanzlösungen für Studenten.

Als Studentin oder Student haben Sie alle Hände voll zu tun und können sich nicht ständig mit Geldfragen beschäftigen. Wir halten Ihnen den Rücken frei – mit der ganzen Kompetenz und den weltweiten Leistungen der Deutschen Bank. So bleiben Sie flexibel – während Ihres Studiums und auch später beim Start ins Berufsleben. Bei uns erwarten Sie unsere Berater für Jungakademiker, die große Erfahrung in allen Finanzfragen rund ums Studium mitbringen. Sprechen Sie mit uns.

Investment & FinanzCenter Trier  
Hosenstraße 20, 54290 Trier  
Telefon (0651) 467-293

*Leistung aus Leidenschaft*



## Forschungsprojekt „International marketing mix management“

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. Tobias Richter

### Abstract

For years academicians and marketing directors have debated the marketing standardisation versus adaptation of international marketing strategy. Despite the great importance of the topic, the debate remains unresolved. At the same time, the continuing globalisation of markets and the growing importance of the emerging BRIC markets make an optimal management of international marketing efforts a necessity. Therefore, this study offers – on the basis of a solid theoretical framework and sound methodological operationalization – empirical findings on how to successfully manage both, the international marketing mix and the related marketing process in world markets. In particular, the marketing strategy pursued by multinational corporations are analysed and compared as well as empirical findings relating to financial and non-financial performance measures are explored.

### Introduction

In particular early studies on marketing standardisation argued on the basis of an increasingly homogeneous and world-wide demand which arguably enables multinational corporations (MNCs) to utilise an identical strategy to serve international markets while benefitting from economies of scale in production and marketing. Early studies highlight that due to advances in technology a standardisation strategy will lead to physical output of high quality and low costs which makes a uniform product attractive to world markets. In contrast to this notion, other research suggests that local preferences in many markets remain representing significant obstacles to standardisation and

hence require an adaption strategy. Proponents of an adaptation approach argue that MNCs should benefit from adapting their marketing strategy to the local customer needs and circumstances of international markets to satisfy the specific demand with a target market-specific marketing mix in order to satisfy customers' expectation which should enable the firm to generate profits. This train of thought places special emphasis on the differences among target markets based on environmental (e.g. economic, political-legal, socio-cultural and technological) differences among different country markets. More recently a third stream of research has emerged suggesting that international marketing standardisation is a matter of finding the adequate degree depending on various international and external contingency factors or correlates. As such the key challenge of this middle-of-the-road – approach lies in determining the optimal balance between the benefits of a pure standardisation strategy and the benefits of an adaptation of the corporate marketing mix and process to local country preferences.

### Research Aims

This study offers findings contributing to the debate of how to manage an international marketing mix. It does so by specifically analysing the approach which the largest 500 companies from Britain and Germany apply. In particular, the on-going globalisation of competition in many industries and the emergence of (BRIC-) markets with significant potential for many multinational corporations make this study important. The great international marketing perfor-

mance of many German corporations which arguably represents much of the root of Germany's on-going success as one of the world's largest exporting economies is getting increasingly investigated as both, the British and German economy will need to continue to market their goods and services successfully in world-markets to be able to deliver economic growth rates long-term.

Despite the great importance of this subject for the established economies – in particular for the formerly called Triad markets: Japan, North America and Western Europe – the enduring interest and academic debate has delivered rather unambiguous conclusions on the desirable degree of marketing standardisation yet; arguably because many studies have been conceptual in nature as opposed to quantitative.

Therefore, this study investigates empirically the degree of international marketing standardisation as applied by the largest British and German companies when serving their world-markets as much research has emphasised how US multinational corporations (MNCs) approach their marketing mix strategy internationally. Therefore, it is regarded as beneficial to extend the existing investigation scope of standardisation strategy to companies firms from other key triad markets. Previous studies on the topic can be differentiated between home-host market studies on the one hand and inter-market studies on the other. In the first case of home-host market studies the degree to which a standardised marketing mix and marketing process is getting applied from the home market to particular target markets is investigated.

The second stream of research, the cross-

market or inter-market studies, investigate the degree to which an international marketing mix and marketing process of a MNC can get standardised from one international market to another, specifically in at least two foreign host markets or economic regions at the same period of time. As MNCs typically operate in more than one international target market at the same time this study investigating how international marketing management of the top 500 British and German corporations approach this challenge and hence it aims to contribute to the cross-market stream of studies – in particular in to remain consistent with similar studies.

### Research Design

Empirical research in any discipline and nation is complex and therefore full of potential sources of error which makes a clear strategy towards its methodological issues crucial. In addition to this, the complexity of a cross-national empirical study requires even more attention to the research strategy since additional important aspects such as the equivalence of language and instrumentalisation have to be taken into account. Therefore, special emphasis was placed on research design, sampling issues, the instrumentation and data collection in this particular context. The data obtained was analysed to test the propositions of this research using standard statistical techniques in order to explore the strength of association as well as to get an accurate understanding of the exact shape of relationship between relevant variables.





### Key Findings

The findings indicate that the international marketing management of the top 500 German and British firms pursue a similar strategy with regard to world-markets: the overall marketing mix gets standardised to a high degree in British as well as in the German firms – the product mix gets standardised to the highest degree and in British firms even higher than in German enterprises – while the promotion mix and the price mix show a more moderate degree of standardisation.

In particular when it comes to product elements such as product warranties, product features, the design of products and the brand name the German management tends to be willing to slightly consider local host market needs and wants to a larger extent than the British. British marketing managers tend to standardise the product quality, features, brand name, and design to a higher degree than the total product mix while the degree of standardisation in terms of product image, packaging, product warranties, product labelling, and after-sales service are lower than the mean rating of the entire product mix.

With regard to other marketing mix dimensions, British management favours a higher degree of adaptation with regard to their pricing to local preferences – which is higher than within their German competitors – as well as they operate on the basis of a slightly higher degree of adaptation with regard to their promotion activities overseas. In particular when it comes to managerial decisions referring to global above-the-line activities such as the utilisation of TV ads, print and radio advertising the British managers standardise their communication mix to a lower degree than German corporations.

**Prof. Dr. Tobias Richter**  
Fachbereich Wirtschaft  
Business School  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 356  
T.Richter@hochschule-trier.de

## Mittendrin statt nur dabei – Performing like a Master

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. Udo Burchard  
Arkadius Michalak

Der Masterstudiengang Business Management der Hochschule Trier legt großen Wert auf die praktische Anwendung wissenschaftlicher Modelle und Methoden. Im Wintersemester 2011/12 konnte ein mittelständisches Industrieunternehmen aus Trier als Kooperationspartner gewonnen werden.

Unter der Leitung von Professor Udo Burchard startete ein neunköpfiges Team aus Erst-, Zweit- und Viertsemestlern des Masterstudiengangs in das Projekt bei der BLH-Bauelemente für Lüftungstechnik Hennen GmbH. Auf Wunsch der Geschäftsführung sollte die Marketingarbeit des Unternehmens kritisch analysiert, optimiert und ergänzt werden.

Die BLH ist ein in Trier ansässiges Unternehmen mit einem Jahresumsatz von ca. 8,1 Millionen Euro und 70 Mitarbeitern (Basisjahr 2010). Das Kerngeschäft des Mittelständlers liegt in der Fertigung und dem Vertrieb von Lüftungskanälen und Sonderkonstruktionen für den Klima- und Lüftungsbau. Der Absatzmarkt ist dabei aus logistischen Gründen auf einen Umkreis

von ca. 300 Km begrenzt und umfasst Anlagen- und Lüftungsbauer aus Deutschland, Belgien und Luxemburg. Dem zunehmenden Konkurrenzdruck geschuldet sah sich die Geschäftsführung veranlasst, ihre Marketing- und Vertriebsarbeit zu verbessern und beauftragte die Hochschule Trier mit der Durchführung eines entsprechenden Projekts. Unter dem Namen »MaCon AG« bildeten die Masterstudierenden eine Projektgruppe und nahmen die Herausforderung an.

Auf Grund der vorhandenen Vorbildung im Bachelorstudium und der in Praktika und »on the Job« erworbenen praktischen Erfahrungen konnten die Masterstudierenden sofort in das Projekt einsteigen. Die Hinweise der Lehrkraft beschränkten sich auf das methodische Vorgehen, das Auftreten und den Umgang mit dem Kunden sowie auf die Systematisierung und Darstellung der Erkenntnisse. Somit arbeiteten die Masterstudierenden der MaCon im weiteren Verlauf des dreimonatigen Projekts als selbständige Unternehmensberater nach einem definierten Projektplan (Abb. 1).

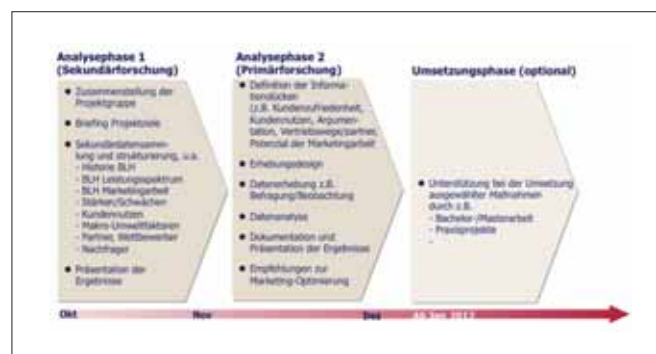


Abb. 1: Das Projekt in der Übersicht



Abb. 2: Die Projektgruppe bei der Arbeit



Abb. 3: Die Projektgruppe bei der Arbeit

In der Projektphase 1 ging es darum, sich erst einmal einen Überblick zu verschaffen. Hierfür wurde der perspektivische Ansatz einer Mikro-/Makroumwelt-Analyse genutzt (Abb. 4). Der Fokus wurde zunächst auf das Unternehmen BLH gelegt.

Erste Kennzahlen über Produkte und Serviceleistungen, Umsätze, Mitarbeiterentwicklung, Unternehmensziele und EDV-Systeme waren für das weitere Vorgehen genauso entscheidend wie die Durchdringung der Vertriebsstrukturen mit den Workflows und hauseigenen Logistikprozessen. Auch die bereits im Unternehmen eingesetzten Marketingaktivitäten wurden genauestens analysiert. So entstand ein detailliertes Bild der internen und externen Wertschöpfungskette des Lüftungskanalherstellers.

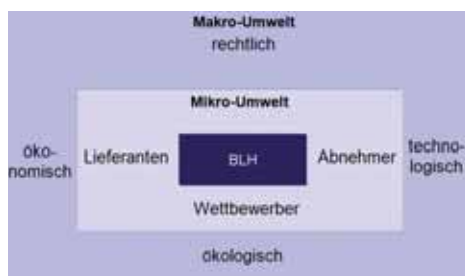


Abb. 4: Das Modell der Mikro-/Makroumweltbetrachtung als Orientierungsraster

In der nächsthöheren Betrachtungsebene des Ausgangsmodells wurde anschließend die Mikro-Umwelt, d.h. die direkten täglichen Interaktionspartner, des inhabergeführten Unternehmens einer Analyse unterzogen: Wettbewerber, Lieferanten und Abnehmer wurden von der MaCon unter die Lupe genommen. Die abschließend

betrachtete Makro-Umwelt bezeichnet die Menge der indirekten Einflussfaktoren. Diese wurden in Form der rechtlichen Vorschriften, der technischen Entwicklungen, der ökologischen und ökonomischen Aspekte intensiv erforscht. Unter anderem orientierte man sich dabei am Ifo-Geschäftsklimaindex für die Branche des Klima- und Lüftungsbaus.



Abb. 5: Der Geschäftsklimaindex des Heizungs- und Lüftungsbaus

Für die Abschlusspräsentation dieser Sekundärdatenanalyse beim Kunden definierte die MaCon eine Auswahl an möglichen Zielen, die nach Einschätzung der Unternehmensberater für die BLH von großem Interesse für die Optimierung der Marketing- und Vertriebstätigkeiten sein könnten.

Nach Prüfung des finanziellen und zeitlichen Budgets wurde seitens der Geschäftsführung der Fokus auf fünf Ziele gelegt: die Optimierung des Vertriebes, die Bindung der bestehenden Kunden, die kritische Hinterfragung der aktuellen Logistiklösung, die Ausweitung des Kundenstamms sowie die Formulierung einer Unternehmensphilosophie. Damit war die erste Projektphase abgeschlossen und der Auftrag für die zweite Phase an die MaCon formuliert.

In Vorbereitung auf diese Primäranalysephase wurden zunächst Informationslücken definiert und mögliche Instrumente und Methoden ausgewählt. Anschließend teilte sich die MaCon intern in kleine Projektteams. Jedes Team verfolgte eines der fünf formulierten Ziele. Bei der Bildung dieser Teilprojektgruppen und der Verteilung der Aufgaben wurden die Stärken und Kompetenzen der einzelnen Projektgruppenteilnehmer berücksichtigt.

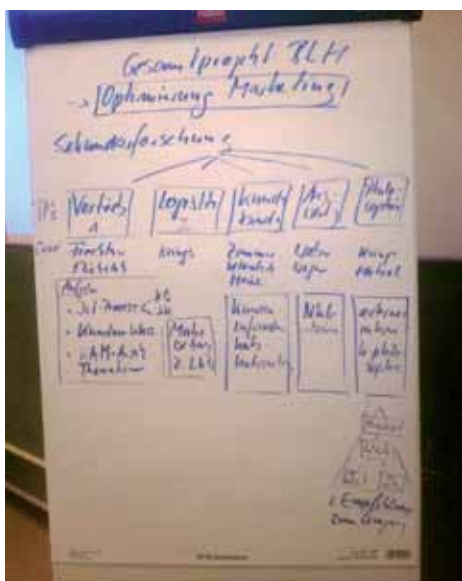


Abb. 6: Die Teilprojektgruppen in der Übersicht

Die Teilprojektgruppe mit der Thematik der Bestandskundenbindung begann ihre Arbeit mit der Erstellung eines Fragenkatalogs zur Kundenzufriedenheit. Nach einer explorativen Vorstudie entstand schließlich ein Online-Fragebogen in deutscher und französischer Sprache (für den luxemburgischen Markt).

Dieses Instrument umfasste in der finalen Version dreizehn Fragen auf unterschiedlichen Skalenniveaus.



Abb. 7: Frage 3 des Instrumentes zur Erhebung der BLH Kundenzufriedenheit

In Abstimmung mit der Geschäftsführung und Vertriebsleitung der BLH wurde der zu befragende Kundenkreis definiert. Auf der Basis einer rudimentären Kundenwertanalyse wurde eine Stichprobe von 108 Kunden festgelegt. Nach zehntägiger Datenerhebungszeit ergab sich ein Rücklauf von 41 Kunden (38%). Die anschließende uni- und bivariate Datenauswertung ergab wichtige Erkenntnisse für das weitere Vorgehen der Geschäftsführung.

Neben der Zufriedenheit der Bestandskunden war das Interesse an der Akquise von Neukunden bei der Geschäftsführung ebenfalls sehr groß. Hierzu wurde vom zuständigen Projektteam testweise ebenfalls eine Onlinebefragung durchgeführt. Die Grundgesamtheit erstreckte sich dabei über alle Anlagenbauer, die im VDMA- und BHKS-Verband gelistet und keine Kunden der BLH waren. Leider war der Rücklauf in dieser Befragung nicht von großem Erfolg gekrönt, so dass sich das Projektteam entschloss,

auf die Auswertung zu verzichten und stattdessen eine Neukundengewinnungsmatrix zu entwerfen, mit welcher die Vertriebsmitarbeiter der BLH eine Roadmap erhielten, um den langwierigen Akquisitionsprozess zukünftig effektiver zu gestalten. Darüber hinaus gehende Handlungsempfehlungen zielten in Richtung der Bekanntmachung des Unternehmens durch verstärkte Messeauftritte und den effizienten Einsatz von Außendienstmitarbeitern.

Im dritten Teilprojekt, der Optimierung des Vertriebes, wurden die Vertriebsprozesse mit Hilfe von Prozessmodellen analysiert und optimiert. In gemeinsamen Workshops mit Geschäftsführung und Vertriebsleitung wurden ein Modell zur Kundenwertanalyse sowie eine Struktur zur Einführung eines Key-Account-Managements entwickelt.

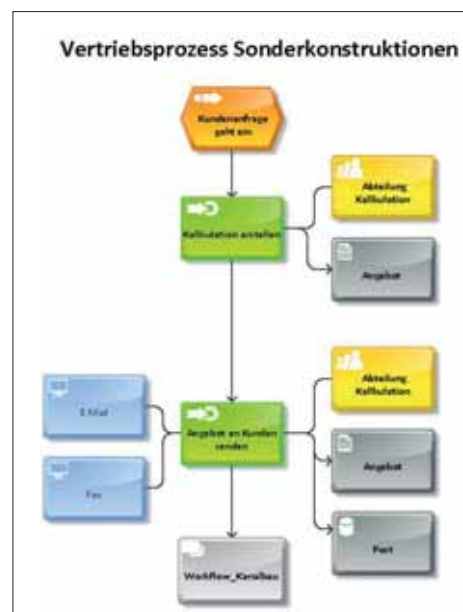


Abb. 8: Der Prozess zum Vertrieb von Sonderkonstruktionen

Die BLH erhielt im Ergebnis eine Matrix, mit deren Hilfe sich jeder Kunde klassifizieren und einem bestimmten Key-Account-Manager zuteilen lässt. Darüber hinaus wurden dem Unternehmen Möglichkeiten aufgezeigt, wie sich die Vertriebsarbeit in Zukunft verbessern kann. Basierend auf einem Customer-Relationship-Management-System (CRM) wurde dem Inhaber vorgeschlagen, die Kundenbindung nicht nur im Pre-Sales, sondern auch im After-Sales zu forcieren und seine Mitarbeiter in der Kundengesprächsführung schulen zu lassen.

Mit der Verbesserung der Unternehmensphilosophie befasste sich das vierte Projektteam. Ausgehend von einer Mission und Vision des Unternehmens wurden aufbauend auf den Werten und Zielen innere und äußere Leitsätze für die BLH definiert. Hierzu wurden Teile der Mitarbeiter sowie die Führungsetage in Interviews befragt. Zur Umsetzung und zur Erhöhung der Akzeptanz der Leitsätze wurde der BLH empfohlen, diese so zu veröffentlichen, dass jeder Mitarbeiter, aber auch Kunden und Besucher diese einsehen und leicht verstehen können. Des Weiteren wurden ausgewählte unternehmenseinheitliche Verhaltensweisen beschrieben. Das fünfte Projekt zur Optimierung der Logistik befasste sich unter dem Stichwort »make or buy« mit der Frage, ob es lohnend sei, einen eigenen Fuhrpark zu unterhalten, anstatt wie bisher einen Logistikdienstleister zu nutzen. Eine Investitionsrechnung bestätigte schließlich die bestehende Lösung und verwarf Alternativansätze.

Den Ausklang fand dieses intensive Projekt in einer Abschlusspräsentation, die das gesamte Vorgehen zusammenfasste.

Im Januar 2012 konnte die MaCon schlussendlich ein Dokument mit abschließenden Handlungsempfehlungen an den Unternehmensgründer und Geschäftsführer der BLH überreichen.



Abb. 9: Übergabe der Abschlusspräsentation

Zusammenfassend lässt sich aus Sicht der Masterstudenten sagen, dass sich diese Form der Wissensvermittlung für einen Masterstudiengang als würdig erweist und die Studierenden sehr gut auf das Arbeitsleben vorbereitet. Durch das selbstständige Handeln des Projektteams konnte jeder Beteiligte wertvolle Erfahrungen als Unternehmensberater und im Umgang mit Kunden sammeln.



**Prof. Dr. Udo Burchard**  
 Fachbereich Wirtschaft  
 Marketing & Sales &  
 Human Resources Management  
 Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 234  
 U.Burchard@hochschule-trier.de



**Dipl.-Wirtsch.Inf. (FH)  
 Arkadius Michalak**  
 Masterstudierender im Studiengang  
 Business Management  
 Hochschule Trier / Schneidershof



## Verrechnungspreise im Spannungsfeld zwischen Steuern und Steuerung

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. Dominik Kramer  
Prof. Dr. Michael Keillus

### 1. Einleitung

Wenn in einem Konzern Tochterunternehmen Leistungen untereinander austauschen, dann werden diese mithilfe von Verrechnungspreisen bewertet. Verrechnungspreise haben sowohl aus Sicht des internen (vgl. *Wagenhofer 2002; Pfaff, Pfeifer 2004; Laux, Liermann 2005, S. 387 ff.; Göx, Schiller 2007; Ossadnik 2009, S. 244 ff. und 469 ff.*) als auch des externen Rechnungswesens (vgl. *Mandler 2002; Kahle 2007*) in Forschung und Praxis große Beachtung gefunden.

Im internen Rechnungswesen kommt den Verrechnungspreisen neben der Motivationsfunktion vor allem die Funktion zu, die Leistungsbeziehungen im Unternehmen dezentral zu koordinieren. Aus Sicht des externen Rechnungswesens erlangen Verrechnungspreise bei der Optimierung der Steuerlast in internationalen Konzernen Bedeutung. In der betriebswirtschaftlichen Literatur werden die skizzierten Sichtweisen in der Regel isoliert betrachtet. In der betrieblichen Praxis jedoch ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise unumgänglich: Konzerne müssen gleichzeitig ihre Leistungsbeziehungen koordinieren und ihre Steuerlast optimieren.

An dieser Stelle setzt die vorliegende Untersuchung an. In ihr soll untersucht werden, welche Auswirkungen unterschiedliche Verrechnungspreissysteme auf den Konzerngewinn haben. Die Verrechnungspreissysteme lassen sich danach unterteilen, ob im internen und externen Rechnungswesen ein einheitlicher (Einkreis-System) oder zwei unterschiedliche (Zweikreis-System) Verrechnungspreise verwendet werden. Weiterhin kann beim Zweikreis-System un-

terschieden werden, ob die Verrechnungspreise aus einer abgestimmten Gesamtsicht festgesetzt wurden oder nicht. Die sich so ergebenden Fälle werden nachfolgend formal sowie numerisch betrachtet. Dabei werden die Auswirkungen auf den Unternehmensgewinn analysiert.

### 2. Formale Betrachtung der Verrechnungspreissysteme

#### Fall I: Isoliert optimierte Verrechnungspreise im Zweikreis-System

Die isolierte Optimierung der Verrechnungspreise im Zweikreis-System entspricht dem klassischen Vorgehen in der Literatur, die Sichtweisen des internen und externen Rechnungswesens werden voneinander getrennt. Zuerst wird das interne Problem betrachtet. Dabei wird ein Konzern zugrunde gelegt, der in zwei Ländern die Töchter A und B hat. Der Wechselkurs möge bekannt und fix sein, alle nachfolgenden wertmäßigen Größen werden daher in der einheimischen Währung des Konzerns angegeben.

Teile der Betriebstätigkeit und damit der Gewinne von A und B sind voneinander abhängig, wobei unterstellt wird, dass beide Töchter durch weitere, hier nicht abgebildete Geschäfte insgesamt jeweils einen Gewinn erwirtschaften und Steuern zahlen: A fertigt ein Gut, welches von B verkauft wird (vgl. *grundlegend zum folgenden Vorgehen Hirshleifer 1957 sowie die oben genannte Literatur*).

Die Variable  $x$  kennzeichnet die Menge des Gutes, die A fertigt, an B liefert und die schlussendlich von B verkauft wird. Die Kostenfunktion von A möge dabei linear verlaufen ( $k_A \cdot x$ ), der Absatzpreis von B genüge einer linearen Preisabsatzfunktion ( $a - b \cdot x$ ) und

führt zu einem Umsatz von  $(a - b \cdot x) \cdot x$ .  $K_A$  und  $K_B$  kennzeichnen die Fixkosten der Bereiche. Aus Gesamtunternehmenssicht ergibt sich damit folgende Gewinnfunktion vor Steuern:

$$(1) \quad G = (a - b \cdot x) \cdot x - K_B - k_A \cdot x - K_A$$

Die gewinnoptimale Menge  $x_{opt}$ , die B von A bezieht und absetzt, folgt bei diesem zentralen Ansatz aus  $\partial G / \partial x = 0$  als:

$$(2) \quad x_{opt} = \frac{a - k_A}{2 \cdot b}$$

Der so skizzierte zentrale Ansatz scheitert in größeren Unternehmen oft an Informationsdefiziten, der Unternehmenszentrale liegen nicht alle notwendigen Informationen aus allen Tochterunternehmen vor. Deshalb wird eine dezentrale Lösung angestrebt, die zugleich die Motivation in den Töchtern steigern soll. Im betrachteten Fall entscheidet B autonom über die von A zu beziehende Menge, B muss allerdings je bezogener Mengeneinheit einen (internen) Verrechnungspreis in Höhe von  $VP_1$  zahlen. Für A besteht im vorliegenden Fall Lieferpflicht. Aus Sicht von B ergibt sich dann folgende Gewinnfunktion:

$$(3) \quad G_B = (a - b \cdot x) \cdot x - K_B - VP_1 \cdot x$$

Die für B optimale Menge  $x_{opt}^B$  folgt aus  $\partial G_B / \partial x = 0$  und ist vom Verrechnungspreis abhängig:

$$(4) \quad x_{opt}^B = \frac{a - VP_1}{2 \cdot b}$$

Identität zwischen der zentralen und der dezentralen Lösung wird erzielt, wenn  $VP_1 = k_A$  gilt. Damit entspricht der optimale interne Verrechnungspreis den Grenzkosten der Produktion von A.

Nachdem das operative Geschäft optimiert wurde und damit die Menge  $x_{opt}^B$  bekannt ist, greift in einem zweiten Schritt die Sicht des externen Rechnungswesens. Nun gilt es einen (externen) Verrechnungspreis  $VP_2$  festzulegen, so dass die Steuerlast im gesamten Unternehmen minimiert wird. Aufgrund gesetzlicher Vorschriften werden Grenzen für  $VP_2$  existieren, diese Grenzen leiten sich z.B. aus dem *dealing at arm's length*-Gedanken ab und sind in den relevanten

Steuerverordnungen der betroffenen Länder festgeschrieben (vgl. Scheffler 2002, S. 324 ff.). Zwar versucht der Gesetzgeber, diese Grenzen so eng wie möglich zu ziehen, in der Praxis wird sich für die Unternehmen jedoch immer ein Spielraum eröffnen, so dass gilt:  $\underline{VP} \leq VP_E \leq \overline{VP}$

Aus Sicht des externen Rechnungswesens ist der Gewinn nach Steuern  $G^{st}$  zu maximieren. Die Steuersätze der Länder sind mit  $s_A$  bzw.  $s_B$  gegeben.  $x_{opt}^B$  ist nun ein Parameter, die Entscheidungsvariable ist  $VP_E$ :

$$(5) \quad G^{st} = ((a - b \cdot x_{opt}^B) \cdot x_{opt}^B - K_B - VP_E \cdot x_{opt}^B) \cdot (1 - s_B) + (VP_E \cdot x - k_A \cdot x_{opt}^B - K_A) \cdot (1 - s_A)$$

Bildet man hiervon die erste Ableitung, fällt die Variable  $VP_E$  heraus. Deshalb wird immer eine Randlösung gewählt:

$$(6) \quad VP_E = \underline{VP} \text{ für } s_A \geq s_B \text{ bzw. } VP_E = \overline{VP} \text{ für } s_A \leq s_B$$

### Fall II: Simultan optimierte Verrechnungspreise im Zweikreis-System

Ausgangspunkt der simultanen Betrachtung bildet der Gewinn nach Steuern, der zuerst aus Gesamtunternehmenssicht optimiert wird. Im Unterschied zu (5) ist nun allerdings auch die Menge eine Variable (vgl. Baldenius, Melumad, Reichelstein 2004, S. 594 ff.):

$$(7) \quad G^{st} = ((a - b \cdot x) \cdot x - K_B - VP_E \cdot x) \cdot (1 - s_B) + (VP_E \cdot x - k_A \cdot x - K_A) \cdot (1 - s_A)$$

Die gewinnoptimale Menge  $x_{opt}$  folgt aus  $\partial G^{st} / \partial x = 0$  und ergibt sich als:

$$(8) \quad x_{opt} = \frac{a - VP_E + (VP_E - k_A) \cdot \frac{1 - s_A}{1 - s_B}}{2 \cdot b}$$

Bei dezentraler Steuerung wird B – wie oben aufgezeigt – die Menge  $x_{opt}^B = \frac{a - VP_E}{2 \cdot b}$  nachfragen. Identität zwischen dem (optimalen) zentralen sowie dem dezentralen Ansatz besteht, wenn der interne Verrechnungspreis als

$$(9) \quad VP_i = VP_E - (VP_E - k_A) \cdot \frac{1 - s_A}{1 - s_B}$$

festgesetzt wird. Zur Bestimmung des externen Verrechnungspreises ist (7) nach  $VP_E$  abzuleiten. Dabei ergibt sich die gleiche Randlö-

sung wie im Fall I:

$$(10) \quad VP_E = \underline{VP} \text{ für } s_A \geq s_B \text{ bzw. } VP_E = \overline{VP} \text{ für } s_A \leq s_B$$

### Fall III: Optimierter Verrechnungspreis im Einkreis-System

Beim *Einkreisystem* entspricht der interne dem externen Verrechnungspreis.

Bei dezentraler Entscheidung wird B also die Menge  $x_{opt}^B = \frac{a - VP_E}{2 \cdot b}$  nachfragen. Dieses kann unter Vernachlässigung der Indices zu  $VP_E = a - 2 \cdot b \cdot x$  umgeformt werden und ermöglicht die Substitution von  $VP_E$  in (7). Es ergibt sich dann:

$$(11) \quad G^{sd} = ((a - b \cdot x) \cdot x - K_B - (a - 2 \cdot b \cdot x) \cdot x) \cdot (1 - s_B) + ((a - 2 \cdot b \cdot x) \cdot x - k_A \cdot x - K_A) \cdot (1 - s_A)$$

Die optimale Menge liegt nun bei

$$(12) \quad x_{opt}^B = \frac{(a - k_A)}{2 \cdot b} \cdot \frac{1 - s_A}{1 - s_A + (s_B - s_A)}$$

und der optimale Verrechnungspreis bei

$$(13) \quad VP_E = a - (a - k_A) \cdot \frac{1 - s_A}{1 - s_A + (s_B - s_A)}$$

unter Beachtung der rechtlichen Grenzen  $\underline{VP} \leq VP_E \leq \overline{VP}$ .

### 3. Numerische Betrachtung der Verrechnungspreissysteme

Der voranstehende Abschnitt hat aufgezeigt, wie die optimalen Verrechnungspreise unter unterschiedlichen Vorgehensweisen bzw. Rahmenbedingungen ermittelt werden. Bei einem Vergleich wird deutlich, dass Fall II als simultane Vorgehensweise die anderen beiden Fälle dominiert und immer zum höchsten Unternehmensgewinn nach Steuern führt. Weiter wird Fall I (Zweikreisystem, Grenzkosten) zu besseren Ergebnissen führen als Fall III (Einkreisystem). In der Praxis hat jedoch überraschender Weise Fall III die größte Bedeutung: Mehr als 70 % der internationalen Konzerne bevorzugen einen einheitlichen Verrechnungspreis im Einkreis-System, weiterhin kommt vollkostenorientierten Verrechnungspreisen eine große Bedeutung zu, die bei den formalen Ableitungen in Abschnitt 2 gar keine Rolle spielen (vgl. Ewert, Wagenhofer 2008, S. 578). In Anbetracht dieser Diskrepanz zwischen Theorie und Praxis sollen nun die Verrechnungspreissysteme in Bezug auf ihre Gewinn-

auswirkung numerisch untersucht werden. Dabei wird ergänzend als vierter Fall ein vollkostenorientierter Verrechnungspreisansatz im Zweikreis-System betrachtet.

Zur Analyse werden 10.000 fiktive Unternehmen in der in Abschnitt 2 aufgezeigten Struktur generiert. Die Parameter der Preisabsatzfunktion schwanken in den Intervallen  $200 \leq a \leq 6.200$  und  $1 \leq b \leq 5$ . Die weiteren Daten wurden so kalibriert, dass der Vorsteuergewinn zwischen 0 % und 30 % des optimalen Umsatzes schwankt, die Kosten von A 60 % bis 90 % der Gesamtkosten und die fixen Kosten von A 40 % bis 90 % der Kosten von A ausmachen. Die Steuersätze schwanken in beiden Ländern zwischen 10 % und 50 %. Die steuerrechtlich vorgegebenen Grenzen für den Verrechnungspreis werden aus einem Vollkostenansatz abgeleitet, sie schwanken um +/- 20 % um diesen Wert. Alle generierten Größen sind voneinander unabhängig. Da die generierten Unternehmen unterschiedliche Größen haben, ist ein Vergleich der absoluten Gewinne nicht sinnvoll. Deshalb werden die Gewinne normiert, indem sie jeweils auf den optimalen Umsatz abgeleitet aus einer Vorsteuerbetrachtung bezogen werden.

Die Ergebnisse für die 10.000 Unternehmen sind in Abbildung 1 wiedergegeben. Wie erwartet führten die simultan ermittelten Verrechnungspreise (Fall II) mit 15,4 %-Punkten zum höchsten Gewinn. Im Vergleich dazu fällt der Gewinn um 0,2 %-Punkte bei einem Verrechnungspreissystem nach Fall I (Zweikreis, Grenzkosten). Dies entspricht einer Gewinneinbuße von ca. 2 %. Beim Einkreisystem (Fall III) sackt der Gewinn auf 11,9 %-Punkte ab, der Gewinnrückgang

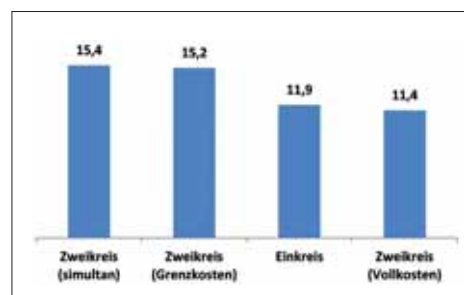


Abb. 1: Durchschnittlicher normierter Unternehmensgewinn in %-Punkten

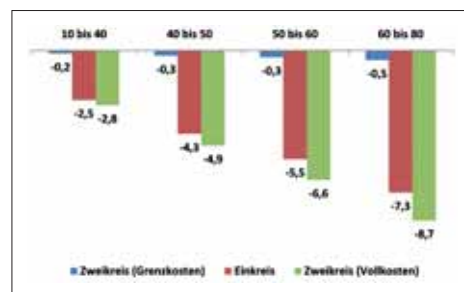


Abb. 2: Gewinneinbußen in %-Punkten in Abhängigkeit vom Anteil der Fixkosten von A bezogen auf die Gesamtkosten

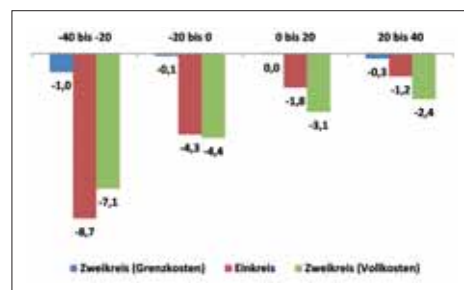


Abb. 3: Gewinneinbußen in %-Punkten in Abhängigkeit von der Differenz  $s_A$  zu  $s_B$ .

liegt dann bei ca. 26 % im Vergleich zu Fall II. Beim Einsatz von Vollkosten liegt der Gewinn dann nur noch bei 11,4 %-Punkten.

Bei der weiteren Untersuchung des Datensatzes zeigt sich, dass insbesondere der Fixkostenanteil von A sowie die Differenz der Steuersätze in den Ländern A und B Einfluss auf die Güte der Verrechnungspreissysteme haben. Zuerst wird der Einfluss des Fixkostenanteils bei A untersucht. Die Ergebnisse werden in Abbildung 2 wiedergegeben. Die Abbildung zeigt die Gewinneinbußen der einzelnen Verrechnungspreissysteme in Relation zum simultanen Zweikreissystem (Fall II) auf. Es zeigt sich, dass mit steigendem Fixkostenanteil die Gewinneinbußen im Vergleich zu Fall II deutlich zunehmen. Machen die Fixkosten von A 60 % bis 80 % der Gesamtkosten aus, zeigen sich insbesondere im Einkreissystem sowie bei Einsatz von Vollkosten starke Gewinnrückgänge in Höhe von -7,3 %-Punkte (rund 66 % des Gewinns) bis -8,7 %-Punkten (rund 80 % des Gewinns). Lediglich Fall I reagiert mit -0,5-Punkten (rund 4 % des Gewinns) nicht so stark.

Der Einfluss der Steuersätze, dargestellt durch die Differenz  $s_A - s_B$ , wird in Abbildung 3 dargestellt. Wiederum werden die Gewinneinbußen im Vergleich zu Fall II aufgezeigt. Tendenziell gilt, dass Gewinneinbußen umso größer ausfallen, je kleiner  $s_A$  in Relation zu  $s_B$  ist. Wiederum sind die Einbußen, insbesondere bei  $-40 \leq s_A - s_B < -20$ , z.T. erheblich (-8,7 %-Punkte bzw. rund 62 % Gewinnrückgang beim Einreissystem sowie -7,1 %-Punkte bzw. 51 % Gewinnrückgang bei Vollkosten). Selbst bei Fall I ergibt sich mit -1,0 %-Punkten (rund 7 % Gewinnrückgang) ein deutlicher Rückgang.

#### 4. Fazit

Verrechnungspreise im Konzern sind sowohl aus einer internen als auch aus einer externen Sichtweise zu betrachten. Deshalb ergeben sich die gewinnmaximalen Verrechnungspreise aus einer simultanen Betrachtungsweise (Fall II), dieser am nächsten kommt die isolierte Ermittlung der Verrechnungspreise (Fall I), wie sie überwiegend in der Literatur anzutreffen ist. Beide Fälle haben in der Praxis jedoch nur untergeordnete Bedeutung, die Praxis präferiert Verrechnungspreise im Einkreisystem (Fall III) bzw. auf Vollkostenbasis (Fall IV). Diese beiden Typen von Verrechnungspreissystemen schneiden jedoch bei der numerischen Betrachtung sehr schlecht ab. Die berechneten Gewinneinbußen im Vergleich zur simultanen Betrachtungsweise sind erheblich, als Haupttreiber der Einbußen zeigen sich dabei die Fixkosten der Produktion sowie das Gefälle zwischen den Steuersätzen. Insbesondere bei fixkostenintensiver Produktion in Niedrigsteuerländern ist deshalb von der Verwendung von Einkreisystemen sowie Vollkosten dringend abzuraten.

#### Literatur

- Baldenius, T., Melumad, N. D., Reichelstein, S. (2004): Integrating Managerial and Tax Objectives in Transfer Pricing, in: *The Accounting Review*, S. 591 – 615.
- Ewert, R./Wagenhofer, A. (2008): *Interne Unternehmensrechnung*, 7. Aufl., Berlin u.a.
- Göx, R. F./Schiller, U. (2007): An Economic Perspective on Transfer Pricing, in: Chapman, Ch. S./Hopwood, A. G./Shields, M. D. (Hrsg.): *Handbook of Accounting Research*, Volume 2, Oxford, Amsterdam, S. 673 – 696.
- Hirschleifer, J. (1957): On the Economics of Transfer Pricing, in: *The Journal of Business*, S. 172 – 184.
- Kahle, H. (2007): Internationale Verrechnungspreise aus steuerlicher Sicht, in: *Zeitschrift für Controlling und Management*, S. 96 – 101.
- Laux, H./Liermann, F. (2005): *Grundlagen der Organisation, Die Steuerung von Entscheidungen als Grundproblem der Betriebswirtschaftslehre*, 6. Aufl., Berlin u.a.
- Mandler, U. (2002): Internationale Konzernverrechnungspreise, in: *WISU*, S. 929 – 934.
- Ossadnik, W. (2009): *Controlling*, 4. Aufl., München.
- Pfaff, D., Pfeiffer, T. (2004): Verrechnungspreise und ihre formaltheoretische Analyse: Zum State of the Art, in: *Die Betriebswirtschaft*, S. 296 – 319.
- Scheffler, W. (2002): *Besteuerung der grenzüberschreitenden Unternehmenstätigkeit*, 2. Aufl., München.
- Wagenhofer, A. (2002): Verrechnungspreise, in: Küpper, H.-U./Wagenhofer A. (Hrsg.): *Handwörterbuch Unternehmensrechnung und Controlling*, 4. Aufl., Stuttgart, Sp. 2074 – 2083.



**Prof. Dr. Dominik Kramer**

Fachrichtung Betriebswirtschaft  
insb. internes Rechnungswesen und  
Controlling  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 588  
D.Kramer@hochschule-trier.de



**Prof. Dr. Michael Keilus**

Fachbereich Wirtschaft  
Fachrichtung Betriebswirtschaft, insb.  
Rechnungswesen  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 511  
M.Keilus@hochschule-trier.de

## »Student Centered Learning« interkulturell, international, italienisch – 13. »Woche der Rechnungslegung« des Hochschulnetzwerks ETAP

FB WIRTSCHAFT  
Prof. Dr. Axel Kihm



Abb. 1: Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der 13. Woche der Rechnungslegung in Novara/Italien

Schon zum 13. Mal treffen sich fast 100 Studierende, Professorinnen und Professoren aus zahlreichen europäischen Ländern (vgl. Abb. 1), um gemeinsam die Systematik der internationalen Rechnungslegungsvorschriften (IAS/IFRS) zu erarbeiten sowie über deren Neuerungen zu diskutieren. In diesem Jahr fand die »Woche der Rechnungslegung« an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der *Università degli Studi del Piemonte Orientale* »A. Avogadro« im norditalienischen Novara statt. Auch die Hochschule Trier war wieder mit einem standortübergreifend gemischten Team vertreten; sowohl Studierende des Standorts Schneidershof als auch des Umwelt-Campus Birkenfeld (vgl. Abb. 2) setzten sich in Vorlesungen, Workshops und Präsentationen mit den Tücken der internationalen Rechnungslegung auseinander.

Zum Wochenanfang war aber zunächst ein »Warm-up« angesagt. Nach der Eröffnungsveranstaltung stellten die Studierenden ihre Hochschulen vor, um anschließend spielerisch ihre interkulturellen Kompetenzen zu erproben. Diese wurden dann während der abendlichen »Tasting Ceremony«, zu der alle Beteiligten kulinarische Köstlichkeiten

aus ihrer Heimat anboten, perfektioniert, was für den weiteren Verlauf der Veranstaltung sehr hilfreich war. Denn nachdem die Dozentinnen und Dozenten der teilnehmenden Hochschulen aus Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Italien, Lettland, Litauen, den Niederlanden, Portugal, Russland, Spanien, der Tschechische Republik und Ungarn während der morgendlichen Vorlesung in das Thema des Tages eingeführt hatten, war es Aufgabe der Studierenden, Fallstudienlösungen in international gemischten Teams zu erarbeiten. Dazu waren dann nicht nur Kenntnisse der



Abb. 2: Das Team der Hochschule Trier (v.l.n.r. stehend: Nadine Wachter, Jens Wittland, Kamuran Alkan, Simon Gehrlein, Anke Wolff, Ronja Müller, Prof. Dr. Axel Kihm, vorne: Stephan Heim, Artjom Dick, Soheil Zali, Dana Zorn)



internationalen Rechnungslegung sowie jegliche, allen voran englische Sprachkenntnisse von Nöten, sondern auch die gerade optimierten interkulturellen Fähigkeiten, um sich »gegen« die anderen internationalen Teams zu behaupten. Sowohl die Ergebnisse der Workshops als auch der Team-Präsentationen wurden von der Dozenten-Jury kritisch beurteilt, um schließlich das Teilnahmezertifikat (vgl. Abb. 3) zu erhalten. Zusätzlich wurden für besonders gute Team-Leistungen die Zertifikate »Best Presentation« und »Most Professional Team« verliehen.



Abb. 3: Teilnahmezertifikat

Selbstverständlich durfte auch das landesspezifische Rahmenprogramm nicht fehlen: ein Besuch des nahen winterlichen Turin (vgl. Abb. 4) war ebenso obligatorisch wie die Besichtigung historischer Ortschaften der Region Piemont, deren kulinarische Köstlichkeiten – von piemontesischer Salami über schwarzen Reis bis hin zu einem Barbera del Monferrato – probiert werden mussten.



Abb. 4: Blick aus dem Turiner Castello del Valentino auf die Mole Antonelliana

Für die 14. Woche der Rechnungslegung, die im März 2013 in Girona/Spanien stattfinden wird, werden schon Anmeldungen entgegengenommen...



**Prof. Dr. Axel Kihm**  
 Vizepräsident der Hochschule Trier  
 Allgemeine Betriebswirtschaftslehre  
 insb. Rechnungslegung und  
 Wirtschaftsprüfung  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 445  
 Kihm@hochschule-trier.de

## Energieeffizienz steigern durch Mitarbeiterverhalten in Unternehmen

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT  
Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard

Die Steigerung der Ressourceneffizienz ist eine der wichtigsten Aufgaben, den Herausforderungen der Energiewende und Knappheit auf dem Rohstoffmarkt zu begegnen. Die Verabschiedung der EU-Energie-Effizienzrichtlinie im September 2012 sind die Mitgliedsstaaten aufgerufen, Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung in der Wirtschaft verstärkt zu fördern.

Unternehmen beteiligen sich derzeit schon an Effizienzberatungsprogrammen wie Eff-Check in Rheinland-Pfalz und Energieeffizientzischen wie LEEN-Management System for Local Energy Efficiency Networks mit großem Erfolg und steigender Akzeptanz. In Energieeffizientzischen organisierte Unternehmen erreichen mit ihren überwiegend technisch geprägten Maßnahmen durchschnittliche Effizienzsteigerungen um den Faktor 2,5 (Jochem et al. 2006, Modell Hohenlohe 2009).

Am Umwelt-Campus Birkenfeld wird seit 2009 das Lehr- und Forschungsgebiet Industrial Ecology durch Frau Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard vertreten. Ein Forschungsschwerpunkt der Industrial Ecology ist die Analyse von Strategien der Ressourceneffizienzsteigerung in Unternehmen. Neben klassischen technischen Maßnahmen stehen innovative Strategien der Ressourceneffizienzsteigerung die **Unternehmenskooperation** (Eco Industrial Networks & Parks) und die Veränderung von **Mitarbeiterverhalten** (EffBehave) im Fokus der bisherigen Arbeiten. Zum Thema Energieeinsparung durch Mitarbeiterverhalten wurden in enger Kooperation mit den Trierer Firmen Japan Tobacco International (JTI) und NATUS GmbH Schaltanlagenbau am Umwelt-Campus Birkenfeld im Masterstudiengang

Umwelt- und Betriebswirtschaft zwei Lehrprojekte durchgeführt, denen zwei vertiefende Master-Thesen folgten. Ausgangspunkt der Projekte war, dass in den Unternehmen bereits Energieeffizienzberatungsprogramme stattgefunden hatten. Es wurden die Potenziale ausgelotet, ob eine Schulung der Mitarbeiter zu einer weiteren Energieeffizienzsteigerung führen kann.

Die Arbeiten bezogen sich auf einen ausgewählten Produktionsbereich und Bürokomplex. Die Studierenden erstellten eine »Energiesandkarte« und markierten die Hauptenergieverbraucher. Eigene Messungen (Beleuchtungsstärke, Stromverbrauch) und Befragungen von Mitarbeitern deckten ineffiziente Bereiche auf. Die Studierenden erarbeiteten Empfehlungen, an welcher Stelle verhaltensbedingt oder technisch bedingt weitere Effizienzsteigerungen umzusetzen sind. Sie erstellten Schulungsunterlagen für ausgewählte Mitarbeitergruppen und führten Pilot Schulungen durch.

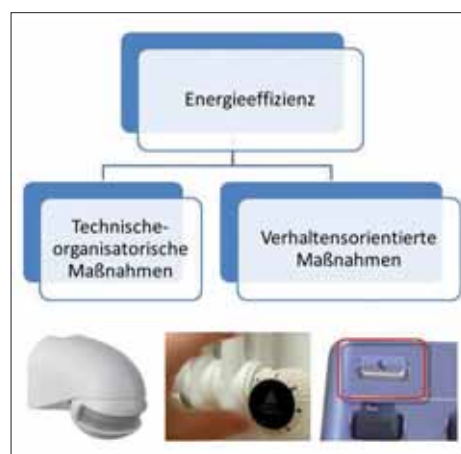


Abb. 1

Bisherige Forschungsergebnisse zeigen Einsparpotenziale von bis zu 20 % durch ein verändertes Heizverhalten (Matthies 2008) und Kraftstoffeinsparungen bei Dienstwagen bis zu 20 % nach professionellen Fahrtrainings, die sich nach 30 Tagen amortisieren können (Hecke 2012 in Koch 2012). Die Motivation zur Energieeinsparung kann durch Angebote an Mitarbeiter wie kostenlose Fahrtrainings, Ausleihe von Energiemessgeräten, verbilligte ÖPNV-Tickets, Klimaschutzsteller in Kantinen, Betriebliche Boni für Fahrgemeinschaften deutlich gesteigert werden.

In den Trierer Projekten des Umwelt-Campus wurden zusätzliche Einsparpotenziale durch manuelles Abschalten in der Produktion (Bandleerlauf) und dem veränderten Betrieb von Rolltoren umgesetzt. In der Produktion sind vor allem an der Schnittstelle Mensch-Maschine zusätzliche Untersuchungen nötig, wo die Automatisierung Einsparpotenziale ermöglicht und an welcher Stelle der Mensch wichtiger Faktor in der weiteren Effizienzsteigerung ist (Anfahren, Verschnitt, Leerlauf).

Ein interessanter Bereich ist auch die Organisation von Rechner- und Serverbetrieb wie etwa Software-Sicherungszyklen zu Tages- und Nachtzeiten (Lastgang, Abschalloptionen) und auch die tatsächliche Nutzung von Energiespar-/Ausknöpfen bei Multifunktionsgeräten in Büros und Pausenräumen. In beiden Projekten wurden Schulungskonzepte entwickelt und mit ausgewählten Mitarbeitergruppen (Büromitarbeiter, Produktionsgruppen) erprobt.

Die beiden Projekte des Umwelt-Campus haben gezeigt, dass selbst in Betrieben, die sich mit Energie- und Materialeinsparungen

seit geraumer Zeit intensiv beschäftigen, nennenswerte weitere Einsparpotenziale nutzbar sind und Verhaltenspotenziale noch unzureichend untersucht sind. Eine Forschungsskizze »EffBehave« wurde dem Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung in Rheinland-Pfalz vorgestellt und ist dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Förderung empfohlen worden.



**Prof. Dr.-Ing. Susanne Hartard**

FB Umweltwirtschaft / Umweltrecht  
 Fachrichtung Industrial Ecology  
 Hochschule Trier /  
 Umwelt-Campus Birkenfeld

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

## Exkursion nach Washington D.C. & New York City, USA

FB WIRTSCHAFT  
 Prof. Dr. Jörg Henzler  
 Prof. Dr. Michael Hakenberg  
 Vanessa Golz  
 Nina Junglen  
 Ann-Kathrin Melis

Im Oktober 2011 unternahm der Fachbereich Wirtschaft eine weitere internationale Exkursion mit 20 Studierenden in die USA. Wie bereits in der Vergangenheit wurde die Exkursion von Prof. Dr. Michael Hakenberg und Prof. Dr. Jörg Henzler organisiert und bot den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine Reihe von hochkarätigen Unternehmensbesuchen, sowie diesmal auch Einblicke in die US-amerikanische Politik. Natürlich kamen auch Kultur und Sport nicht zu kurz.

Am frühen Morgen des 14. Oktober 2011 starteten die 20 Studierenden an der Hochschule Trier zum Frankfurter Flughafen. Neben den beiden Professoren wurde die Exkursion von Katharina Bentlage und Kathrin Jaszus begleitet. In Frankfurt stieß schließlich das letzte Mitglied der Exkursion hinzu. Um die 25 Teilnehmer komplett zu machen, reiste der ehemalige Lufthansa-Kapitän Henning Meyenburg mit. Um 13 Uhr ging die LH Maschine von Frankfurt nach Washington D.C. Nach achtstündigem Flug landete die Gruppe gegen 17 Uhr Ortszeit in der Hauptstadt der USA. Von dort ging es nach diversen Sicherheitskontrollen mit dem Bus zum Hotel. Einige Studierende

erkundeten trotz der anstrengenden Anreise am Abend noch die Stadt.

Am Samstag begann das Kulturprogramm mit der Besichtigung des US Capitols und einer Führung durch verschiedene historische Säle, die auch heute noch im Mittelpunkt der amerikanischen Politik stehen. Neben den beeindruckenden Räumlichkeiten wurden zahlreiche bekannte Gemälde und Statuen besichtigt, die wichtige Ereignisse aus unterschiedlichen Epochen der amerikanischen Geschichte darstellen. Anschließend ging die Gruppe der Studierenden auf eigene Faust durch die Stadt, um sich über Kultur und Lebensweise der Hauptstadt ein eigenes Bild zu machen.



Abb. 2: Washington DC - Capitol



Abb. 1: Exkursionsteilnehmer am Flughafen Frankfurt

Ein besonderes Erlebnis bot sich der Reisegruppe am Sonntagmorgen. Präsident Barack Obama weihte an diesem Tag das Martin Luther King Memorial im West Potomac Park in der Nähe der Mall ein. Leider konnte man den Präsidenten nicht live sehen, jedoch war er nur wenige Meter von den Trierer Studierenden entfernt. Sie beobachteten das Spektakel beim Public Viewing, zusammen mit geschätzt hunderttausend begeisterten Menschen. Eingrahmt wurde



Abb. 3: Segway-Tour



Abb. 4: Georgetown University

die Rede des Präsidenten von einem interessanten Programm mit vielen Rednern und Musikern. Unter anderem sprachen Verwandte von Martin Luther King und andere, die ihn erlebt und kennen gelernt hatten. Es war ein sehr emotionaler Vormittag, der weltweit in den Nachrichten große Beachtung fand.

Am Nachmittag stand das nächste Highlight auf dem Programm: Eine Segway-Tour, die auf gutem Wege ist, traditioneller Bestandteil bei den Exkursionen von Prof. Dr. Hakenberg und Prof. Dr. Henzler zu werden. Der deutschsprachige Guide erklärte kurz, wie man sich auf diesen zweirädrigen Maschinen fortbewegen kann und nach

einer Proberunde im nahen Park konnte die Tour starten. Sie führte zunächst zum Weißen Haus und dann die Hauptverkehrsader Washingtons, der National Mall, entlang mit all ihren bedeutenden Museen bis zum bekannten Monument und zum Capitol. Nachdem die Gruppe vor dem Capitol einige Runden gedreht hatte, ging es wieder zurück zum Ausgangspunkt.

Um neun Uhr am Montag begann schließlich das offizielle Programm und die Teilnehmer trafen sich in der Hotel-Lobby, um mit dem Bus zur Georgetown University zu fahren, eine der Top 10 Universitäten der USA. Dort wurden die Exkursionsteilnehmer von einem deutschen Professor begrüßt und durch die Uni geführt. Sie konnten einen Blick in die Bibliothek werfen, hatten die Möglichkeit viele Fragen zu stellen und diskutierten über Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Hochschulsysteme in Deutschland und den USA. Hinterher traf man sich in der Business School der Universität mit einigen Professoren und Studierenden. Bei der folgenden Diskussion konnten die Studierenden viel über das Leben an der Universität und über die Lehrmethoden in den US Business Schools erfahren. Außer-

dem sprachen die Teilnehmer über Arbeitsplätze und Karriere; ein Thema, das sowohl die amerikanischen Studierenden als auch die deutschen betrifft. Das Treffen in der Business School der Georgetown University wurde abgerundet von einer hervorragenden Präsentation zweier deutscher Studentinnen, die die Hochschule Trier sowie die Stadt Trier in beeindruckender Weise vorstellten.

Am Nachmittag des gleichen Tages wurde noch ein Termin beim Büro des Representative of German Industry and Trade, einem Verbindungsbüro der deutschen Industrie- und Handelskammer wahrgenommen. Mit einer Präsentation wurden die Studierenden darüber informiert, welche Aufgabenbereiche das Büro in Washington wahrnimmt und wie die Zusammenarbeit mit deutschen Unternehmen in den USA funktioniert. Alles in allem nicht nur ein interessanter fachlicher Besuch, sondern ein ausgesprochen netter dazu, für den sich das Verbindungsbüro sehr viel Zeit genommen hat.

Der Dienstag stand im Zeichen der globalen Politik und wurde mit einem Besuch der Weltbank gekrönt. Eine sehr professionelle Präsentation über die Geschichte, Arbeitsweise und Erfolge der Weltbank faszinierte die Studierenden über zwei Stunden. Ein besonderes Highlight war die Diskussion mit dem persönlichen Mitarbeiter des deutschen Mitgliedes des Boards der Weltbank, der gerne bereit war, die zahlreichen Fragen der gut vorbereiteten Studierenden zu beantworten. Nach dem Treffen konnte die Trierer Exkursionsgruppe in der Kantine zusammen mit dem Präsidenten der Weltbank essen.



Abb. 5: Weltbank





Abb. 6: Air and Space Museum

Der Mittwoch stand wieder im Zeichen von Kultur und damit der Museen in Washington. Eine Führung im National Air and Space Museum war organisiert und führte in die Geschichte der Luft- und Raumfahrt ein. Die Spirit of St. Louis, das Flugzeug der Gebrüder Wright, ein Modell des Sputniks, die Apollo 13 Raumkapsel und diverse weitere weltbekannte Flugobjekte, die die Luft- und Raumfahrt revolutionierten, wurden gezeigt.

Am Donnerstag startete die Gruppe bereits um halb fünf vor der Hotellobby, wo die Busse zum Flughafen schon warteten. Nach einer Stunde Flug landeten die Exkursionsteilnehmer auf dem Flughafen LaGuardia in New York City, um von dort aus in einer Odyssee durch den New Yorker Verkehr ins Hotel in der 7th Avenue nach Manhattan zu fahren. Nach einem anstrengenden Check In im Hotel war der Rest des Tages frei und die Studierenden gingen wieder auf Erkundungstour.

Am Freitag standen gleich zwei wichtige und spektakuläre Termine auf dem Programm. Am Morgen trafen sich die Trierer mit Thomas Scharfenberger – Regional Director Sales Northeastern USA der Lufthansa. Das Treffen fand in der Niederlassung der Lufthansa im Empire State Building statt – dem derzeit höchsten Gebäude der Stadt. In einer ausführlichen Präsentation im 27. Stock wurde von Herrn Scharfenberger und einem Kollegen über die komplexe Routenplanung der LH Flüge, die Marketingstrategie in Nordamerika bis hin zur Preispolitik vor allem im Business Bereich informiert. Es entstand eine rege Diskussion, die leider aus Zeitgründen



Abb. 7: Empire State Building



abgebrochen werden musste, da der nächste Termin bereits anstand. Mittags ging es zu JPMorgan – einer der größten Banken der Welt. Dan Silver aus der Abteilung Economics Research berichtete von seinen Erfahrungen und Eindrücken in dieser Großbank, was aus Sicht der Studierenden besonders interessant war. Anschließend führte er uns zum so genannten Trading Floor – auf dem eine große Zahl von Tradern, Sales People und Research Analysten Wertpapiere für die Bank und für die Kunden der Bank handeln. Eine einmalige Gelegenheit für die Studierenden in die heiligen Hallen einer der führenden Investmentbanken der Welt zu kommen.

Am Sonntagmorgen stand ein gemeinsamer Besuch von Ground Zero auf dem Plan. Bei der Ankunft an der U-Bahn-Station fiel allen sofort eines auf: obwohl man sich auch hier inmitten in der Stadt befand, deren Geräuschkulisse normalerweise laut und belebt war, herrschte eine bedrückende Stille. Man merkte förmlich die Anspannung und Trauer, die dort noch heute in der Luft liegt. Am Besucherzentrum »Tribute WTC« begann eine Führung. Die selbstständige Audio-Tour wurde von Betroffenen des 11. Septembers und deren Familienmitgliedern gesprochen. Sie füllten den Gang rund um den ehemaligen Standort der Zwillingtürme mit persönlichen Erfahrungen und Schilderungen der Geschehnisse. Anschließend konnten sich die Teilnehmer noch im Besucherzentrum selbst umschauen. Neben alten Bildern, die die Skyline vor dem verheerenden Anschlag zeigten, war dort eine Vielzahl von Gegenständen



Abb. 8: Ground Zero

ausgestellt, die aus den Trümmern geborgen wurden.

Der krönende Abschluss des Wochenendes wurde von einigen Studierenden und den beiden Professoren bei einem Sieg der New York Jets über die San Diego Chargers in der American Football League mit mehr als 80.000 Zuschauern gebührend gefeiert.

Bevor es am Montag endgültig »Goodbye America« hieß, gönnten sich die hartgesotenen Studierenden noch ein typisch amerikanisches Frühstück. Nach der Stärkung mit Pancakes, Bacon, French Toast oder Waffles ging es dann mit Kleinbussen zum John F. Kennedy Airport. Auch wenn wahrscheinlich alle noch gerne geblieben wären, war die Vorfreude auf den Rückflug groß: Zurück geflogen wurde mit dem neuen Airbus A380 und der Kapitän begrüßte die ganze Gruppe persönlich an Board!

Alles in allem eine weitere interessante und erfolgreiche internationale Exkursion, die den Studierenden eine einmalige Gelegenheit eröffnete, einen globalen Blick auf Wirtschaft, Unternehmen und Hochschulen zu erlangen. Diese Exkursionen sind mittlerweile wichtiger Bestandteil der internationalen Aktivitäten des Fachbereichs und haben bisher immer einer Reihe von Teilnehmern entscheidende Impulse für einen späteren Auslandsaufenthalt im Studium oder für eine spätere internationale Karriere geliefert.



**Prof. Dr. Jörg Henzler**

Fachbereich Wirtschaft  
Volkswirtschaftslehre & Finanzmärkte  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 370  
J.Henzler@hochschule-trier.de

## Praxis erleben: Quantitative Logistik

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT  
Prof. Dr. Oliver Braun

Gastvorträge, Exkursionen und Workshops sind fester Bestandteil der Lehrveranstaltungen im Bereich Quantitative BWL am Umwelt-Campus Birkenfeld. Der Bezug zur Praxis wird gestärkt und es können immer wieder ganz aktuelle Entwicklungen in unsere Lehrveranstaltungen einfließen.

Die Studierenden schätzen insbesondere die Praxisnähe dieser Veranstaltungen und nutzen ausgiebig die Möglichkeit, ihr Wissen gezielt durch Fragen zu vertiefen. Von den Diskussionen profitieren nicht nur die Studierenden, sondern auch die Unternehmen, die anhand der teils unkonventionellen Ideen unserer Studierenden interessante Anregungen für ihren unternehmerischen Geschäftsalltag, insbesondere im Hinblick auf Aspekte der Nachhaltigkeit, erhalten. Nicht selten entstehen so erste Kontakte zwischen den Studierenden und den Logistikunternehmen, die vielfach in Praktika münden, Basis für Abschlussarbeiten bilden und für unsere Studierenden der berufliche Einstieg in ein interessantes Unternehmen sein können.

In diesem Beitrag sind Berichte von Bachelor- und Master-Studierenden der Umwelt- und Betriebswirtschaft, die das Vertiefungsfach Operations Research und Logistik

belegt haben, zu Gastvorträgen, Exkursionen und Workshops mit den Unternehmen **Lufthansa Cargo**, **Dachser** und **TNT Logistics** zusammengefasst.

### Lufthansa Cargo

Im Mai 2011 fand unsere Exkursion zu Lufthansa Cargo in Frankfurt am Main statt. Die Führung begann mit einem herzlichen Empfang, danach wurden alle nötigen Sicherheitsvorkehrungen getroffen und dann ging es auch schon direkt los. Unser erstes Ziel war die Besichtigung eines Frachtflugzeugs, an dem wir die Beladung hautnah miterleben konnten. Dort hatten wir auch die Gelegenheit, ein Gespräch mit dem Piloten zu führen. Danach folgte ein Rundgang durch die sogenannte Cargo City, der von kompetenten Mitarbeitern der Lufthansa Cargo geleitet wurde. Auch hier hatten wir die Möglichkeit, Fragen zu stellen und uns viele Prozesse, die vor der Verladung stattfinden, anzusehen. Diese Prozesse sind IT-gestützt, aber dennoch wurde auch deutlich, dass es in vielen Punkten unerlässlich ist, auf menschliche Arbeit zurückzugreifen. Im Anschluss an den Rundgang wurden wir in die Lufthansa Cargo Kantine zum Mittagessen eingeladen. Nachmittags ging



Abb. 1: Frachtflugzeug



Abb. 2: Optimale Packung



Abb. 3: Auf dem Rollfeld

es dann weiter mit den Fachvorträgen. Herr Dr. Frank Hauptenthal stellte vor, in welchen Bereichen die Lufthansa Cargo tätig ist und welche logistischen Probleme im Bereich Operations zu beachten sind. Dr. Hauptenthal stammt aus St. Wendel und hat am Umwelt-Campus auch schon Lehraufträge wahrgenommen. Er ist seit über 25 Jahren bei Lufthansa Cargo tätig und seit 2010 Abteilungsleiter für strategische HR-Projekte.

In seinem Vortrag legte Dr. Hauptenthal dar, dass Lufthansa Cargo jegliche Art von Fracht quer durch die Welt transportiert. Neben Produkten des täglichen Bedarfs zählen hierzu auch Tiere und Goldbarren. Logistische Probleme treten dabei ständig auf. So spielt vor allem das Optimierungsproblem zwischen Gesamtgewicht der Fracht, Gewichtsverteilung und Auslastungsgrad des Laderaums eine Rolle. Bei einem je nach Flugzeugtyp vorgegebenen Maximalgewicht besteht das Ziel darin, den Laderaum möglichst gut auszunutzen. Dabei muss auf die gleichmäßige Gewichtsverteilung der einzelnen Frachtstücke geachtet werden.

Bei dieser Exkursion haben wir einen hervorragenden Überblick über die Lufthansa Cargo AG und aktuelle Entwicklungen dieses großen Luftfrachtunternehmens erhalten. In guter Erinnerung bleibt insbesondere der sehr herzliche Umgang der Mitarbeiter untereinander und mit uns. Wir bedanken uns sehr bei Dr. Frank Hauptenthal, Dr. Jan-Wilhelm Breithaupt, Monika Rogatzki und Bettina Jansen für den schönen und interessanten Tag am Frankfurter Flughafen.

Im April 2012 freuten sich dann die Studierenden sehr, Bettina Jansen von der Lufthansa Cargo zu einem Gastvortrag und einem Workshop am Umwelt-Campus in Birkenfeld begrüßen zu dürfen. Die studierte Physikerin ist Head of Environmental Management bei der Lufthansa Cargo und baut seit 2009 das Umweltmanagementsystem der Lufthansa Cargo auf. Zu Beginn ihres Vortrages gab Frau Jansen einen Überblick über aktuelle umweltpolitische Herausforderungen eines Luftfrachtunternehmens. Im Mittelpunkt stehen hierbei die Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz (Carbon Footprint) und das Fuelmanagement. Ebenso wichtig sind Forschungsaktivitäten in Richtung alternativer Treibstoffe wie beispielsweise BioFuel, denn: »Man muss in Forschung investieren, um einen Schritt nach vorne zu machen!«.



Abb. 4: Frachtraum Flugzeug

Frau Jansen hat uns zudem das Vier-Säulen Modell für den Klimaschutz, welches Lufthansa in Zusammenarbeit mit der IATA entwickelt hat, erläutert. Die vier Säulen sind technischer Fortschritt, operative Maßnahmen, verbesserte Infrastruktur und ökonomische Instrumente. Lufthansa Cargo hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 eine 25 %ige Reduktion der spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erreichen. Einen großen Schritt in diese Richtung wird Lufthansa Cargo mit den 777-Flugzeugen gehen, den modernsten Flugzeugen im

Hinblick auf Umwelt- und Kraftstoffeffizienzgesichtspunkte. Ebenfalls sehr interessant ist der von Lufthansa Cargo entwickelte »Umweltwürfel«, in dem man definierte Ziele findet, die regelmäßig auf Erreichung hin überprüft und mit neuen Maßnahmen hinterlegt werden. Zu den Handlungsfeldern zählen die Umweltperformance (interne Aktivitäten, wie das Umweltmanagementsystem, Green Flying und Green Ground), der Dialog mit Kunden, Lieferanten (Partnerschaften) und der Wissenschaft (Innovation) sowie die Kommunikation nach innen und außen (Datentransparenz, Green Philosophy und Öffentlichkeitsarbeit).

Nachmittags trafen sich dann Frau Jansen, Prof. Braun und die Studierenden zu einem Workshop über das Thema »Green Solutions«. Die Studierenden erarbeiteten gemeinsam Strategien und Konzepte, wie das Vier-Säulen-Modell in der Praxis umgesetzt werden kann und wie sich Lufthansa Cargo bis 2020 als grüner Transportdienstleister positionieren kann. Dabei waren Ansätze über die Reduktion des Strömungswiderstands von Flugzeugen durch ein innovatives Lacksystem, die sog. »Haifischhaut«, die Weiterverwendung von Verpackungsmaterialien als Polsterung oder Dämmstoff oder der Aufbau strategischer Partnerschaften zur besseren Auslastung der Transportmittel nur einige Handlungsansätze, die von den Master-Studierenden erarbeitet wurden. Die Ergebnisse wurden anschließend in der Gruppe präsentiert und diskutiert. Eine abschließende Betrachtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg rundete das Thema ab. Bedanken möchten wir uns sehr bei Frau Jansen für den sehr interessanten

Fachvortrag und die offene und angenehme Gesprächsatmosphäre beim Workshop.

#### Dachser

Im November 2011 hat Prof. Braun mit den Master-Studierenden der Logistik das Unternehmen Dachser am Standort Überherrn (Saarland) besucht. Die Exkursion zu einem international tätigen und nachhaltig wirtschaftenden Unternehmen wurde von den Studierenden als große Chance wahrgenommen, um einen Einblick in die Praxis eines Logistikunternehmens zu gewinnen.

Der Verkaufsleiter und Prokurist Herr Markus Backes begann die Reihe der Fachvorträge mit einem interessanten Überblick über das Unternehmen selbst, über die eingesetzte Informationstechnologie bei Dachser und über die eLogistics-Anwendungen im Unternehmen. So erfuhren wir, dass aktuell 570 Mitarbeiter am Standort Überherrn beschäftigt sind und täglich rund 2000 Tonnen Stückgut umgeschlagen werden. Das Logistikzentrum bietet Möglichkeiten zur Durchführung logistischer Zusatzleistungen wie Qualitätskontrollen, Nacharbeiten oder Displaybau.

Einen wichtigen Faktor im Bereich Ökologie stellt die Transportorganisation dar. Durch eine optimale Bündelung der Aufträge soll ein effizienter und nachhaltiger Materialeinsatz gewährleistet werden und zudem die Kosten gesenkt werden. Dachser investiert darüber hinaus in nachhaltige Technologien, beispielsweise durch die Anschaffung emissionsarmer Fahrzeuge, aufblasbare Rampentorabdichtungen oder auch die Brauchwasserrückgewinnung in den LKW-Waschanlagen.



Abb. 5: Hochregallager



Abb. 6: Frachtraum Lkw

Zur Führung über das Dachsergelände wurden wir in verschiedene Gruppen eingeteilt. Die Führung selbst begann in der Zentrale des Euro-Hubs, welcher als neutrale Stelle für alle Niederlassungen zur weltweiten Distribution fungiert. Zweiter Anlaufpunkt der Führung war die Umschlaghalle. Dort werden die Transportgüter in die jeweiligen Transportfahrzeuge mit unterschiedlichen Bestimmungsorten verfrachtet. Bei der Besichtigung eines LKWs wurde uns erklärt, wie komplex die Anforderungen sind, um die Ladung platzsparend aber vor allem auch sicher zu verpacken und zu verfrachten. Alle Fahrzeuge werden verplombt, um die Ladung vor Zugriffen Dritter zu schützen. Eine herausragende Bedeutung hat die Sicherung der Ladung bei Gefahrguttransporten, für die spezielle Anforderungen gelten. Das Volumen der Dachser-Ladungen reicht von 50 kg bis zu 2,5 t. Im Anschluss haben wir uns das Hochregallager (Warehouse) angesehen. Die Halle des Lagers hat eine Höhe von 14,80 m, wobei die Regale eine Maximalhöhe von 11,80 m aufweisen. Insgesamt befinden sich 41.500 Palettenstellplätze in der Halle.

Insgesamt war dies eine sehr interessante und lehrreiche Führung und der Tag bei Dachser hat allen Beteiligten viel Spaß gemacht. Unser Dank gilt den sehr freundlichen und kompetenten Dachser Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Markus Backes, Stefan Käufer, Marion Mayer, Angela Schmitt und Ulrich Wald.

#### TNT Logistics

Michael Berwanger, Niederlassungsleiter der TNT N.V. in Saarbrücken, hielt im Mai 2011 einen Gastvortrag zum Thema »Expressdienstleistungen in der Transportlogistik«. Herr Berwanger ist seit 26 Jahren in verschiedenen Positionen für TNT Express tätig und seit 1998 für die Region Saarland / Rheinland-Pfalz Leiter der Niederlassung in Saarbrücken.

Nach einem kurzen Rückblick in die Geschichte der Logistik brachte uns Herr Berwanger das Unternehmenskonzept des Kurier-, Express- und Paketserviceunternehmens näher. In diesem Zusammenhang erklärte er, dass die Umstellung von einem zentralen Logistiksystem auf ein Drei-Hub-System im deutschen Straßennetzwerk





Abb. 7: Herr Berwanger am Umwelt-Campus

aus strategischen und umweltpolitischen Überlegungen notwendig war. Somit muss nicht mehr von einem zentralen Umschlagpunkt kommissioniert werden. Des Weiteren stellte Herr Berwanger das Nachhaltigkeitskonzept von TNT Express vor. So setzt TNT auf den Einsatz von umweltfreundlichen Flugzeugen und die Vermeidung von Leerflügen. Weiterhin werden die Routen mit Hilfe modernster IT ständig optimiert. Auch die Auslastung eines Fahrzeugs wird ständig überwacht und bei suboptimaler Nutzung angepasst.

Zum Abschluss seines Vortrags motivierte uns Michael Berwanger zu einem späteren Berufseinstieg in der Logistikbranche, denn die Logistik ist die drittgrößte Wirtschaftsbranche in Deutschland und stellt einen erheblichen Motor in der deutschen Wirtschaft dar. Wir bedanken uns bei Herrn Berwanger für den sehr engagierten und interessanten Vortrag.

#### Weitere Infos:

Die ausführlichen Berichte können online abgerufen werden unter:

[www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=9235](http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=9235)



**Prof. Dr. Oliver Braun**  
FB Umweltwirtschaft / Umweltrecht  
Umwelt- und Betriebswirtschaft  
Quantitative Betriebswirtschaftslehre  
Hochschule Trier /  
Umwelt-Campus Birkenfeld

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

## Beratungsprogramm Ungarn und Rumänien durch Hochschulexperten aus Deutschland

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT  
Prof. Dr. Jochen Struwe

Im September 2011 bereiste Prof. Struwe im Rahmen eines Beratungsprogramms durch Hochschulexperten aus Deutschland Ungarn und Rumänien.

In dieser Zeit fanden zahlreiche Besichtigungen, Diskussionsveranstaltungen und Gespräche mit verschiedenen Persönlichkeiten statt:

Zur aktuellen politischen Lage in Ungarn:

- Attila Mesterházy, Partei- und Fraktionsvorsitzender der MSZP
- Vilmos Szabó, MP, Stellv. Fraktionsvorsitzender MSZP

Zu Gewerkschaftsfragen in Ungarn:

- Péter Pataky, Vorsitzender des Gewerkschaftsverbandes MSZOSZ

Zu Minderheiten und Roma-Strategie in Ungarn:

- Zoltán Balog, Staatssekretär für sozialen Zusammenhalt im Ministerium für Verwaltung und Justiz

Zu aktuellen Hochschulfragen in Ungarn:

- Prof. Dr. Tamás Mészáros, Rektor der Corvinus Universität
- Dr. Zoltán Szendi, Lehrstuhlleiter Deutsche Literatur, Universität Pécs
- Dr. Róbert Ohmacht, Leiter der Kommission des deutschsprachigen Studiengangs, Medizinische Fakultät der Univ. Pécs
- Prof. Dr. András Masát, Rektor der deutschsprachigen Andrassy Universität
- Prof. Dr. Ellen Bos, Professorin für Politikwissenschaft, Andrassy Universität

Zu Demokratie und Medien in Ungarn:

- Pál Tamás, Wissenschaftler, Soz. Forschungsinstitut der Akademie der Wissenschaften
- Edit Inotai, Journalistin der Tageszeitung Népszabadság
- Jenő Kaltenbach, Leiter der Budapester Fraktion der LMP, ehem. Minderheitenombudsmann

Zum Stand der deutsch-ungarischen Beziehungen:

- Klaus Peter Riedel, Gesandter der Bundesrepublik Deutschland
- Péter Balázs, Außenminister und EU-Kommissar a.D., Universitätslehrer an der Central European University

Zu Verwaltung und Politik in Rumänien:

- Astrid Fodor, stellv. Bürgermeisterin Sibiu/Hermannstadt
- Adrian Nastase, Abgeordneter, Vorsitzender des Nationalrates der Sozialdemokratischen Partei Rumäniens, ehem. Ministerpräsident (2000 - 2004), Vorsitzender des Instituts »Ovidiu Sincai«



Abb. 1: Attila Mesterházy, Vilmos Szabó



Abb. 5: Astrid Fodor, Helene Hardt



Abb. 2: Jochen Struwe, András Masát



Abb. 6: Andrei Marga, Rudolf Gräf



Abb. 3: Róbert Ohmacht, Zoltán Szendi



Abb. 7: Deutsche Wissenschaftler



Abb. 4: Klaus Peter Riedel, Péter Balázs



Abb. 8: Ovidiu Gant

Zu Rumänien nach dem EU-Beitritt. Entwicklungen, Herausforderungen, Potentiale:

- Prof. Vasile Puscas, ehem. Chef-Unterhändler Rumäniens für den EU-Beitritt

Zu aktuellen Hochschulfragen:

- Prof. Dr. Andrei Marga, Rektor Universitatea Babes Bolyai, ehem. Bildungsminister und Abgeordneter, heutiger Außenminister
- Prof. Dr. Rudolf Gräf, Vizerektor Universitatea Babes Bolyai, Verantwortlicher der deutschen Studienlinie

Zum Stand der deutsch-rumänischen Beziehungen:

- Julia Gross, Stellvertretende Deutsche Botschafterin

Zur deutschen Minderheit in Rumänien:

- Ovidiu Gant, Abgeordneter, Vertreter der deutschen Minderheit im rumänischen Parlament

Zu deutschsprachige Medien und Kultur in Rumänien:

- Beatrice Ungar, Chefredakteurin der Hermannstädter Zeitung
- Hannelore Baier, Redakteurin der Allgemeine Deutsche Zeitung Hermannstadt

Zu Medien und Politik in Rumänien:

- Mircea Toma, Vorsitzender von Media Monitoring Agency

Zu Altbausanierung und Stadtentwicklung in Sighisoara/Schäßburg:

- Dorin Danesan, Bürgermeister

Zu Umweltproblemen in Rumänien, speziell in **Copşa Mică**:

- Daniel-Tudor Mihalache, Bürgermeister
- Dumitru Ungureanu, Umweltschutzclub Bios

Aus Sicht des Umwelt-Campus Birkenfeld ist **Copşa Mică** besonders interessant:

Die Region galt in den 1980er Jahren als eines der Gebiete mit der höchsten Umweltschädigung in Europa. Seit 1936 bzw. 1939 wurden eine Rußfabrik und eine Buntmetallhütte betrieben, die 1965 bis 1970 erheblich erweitert wurden. Zudem waren starke Verkehrsbelastungen durch Eisenbahn und Kraftfahrzeuge zu tragen. Die Mittelwerte der Schadstoffkonzentrationen in der Luft, im Grundwasser und im Boden waren bis zu 100mal höher als zugelassen. Die massiven Verschmutzungen wurden kilometerweit ins Umland getragen und verursachten je nach Wetterlage beißenden Schwefelgestank und »schwarzen Regen« oder »schwarzen Schnee«.

Die Rußfabrik wurde 1993 stillgelegt, was zu einem langsamen Rückgang der sichtbaren



Verschmutzungen führte. Die Buntmetallhütte wurde jedoch bis 2008 weiterbetrieben, so dass die zwar nicht sichtbaren, jedoch ungleich gefährlicheren Giftbelastungen durch Schwermetalle weiterhin kumulierten. Eine erneute Inbetriebnahme ist jedoch nicht ausgeschlossen. Momentan wird das Gelände nur gesichert, aber faktisch nicht saniert.

Die Vegetation um **Copşa Mică** hat durch die langjährigen schädigenden Einträge derart gelitten, dass die umgebenden Hügel (frühere Weinberge) noch heute sehr schütter bewachsen sind. In der Gemeinde sind immer noch einzelne Bauten vom Rußniederschlag grau bis fast schwarz gefärbt.

### Hinweis

Reisefotos von Prof. Eberhard E. Grötsch und Alfred Pfaller mit Dank für die Nutzungsmöglichkeit.



**Prof. Dr. Jochen Struwe**  
 Fachgebiet Unternehmensführung,  
 Rechnungswesen und Controlling  
 Hochschule Trier /  
 Umwelt-Campus Birkenfeld

+49 6782 17 1105  
 j.struwe@umwelt-campus.de



## Internationalität erleben: Kooperation mit der University of California, San Diego

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT  
Prof. Dr. Oliver Braun

Internationale Hochschulkooperationen sind eines der Profilelemente der Fachrichtung Umwelt- und Betriebswirtschaft am Umwelt-Campus Birkenfeld.

Neben wissenschaftlichem Austausch von Professoren können insbesondere auch die Studierenden von den Kooperationen profitieren. So bieten wir unseren Studierenden im 5. Semester des Bachelor-Studiengangs und im 3. Semester des Master-Studiengangs Umwelt- und Betriebswirtschaft die Möglichkeit, ein Semester an einer ausländischen Hochschule zu verbringen.

Wir rechnen diese Zeit voll auf das Studium am Umwelt-Campus an, so dass die Studierenden die Vorteile eines Auslandsaufenthalts wahrnehmen können, ohne dass ein Zeitverlust für das heimische Studium entsteht.

### Kooperation mit der University of California, San Diego

Seit 2012 besteht ein entsprechendes Kooperationsabkommen mit der University of California, San Diego (UCSD). Die UCSD zählt zu den bedeutendsten Forschungsuniversitäten in den USA, genießt weltweite Anerkennung und beheimatet derzeit zahlreiche Nobelpreisträger sowie weitere ausgezeichnete Forscher und Professoren. Daher nimmt die UCSD auch nur die besten Studierenden einer Hochschule an. Erste Kontakte zur UCSD und zu meinem Mentor Ron Graham, der Professor an der UCSD ist, konnte ich 2005 und 2008 auf wissenschaftlichen Konferenzen knüpfen. Mit Unterstützung durch ein Forschungsstipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

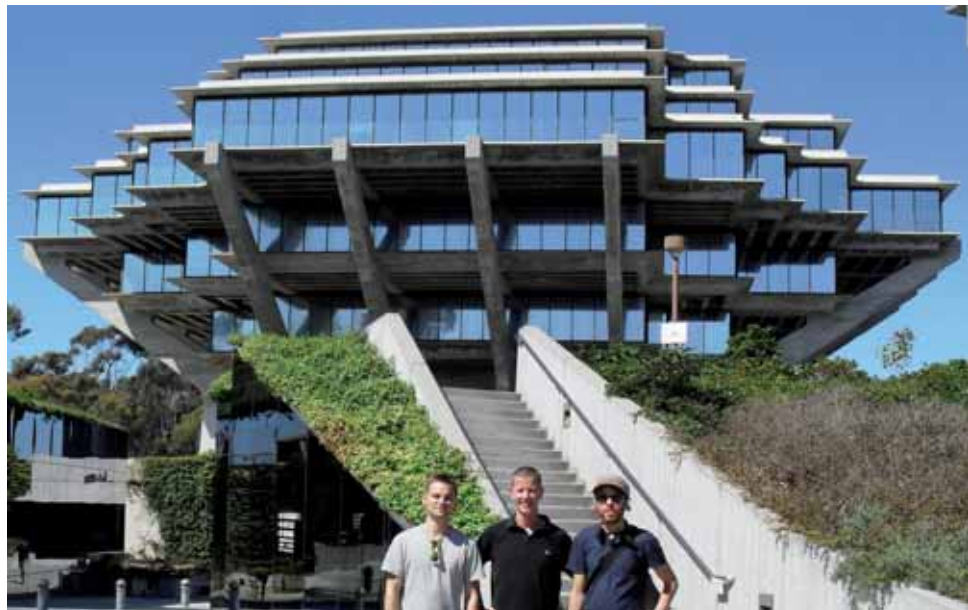


Abb. 1: Prof. Dr. Braun mit den beiden Studenten Jakob Wahl und Manuel Lippert vor der Geisel Library an der UCSD



Abb. 2: San Diego

konnte ich dann ein ganzes Jahr an seinem Institut verbringen. Seitdem bin ich regelmäßig zu Forschungsaufenthalten dort und habe auch Lehraufträge der UCSD wahrgenommen. Bereits im Sommer 2012 sind mit Andre Dewes, Tobias Stüber (Fachbereich Umweltwirtschaft / Umweltrecht) und Dila Coskun (Fachbereich Umweltpolitik / Umwelttechnik) die ersten Studierenden nach San Diego gegangen. Im Herbst 2012 folgten mit Jakob Wahl und Manuel Lippert aus dem Master-Studiengang Umwelt- und Betriebswirtschaft gleich zwei weitere Studenten nach, so dass die Kooperation erfreulicherweise sehr gut angelaufen ist. Im Übrigen können alle Studierenden der Hochschule Trier von der Kooperation profitieren, da das Memorandum of Understanding für die gesamte Hochschule Trier abgeschlossen wurde. Wer drei Quarter = neun Monate bleibt, kann im Rahmen des OPT-Programms (Optional Practical Training) die Möglichkeit nutzen, in einem Unternehmen in San Diego und Umgebung für ein Jahr fest angestellt zu werden.

### Land und Leute

San Diego ist wegen seiner großen kulturellen und ethnischen Vielfalt bekannt für seine Offenheit und Gastfreundschaft. Mit etwa 1,3 Millionen Einwohnern ist San Diego die zweitgrößte Stadt im Bundesstaat Kalifornien und die achtgrößte in den USA. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 21°C, es gibt nur wenig Regen. San Diego liegt direkt am Pazifik, Strände findet man in Pacific





Abb. 3: American Football

Beach, Mission Beach, Ocean Beach und in La Jolla. Richtung Osten ist man schnell in den Bergen, bis Los Angeles sind es lediglich zweieinhalb Stunden mit dem Auto und Tijuana in Mexiko ist nur etwa 20 Autominuten entfernt. Das Freizeitangebot ist riesig und Sport spielt überall eine große Rolle. Wassersport aller Art, Laufen, Radfahren und Wandern zählen zu den Haupt-Freizeitaktivitäten. Spitzensport bekommt man auch als Zuschauer geboten. San Diego ist Heimatstadt der San Diego Padres (Baseball, MLB) und der San Diego Chargers (American Football, NFL). Abends sind vor allem bei Studierenden das Gaslamp Quarter oder eine der vielen Bars und Clubs in Pacific Beach beliebt. Wer sich kulturell interessiert, findet im Balboa Park viele Museen wie beispielsweise das Museum of Art oder das Aerospace Museum. Eine attraktive Abwechslung bieten auch Sea World und der San Diego Zoo.



Abb. 4: UCSD

#### Infos zur UCSD

Die UCSD selbst liegt in La Jolla, einem Stadtteil im Norden San Diegos. Wahrzeichen des UCSD-Campus sind die Geisel Library (1970), der Steinbär (2005) vor dem CSE Department und der Fallen Star (2011), einem bunten Häuschen, das auf einem der hohen Gebäude gelandet zu sein scheint. Der Campus befindet sich in einem Waldgebiet direkt an der Küste des Pazifischen Ozeans und umfasst neben den Vorlesungsgebäuden, Colleges, Forschungsinstituten, Restaurants und Cafes auch moderne Sportanlagen, die von allen Studierenden genutzt werden können. Im angebotenen Sport- und Erholungsprogramm sind die Amerikaner echte Vorbilder und es wäre schön, wenn wir mit unserem neuen Kommunikationszentrum am Standort Birkenfeld einen weiteren Schub in die gleiche Richtung bekämen und bald noch mehr Hochschulsport am Umwelt-Campus anbieten könnten.

#### Studiengebühren

Unsere Studierenden sollten in jedem Fall rechtzeitig die Möglichkeit nutzen, sich um Stipendien zu bewerben (hochschulintern, DFG, DAAD PROMOS, Fulbright, Studienstiftung des deutschen Volkes). Das Auslands-BAföG stellt eine besonders interessante Fördermöglichkeit dar, da neben dem regulären Fördersatz zusätzlich ein Großteil der Studiengebühren übernommen wird und Zuschüsse zu den Flugkosten und zur Krankenversicherung gezahlt werden – und dies ohne Verpflichtung zur Rückzahlung.

Abschließend kann ich nur jedem unserer Studierenden ans Herz legen, eine Zeit lang zum Studium ins Ausland zu gehen und wir werden jeden unserer Studierenden bei dem Vorhaben nach Kräften unterstützen. Aus eigener Erfahrung weiß ich: es wird ganz sicher eine spannende, inspirierende und kreative Zeit.

#### Weitere Infos:

[www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=9513](http://www.umwelt-campus.de/ucb/index.php?id=9513)



Abb. 5: Pazifik



**Prof. Dr. Oliver Braun**

FB Umweltwirtschaft / Umweltrecht  
Umwelt- und Betriebswirtschaft  
Quantitative Betriebswirtschaftslehre  
Hochschule Trier /  
Umwelt-Campus Birkenfeld

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

# GESTALTUNG



# GESTALTUNG





## Vom Design zum Engineering – Integrierte Lösungen und Chancen der digitalen Prozesskette im Holzbau

FB GESTALTUNG  
Prof. Dr. Wieland Becker

Das Lehr- und Forschungsgebiet Holz (LF-Holz) der Hochschule Trier bildet die Prozesskette Digitales Entwerfen, Konstruieren und Fertigen komplett ab.

### 1. Einführung

Die Architektur der Moderne ist gekennzeichnet durch den kreativen Prozess des seriellen Bauens und bildet somit die gestalterischen, technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten der Zeit zwischen 1920 und 1990 ab. Hervorragende Beispiele der seriellen Architektur finden sich beispielsweise im Kontext des Bauhauses, wobei das Werk von Walter Gropius und Konrad Wachsmann [1] stellvertretend genannt sind. Ein (bau-)kulturelles Beispiel der Fehlentwicklung des seriellen Bauens bieten die Plattenbausiedlungen ehemaliger Ostblockstaaten. Ebenso finden sich gegenwärtig Standards einer zeitgenössischen Baumarktkultur, welche die kulturelle, regionale und gestaltprägende Individualität gebauter Umwelt beschädigen.

Die Entwicklung der digitalen Prozesskette vom ersten CAD-Entwurf bis zum marktreifen Endprodukt aus CNC-Prozessen ermöglicht der postmodernen Gesellschaft die individuelle Gestaltung ihrer gebauten Umwelt zu wirtschaftlichen und ökologisch vertretbaren Konditionen. Gleichzeitig bietet sie die Chance, qualitätsvolle und materialgerechte Architektur hervorzubringen. Voraussetzung für diesen integrierten Planungs- und Produktionsprozess ist die Fähigkeit beteiligter Akteure zur interdisziplinären Kommunikation, ebenso wie die Fähigkeit zum Umgang mit rechnerbasierten Methoden [2].

Das LFHolz der Hochschule Trier vertritt

den Anspruch, die gesamte Prozesskette Holzbau über Design, Konstruktion und Fertigung in der Architektur zu vermitteln und weiter zu entwickeln. Dabei spielt der Aspekt der Werkstoffkenntnis des Werkstoffes Holz eine zentrale Rolle. Seine inhomogenen und anisotropen Materialeigenschaften erfordern besondere Kenntnisse, welche z. B. im Umgang mit Duromeren oder Stahl keine Rolle spielen. Somit muss eine fachspezifische Ausbildung Holz in der Architektur zwangsläufig den Materialaspekt würdigen und über eine reine Entwurfskompetenz hinausführen.

Während im Produktdesign Aussehen, Gebrauchstauglichkeit und wirtschaftliche Herstellverfahren eine Schlüsselrolle spielen, erweitert sich das Anforderungsspektrum im Bereich des Bauens um die wesentlichen Aspekte der Standsicherheit, der Bauphysik und des Brandschutzes. Für den Architekten und Ingenieur ist dies von enormer Bedeutung. Diese Anforderungen entsprechen einer hoheitlichen Verantwortung, unter welcher beide Partner Haftung für Leib und Leben der späteren Produktnutzer und ihrer »Designprodukte« übernehmen.

### 2. Chancen der digitalen Prozesskette

Die »Digitale Kette« stellt im Bereich des Bauwesens vom Entwurf über die Konstruktion, Berechnung, Optimierung und Fertigung einen iterativen Prozess dar. Einzelne Entwicklungsschritte finden in enger Abstimmung zwischen kreativ-gestalterischen und ingenieurrelevanten Aufgabenstellungen statt. In Ausbildung, Forschung und täglicher Praxis stellt fakultätsübergreifende Kompetenz, sowie die Fähigkeit zur fachlichen Kommunikation über gewachsene



Bereichsgrenzen hinweg, eine Grundvoraussetzung für erfolgreiche Planungs- und Bauprozesse dar. Im Zusammenhang mit rechnerbasierten Lösungen gilt:

Niemals zuvor in der Geschichte des Bauens waren Planer so schnell in der Lage, eine Fülle an Entwurfsvarianten und gestalterischen Alternativen herzustellen und ihren Auftraggebern zu präsentieren. Komplexe geometrische Räume und Konfigurationen lassen sich dreidimensional realisieren, ohne auf bisher verwendete, zeitaufwändige Methoden wie maßstabsgerechten Modellbau oder Darstellungen in Grundriss, Aufriss und Schnitt zurückgreifen zu müssen.

### 3. Herausforderungen und Risiken

CAD-Programme bieten Möglichkeit zur Erzeugung vielfältiger Raum- und Hüllflächenkompositionen, die mittels Skalierung oder individueller Programmierung mehrere Entwürfe auf Basis eines Urmodells visualisieren, jedoch nicht auf Anforderungen der Standicherheit, Gebrauchstauglichkeit, Bauphysik oder Wirtschaftlichkeit eingehen. Selbst zeitgemäße Kommunikationsplattformen wie z. B. BIM (Building Information Modeling) [3] sind kein Garant für Erfolg, wenn den Akteuren Kenntnisse der Materialtechnologie, Statik, Bauphysik und Herstellung fehlen. Diese Tatsache stellt gleichermaßen eine Herausforderung, wie auch eine Gefahr im digitalen Designprozess dar. Wird sie negiert, so gerät der ambitionierte Architektorentwurf in das Nirvana des Nicht-Baubaren, der mit Mängeln behafteten Realisierung, oder sorgt wegen enormer Kostenrisiken für langanhaltende Verstimmung bei allen Beteiligten.

### 4. Digitale Prozesskette Holz (Entwurf-Konstruktion-Fertigung)

**Abb. 1** stellt den Prozessablauf mit systemübergreifenden Verknüpfungen zwischen Design und Engineering dar, welcher den Lehr- und Forschungsinhalten des »Raumlabor Holz« am LFH entspricht. Diese Prozesse können iterativ und nichtlinear sein und reagieren somit auf die Komplexität der jeweiligen Aufgabe. Die Studierenden der LVA »Digitales Entwerfen, Konstruieren und Fertigen« erfassen dabei die gesamte Prozesskette vom Entwurf bis zur Produktion. Bis zum Erreichen eines endgültig baubaren Konzeptes kann in besonderen Fällen eine Prozessschleife zur endgültigen Designoptimierung erforderlich sein. Am Ende des CAD/CAM-Prozesses steht die Maschinenansteuerung und Auswahl geeigneter Werkzeuge.

Dabei sollte der Materialverbrauch, sowie der Gesamtenergieaufwand möglichst ressourcenschonend gesteuert werden. Hierfür steht dem LFHolz ein Nestingtool zum wirtschaftlichen Zuschnitt von Plattenwerkstoffen als Plug-in für das vorhandene Abbundprogramm (DIETRICH) zur Verfügung.

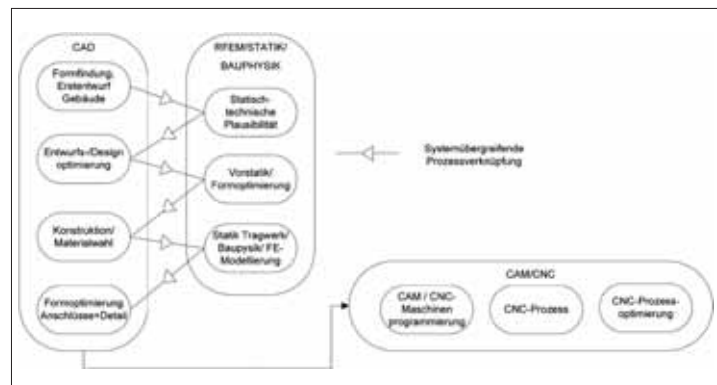


Abb. 1: Prozessdesign-Ablauf mit systemübergreifenden Verknüpfungen

## 5. Der digitale Entwurf

Am Beispiel einer Semesteraufgabe im Fach »Digitales Entwerfen, Konstruieren und Fertigen in Holz« werden die Einzelschritte zur Generierung einer baubaren Überdachungssituation im Kontext dargestellt. **Abb. 2** zeigt den ersten Schritt zum Entwurf komplexer, räumlicher Strukturen als Dachtragwerk aus Plattenmaterial in Brettsperrholz (Faltwerk). Nach einfachen mathematischen Algorithmen erzeugte Parkettierungen dienen als Ausgangspunkt zum Entwurf komplexer, räumlicher Systeme. In weiteren Zwischenschritten entwickelt sich das komplexe, räumliche Faltwerk, wobei der Entwerfer die konkreten Grundrissvorgaben in den Prozess integriert [4].

## 6. Strukturanalyse des Tragwerkes

Die Datenübergabe an ein räumliches Finite Elemente Programm (RFEM4) steht nach der Entwurfsphase am Beginn eines iterativen Konstruktions- und Bemessungsprozesses. Sie ermöglicht eine Plausibilitätskontrolle der entworfenen räumlichen Faltwerksgeometrie hinsichtlich statischer und materialrelevanter Aspekte (**Abb. 3**). Es folgen weitere Überarbeitungsphasen der Entwurfs- und Designoptimierung, der statisch-physikalischen Formoptimie-

rung, sowie der Konstruktion unter Berücksichtigung geeigneter Materialien. Dabei können an hochbelasteten Auflagern oder Fügepunkten auch Werkstoffverbunde zum Einsatz gelangen.

### 7. Fertigung

Nach Abschluss der Iterationsschritte zwischen CAD und statisch-konstruktiver Optimierung (mittels der Programme RFEM4, ggf. ANSYS), erfolgt die Vorbereitung der holzbauspezifischen Abbunds über eine Datenschnittstelle, die im Abbundprogramm ausgelesen werden kann. Für das gewählte Beispiel Falzwerk stehen dabei Holzflächenelemente aus Brettsperrholz (X-Lam) zur Verfügung. Der Abbund kann auf dem 5-Achs Abbundroboter eines Trierer Unternehmens erfolgen. Der im Holzbau wesentliche Aspekt der Füge-technologie wird mittels eines in das CAD-Programm (RHINO) integrierten Plug-in (RHINOCAM) bearbeitet. Diese Programmkombination für Freiformmodellierung schafft bei der Herstellung komplexer räumlicher Knoten- oder Abbundlösungen in Holz eine schnelle Umsetzung zuvor optimierter Geometrien [5].

### 8. Schnittstelle Forschung – Fügetechnologien aus Werkstoffverbunden

Eine Möglichkeit zur Integration eines Forschungsschwerpunktes des LFHolz bietet die vertiefte Beschäftigung mit Füge- und Verbindungstechnologien aus Werkstoffverbunden. Mit Hilfe bereits an der Hochschule vorhandener Einrichtungen lassen sich beispielsweise Verbindungsknoten für stabförmige Konstruktionen in Holz herstellen. Dabei spielen Werkstoffverbunde, insbesondere in Kombination Holz-Stahl-Beton

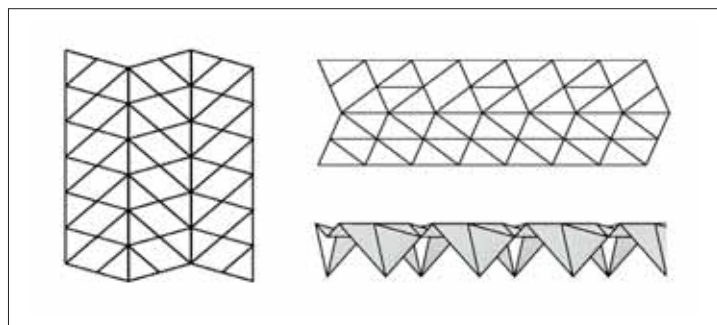


Abb. 2: Entwicklung eines räumlichen Falzwerks

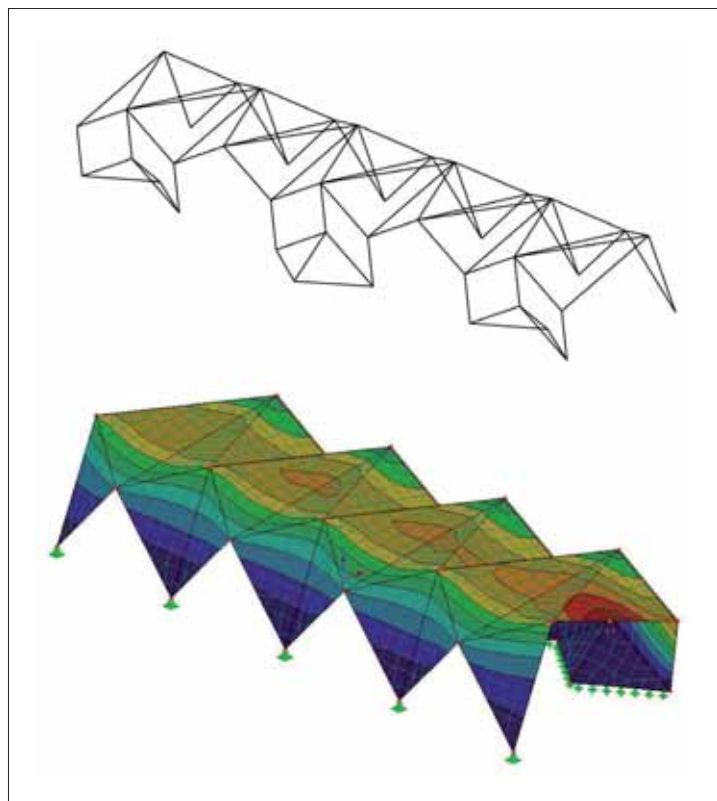


Abb. 3: Formoptimierung und Untersuchung der statischen Plausibilität

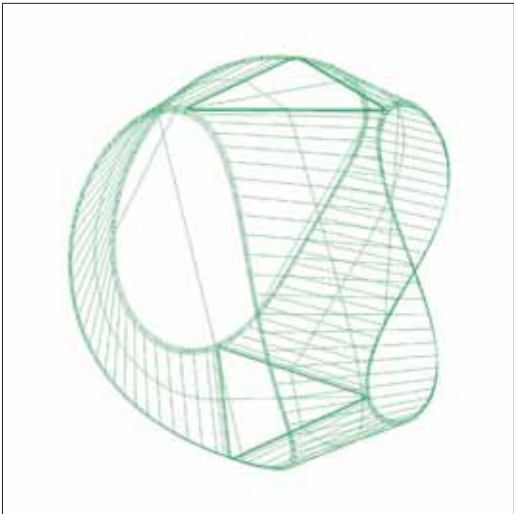


Abb. 4: CAD-Modell Innenknoten

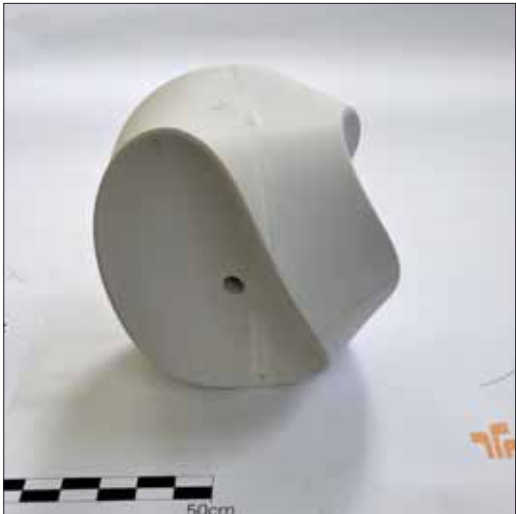


Abb. 5: 3D Druck des Innenknotens



Abb. 6: Innenknoten aus Polymerbeton



Abb. 7: Innenknoten in Rundstützenkonstruktion

im starren Verbund (Klebertechnologie) eine zentrale Rolle. Mittels zuvor beschriebener Programme sind Fertigungsprozesse über eine simultane 5-Achs-Bearbeitung (Portalfräse) spanabhebend möglich. Ebenso können Knotenlösungen im Schichtbauverfahren (Rapid prototyping) am Labor für Digitale Produktentwicklung und Fertigung (FB Maschinenbau) [6] realisiert werden. Sie lassen sich in Folge mit Bauteilprüfungen (Druck-, Zug-, Biege- und Scherversuche) untersuchen. Die zuvor beschriebenen Abläufe sind nachfolgend dokumentiert.

In **Abb. 4** ist das CAD-Modell eines räumlichen Innenknotens zur Verbindung von Rundholzprofilen dargestellt, **Abb. 5** zeigt das im Schichtbauverfahren hergestellte 3D-Positiv des Innenknotens [7] [8]. Die **Abb. 6** stellt das gegossene Positiv des 3D Knotens aus Polymerbeton mit eingeklebten Gewindehülsen dar. In **Abb. 7** ist der Innenknoten als zentraler Verbinder in die Rundstützenkonstruktion integriert.

#### **9. Ausblick-Das Zertifikatsstudium »Computational Design and Timber Engineering« in Zusammenarbeit mit der HWK Trier**

Durch das LFHolz wird entsprechend der zuvor dargelegten Inhalte ein Ausbildungskonzept mit Schwerpunkt Holz angeboten. Zunächst wird diese Kompetenz im Studiengang Architektur vermittelt, wobei im zweiten Studienabschnitt des BA-Studiums eine Grundkompetenz erlangt wird und im MA-Studium eine Fokussierung auf die zuvor beschriebenen komplexen Zusammenhänge erfolgen kann. Es wird davon ausgegangen, dass aufgrund der Nachhaltigkeit des Baustoffes Holz zukünftig ein wesentlich größerer Bedarf an gut ausgebildeten Fachleuten in diesem Bereich erforderlich sein wird. Gemeinsam mit der HWK Trier befindet sich ein Zertifikatsstudiengang **»Computational Design and Timber Engineering«** in Vorbereitung. Das Weiterbildungsangebot richtet sich an Zimmermeister, Architekten, Bauingenieure sowie Absolventen von artverwandten Studiengängen. Es soll sich aus mehreren Einzelmodulen mit jeweils einsemestriger Dauer zusammensetzen. Diese können im Verbund oder auch einzeln abgeschlossen werden, wobei ein Schwerpunkt auf den Inhalten »Konstruktiver Entwurf, Bemessung, sowie Digitale Fertigung« liegt.

Ein weiterer Ausbildungsschwerpunkt kann im Umgang mit neuesten Fügetechnologien wie der Klebertechnologie [9] und dem Einsatz von Werkstoffverbunden im modernen Ingenieurholzbau



Abb. 8: BSP-Faltwerk



Abb. 9: Tragrost



Abb. 10: CAM-Abbund Tragrost



Abb. 11: Tragrost im Montagezustand

liegen [10]. Abschließend wird in **Abb. 8** der Entwurf eines Faltwerkes aus Brettsperrholz (BSP oder X-LAM) als Ergebnis des zuvor beschriebenen Designprozesses, sowie ein räumliches Tragrostsystem (**Abb. 9**) mit dem Innenknoten nach Abb. 7 dargestellt. Derartige räumliche Flächen- und Stabstrukturen lassen sich ausschließlich über die zuvor beschriebenen CAD/CAM-Prozesse herstellen (**Abb. 10** und **Abb. 11**). In einer individuellen und wirtschaftlich herstellbaren Fertigungstechnologie liegt somit ein Schlüssel für den modernen Holzbau.

## 10. Literatur

- [1] Wachsmann, K.: *Wendepunkt im Bauen*. Wiesbaden: Krausskopf Verlag, 1959
- [2] Nerdinger, W. (Hrsg.): *Wendepunkte im Bauen. Von der seriellen zur digitalen Architektur*. Architekturmuseum der Technischen Universität München, 2010
- [3] Technische Universität München, Lehrstuhl für computergestützte Modellierung und Simulation: Borrmann, A.: *Vertiefungsrichtung Building Information Modeling*. München: Internet 2012-09-10  
www.cms.bv.tum.de/lehre/vertiefungsrichtung-building-information-modeling
- [4] Pottmann, H.; Asperl, A.: et. al: *Architekturgeometrie*. Wien: Springer Verlag, 2010
- [5] Kief, H.; Roschiwal, H.: *CNC-Handbuch 2009/2010*. München: Hanser Verlag 2009
- [6] Hoffmann, M.: *CAD/CAM mit CATIA V5 NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation 2.Aufl.*, München: Hanser Verlag 2010
- [7] Becker, W.; Weber, J.: *High performance composite joints for spatial round wood truss structures*. In: Cost Action FP 1004\_2012-04 ESP Conference proceedings Zagreb: Enhance mechanical properties of timber engineered wood products and timber structures; Zagreb 2012
- [8] Schober, K.; Drass, M.: *Advanced interface interaction in timber engineering joints*. In: Cost Action FP 1004\_2012-04 ESP Conference proceedings Zagreb: Enhance mechanical properties of timber engineered wood products and timber structures; Zagreb 2012
- [9] Widmann, R., Steiger, R.: *Eingeklebte profilierte Stahlstäbe*. In: Tagungsband Holzbautag Biel, Biel 2011
- [10] Strahm, T.: *Verbindungen mit großer Leistung*. In: Tagungsband Werkstoffkombinationen aus Holz-SAH, 41. Fortbildungskurs 2009, Weinfelden: 2009. pp. 79-85.



**Prof. Dr. Wieland Becker**  
Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Architektur  
Hochschule Trier / Schneidershof  
+49 651 8103 267  
W.Becker@hochschule-trier.de



**Dipl.-Ing. Jan Weber**  
Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Architektur  
Hochschule Trier / Schneidershof  
+49 651 8103 418  
weberja@hochschule-trier.de



## Armut in der Antike - Ausstellung im Rheinischen Landesmuseum Trier

FB GESTALTUNG  
Prof. Dipl.-Ing. Ingo Krapf

Forschung ist im Bereich der Gestaltung ein problematischer Begriff. Gestaltung greift im Wesentlichen auf die Anwendung gesicherter Erkenntnisse zurück. Neues Design entsteht meist beispielsweise im Kontext eines innovativen Materialeinsatzes, der Ent-

wicklung von Materialsystemen bzw. eines neuartigen Produktes oder einer innovativ-programmatischen Auffassung von Entwurf und Inhalt, d.h. einer Entwicklung von Programmen zur Lösungsfindung bei Gestaltungsaufgaben. Gerade durch die Einfüh-

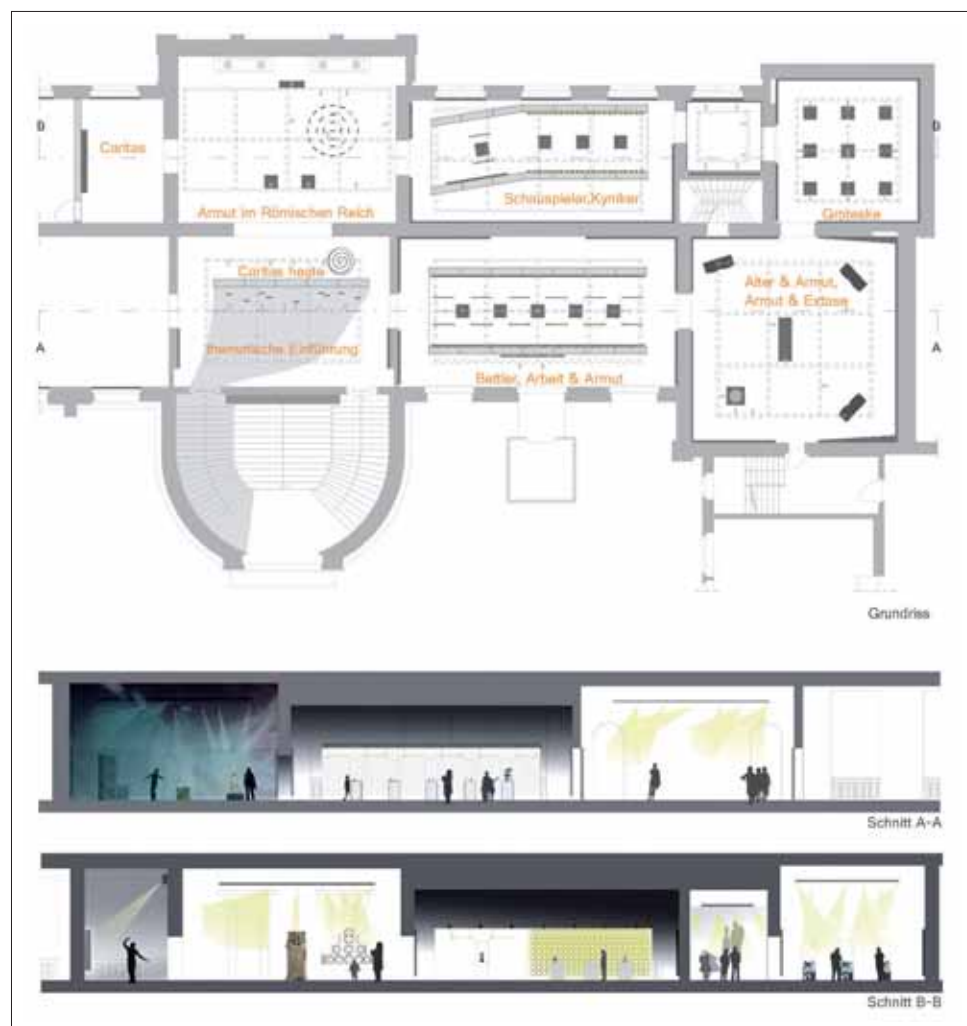


Abb. 1: Entwurf Hanne Fischer

Die Entwicklung von digitaler Rechenleistung stieg seit den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts, was das Interesse an Wiederholung und Permutation, an Struktur und Wachstumsgefüge, und neuerdings bildet vor allem im prozessorientierten Umsetzen und Konzipieren die Konfiguration von Mathematik und Geometrie eine außerordentlich hohe Priorität. Vor allem hierbei kann man im Allgemeinen von einer Forschungstätigkeit sprechen. Vieles wird aktuell neu gedacht und/oder branchenfremden Disziplinen integrativ eingeschrieben wie beispielsweise der Robotik. Dieser Beitrag hat dagegen nicht das Ziel, Forschung im Bereich Gestaltung darzustellen sondern vielmehr die Intention zur Darstellung, wie man Forschung und deren Ergebnisse überhaupt darstellen kann.

Vom 10. April bis 31. Juli 2011 zeigten die vier großen Trierer Museen, das Stadtmuseum Simeonstift Trier, das Rheinisches Landesmuseum Trier, das Bischöfliches Dom- und Diözesanmuseum Trier und das Karl-Marx-Haus, in Zusammenarbeit mit der Universität Trier und im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 600 eine Großausstellung unter dem Titel »Armut – Perspektiven in Kunst und Gesellschaft«. Das Rheinisches Landesmuseum Trier ergänzte die Hauptausstellung des Stadtmuseums mit Exponaten aus griechisch-hellenistischer und römischer Zeit in der zeitgleichen Sonderausstellung »Armut in der Antike«. Die Fachrichtung Innenarchitektur erarbeitete in einem Entwurfsseminar im Wintersemester 2010/11 Vorschläge für die Ausstellungsarchitektur, Inszenierung, Besucherführung, Präsentation der Exponate und die Darstellung der wissenschaftlichen Inhalte. Eine Jury wählte daraus den



Abb. 2: Entwurf Katrin Schiefer



Abb. 3: Blick in die Ausstellung mit der Gesellschaftspyramide von Romy Linden, Romana Wolf



Abb. 4: Blick in die Ausstellung

Entwurf von Hanne Fischer, der um Komponenten der Arbeit von Katrin Schiefer und dem Gemeinschaftsprojekt von Romy Linden und Romana Wolf erweitert werden sollte. Im Folgenden arbeiteten die Studierenden auch an der Organisation und Kostenplanung sowie der kompletten Realisierung der Ausstellung mit und kamen dabei weit über die üblichen Tätigkeitsfelder innerhalb eines Projektstudiums hinweg. Die Inszenierung wurde dann in Kooperation mit der Fachrichtung Intermedia Design unter Leitung von Prof. Daniel Gilgen um interaktive Elemente komplettiert.

Der Begriff Armut lässt sich kaum auf ein weltweit allgemeines Verständnis festlegen. Behelfsweise relativiert man Armut zum Durchschnittseinkommen einer Volkswirtschaft. Für den antiken



Abb. 5: Blick in die Ausstellung

Betrachter galt Armut immer als selbstverschuldet und daher als nicht darstellungswürdig. Die Studentinnen erarbeiteten einen thematisch orientierten Parcours als eine konzeptionell inszenierte Darstellung zentraler Forschungsergebnisse, dessen Ziel war, den Besucher der Ausstellung in seinem eigenen Erfahrungsraum einer modernen Gesellschaft mit den Umständen der antiken griechischen und römischen Gesellschaften in Verbindung zu bringen, um Gemeinsamkeiten und Unterschiede aufzuzeigen und damit auch über die Rezeption bislang unbekannter oder wenig vertrauter oder in diesem Kontext noch nicht erkannter Bewertungen ein Kennenlernen der antiken Bevölkerung, deren Schichtungen und deren Randgruppen im Hinblick auf das Verständnis und den Umgang mit Armut zu vermitteln und somit räumlich, erzählend und medial das Thema der Ausstellung zu erklären.

### Publikation

Stephan Seiler (Hrsg.), Armut in der Antike. Perspektiven in Kunst und Gesellschaft Begleitband zur Sonderausstellung, Rheinisches Landesmuseum Trier 2011, ISBN 978-3-923319-79-4



**Prof. Dipl.-Ing. Ingo Krapf**

Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Innenarchitektur  
Hochschule Trier / Paulusplatz

+49 651 8103 125  
Krapf@hochschule-trier.de

## Hochschule öffnen und mobilisieren Interdisziplinäre und internationale Projektarbeit – neue Wege einer dynamischen und kreativen Lehre

FB GESTALTUNG  
Prof. Anna Bulanda-Pantalacci

### European Forum of History and Arts, Liege, Belgien 2012

Im Rahmen des Hochschul-Netzwerks «Cross-Border Network of History and Arts»\* wurde in Liège das zweite Projekt aus der Reihe »European Forum of History and Arts« zum Thema »Melting Pot – Migration in Walloon Region« im April 2012 durchgeführt. Auch diesmal, wie in den vergangenen Jahren, beschäftigte sich das Projekt mit einer für Europa kulturhistorisch wichtigen Thematik.

### Projektarbeit

9. bis 20. April 2012 in Liège, Belgien  
Die Projektarbeit erfolgte im Rahmen des von der Europäischen Union geförderten Programms zum lebenslangen Lernen (LIFELONG LEARNING PROGRAM).  
Teilnehmende Lehrende und Studierende

kamen aus zehn Nationen und 15 außer-europäischen sowie europäischen künstlerischen und wissenschaftlichen Hochschulen zusammen. Sie näherten sich sowohl trans- als auch interdisziplinär dem o.g. Thema mit künstlerischen und historisch-geisteswissenschaftlichen Instrumentarien in Symposien, historischen und künstlerischen Werkstätten.

### Symposium

Die Vermittlung der historischen Inhalte fand durch die Professoren der Geschichte, Soziologie, Kunstgeschichte und Rechtswissenschaften während eines eintägigen Symposiums am 23. März 2012 in Liège statt, zu dem alle betreuenden Lehrenden der künstlerischen Werkstätten eingeladen wurden.

Das Hauptthema »Meltingpot – Migration in



Abb. 1: Der Veranstaltungsort des Intensivprogramms 2012, »Melting Pot – Migration in the Walloon Region«, die École Supérieure des Arts de la Ville de Liège

Wallon Region« wurde in Themenkomplexe wie Migration für Brot (Wirtschaftsmigration), politisch motivierte Migration, kulturell bedingte Migration und Migration aus der Sicht der Rechtswissenschaften unterteilt. Das Symposium diente der wissenschaftlichen Vorbereitung und Sensibilisierung auf das Thema der verschiedenen Akteure des »European Forum of History and Arts«.

#### Künstlerische Werkstätten

»Mixed we are, mixed we will be« war das Motto der künstlerischen Werkstätten. Das Motto verwies auf die transeuropäischen und historisch-politischen Fragen der Migration, insbesondere in der Saar-Lor-Lux-Region. Die Aufmerksamkeit wurde dabei auf die Migration und auf die Entstehung von Kulturen und Subkulturen in den Nationen gelenkt.

#### Ausstellung / Publikation / Wanderausstellung / Nachhaltigkeit

Zum Abschluss der Projektarbeit in Liège fand am 18. April 2012 eine öffentliche Ausstellung an der Academie Royale des Beaux-Arts de la Ville de Liège statt, zu der auch die Medien (Print & Radio) eingeladen wurden. Die mehrsprachige Publikation ist in Erarbeitung und wird in Wort und Bild den Arbeitsprozess sowie die entstandenen Ergebnisse dokumentieren.

Eine Wanderausstellung in Form einer multimedialen Inszenierung wird ab September 2013 durch die Städte Europas reisen: Trier, Metz, Dublin, Krakau, Oppeln und Danzig. Die Ausstellung wird der Öffentlichkeit das Thema und die daran entwickelte Projektarbeit über eine multimediale Darstellung veranschaulichen.



Abb. 2: Der Veranstaltungsort des Intensivprogramms 2012  
„Melting Pot – Migration in the Walloon Region“



Abb. 3: Symposium, Präsentation historischer Inhalte zum Thema: „Melting Pot – Migration in the Walloon Region“



Abb. 4: Eröffnungsvortrag des Intensivprogramms in Liège



### Teilnehmer

Hochschule Trier, Deutschland  
École Supérieure des Arts de la Ville de Liège, Belgien  
Université de Liège, Belgien  
Universität Trier, Deutschland  
University College Dublin, Irland  
École Supérieure d'Art de Lorraine, Metz, Frankreich  
Kunstakademie Kraków (ASP), Polen  
Kunstakademie Gdansk (ASP), Polen  
Universität Opole, Institut für Kunst, Polen  
Universität Luxemburg, Luxemburg  
Université du Québec à Montréal, Kanada  
State Academy of Arts, Georgien  
Academy of Fine Arts and Design, Bratislava, Slowakei  
Accademia di Belle Arti di Brera Milano, Italien  
Kansas University, USA

92 Studierende aus Deutschland, Frankreich, Belgien, Polen, Slowakei, Georgien, Irland, Kanada & den Vereinigten Staaten, ca. 25 Professoren aus Deutschland, Frankreich, Belgien, Luxemburg, Polen, Italien, Georgien, Irland & Kanada und zahlreiche Kunstschaffende aus Belgien.

### Innovative Aspekte der Lehre

- Das Lehrangebot ist breit ausgelegt, insbesondere in den künstlerischen Werkstätten. Alle Arbeitsbereiche sind offen und frei wählbar, unabhängig von der eigenen Disziplin. Das Arbeiten funktioniert projektorientiert und verlangt eine freie Handhabung der nötigen Medien und Formsprachen.
- Die geschichtliche Thematik sensibilisiert die zukünftigen Künstler, Designer und Architekten für die Geisteswissenschaften und für historische und kulturelle Prozesse. Eine wissenschaftliche Vorbereitung der Thematik für die Studierenden der künstlerischen Bereiche vor deren Schaffensprozess ist sehr wichtig und gut vorbereitet. Das Symposium und die zusätzliche Betreuung vor Ort durch die Wissenschaftler während der Dauer des Projektes eröffnet alternative Herangehensweisen an wissenschaftliche Themen und ermöglicht, neue Methoden zur Visualisierung von Geschichte zu erproben. Auf diese Weise gibt man neue Impulse zum inspirativen Wissenserwerb. Den teilnehmenden Wissen-



schaftlern eröffnen sich aufgrund einer starken emotionalen Wahrnehmung der Geschichte durch die Studierenden der Designhochschulen und Kunstakademien neue Blickwinkel zur Betrachtung von Geschichte.

- Die Arbeit während der Dauer des Projektes ist sehr intensiv und durch die Umsetzung der Abschluss-Ausstellung praxisbezogen. In kürzester Zeit wird ein ganzheitlicher Schaffensprozess bewerkstelligt, von der Konzeption über die Produktion bis hin zur Präsentation. Dieser intensive Schaffensprozess fördert und fordert in hohem Maße selbständiges Arbeiten und Engagement.
- Innovativ ist auch die Einbindung fächerunspezifischer Angebote wie die Workshops Mediation oder Körpersprache, die vor allem auf einer menschlichen Ebene einen Beitrag für Integration, Selbstvertrauen und Toleranz leisten.
- Der interkulturelle Austausch fördert den Abbau national und kulturell geprägter Vorurteile.
- Neben den interkulturellen Kompetenzen verbessern die Teilnehmer auch ihre linguistischen Fähigkeiten. Die sprachliche Vielfalt der Teilnehmer erfordert, Englisch als offizielle gemeinsame Sprache zu verwenden.
- Die betreuenden Lehrenden bilden ihrerseits in den Werkstätten auch ein interdisziplinäres und internationales Team. Der interdisziplinäre Ansatz liefert Anregungen, sich mit den speziellen Methoden der »fremden« Disziplin auseinanderzusetzen und die andere, ungewohnte Arbeitsweise für die eigene Disziplin fruchtbar zu machen und produktiv zu nutzen.



Abb. 5: Die Studierenden des Workshops Urban Art im internationalen Team (Hochschule Trier, Kansas University, UCD Dublin) bei der Arbeit



Abb. 6: Besprechung der Studierenden mit dem Professoren-Team im Workshop Visual Art (Hochschule Trier, Universität Opole, Kansas University, Uqam Montreal, Esal Metz)



Abb. 7: Sven Fuchs (Hochschule Trier) Konzeptentwicklung im Visual Art Workshop

Das tägliche Treffen der Pädagogen während des Projektes erlaubt, Probleme zu diskutieren, die studentische Arbeit zu evaluieren, sich mit den unterschiedlichen Herangehensweisen der Wissenschaften und der Künste auseinander zu setzen.

- Das Intensiv-Projekt erfordert eine aktive Teilnahme und Selbstverantwortung aller Beteiligten und stärkt das europäische Gemeinschaftsgefühl.
- Wichtige Impulsgeber dieses Prozesses bilden die Vorträge der Pädagogen der künstlerischen Werkstätten. Die Vorträge spiegeln das weite interdisziplinäre Spektrum und die Größe der Vielfalt der Schaffensgebiete der Lehrenden wider.

#### **Auswirkungen des Projektes auf die Lehre und auf die Teilnehmer**

- Der grenzüberschreitende Dialog wird durch die Teilnahme vieler Nationen gefördert, durch deren Sprachen, Kulturen und divergierende Sichtweisen, die man in der Zusammenarbeit als große Bereicherung für alle Teilnehmer empfindet.
- Der grenzüberschreitende Ansatz funktioniert sehr gut, ist von Neugier und Toleranz geprägt und erlaubt allen Teilnehmern, ein Verständnis für andere Denkweisen zu entwickeln.
- Die methodische Horizonsweiterung, die neuen Zugänge zur themenbezogenen Projektarbeit und das fokussierte Arbeiten mit themenbezogenem Input von verschiedenen Disziplinen führt zu außergewöhnlichen Ergebnissen.
- Der unkomplizierte und persönliche Austausch zwischen Studierenden und Lehrenden führt zu einer Abflachung der Hierarchien. Dies schafft Vertrauen und fördert die Aufhebung von hierarchisch bedingten Hemmnissen.
- Die Erfahrung von Arbeit in international geprägten Gruppen ist ein wichtiger Bestandteil für den zukünftigen Erfolg der Studierenden auf dem internationalen Arbeitsmarkt.
- Der ganzheitliche und praxisnahe Schaffensprozess erfordert viel Engagement und Selbstorganisation von Lehrenden und insbesondere von den Studierenden. Das Erlernen neuer Kompetenzen erfolgt spontan und wie von selbst, losgelöst von den Zwängen des Hochschulalltags.
- Die Intensität des zehntägigen Arbeitsprozesses und die daraus entstandenen erfolgreichen Ergebnisse bringen vor allem den Studierenden mehr Selbstvertrauen und verlagern die Einschät-

zung der eigenen Kompetenzen zum Positiven.

- Die Studierenden begeistern sich vermehrt durch ihre Teilnahme an diesem internationalen Projekt für einen eigenen Auslandsaufenthalt (Student mobility). Auch bei den Lehrenden wächst die Lust auf Lehreraustausch (teaching staff mobility), beispielsweise für einwöchige Workshops in einer Partnerhochschule.

### Fazit

Der multidisziplinäre Ansatz ist für alle Beteiligten, Studierende wie Lehrende, eine außerordentliche Erfahrung. Studierende profitieren von der Betreuung durch eine multinationale und interdisziplinäre Gruppe von Pädagogen, für die wiederum die Vielfalt der Studierenden eine inspirierende Herausforderung darstellt. In den Mikrokosmen dieser Begegnungen entstehen unerwartete Nachbarschaften, werden schöpferische Dialoge initiiert. Barrieren der Verständigung werden nicht mehr als Hürden erlebt, sondern als Differenzenerfahrungen, aus denen unerwartete Lösungen erwachsen.

Die über jede dieser Begegnungen herausgegebenen Dokumentationen belegen den wertvollen Ertrag eindrucksvoll. Die in diesem vieldimensionalen Interaktionsprozess sich vollziehende Überlagerung, gegenseitige Durchdringung und Vernetzung multidisziplinär, multikulturell und multinational geprägter Fachkulturen, ästhetischer Urteilsformen und komplexer Wertesysteme führt aber zu einem noch sehr viel tiefergehenden Beweggrund für die Freisetzung (und Befreiung) von Kreativität im gestaltgebenden Schaffensprozess.



Abb. 8: Video Performance „Choice“ der Studierenden des Kunstinstituts, Universität Opole, Polen, Visual Art / Video, Klang, Film Workshop



Abb. 9: Interdisziplinäres Happening während der Ausstellungseröffnung von Studierenden aus der UQUAM, Montreal, Kanada mit Studierenden aus 9 Nationen



Abb. 10: Eröffnung der Ergebnisausstellung



Abb. 11: Installation der Studentin Magdalena Wolnicka (Universität Opolski, Polen) Visual Art



Abb. 12: Papier-Installation von Magdalena Mach (Akademia Sztuk Pięknych Im. Jana Matejki w Krakowie) Paper Art Workshop

Gerade unter den Voraussetzungen der im gestaltend-künstlerischen Prozess interpretationsoffenen Austauschbeziehungen wird in den schöpferischen Begegnungen des Cross-Border Networks ein – signifikant europäisches – Innovationsmuster aktiviert, das vielfältige Kopplungen und Resonanzen zwischen allen Beteiligten entfaltet. Hier liegen Transferpotenziale auch für andere Fachkulturen. Das zugleich lokal geprägte, wie auch grenzübergreifende Kulturprojekt, verbindet die Menschen, die Hochschulen und die Länder Europas.

★

Das Netzwerk, 2007 von Prof. Anna Bulanda-Pantalacci gegründet, verfolgt die Idee einer „nomadischen“ Hochschule, die das Studium öffnet und dynamisiert, aus dem fest gefügten institutionellen Rahmen des Hochschulalltags ausbricht und jedes Jahr aufs Neue an bedeutungsvollen Orten in Europa arbeitet (Trier / Metz / Westwall; Krakau / Nova Huta; Schloss Narny; Andernach; Schengen; Kreisau / Polen; Liège / Belgien). Zentrales Ziel dieser auf Dauer angelegten Initiative ist es, Kreativität und Innovation im Gestaltungsprozess durch die Förderung inter-, trans- und multidisziplinärer Ansätze im Cross-Over der Disziplinen freizusetzen. Nicht nur durch die Zusammenkunft von Wissenschaft und Kunst, sondern auch innerhalb dieser beiden Bereiche findet eine Verzahnung verschiedener Disziplinen statt.

[www.cross-border-network.eu](http://www.cross-border-network.eu)



Abb. 13: Gruppenabbildung aller Teilnehmenden des IP 2012



**Prof. Anna Bulanda-Pantalacci**  
 Fachbereich Gestaltung  
 Fachrichtung Kommunikationsdesign  
 Hochschule Trier / Paulusplatz

+49 651 8103 144  
 A.Bulanda-Pantalacci@hochschule-  
 trier.de



## Architektursymposium „Komplexität“ 14. Juni 2012, Paulusplatz, Trier

FB GESTALTUNG  
Prof. Dipl.-Ing. Kurt Dorn  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Sieveke

Im Sommer 2012 fand zum zweiten Mal ein Symposium im Rahmen der Initiative »Integrale Planung« zu aktuellen Themen

anwendungsbezogener Forschung und Entwicklung statt. Nach der Auftaktveranstaltung im Sommer 2011 zum Thema der »Nachhaltigkeit« wurde in diesem Sommer das Thema der »Komplexität« thematisiert. Der Architekt als Generalist steht immer höheren Anforderungen und Spezialisierungen im Baugeschehen gegenüber. Mit unserer Initiative wollen wir praktizierende Kollegen und Bauschaffende für die immer komplexer werdenden Aufgaben im Umfeld des Bauens sensibilisieren. Fachleute aus der Architektur, dem Ingenieurwesen sowie aus dem Projektmanagement stellten Ihre Sichtweisen zum Thema »Komplexität« dar. Das Ziel des Symposiums war es, Bauschaffende, Architekten, Fachplaner, Projektentwickler, Bank- und Finanzdienstleister, Behördenvertreter, Kommunen, Investoren, aber auch Studierende differenziert über den derzeitigen Diskussionsstand zu informieren. Gemeinsames und Trennendes sollte im Rahmen dieser Veranstaltung herausgearbeitet werden. Die Gelegenheit, sich mit den hochqualifizierten Referenten und Verantwortlichen im Fachgespräch auszutauschen, wurde intensiv genutzt. Insbesondere freuen wir uns darüber, dass es uns gelungen ist, die Architektenkammer RLP dafür zu gewinnen, diese Veranstaltung als Fortbildungsveranstaltung für AIP'ler (Architekten im Praktikum) anzuerkennen.



Abb. 1 Ankündigung



Abb. 2: Impressionen / Diskussionen





Abb.3 Referenten

Wir danken dem Förderkreis der Hochschule Trier für die Unterstützung.

**Programm 2012**

Begrüßung: Prof. Dr. Jörg Wallmeier - Präsident der Hochschule Trier

Moderation: Prof. Dr. Matthias Sieveke, Architekt BDA – Hochschule Trier

09.30 – 10.00

Sichtweisen aus Hochschule und Praxis

Prof. Kurt Dorn, Dipl.-Ing. Architekt - Hochschule Trier, Planungs- und Baumanagement

10.00 – 10.30

Architekt – ein komplexer Beruf, ein Berufsstand mit Komplexen

Dipl.-Ing. BDA AO Christof Bodenbach - Journalist, Pressesprecher AK Hessen

10.30 – 11.10

»Komposition & Konstruktion«

Ass. Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Sill - Clemson University, USA

11.30 – 12.10

»Regeln vorgeben!«

Dipl.-Ing. Christof Kerkhoff - VDI – Fachbereich Architektur

12.10 – 12.50

»... und am Ende haftet der Architekt ?«

Chancen und Risiken Integraler Planung Ra Dr. Marc Diekmann, Jurist - Fachanwalt für Bau- und Architektenrecht, Trier

14.00 – 14.40

»Die hohe Kunst der Koordination«

Dipl.-Ing. Ulf Achenbach - Deutsche Bank, Frankfurt/ Main

14.40 – 15.20

»Beherrschung der Effizienz«

Dipl.- Ing Bernhard Becker - Vorsitzender Energieberater Netzwerk Luxemburg

15.40 – 16.00

Schlussdiskussion



**Prof. Dipl.-Ing. Kurt Dorn**

Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Architektur  
Integrale Planung  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 267  
K.Dorn@ar.hochschule-trier.de  
info@integrale-planung.eu  
www.integrale-planung.eu



**Prof. Dr.-Ing. Matthias Sieveke**

Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Architektur  
Integrale Planung  
Hochschule Trier / Schneidershof

+49 651 8103 276  
M.Sieveke@ar.hochschule-trier.de  
info@integrale-planung.eu  
www.integrale-planung.eu

## Erstes Carsharing-Projekt »Flinkster Campus« startet an der Hochschule Trier

FB GESTALTUNG  
Prof. Tom Hirt

Das im Lehrgebiet Crossmedia und integrierte Kommunikation von zwei Studierenden der Hochschule Trier entwickelte Projekt »Flinkster Campus« zeigt eine studentische Gestaltungslösung der crossmedialen Markenführung für den Mobilitätsanbieter Deutsche Bahn AG an der Schnittstelle von Produkt und Kommunikation. Die Studierenden der Fachrichtung Intermedia Design hatten im Kurs »Carsharing 2020 – Vernetztes Teilen und mediale Individualisierung. Die Zukunft der innerstädtischen Mobilität« die Aufgabe, sich mit den gesellschaftlichen und technologischen Veränderungen der Mobilitätsbranche auseinanderzusetzen und neue innovative Ideen für medienübergreifende Gestaltungslösungen zu entwickeln.

### Einführung

In enger Zusammenarbeit mit der Produkt- und Marketingabteilung der DB Rent GmbH – einem Tochterunternehmen der Deutschen Bahn AG – wurden Konzepte und Entwürfe zum Thema Carsharing entwickelt. Carsharing bezeichnet eine organisierte und gemeinschaftliche Nutzung von Autos. Es ist eine Alternative zum eigenen Auto und mittlerweile in ganz Deutschland verbreitet. Die Deutsche Bahn AG ist mit »Flinkster - Mein Carsharing« Marktführer in Deutschland und hat das Ziel, im Jahr 2020 führender Mobilitätsanbieter in ganz Europa zu sein. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Deutsche Bahn AG gefordert, sich dem gesellschaftlichen Wandel (Umwelt-



Abb. 1: Exkursion DB Rent GmbH

und Nachhaltigkeitsbewusstsein, Werteverstärkung, kollaborativer Konsum) – gerade in der jungen Generation – zu stellen und durch technologische Innovationen (Hybrid- und Elektrofahrzeuge, Social Media, mobiles Internet, Smartphone- und Tabletnutzung) bessere Produkt- und Kommunikationslösungen anzubieten.

### Prozess des Drittmittelprojekts

Bei einem Besuch der DB Rent GmbH in Frankfurt bekam die Gruppe der Studierenden einen tiefen Einblick in das Unternehmen. Auf dem Programm standen Vorträge von Mitarbeitern aus den Bereichen Marketing und Produktentwicklung sowie eine Besichtigung der Elektroautos des Fuhrparks. Im Projektverlauf wurden in der Analysephase andere Unternehmen im Carsharing-Markt untersucht und deren digitale Markenführung und Instrumente bewertet. Gespräche mit Carsharing-Nutzern, eigene Testfahrten, Videos des Nutzungsprozesses, eine Umfrage und die Entwicklungen in der Mobilitätsbranche bildeten die Ausgangsbasis der Anforderungen in der konzeptionellen Entwicklung der Studierenden.

Ein Ergebnis des Kurses – das Projekt »Flinkster Campus« – wurde im Frühjahr 2012 als erstes Carsharing-Projekt für Studierende in Deutschland an der Hochschule Trier entwickelt und in Kooperation mit dem Industriepartner umgesetzt. Weitere Projektthemen der digitalen Markenführung, die an der Schnittstelle von Produktmedien, Kommunikationsmedien und Raummedien bearbeitet wurden, waren das Konzept »Flinkster Mixer«, welches als Smartphone-App und Assistenzsystem im Auto entwickelt wurde und eine höhere Flexibilität von Kunden und Verkehrsmitteln im Mobilitätsangebot gewährleisten soll. Mit »Flinkster Lokal« wurde ein Konzept vorgestellt, das lokale Nutzer als Markenmultiplikator einsetzt. Um die Umweltmarke »Flinkster« zu stärken, wurde eine Applikation vorgestellt, die die Nutzer stärker in das Thema Nachhaltigkeit einbinden soll. Das Konzept »Flinkster Pools« zielt auf eine Verbesserung der Ausnutzung des Fahrzeugpools ab.

Diese Projekte lieferten bei der Präsentation auf dem Gestaltungscampus Irminenfreihof vor der hochkarätigen Jury, bestehend aus Herrn Lübke (Geschäftsführer, DB Rent), Herrn Perez (Planung und Durchführung der Kommunikationsmaßnahmen, DB Rent), Frau Unnold (Leitung Marketing und Kommunikation, DB Rent), Prof. Daniel Gilgen und Prof. Tom Hirt (Hochschule Trier), ebenfalls qualitativ hochwertige Ergebnisse.



Abb. 2: Präsentation der Projekte



Abb. 3: Präsentation der Projekte



Abb. 4: Präsentation der Projekte



Abb. 5: Präsentation der Projekte

### Entwurf Flinkster Campus

Realisierung eines Mediensystems für die Zielgruppe der Studierenden an Hochschulen.



Abb. 6: Flinkster Campus Logo

### Gesellschaftlicher Kontext

Durch den Wertewandel zum kollaborativen Konsum verliert das eigene Auto in der jungen Generation zunehmend seine Bedeutung als Statussymbol. Besonders in den städtischen Ballungszentren wird die persönliche Mobilität durch einen Mix der Verkehrsmittel erreicht. Neben Fahrrad, öffentlichem Personennah- und Fernverkehr sowie dem Flugzeug deckt der private PKW einen immer kleineren Teil des Mobilitätsbedarfs ab. Carsharing war vielen Studierenden bislang jedoch kein Begriff, obwohl Carsharing das Potenzial besitzt, auf die individuellen Bedürfnisse des einzelnen Konsumenten einzugehen und so eine kostengünstige Variante zum eigenen Auto bietet.

### Zielgruppe Studierende

Entwicklung eines Mediensystems für nachhaltige Mobilität, welches auf die Zielgruppe der Studierenden an Hochschulen ausgerichtet ist. Außerdem sollte der Bekanntheitsgrad und das Markenbewusstsein in der Zielgruppe für »Flinkster - Mein Carsharing« gesteigert werden, um das Ziel der Deutschen Bahn AG, 2020 füh-

render Mobilitätsanbieter in Europa zu sein, voranzutreiben.

### Konzept und Entwurf

Betrachtet man die globale Entwicklung des Verkehrsaufkommens und des Mobilitätsbedarfs, ist es von sehr großer Bedeutung, diesem zukünftigen »Chaos« entgegenzuwirken, indem vorhandene Ressourcen neu ausgerichtet und weiterentwickelt werden. Um die dazugehörigen Lösungsvorschläge, Ansichten und Werte an die potenziellen Verkehrsteilnehmer der Zukunft weiter zu vermitteln, bietet sich der Hochschulcampus als idealer Ort an. (durch das steigende Umweltbewusstsein bei den Verbrauchern steigt auch gleichzeitig die Nachfrage nach alternativen Mobilitätsmöglichkeiten). Jährlich gibt es deutschlandweit rund 400.000 Studienanfänger, die für ihr Studium teilweise in eine fremde Stadt ziehen. Die Studierenden nutzen heute oft öffentliche Verkehrsmittel – nicht zuletzt, weil es ein spezielles Ticket für Studierende gibt. Ein Auto benötigen sie nur gelegentlich und zeitweise z.B. um Einkäufe zu erledigen, für einen anstehenden Umzug oder für kleinere Ausflugfahrten und Exkursionen. Für Studierende bietet »Flinkster Campus« eine kostengünstige Alternative zum eigenen PKW und besticht durch die Möglichkeit, einfach, schnell und bequem ein Auto zu buchen.

Als Schnittstelle zwischen Flinkster, der Hochschule und den Studierenden dient eine Smartphone-App, über die Autos stundenweise zu günstigen Studententariifen gebucht werden können. Um aus einer Buchung eine Mitfahrgelegenheit zu erstellen und die Kosten für alle Beteiligten zu sen-



Abb. 7: Smartphone Applikation



Abb. 8: Flinkster Campus Website





Abb. 9: Campus Captain Aufsteller



Abb. 10: Fahrzeug-Branding

ken, kann eine Fahrzeugbuchung mittels der Applikation in einem sozialen Netzwerk geteilt werden. Die Fahrten können zudem auch über die Internet-Plattform gebucht werden, auf der es viele Informationen rund um Flinkster und Carsharing gibt.

Die Betreuung der Studierenden am Campus erfolgt über den Campus Captain (ein Student am Campus, der von der Deutschen Bahn angestellt ist). Er ist der erste Ansprechpartner für das Thema Flinkster und Carsharing. Er hilft den Studierenden bei der Anmeldung, führt die Legitimation durch, weist die Studierenden in die Fahrzeuge ein, erklärt die Funktionen der App und beantwortet aufkommende Nutzerfragen. Er ist der Campusbeauftragte von Flinkster und trägt ein hohes Maß an Verantwortung.

Durch Fahrzeugstationen an den Fachhochschulstandorten Schneidershof und Irminnenfreihof wird der Austausch unter den Studierenden des Fachbereichs Gestaltung und denen des Fachbereichs Technik/Informatik weiter ausgebaut.

#### Umsetzung Flinkster Campus an der Hochschule Trier

Die Umsetzung des Projekts »Flinkster Campus« erfolgte durch die beiden Studierenden David Lauer und Frederic Kokott. Die Kernaufgabe bestand aus der Entwicklung einer einheitlichen Gestaltungssprache. Dies umfasste das Corporate Design, die Gestaltung und Umsetzung der Internet-Plattform [www.flinkster-campus.de](http://www.flinkster-campus.de) und die Gestaltung von Werbemitteln (Parkplatzschilder, Aufsteller, Plakate, Anzeigen Flyer und Broschüren). Eine weitere Aufgabe war die Gestaltung der



Smartphone Applikation (User Interface, Icons). Diese wurde in enger Zusammenarbeit mit der Agentur 2denker umgesetzt. Zu dem Aufgabenbereich gehörte außerdem die Entwicklung eines Fahrzeug-Branding für den »Flinkster Campus« Fuhrpark. Dieser Fuhrpark wurde - um die Nachhaltigkeit von Carsharing durch umweltgerechte Mobilität zu unterstreichen - mit einem Elektrofahrzeug (Opel Ampera) am Standort Schneidershof ausgestattet und lässt die Schnittstellen zwischen Hochschule (Fachbereich Technik/Informatik, Maschinenbau, Fahrzeugtechnik Team proTRon) und Industrie sichtbar werden.

#### Markteinführung und Pressekonferenz an der Hochschule Trier

Die Markteinführung und Präsentation des Pilotprojekts »Flinkster Campus« fand am 09.05.2012 am Gestaltungscampus Irminenfreihof mit zahlreichen Vertretern der Presse, Herrn Lübke (Geschäftsführer, DB Rent), Herrn Perez (Planung und Durchführung der Kommunikationsmaßnahmen, DB Rent), Prof. Dr. Axel Kihm, (Vizepräsident für Forschung und Technologietransfer der Hochschule Trier), Prof. Daniel Gilgen und Prof. Tom Hirt (Hochschule Trier) statt. Seitdem können rund 6.100 Studenten den neuen Carsharing-Service »Flinkster Campus« an der Hochschule Trier nutzen und haben die Möglichkeit, eine neue Form der Mobilität zu testen – mit geteilten Autos. Zudem können sie auch die neue Technik der Elektrofahrzeuge im Alltag ausprobieren.

#### Ausblick

Im Projektverlauf gab es mehrere Anfragen anderer Hochschulen, die den Carsharing-Service an ihrem Campus für die Studierenden anbieten wollen. Aus diesem Grund wird nach einer Testphase geprüft, ob das Produkt »Flinkster Campus« auf andere Hochschulen ausgeweitet werden kann. Außerdem gab es im Rahmen der Veranstaltung »City Campus - Triers lange Nacht der Wissenschaft« einen Vortrag zu »Flinkster Campus«, bei dem Interessierte die Gelegenheit hatten, die Elektromobilität durch eigene Testfahrten hautnah zu erleben und auszuprobieren.



Abb. 11: Pressekonferenz



Abb. 12: Markteinführung



**Prof. Tom Hirt**  
 Fachbereich Gestaltung  
 Fachrichtung Intermedia Design  
 Hochschule Trier / Irminenfreihof  
 +49 651 8103 842  
 T.Hirt@ges.hochschule-trier.de

## Architekturexkursion Amsterdam Rotterdam SOSE 2012

FB GESTALTUNG  
Prof. Dipl.-Ing. Kurt Dorn  
Prof. Dr.-Ing. Matthias Sieveke

Die Fachgebiete Konstruieren und Gebäudetechnologie und Planungs- und Baumanagement / Baurecht thematisieren Prinzipien der Konzeption, Erstellung und Betrieb von Gebäuden unter ökologisch sinnvollen, energieeinsparenden Gesichtspunkten.

Die Architektur in den Niederlanden, schwerpunktmäßig in den Ballungsräumen Amsterdam und Rotterdam, war in den vergangenen Jahren vermehrt Gegenstand internationaler Aufmerksamkeit. Eine Vielzahl prägender Architekturstile und -richtungen lassen sich auf engem Raum studieren. Beispielhaft sind die »Amsterdamer Schule« mit Ihrem Protagonisten van Klerk, der »Strukturalismus« am Beispiel Aldo van Eycks sowie Vertretern des »Internationalen Stils« wie J.J.P. Oud oder auch der frühen Moderne »de Stijl« mit Gerrit Rietfeld zu nennen.

Rotterdam als »Think Tank« mit Rem Koolhaas an der Spitze sowie Büros, die aus dem OMA (office of metropolitan architecture) hervorgegangen sind, z. B. MvRdV oder auch Claus En Kaan, prägen die jüngere Generation der Architekturschaffenden. Die Unterstützung neuer kreativer Ansätze in der Architektur unter dem Oberbegriff »New Dutch« sowie Förderprogramme im Wohnungsbau bekamen internationale Geltung.

Während die Niederlande in den 60er und 70er Jahren mit rückläufigen Bevölkerungs- und Beschäftigungszahlen zu kämpfen hatten, setzte sich in den vergangenen zehn Jahren eine gegenläufige Entwicklung durch. Dieser Bedarf nach Wohnraum erwuchs nicht so sehr aus steigenden Geburtenraten, sondern der Geschichte der Niederlande geschuldet aus der Einwanderung,

der zunehmenden Individualisierung und dem stark gestiegenen Flächenverbrauch der meisten städtischen Nutzungen. Die zunächst sehr theoretisch geführte Diskussion sieht die reale Dichte der Städte in enger Verbindung mit virtuellen Kommunikationsräumen und digitalen Infrastrukturen und klopft ihre bauliche Ausformung auf ihre Fähigkeit hin ab, die geforderte Identität für moderne Nutzer bilden zu können. Lage und Konzeption neuer Wohn- und Arbeitsstandorte und innovative Konzepte und Grundrisse werden unter Marktbedingungen nicht immer zum Vorteil der Städte und Landschaften überdacht. Zersiedelung am Rande der Städte bis weit ins Land hinein, gesichtslose Stadtübergänge und extreme Verdichtung in den Städten selbst sind häufig auch zeitgeistbedingten Architektureinrichtungen geschuldet. Die Exkursion greift diesen Diskurs und seine reale Ausformung als grundlegendes Thema auf. Welche stadträumlichen Konzepte sind tragfähig und ggf. in Ansätzen übertragbar?

Im Vorfeld wurden die zu besichtigten Bauten bzw. Stadtteile von den Studierenden analysiert und beschrieben. Ein Exkursionsführer wurde erstellt. Vor Ort übernahmen die Studierenden jeweilige Patenschaften ihrer im Exkursionsführer beschriebenen Bauwerke, d.h. die Studierenden wurden angehalten, am Objekt Referate zu halten, um diese auch zu diskutieren. Abschließend wurden die Bauten in zeichnerischer und fotografischer Form dokumentiert. Im Rahmen unserer Exkursion hatten wir zudem Gelegenheit, die Architekturfakultät der renommierten TU Delft sowie das international agierende Büro »UN studio« von Ben van Berkel und Caroline Bos zu besuchen.



Abb. 1: Exkursionsführer

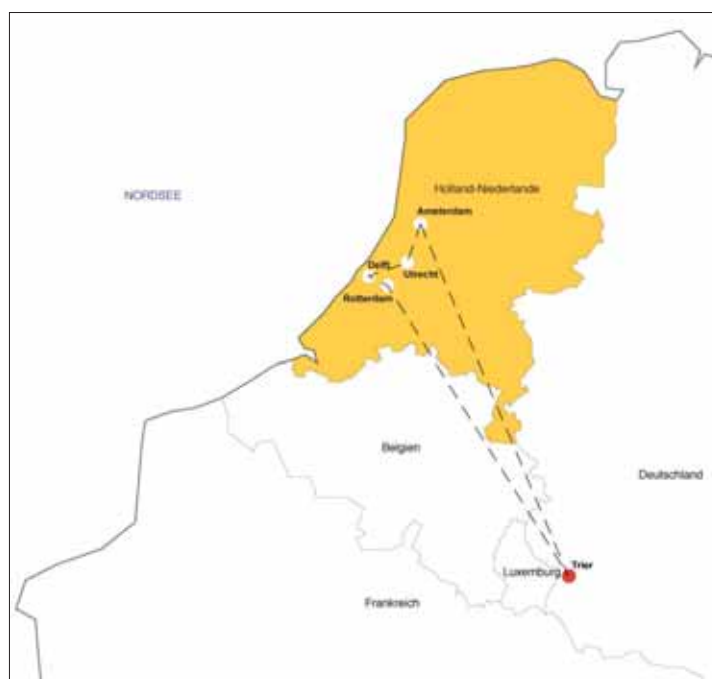
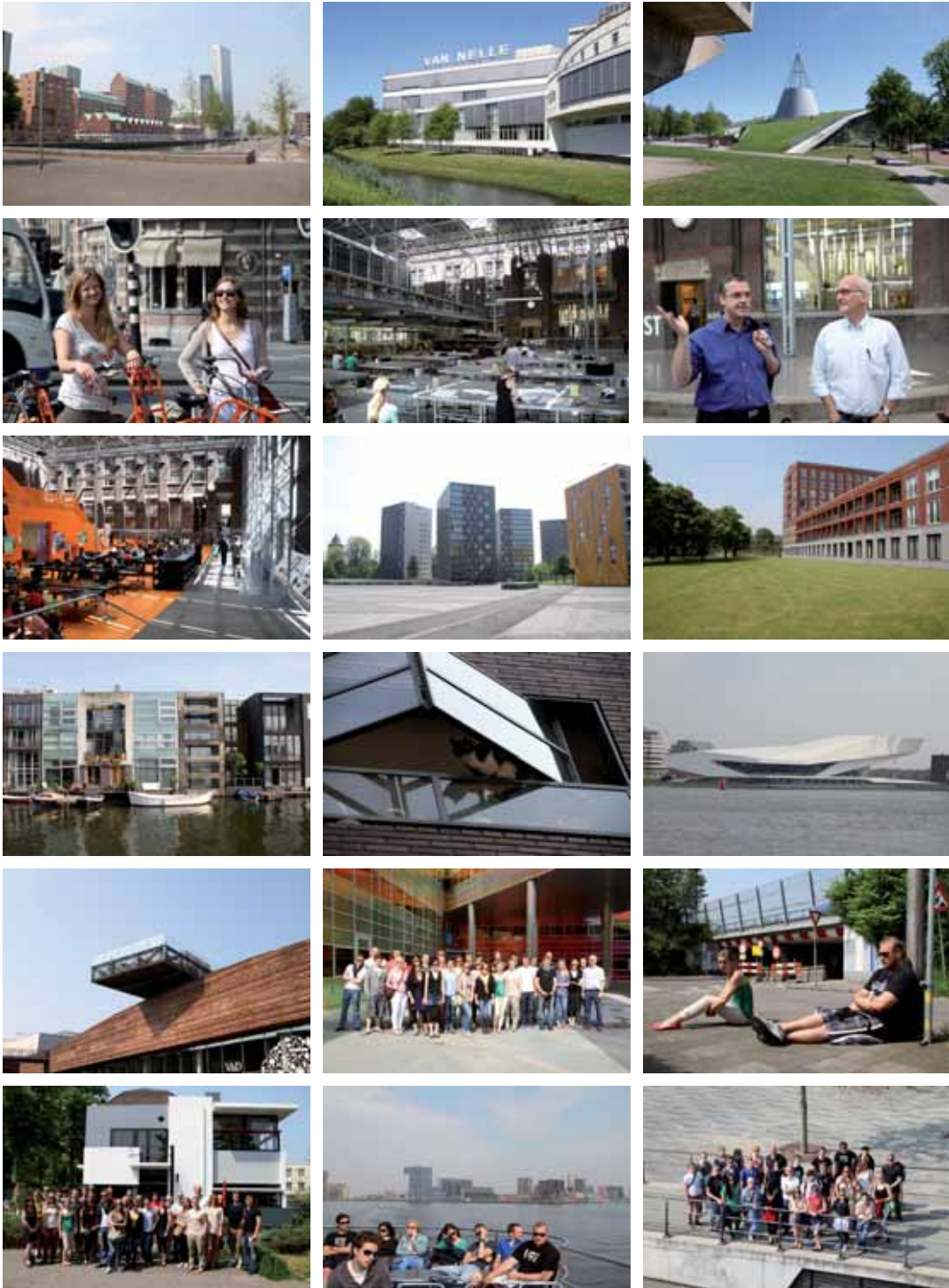


Abb. 2: Route Trier – Niederlande, Sommersemester 2012







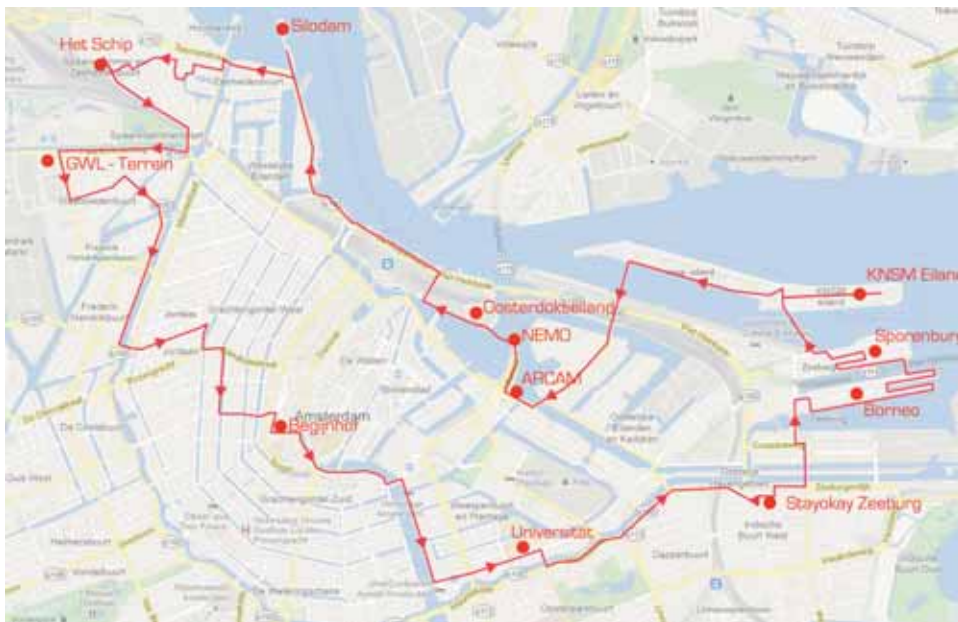


Abb. 3: Bauliche Erkundungen mit dem Fahrrad

**Programm**

- 1. Tag, 20. Mai 2012  
Trier – Breda – Amsterdam
- 2. Tag, 21. Mai 2012  
Amsterdam – Grachtenstadt – Radlstadt
- 3. Tag, 22. Mai 2012  
Amsterdam – Hafenstadt
- 4. Tag, 23. Mai 2012  
Amsterdam – Utrecht – Rotterdam
- 5. Tag, 24. Mai 2012  
Rotterdam – Hafenstadt
- 6. Tag, 25. Mai 2012  
Rotterdam – Delft – Rotterdam
- 7. Tag, 26. Mai 2012  
Rotterdam – Trier

Wir danken dem Förderkreis der Hochschule Trier und dem akademischen Auslandsamt für die Unterstützung.



**Prof. Dipl.-Ing. Kurt Dorn**  
 Fachbereich Gestaltung  
 Fachrichtung Architektur  
 Integrale Planung  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 267  
 K.Dorn@ar.hochschule-trier.de  
 info@integrale-planung.eu  
 www.integrale-planung.eu



**Prof. Dr.-Ing. Matthias Sieveke**  
 Fachbereich Gestaltung  
 Fachrichtung Architektur  
 Integrale Planung  
 Hochschule Trier / Schneidershof  
 +49 651 8103 276  
 M.Sieveke@ar.hochschule-trier.de  
 info@integrale-planung.eu  
 www.integrale-planung.eu

## Intermedia Design goes Hong Kong Exkursion und Ausstellung in Hong Kong: I love shopping! – Shop till you drop?

FB GESTALTUNG.  
Prof. Tom Hirt

Studierende der Hong Kong Baptist University of Visual Arts und der Hochschule Trier, Fachrichtung Intermedia Design hatten die Aufgabe, sich mit den gesellschaftlichen und technologischen Veränderungen in der Bekleidungsbranche auseinanderzusetzen und neue innovative Ideen für medienübergreifende Gestaltungslösungen zu entwickeln. Sie gingen in einem gemeinsamen Hochschulkurs der Frage nach, wie man in Zukunft in unserer schnellen und vernetzten Gesellschaft mit dem Konsum von Kleidung umgehen sollte. Das Projekt zeigt nicht nur eine internationale Zusammenarbeit, sondern beschreibt ein aktuelles und wichtiges Thema.

### Einführung

Heute ist Mode bezahlbar und dank H&M gibt es keine Ausrede mehr, sich nicht modisch zu kleiden. Aber was ist der Effekt dieser Art des Konsums? Schließen sich nachhaltiges Einkaufen und ein Trendsetter-Dasein aus? In modernen Großstädten wie Hong Kong oder Berlin sind wir umgeben von großen Einkaufszentren und internationalen Modemarken an sieben Tagen der Woche. Neben Retail Shops, Online-Portalen und mobilen Applikationen haben wir heute die Chance, über das Internet Teil des Produktions- und Designprozesses zu werden.

### Prozess

Die interkulturelle Studentengruppe analysierte existierende Konzepte von nachhaltiger Mode und entsprechendem Konsum. In der Analysephase wurden Kommunikationskonzepte und Services des Einkaufsprozesses (Off-/Online), das Konsumverhalten der Zielgruppe, der Produktlebenszyklus

von Kleidung, die Mode (Personen, Marken und Werte von früher, heute und in Zukunft) sowie alternative Marken- und Geschäftskonzepte untersucht und bildeten die Ausgangsbasis der Anforderungen in der konzeptionellen Entwicklung der Studierenden.

### Konzept und Entwurf

Die Ergebnisse der studentischen Projekte der Hochschule Trier, Fachrichtung Intermedia Design, zeigen Gestaltungslösungen der crossmedialen Markenführung an der Schnittstelle von Produkt und Kommunikation mit dem Schwerpunkt auf digitale Medien wie Online-Portale, mobile Applikationen und digitale Mediensysteme. Auf der anderen Seite zeigen die Ergebnisse der Hong Kong Baptist University, Academy of Visual Arts Gestaltungslösungen mit dem Schwerpunkt auf Printmedien wie Broschüren, Bücher und Infografiken, die Orientierung im Alltagsthema Einkaufen geben sollen.



Abb. 1: Hong Kong

### Exkursion und Ausstellung

Der erste Tag der Exkursion begann an der Hong Kong Baptist University, Academy of Visual Arts. Prof. Mariko Takagi, die Leiterin der chinesischen Studenten-Gruppe, führ-

te die Studierenden der Hochschule Trier durch den Fachbereich und zeigte die verschiedenen Design-Abteilungen. Danach wurden die letzten Vorbereitungen für die Präsentation der Ergebnisse am nächsten Tag getroffen.

Die Ergebnisse wurden in einer gemeinsamen Ausstellung der Hong Kong Baptist University, Academy of Visual Arts, und der Hochschule Trier, Fachrichtung Intermedia Design, im Goethe-Institut in Hong Kong am zweiten Tag der Exkursion präsentiert. Die Ausstellung präsentierte Arbeiten aus den Themenbereichen der Informationsgestaltung und der intermedialen Gestaltung, und die Studierenden konnten sich mit Interessierten über ihre Arbeiten austauschen.

Am dritten Tag bekamen die Studierenden eine exklusive Führung über den Campus der Hong Kong Polytechnic University (PolyU) und erhielten darüber hinaus von Ernesto Spicciolato (Professor Interaction Design) einen ausführlichen Einblick in studentische Projekte aus dem Bereich Interaction Design. Danach besuchten sie die Ausstellung »Hong Kong Exponate« an der Hong Kong & Shenzhen Bi-city Biennale of Urbanism/Architecture.

Ein weiterer Höhepunkt der Exkursion war der Besuch der Design Büros des Unternehmens Philips am vierten Tag. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, sich mit Michael Held (Senior Design Manager) und Maria Bourke (Senior Art Director) über die Arbeit der Designer bei Philips auszutauschen, Informationen über den Arbeitsablauf in einem Weltkonzern sowie exklusive Einblicke in eine noch unveröffentlichte Werbekampagne für Philips Kopfhörer zu erhalten.

Der fünfte Tag der Exkursion stand ganz im



Abb. 2: Entwurf „Stitch“



Abb. 3: Entwurf „Create“



Zeichen des Kursthemas »I love shopping!«. Die Studierenden erlebten eine völlig neue Shopping-Kultur. Umgeben von großen Menschenmassen und Einkaufszentren, die sich auf mehr als 20 Etagen erstreckten, riesigen Leuchtreklamewerbeschildern, vielen bunten Lichtern und intensiven Klängen erlebten die Studierenden ein Shopping-Ereignis der besonderen Art. In diesem Zusammenhang erfuhren sie zudem, dass Kleidung in Hong Kong für gewöhnlich ein Einweg-Produkt darstellt. Durch ihren begrenzten Wohnraum werfen viele Menschen ihre alte Garderobe weg, um Platz für neue Kollektionen zu schaffen.

#### Ausblick

Nach der erfolgreichen Zusammenarbeit unterzeichneten die Hochschule Trier, Fachrichtung Intermedia Design, und die Hong Kong Baptist University, Academy of Visual Arts, einen Kooperationsvertrag, um die Zusammenarbeit in Forschung und Lehre in Zukunft zu intensivieren und das Netzwerk weiter auszubauen. Die ersten Auswirkungen der Kooperation sind bereits sichtbar, denn seit dem Sommersemester 2012 absolvieren zwei Studierende von Intermedia Design ein Auslandssemester in Hong Kong.

#### Dokumentation der Exkursion:

<http://hongkong.intermediadesign.de>



Abb. 4: Academy of Visual Arts



Abb. 5: Ausstellung am Goethe-Institut



Abb. 6: Ausstellung am Goethe-Institut



Abb. 7: Hong Kong Polytechnic University



Abb. 8: Shopping in Hong Kong



Abb. 9: Hong Kong



**Prof. Tom Hirt**  
Fachbereich Gestaltung  
Fachrichtung Intermedia Design  
Hochschule Trier / Irminenfreihof

+49 651 8103 842  
T.Hirt@ges.hochschule-trier.de

## Transfernetz Rheinland-Pfalz

Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier

Seit dem Jahr 2006 bzw. 2008 bestehen zwei rheinland-pfälzische Netzwerke für den Bereich des Wissens- und Technologietransfers (WTT-Netzwerke):



Das **Transferwissensnetz RLP (twin-rlp)** als WTT-Netzwerk der Transfereinrichtungen der sieben Hochschulen und



**navigator Wissenschaft (naWI)** als WTT Netzwerk der vier Transfereinrichtungen der Universitäten.

Diese beiden bisher getrennt voneinander agierenden WTT-Netzwerke übernehmen neben den originären und eher regional ausgerichteten Transferaufgaben weitere auf die Zielgruppen der Unternehmen, Wissenschaftler und Studierende bezogene Aufgaben, die gemeinsam und landesweit in den einzelnen Netzwerken organisiert werden. Bisher haben sowohl die Transfereinrichtungen der Hochschulen als auch die beiden WTT-Netzwerke der Hochschulen und Universitäten des Landes punktuell, beispielsweise bei Veranstaltungs- und Messebeteiligungen sowie Unternehmensanfragen, zusammengearbeitet. Der Erfahrungsaustausch war bisher jedoch eher informeller Natur.



Seit 2012 agieren die Transferstellen der Hochschulen nur als **Transfernetz RLP**.

### Ziele

Zielgruppe für den Wissens- und Technologietransfer sind insbesondere kleine und mittlere Unternehmen in Rheinland-Pfalz. Durch das Transfernetz RLP mit seinen künftig 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 Technologie- und Wissenstransfers zu gewährleisten.

### Kooperations- und Transfermöglichkeiten

Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschule 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 Abschlussarbeit 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 Hochschule 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 Forschungsgegenstände kompetent und innovativ gelöst werden. Hierbei besteht die Möglichkeit diese Forschungsaktivitäten durch Fördermittel der EU, des Bundes oder des Landes zu unterstützen.



In zahlreichen Veranstaltungen des Wissens-transfers werden diese Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen den Hochschulen und Unternehmen vertieft. Hier eine Übersicht der Veranstaltungen in den letzten beiden Jahren:

- **26.01.2011**  
twin-rlp: Innovationsdialog in Kaiserslautern – Wirtschaft und Hochschule, Gemeinsam die Zukunft gewinnen
- **21.02.2011**  
Chancen 2011: Finanzierung von Innovationen und Investitionen – die ISB als Ihr Partner
- **17.03.2011**  
Fördermittelnachmittag: Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU durch Stärkung der Innovationstätigkeit. Darstellung der Fördermöglichkeiten auf Bundes und EU-Ebene
- **23.03.2011**  
twin-rlp: Innovationsdialog in Mainz – Wirtschaft und Hochschule, Gemeinsam die Zukunft gewinnen
- **18.05.2011**  
twin-rlp: Innovationsdialog in Trier – Wirtschaft und Hochschule, Gemeinsam die Zukunft gewinnen
- **08.06.2011**  
twin-rlp: Innovationsdialog in Koblenz – Wirtschaft und Hochschule, Gemeinsam die Zukunft gewinnen

- **14.10.2011**  
Eifelkonferenz 2011 – Fit für die Zukunft?  
Wie berufliche Bildung Fachkräfte in der Eifel sichern kann
- **08.11.2011**  
9. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier
- **09.11.2011**  
Forschen in Europa: Nationale und europäische Forschungsförderung. Informationsveranstaltung zur Nachwuchsförderung
- **30.11.2011**  
FH live – Die Hochschule von innen kennenlernen, Trip durch die Medizintechnik/ Medizininformatik
- **08.12.2011**  
Forum – Innovation in den KMU und im Handwerk der Großregion
- **12.03.2012**  
Zukunftsfähige Arbeit in Rheinland-Pfalz  
Weiterqualifizierung und Wissenstransfer für produzierende Unternehmen mit technologischen Prozessen
- **27.03.2012**  
5. Fördermittelnachmittag der Hochschule Trier – Förderprogramme zu Forschung, Entwicklung und Kooperationen erfolgreich nutzen
- **27.03.2012**  
8. Eifeler Innovationsforum – Zukunftsinitiative Eifel
- **05.09.2012**  
FH live – Zukunftsfähige Arbeit in Rheinland-Pfalz
- **28.09.2012**  
City Campus – Triers lange Nacht der Wissenschaft
- **07.11.2012**  
Pharmaforum 2012
- **13.11.2012**  
10. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier. Über 40 Firmen präsentieren sich auf der Recruitingmesse der Hochschule Trier



**Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier**  
Wissens- und Technologietransfer  
Career-Service  
Gründungsbüro Trier  
Hochschule Trier / Schneidershof  
+49 651 8103 598  
D.Bier@hochschule-trier.de



## 10. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier

Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier  
Dipl.-Ing. (FH) Jan-Christoph Krug

»Eine Investition in Wissen bringt noch immer die besten Zinsen.«

Das wusste schon einer der Gründerväter der Vereinigten Staaten von Amerika, Benjamin Franklin. Und die Hochschule Trier sorgt dafür, dass sein Wort auch heute noch Gültigkeit hat.

Zum 10. Mal lädt die dynamische und anwendungsorientierte Hochschule auf dem Schneidershof Unternehmen zur hauseigenen Firmenkontaktmesse ein. Die perfekte Job-Börse für die Wirtschaft. Eine »win-to-win«-Situation für Unternehmen auf der Suche nach Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und für die mehr als 7.400 Studierenden auf der Suche nach dem passenden Job bzw. der passenden Stelle.

### Neues 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 der Firmenkontaktmesse haben die Unternehmen die Möglichkeit zu individuellen Fachvorträgen, Firmenpräsentationen an der Hochschule oder speziellen Maßnahmen zur Rekrutierung. Hier kann zwischen einem Full-Service-Messepaket oder einem All-in-one-Premiumpaket gewählt werden, dass zwischen einem voll ausgestatteten Messestand bis hin zur Listung als Premiumpartner unseres Career-Service mit speziellen Maßnahmen reicht.



Abb. 1: 10. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier

Autumn 2012

# 10. FIRMEN KONTAKT MESSE

**VIER SCHRITTE  
ZUM KARRIERE-SPRUNG**

- »» Schritt 1: Bewerberportal
- »» Schritt 2: Bewerbungsmappen-Check
- »» Schritt 3: Messeknigge
- »» Schritt 4: Firmenkontaktmesse

**INFOS UND PLATTFORM**

»» [www.fh-trier.de/go/firmenkontaktmesse](http://www.fh-trier.de/go/firmenkontaktmesse)

**INKLUSIVE**

- »» Career-Lounge
- »» Coffee-To-Go for free

**13. November 2012**

**10<sup>00</sup> - 16<sup>00</sup> Uhr**

Schneidershof, Gebäude F - L  
Hochschule Trier

Kooperations- und Medienspartner:

Abb. 2: Werbeplakat der 10. Firmenkontaktmesse 2012

### Career-Service an der Hochschule Trier

Seit 2009 unterstützt der Career-Service in Kooperation mit der Agentur für Arbeit den Übergang zwischen Beruf und Studium. 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.



Abb. 3: 10. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier



Abb. 4: 10. Firmenkontaktmesse an der Hochschule Trier

Den Professoren 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 160 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.

Denn nicht zuletzt darum geht es auch bei der 10. Firmenkontaktmesse: Berufsrealität. Heute schon den Mitarbeiter für morgen finden.

#### Weitere Informationen:

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

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



**Dipl.-Ing. (FH) Dietmar Bier**  
Wissens- und Technologietransfer  
Career-Service  
Gründungsbüro Trier  
Hochschule Trier / Schneidershof  
+49 651 8103 598  
D.Bier@hochschule-trier.de

## Tissue | Gewebe

FB GESTALTUNG  
FR MODEDESIGN  
Anna Bezgubenko  
Prof. Dipl.-Des. Dirk Wolfes

Gewebe ist der grundlegende Rohstoff der kreativen Arbeit als Modedesigner. Das Wissen um diesen Rohstoff und seine Verarbeitung aber auch die Inspiration aus demselben sind notwendige Werkzeuge. Der Begriff Gewebe bezeichnet zum einen eine textile Fläche, hergestellt aus sich überkreuzenden Fäden. Zum anderen steht er aber auch im biologischen Sinn für einen Verbund von Zellen annähernd gleicher Bauart und Funktion. Während beide Bedeutungen zunächst sehr unterschiedlich zu sein scheinen, rücken sie durch die Tatsache in unmittelbare Nähe, dass das Gewebe, aus dem unsere Kleidung besteht, in direktem Kontakt mit unserem körpereigenen Gewebe, unserer Haut, steht. Der Körper ist somit das Tragewerk für unser Produkt. Das Thema dieser Bachelorarbeit behandelt diese zwei elementaren Gesichtspunkte, die Biologie und den Rohstoff. Einen zentralen Aspekt stellt dabei die Doppeldeutigkeit des Begriffs Gewebe dar.

Ein wichtiger Ansatz bei der Gestaltung der Kollektion war die Auseinandersetzung mit der Wirkung eines Elements, das in großer Anzahl oder Menge auftritt. Man denke zum Beispiel an den Eindruck, den man erhält, wenn man einen Raum voller Bücher betrachtet. Das Aussehen des einzelnen Buches an sich ist wenig relevant, die besondere Wirkung entsteht für den Betrachter in der Masse. Für das Auge bilden sich neue Strukturen und das Gesamtbild ist auf eine andere Weise greifbar.

Ich fand es sehr reizvoll, dieses Prinzip in die Gestaltung zu integrieren und dabei eine bestimmte Wirkung allein durch die schiere Anzahl eines Elements zu transportieren. Aus dem Verbund von einzelnen Elementen resultieren Eigenschaften und Funktionen, die nur durch die Masse von Einzelstrukturen möglich werden. Dieses Prinzip gilt ebenso für biologische als auch textile Gewebe und wurde in Stoff, Strick und Kautschuk umgesetzt.





Die Entwürfe sind gekennzeichnet durch akkurate Linienführung in Verbindung mit einer starken Dichte und Festigkeit im Bereich der aneinandergeschichteten Stoffbänder. Offene, geschnittene und gerissenen Kanten geben den Oberflächen gleichzeitig ein wenig zu kontrollierendes Eigenleben. Der Stoff wird zunächst geteilt und zerstört, um ihn in einer geordneten Form wieder in Position zu bringen. Durch das Schichten des Gewebes bekommt es eine neue Substanz, Haptik und Optik. Gleichzeitig erhält das Gewebe eine weitere Dimension.

Die Kollektion besteht aus den traditionellen Kleidungsstücken Sakko, Hose, Bluse, Rock. Die bekannten Formen haben ihre Attribute und Merkmale, die sie als eben dieses Kleidungsstück erkennen lassen. Mein Ansatz war, diese Formen in ihrer Oberfläche, Proportion und Wirkung weiter zu entwickeln, ohne dass deren Ursprung verloren geht. Sie sollen trotzdem die Wirkung von der bekannten Gesellschaftskleidung haben, allerdings in einer neuen Perspektive. Entscheidend war, die einzelnen Kleidungsstücke einfach zu belassen und sie nicht zu überladen. Die Besonderheiten liegen im Detail. Beispielsweise ist einem Blusen-Thorso ein Latz vorgelagert, auf den meterweise Stoffband genäht ist. Er verändert die Proportion durch sein Gewicht, die Dicke und Steifheit und wirkt dem geläufigen Bedürfnis entgegen, nicht aufzutragen. Diese Idee wird anhand verschiedener Einzelteile vielfach durchgespielt. Wie verhält sich die Technik in einem Rock, oder wie lässt sie sich auf T-Shirts in Jersey übertragen. Eine andere Variante ist das Schichten von vielen Stofflagen. Die Form muss dafür einfacher werden, das Kleidungsstück muss aber trotzdem mit seinen Merkmalen erkennbar bleiben. Daraus entstand das Sakko, dessen Reverskragen in Taschen übergeht.

Bezüglich der Materialien basiert die Kollektion auf zwei Ideen von Gewebe. Das verwendete textile Grundmaterial ist stets gleichförmig, schlicht und in seiner Struktur unauffällig. Seine Besonderheit bekommt es durch die Verarbeitung, durch Nähte, Schichtung und Stapelung. Dadurch gewinnt es an Dreidimensionalität und Dichte. Der Kautschuk ist der Gegenpol zu den matten Baumwoll-Geweben. Er mutet hautähnlich an, ist gleichzeitig weich und flexibel, aber nicht fließend. Er legt sich eigentümlich kalt um den Körper und fühlt sich zunächst wie eine leere Hülle an. Nach einiger Zeit nimmt er die Körperwärme an und wird anschmiegsamer, klebt nahezu an wie eine zweite Haut. Grundlegende Aufgaben der

Schneiderei, wie das möglichst unauffällige Versäubern von offenen Kanten zum Schutz vor der Auflösung des Gewebeverbundes, entfallen vollständig. Gleichzeitig treten bei der Verarbeitung aber andere Probleme auf. Nähte lassen sich nicht flach bügeln, die Transparenz führt zu Schwierigkeiten bei der Innenverarbeitung und die Perforation durch viele Nähte verringert die Belastbarkeit des Materials. Der Kautschuk verändert durch sein ungewöhnliches Erscheinungsbild den Charakter der Kollektion.

Der Strick soll die Charakteristik aufgreifen, die auch das Gewebe in seiner Verarbeitung erfährt. Die schichtartige Ware erreicht durch die Verwendung von mehreren dicken Garnen eine dreidimensionale Optik in ihrer Masse. Auch hier gilt, dass in der Masse das Chaos an Fäden und Farben zu einem geordneten System verschmilzt.

Zielsetzung war es, Elemente aus biologisch-körperlichen Strukturen zu entlehnen und diese in stoffliche Verarbeitungsdetails einer tragbaren Kollektion zu übertragen, ohne sie dabei abbildhaft nachzuempfinden.



**Anna Bezgubenko**  
 Fachbereich Gestaltung  
 Fachrichtung Modedesign  
 Hochschule Trier / Irminenfreihof

Der Preis wurde gestiftet von:

**Förderkreis der Fachhochschule Trier e.V.**



## Kapital- und Schuldenkonsolidierung im Rahmen der Konzernrechnungslegung nach IFRS

FB WIRTSCHAFT  
FR INTERNATIONAL BUSINESS ENGLISCH  
Angela Blaes  
Prof. Dr. Axel Kihm

Die Abschlussarbeit befasst sich mit der Konzernrechnungslegung nach dem Regelwerk der IFRS und geht neben detaillierten Ausführungen zur Identifizierung des Konsolidierungskreises auf die Kapital- und Schuldenkonsolidierung im Prozess der Konzernabschlusserstellung ein.

Die bei Konzernunternehmen beobachtbare Asymmetrie zwischen rechtlicher und wirtschaftlicher Einheit führt aufgrund bewusst gesteuerter, konzerninterner Transaktionen im Einzelabschluss zu Informationsdefiziten, die durch den Konzernabschluss kompensiert werden sollen. Dabei stellt sich die Frage nach Art und Umfang der in den Konzernabschluss einzubeziehenden Geschäftsbeziehungen.

Das Beherrschungskonzept bildet in der Konzernrechnungslegung das zentrale Abgrenzungsmerkmal zur Identifizierung des Konsolidierungskreises. Bei der Beurteilung der Existenz eines sog. Beherrschungsverhältnisses zwischen Mutter- und Tochterunternehmen fokussiert sich IAS 27.13 auf Stimmrechtsverhältnisse und der daraus resultierenden Rechtspositionen. Die Möglichkeit, die Finanz- und Geschäftspolitik eines Unternehmens zum eigenen wirtschaftlichen Vorteil zu bestimmen, kann jedoch auch ohne direkte bzw. indirekte Eigenkapitalinvestitionen über die Einschaltung von Zweckgesellschaften gegeben sein. Zur Abdeckung dieser Lücke findet die IFRIC Interpretation SIC 12 hinsichtlich der Einbeziehung von Zweckgesellschaften in den Konsolidierungskreis ihre Anwendung. Aus Sicht eines Mutterunternehmens darf jedoch u. U. die Durchsetzung besserer Finanzierungsbedingungen, die Verbesserung bzw. der Erhalt von Bilanzrelationen oder

Steuroptimierungen nicht durch die Konsolidierung gefährdet werden. Aufgrund dieser Anreize können im Einzelfall Umgliederungen entstehen, die es zulassen, IAS 27 und SIC 12 zu umgehen.

Mit dem Ziel, die derzeit bestehenden Inkonsistenzen durch das Nebeneinander von IAS 27 und SIC 12 zu eliminieren, wurde am 12. Mai 2011 IFRS 10 »Konzernabschlüsse« veröffentlicht, der das Beherrschungskonzept neu definiert. Nach dem neuen Konzept ist ein Beteiligungsunternehmen ab dem 1. Januar 2013 nur dann zu konsolidieren, wenn der Investor Verfügungsgewalt (*power*) besitzt, daraus variable Rückflüsse erhält (*exposure to variability in returns*) und deren Höhe durch seine Verfügungsgewalt beeinflussen kann (*link between power and returns*). Durch das von allen Unternehmen einheitlich anzuwendende Beherrschungskonzept entfernt sich IFRS 10 gegenüber IAS 27 von einer rein quantitativen Betrachtung der Stimmrechtsverhältnisse hin zu einer wirtschaftlichen Betrachtung aller relevanten Umstände. Als Konsequenz wird eine bessere Vergleichbarkeit konsolidierter Abschlüsse erwartet. Insbesondere Investoren von Beteiligungsunternehmen mit komplexeren Strukturen müssen die Auswirkungen des neuen Beherrschungskonzepts beurteilen, da Änderungen des Konsolidierungskreises auch Änderungen in wichtigen Bilanzkennzahlen zur Folge haben.

### Kapitalkonsolidierung

Ausgehend von der Summenbilanz werden im Rahmen der Kapitalkonsolidierung konzerninterne Kapitalverflechtungen durch die Aufrechnung von Beteiligungsbuchwert gegen anteiliges Eigenkapital des Beteiligungsunternehmens eliminiert. Nach dem seit 1. April 2004 anwendbaren IFRS 3 ist hierzu nur noch die Erwerbsmethode zulässig, die das Konzept der *asset deals* verfolgt und sämtliche identifizierbaren Vermögenswerte und übernommenen Schulden zum Zeitpunkt des Beherrschungsübergangs zu ihren beizulegenden Zeitwerten in der Konzernbilanz erfasst. Somit werden bei der Erstkonsolidierung stille Reserven bzw. Lasten erfolgsneutral offen gelegt, die in Folgejahren erfolgswirksam werden. Eine u. U. verbleibende positive Restgröße aus der Aufrechnung wird als *goodwill* aktiviert und spiegelt die mit der Beteiligung verbundenen wirtschaftlichen Nutzenpotenziale des Mutterunternehmens wider.

Der Ausweis möglicher Minderheitsanteile am Nettovermögen darf bei dem von IFRS 3.4 verfolgten Konzept der Einzelwerbsfiktion nicht vernachlässigt werden, da auch sie im Zuge der Neubewertung in voller Höhe ihres Beteiligungsanteils an den stillen Reserven bzw. Lasten partizipieren. Seit Einführung der *full-goodwill method* zum 1. Juli 2009 kann auch der den Minderheiten zustehende Anteil am Geschäfts- oder Firmenwert des Tochterunternehmens in der Konzernbilanz ausgewiesen werden. Dies setzt nach IFRS 3.19 eine Ermittlung der beizulegenden Zeitwerte von Minderheitsbeteiligungen voraus. Durch den *full goodwill* Ansatz wird ein höherer Grad der Zeitwertbilanzierung erreicht, jedoch

erweist sich die Verlässlichkeit und Nachprüfbarkeit einer fair value Bewertung von Minderheitsbeteiligungen ohne aktiven Markt aufgrund von Ermessensspielräumen als kritisch.

### Schuldenkonsolidierung

Im Rahmen der Schuldenkonsolidierung werden konzerninterne Schuldverhältnisse eliminiert, da unter der Einheitsfiktion des Konzernabschlusses eine rechtlich selbständige Einheit nicht Gläubiger eines finanziellen Anspruchs und gleichzeitig Schuldner der korrespondierenden finanziellen Verpflichtung sein kann.

Stehen sich bei der Aufrechnung die korrespondierenden Ansprüche und Verpflichtungen nicht in gleicher Höhe gegenüber, so liegen Aufrechnungsdifferenzen vor, die auf ihre Ursachen hin zu analysieren sind. Insbesondere von erfolgswirksamen Konsolidierungsbuchungen betroffen sind sog. echte Aufrechnungsdifferenzen, die nicht auf buchungstechnisch bedingte Mängel zurückzuführen sind, sondern dann entstehen, wenn neben der Begründung des Schuldverhältnisses weitere im Zusammenhang stehende Aufwands- bzw. Ertragsbuchungen im Einzelabschluss berücksichtigt wurden (z. B. Abschreibung zweifelhafter Forderungen). Im Entstehungsjahr muss dem Prinzip gefolgt werden, dass eine mit Aufrechnungsdifferenzen verbundene Aufwandsbuchung den Konzernerfolg nicht mindern und eine mit ihnen verbundene Ertragsbuchung den Konzernerfolg nicht erhöhen darf. Schließlich ist im Rahmen der Schuldenkonsolidierung eine vollständige Eliminierung konzerninterner Schuldverhältnisse nur dann gewährleistet, wenn im Vorfeld erfolgswirksame Korrekturbuchungen in Höhe der Aufrechnungsdifferenzen vorgenommen wurden.

Der Preis wurde gestiftet von:

**PwC Luxembourg**



**Angela Blaes**

Fachbereich Wirtschaft  
Fachrichtung International Business  
Englisch  
Hochschule Trier / Schneidershof

## Abflussberechnung für Außengebiete der Kanalisation

Die Problematik besteht darin, dass gerade im Mittelgebirgsraum, bedingt durch die Topographie, das Kanalnetz oftmals einen Zufluss aus kleinen, überwiegend natürlichen Einzugsgebieten, den so genannten Außengebieten, erhält. In erster Linie besteht die Priorität, diese Gebiete aufgrund der unter Umständen starken Zusatzbelastung von der Kanalisation abzukoppeln. Da dies durch die örtlichen Gegebenheiten jedoch nicht immer mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand zu erreichen ist, muss der Abfluss von Außengebieten in der Kanalnetzsimulation mit berücksichtigt werden.

Dementsprechend beinhaltet die zentrale Fragestellung bei der Abflussberechnung für Außengebiete die Ermittlung des Hochwasser-Scheitelabflusses in Abhängigkeit von der Häufigkeit seines Auftretens und die Ermittlung der gesamten Hochwasserganglinie dieser Gebiete. Für diese Ermittlung stehen so genannte Niederschlag-Abfluss-Modelle (N-A-Modelle) zur Verfügung. N-A-Modelle finden vor allen Dingen Einsatz bei der Ermittlung der Abflüsse aus Flussgebieten.

Zur Hilfestellung bieten die maßgebenden Regelwerke jedoch nur generelle Hinweise zur Simulation. Die Zuverlässigkeit gängiger Berechnungsansätze bzw. -parameter ist aufgrund nur weniger vorhandener Messwerte nicht vollständig abgesichert.

Die vorgegebene Fragestellung beinhaltet sowohl eine Zusammenfassung der theoretischen Grundlagen und Vorgaben der Regelwerke als auch eine Überprüfung verschiedener Berechnungsansätze mit Hilfe eines von der Hochschule gestellten Niederschlag-Abfluss-Modells. Die Datengrundlagen hierfür bilden die Pegelmessun-

gen an zwei Kleinstzugsgebieten (Pegel Baasem und Pegel Berk) in der Nordeifel als auch die Aufzeichnungen der nahe gelegenen Niederschlagsstation Esterbach.

Die zu untersuchenden Berechnungsansätze zur Abflussbildung sind das erweiterte SCS-Verfahren nach Zaiß, das Verfahren nach Lutz und das Bodenspeichermodell nach Ostrowski. Unter Abflussbildung versteht man den physikalischen Vorgang, der den Übergang des gefallenen Niederschlags zu einem Abfluss auf der Oberfläche und in oberflächennahen Bodenschichten beschreibt.

Dadurch erhält man einen flächenhaft verteilten abflusswirksamen Niederschlag, der mit Hilfe einer Einheitsganglinie in eine Abflussganglinie überführt wird. In diesem Fall kann die genaue Form der Einheitsganglinie bestimmt werden, da gemessene Abflussganglinien vorliegen.

Die Untersuchung wurde wie folgt durchgeführt:

1. Die Systembelastung für die Berechnung von Hochwasserereignissen ist der Niederschlag. Zur Plausibilitätskontrolle wurde die zeitliche Auflösung der Datenaufzeichnungen in 5-Minuten-Intervallen, die für ausreichende Genauigkeit spricht, durchgehend mit den Tagesniederschlagshöhen der Niederschlagsstation Dahlem-Schmidtheim (betrieben vom Deutschen Wetterdienst) abgeglichen. Die Berechnung erfolgt mit einer Serie gemessener Niederschlagsereignisse, einer so genannten Langzeit-Seriensimulation. Die Kriterien zur Auswahl sind der ATV-DVWK-M 165 entnommen.

FB BLV

FR BAUINGENIEURWESEN

Susanne Braun

Prof. Dr.-Ing. Joachim Sartor

2. Im nächsten Schritt erfolgt eine statistische Auswertung der Pegel­daten nach *DVWK-M 251*. Für den Pegel Baasem stehen 15 Jahre zur Auswertung zur Verfügung. Am Pegel Berk sind 27 Jahre aufgezeichnet. Schon bei einer ersten Überprüfung fällt auf, dass einigen Jahreshöchstabflüssen kein zugehöriges Regenereignis aus der Auswahl der Seriensimulation zugeordnet werden kann. Eine Auszählung ergibt, dass für den Pegel Baasem somit fünf Ereignisse in der Seriensimulation nicht mit berücksichtigt sind und für den Pegel Berk elf Ereignisse. Aufgrund der Temperaturen (Daten vom Observatorium Aachen), der Jahreszeit und zum Teil der Schneehöhen kann davon ausgegangen werden, dass bei diesen Ereignissen vor allem Schneeschmelzprozesse, die mit den zu untersuchenden Berechnungsansätzen nicht wiedergegeben werden können, eine Rolle spielen. Um einen besseren Vergleich zwischen der statistischen Analyse der Abflussdaten und den Ergebnissen aus der Langzeit-Seriensimulation zu gewinnen, wird eine neue statistische Analyse durchgeführt. Diejenigen Jahreshöchstabflüsse werden gelöscht, die nicht in der Seriensimulation mit berücksichtigt sind.
3. Im Anschluss erfolgt eine Modellierung des Einzugsgebietes. Aufgrund der Größe und der vorliegenden Gebietsmerkmale werden die Einzugsgebiete der Pegel Baasem und Berk als »überwiegend natürliche« Teilflächen simuliert.
4. Zur Modellanpassung und somit zur Bestimmung der Parameter für Abflussbildung und Abflusskonzentration wählt man drei bis vier Ereignisse aus.
5. Durch die Parameterwahl bei der Abflussbildung wird das Abflussvolumen festgelegt. Da diese einen größeren Einfluss auf das Simulationsergebnis haben als die der Abflusskonzentration, werden sie zuerst festgelegt.
6. In einem zweiten Schritt werden die Parameter der Abflusskonzentration unter Berücksichtigung der extremen Ereignisse angepasst. Diese beeinflussen die Form der berechneten Abflussganglinie und sind zum Teil quantitativ nicht mit physikalischen bzw. morphologischen Kenngrößen in Verbindung zu bringen.
7. Nach Durchführung der Modellanpassung wird jeweils für den Pegel Baasem und den Pegel Berk eine Langzeit-Seriensimulation mit einem einheitlichen Parametersatz vorgenommen. Anschließend erfolgt eine statistische Analyse der berechneten Hochwasserabflüsse. Dadurch kann eine nochmalige und abschließende

Überprüfung der ermittelten Modellparameter durchgeführt und ein direkter Vergleich der Berechnungsansätze vorgenommen werden.

Bei der Parameteranpassung für die Abflussbildung fällt auf, dass sowohl das erweiterte SCS-Verfahren nach Zaiß als auch das Verfahren nach Lutz einfach im Umgang sind. Das liegt daran, dass bei diesen Verfahren weniger Parameter als beim Bodenspeichermodell nach Ostrowski anzupassen sind und diese sich gegenüber geringen Veränderungen als robust erweisen.

Generell ist bei den Ergebnissen der Langzeit-Seriensimulation zu beobachten, dass mehr Regenereignisse aus dem hydrologischen Sommerhalbjahr enthalten sind als bei den Jahreshöchstabflüssen. Durch den einheitlichen Parametersatz kommt es dazu, dass somit andere Regenereignisse maßgebend werden. Trotz dieser Einschränkung liefert das erweiterte SCS-Verfahren nach Zaiß eine annähernd gute Übereinstimmung für beide Pegel. Auch die Parameter liegen im empfohlenen Bereich. Das Verfahren nach Lutz zeigt für den Pegel Baasem die besten Werte, liegt jedoch beim Pegel Berk stärker daneben als der Abflussbildungsansatz nach Zaiß. Beim Bodenspeichermodell nach Ostrowski zeigt sich, dass sich durch die größere Anzahl der Parameter keine Verbesserung des Berechnungsergebnisses ergibt. Zudem liefert dieses Verfahren die größten Abweichungen und ist somit nicht für eine Langzeit-Seriensimulation zu empfehlen.



**Susanne Braun**  
Fachbereich BLV  
Fachrichtung Bauingenieurwesen  
Hochschule Trier / Schneidershof

Der Preis wurde gestiftet von:

**Stadtwerke Trier AöR**



## Entwurf eines Hochhauses mit hybrider Nutzung am Standort Hamburg HafenCity. Nutzung energetischer Einflüsse aus Sonne und Wind zur Unterstützung einer integrierten und sparsamen Gebäudetechnologie.

FB GESTALTUNG  
FR ARCHITEKTUR

Sonja Heinen, M.A. Dipl.-Ing. (FH)  
Prof. Dr. rer. nat. Hartmut Eckhardt, Dipl.-Ing.  
Architekt BDA

Hochhäuser sind hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Aspekte die weltweit am meisten kontrovers diskutierte Gebäudetypologie; auch was ihr Verhältnis und ihre Verträglichkeit mit der historisch geprägten (europäischen) Stadt betrifft. Dennoch geht von Hochhäusern eine große Faszination aus. Sie sind wichtige Beiträge zur Wahrnehmung, Identität und Gestaltung einer Stadt.

Jedoch besitzen Hochhäuser wenig beachtete Potenziale in Bezug zu ihrem relativ geringen Flächenverbrauch bei relativ großem Volumen sowie den Möglichkeiten und Vorteilen aus sich überlagernden, »hybriden« Nutzungen. Unter anderem können sie durch komplementäre Nutzungen, wie beispielsweise Wohnen und Büro, rund um die Uhr genutzt und »belebt« werden sowie eine intelligent »vernetzte« Gebäudeenergetik denkbar machen. Vorhandene leistungsfähige städtische Infrastrukturen

werden intensiver nutzbar, bei gleichzeitig verkürzten Wege- und Leitungslängen. In Anbetracht solcher Vorteile erscheinen Hochhäuser sinnvoll. Dagegen spricht, dass der Verbrauch von Primärenergie beim Bau von Turmhäusern und von Betriebsenergie während der Nutzungsdauer im Vergleich zu Niedrigbauten höher ist. Um solche Nachteile zu kompensieren, müsste wenigstens der alltägliche Energieverbrauch - häufig aus Kühlbedarf - reduziert werden, um gegenüber niedrigeren Bauten eine gleichwertige Ökobilanz zu erreichen.

Ziel der Masterarbeit war es, natürliche Standortfaktoren zur Verringerung des Energieverbrauches im Entwurf eines Hochhauses integral zu berücksichtigen. In der Folge eines städtebaulichen Wettbewerbs im Jahr 2000 zur Neuentwicklung der »HafenCity Hamburg«, wurde von Kees Christiaanse/ASTOC Architects ein heute rechtskräftiger Masterplan entwickelt. Dieser sieht im



Abb. 1: Hochhausentwurf // Außenperspektive von Osten nach Westen



Abb. 2: Gebäudeentlüftung // Schnitt

Quartier »Elbbrücken« die Errichtung eines Hochhausensembles vor - als östlichen Gegenpol zum neuen Wahrzeichen der HafenCity, der »Elbphilharmonie«. In der vorliegenden Masterarbeit wurde diese städtebauliche Vorgabe aufgegriffen und in Form eines konzeptionellen Hochhausentwurfes unter Einbezug energetischer Einflüsse aus Sonne und Wind zur Unterstützung einer integrierten Gebäudetechnologie betrachtet.

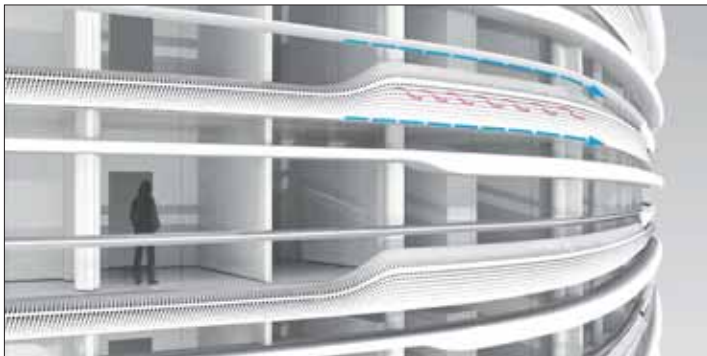


Abb. 3: Einflüsse aus Wind (Unterdruck/Sog) // Außenperspektive

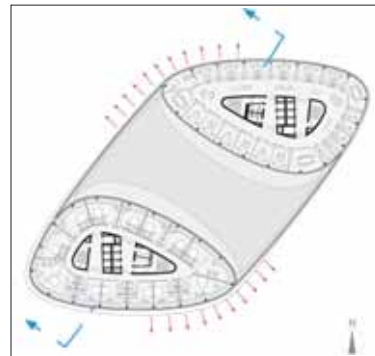


Abb. 4: Gebäudeentlüftung // Grundriss

Das Hochhaus aus zwei korrespondierenden Gebäudekörpern vereint unterschiedliche Nutzungen (Hotel, Büro, Wohnen u.a.) und wurde in Kooperation mit Prof. Dr. C. Simon und B.A. Th. Klinkhammer vom Fachbereich Maschinenbau der HTWG Trier als aerodynamisch wirksame Großform im Windkanal entwickelt. Dies vor dem Hintergrund, an rund zweihundert Tagen im Jahr an diesem Ort in Hamburg eine kontinuierlich anliegende Windströmung auf die aerodynamische Gebäudeform wirken zu lassen, um an den Bereichen der stärksten Krümmung der Gebäudeoberfläche Über- und Unterdruck Verhältnisse nach den Bernoulli-Gesetzen erzeugen zu können. Diese Effekte können zur Unterstützung natürlicher (nicht Technikabhängiger) Be- und Entlüftung der fassadennahen Wohn- und Büroräume über die Gebäudehülle genutzt werden. Zusätzlich werden innenliegende Räume über Skygärten und Technikgeschosse entlüftet, in denen Abluft durch Kamineffekte »gesammelt« und via Wärmerückgewinnung nach außen gebracht wird.

Die Hochhausform begründet sich auch aus der entwurflich festgelegten Position verschiedener Nutzungen und deren Anforderungen an Belichtung und Besonnung. So liegen Hotelzimmer und Wohnungen

sonnenzugewandt, verschatten dabei gleichzeitig Büroflächen und verhindern die Aufheizung der Büroräume. Zusätzlich zur Absenkung des Energieverbrauchs durch Unter/Überdruck-Entlüftung unterstützen solarthermische Kollektoren in den parametrisch abgeleiteten Fassadenprofilen der Gebäudehülle die thermische Bilanz dieses sehr großen Gebäudes. Energetische Einsparungen bzw. Zugewinne dieser Art senken den alltäglichen Energieverbrauch um einige Prozentpunkte. Auch über die neue architektonische Erscheinungsform, die die komplexen Einflussgrößen spiegelt, könnte der Bau eines hybriden Hochhauses, das energetische Standortvorteile aus Sonne und Wind in einer integrierten Gebäudetechnologie nutzt, dazu beitragen, Vorbehalte gegenüber Hochhäusern abzubauen und darüber hinaus wirtschaftliche Vorteile bieten.

#### Literaturverzeichnis:

- WALTER, Jörn: Pläne, Projekte, Bauten in Hamburg - Architektur und Städtebau in Hamburg 2005-2015: Braun Publishing, 2006, S.7
- DENK, Ellen: Die Ursprünge des Hochhausbaus. In: Detail, 9/2007, S.939
- HafenCity Hamburg GmbH: Das Projekt HafenCity. In: HafenCity Hamburg - Projekte (März 2009), 11. Ausgabe, S.4
- INGENHOVEN, Christoph: Typologische Aspekte im Hochhausbau. In: Detail, 9/2007, S.959
- KUNKEL, Ulrike: Hochhäuser. In: DB, 11/20/09, S.15
- KALTENBRUNNER, Robert: Ikonen des Fortschritts - Triebkräfte, Ästhetik und Wirkung von Hochhäusern. In: Detail, 9/2007, S.93
- SCHITTICH, Christian: Faszination Hochhaus. In: Detail, 9/2007, S.926

#### Programmverzeichnis:

- Adobe InDesign CS5
- Adobe Photoshop CS5
- ANSYS FLUENT 13.0
- Grasshopper für Rhinoceros
- Rhinoceros 4.0
- V-Ray für Rhinoceros
- Vectorworks 2010



**Sonja Heinen,**  
**M.A. Dipl.-Ing. (FH)**  
 Fachbereich Gestaltung  
 Fachrichtung Architektur  
 Hochschule Trier / Schneidershof

Der Preis wurde gestiftet von:  
**Wiso-Preis 2012 des Förderkreises der  
 Fachhochschule Trier e.V.**

## Analyse marktgängiger Druckregler und Entwicklung eines neuen mechatronischen Druckregelungskonzeptes für Kraftstoffsysteme erdgasbetriebener Ottomotoren

Die Arbeit steht im Kontext der Verbesserung von Funktion und Betriebssicherheit von Kraftstoffsystemen erdgasbetriebener Ottomotoren. Sie beschäftigt sich im Besonderen mit der Bereitstellung eines variablen Gasdruckes für die Einblasung und den hierzu verwendeten Reglern. Ziel war die Erfassung des Standes der Technik und der Leistungsfähigkeit marktgängiger Systeme und daraus folgend die Konzeption und Entwicklung eines neuen mechatronischen Druckreglers und dessen Einbindung in wirksame Regelstrategien.

Ausführung und Leistungsdaten marktgängiger Druckregler untersucht. Hierzu wurden aktuell im Einsatz befindliche Geräte herangezogen und die erforderliche Prüfstandtechnik entwickelt. Der realisierte Prüfstand ermöglicht die Untersuchung einer Vielzahl von Komponenten aus dem Bereich der Hochdruck-Gastechnik bis hin zum Aufbau von Gesamtsystemen mit Hardware-in-the-Loop Technik.

Aus den bisherigen Arbeitsschritten ließ sich aufgrund der begrenzten Leistungsfähigkeit sowie der Unflexibilität der bekannten

FB TECHNIK

FACHGEBIET FLUIDTECHNIK

Prof. Dr.-Ing. Dirk Herbert Hübner

Prof. Dr.-Ing. Harald Ortwig



Abb. 1: Modellerte Teilsysteme des Niederdruckbereichs eines Kraftstoffsystems

Dazu wurden zunächst Kraftstoffanlagen erdgasbetriebener Ottomotoren, deren Einblasseysteme und eines der Hauptelemente dieser Systeme – der Druckregler – umfassend analysiert. Durch die Modellierung, die anschließende Programmierung, die Parametrisierung und die Modellverifikation sowohl der Teilsysteme als auch des Gesamtsystems konnte ein Werkzeug zur rechnergestützten Systemoptimierung geschaffen werden. Darüber hinaus liefert das Modell Erkenntnisse über den Einfluss der einzelnen Parameter der Teilsysteme auf das Gesamtsystem.

Im weiteren Verlauf wurden konstruktive

Systeme erheblicher Entwicklungsbedarf für die Druckregelkomponente in Erdgas-Kraftstoffsystemen ableiten. Forderungen nach Variabilität und Flexibilität bedingten die Konzeption eines mechatronischen Systems. Die aus der Analyse der gängigen Regler gewonnenen Erkenntnisse sowie die unerlässliche Betriebssicherheit führten zur Realisierung desselben in Form eines mechatronischen Dom-Druckreglers.

Der simulationsgestützt optimierte Entwurf des Integrierten Mechatronischen Dom-Druckreglers (IMD) zeigte bereits bei Implementierung in das verifizierte Rechenmodell des Gesamtsystems der Erdgas-

Kraftstoffanlage das Verbesserungspotential bzgl. der Regelung des Gasdruckes im Sammelrohr auf. Die simulationsbasierte Untersuchung diverser Ansteuer- und Regelstrategien bei Einbindung des IMD in das Modell des Erdgas-Kraftstoffsystems vermittelt Eindrücke der Parameter Vielfalt, die sich durch den Einsatz einer mechatronischen Druckregelkomponente im realen Betrieb ergeben. Aufbauend auf dem optimierten Entwurf wurde ein Prototyp des IMD hergestellt und dessen Funktion überprüft.



Abb. 2: Prüfstand für Hochdruck-Gastechnik im Fachgebiet Fluidtechnik der Hochschule Trier



Abb. 3: CAD-Entwurf in CATIA (links) und an der Hochschule Trier gefertigter Prototyp (rechts)

Aufgrund der vorangegangenen simulationsgestützten Optimierung zeigt dieser Prototyp bereits sehr gute Regelergebnisse und erweist sich als überaus zuverlässig.

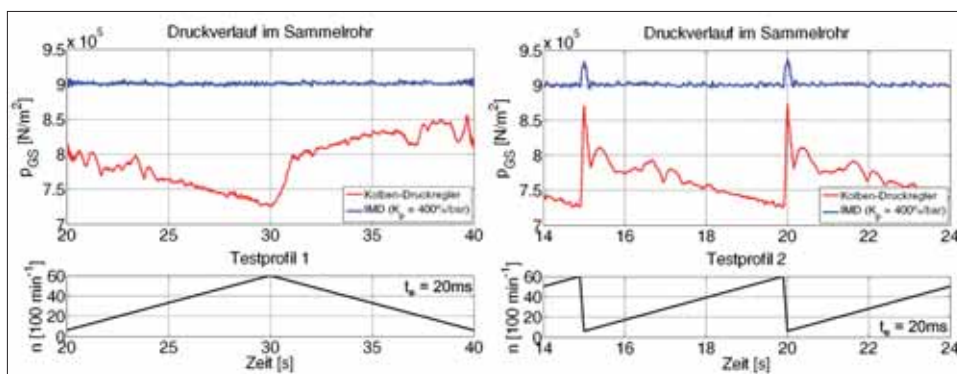


Abb. 4: Gegenüberstellung der Druckverläufe (Kolbendruckregler und IMD)

Der Prototyp des Integrierten Mechatronischen Dom-Druckreglers stellt somit einen hervorragenden Ansatz zur Realisierung einer vollständig die Störgröße kompensierenden Druckregleinheit in Kraftstoffsystemen erdgasbetriebener Ottomotoren bei gleichzeitiger Implementierung der Absperrfunktion dar. Der Sollwert ist in einem breiten Bereich frei wählbar und erfüllt damit die Forderung nach Freiheitsgraden in der Gestaltung von Einblassystemen für erdgasbetriebene Ottomotoren.



**Prof. Dr.-Ing.  
Dirk Herbert Hübner**  
Professor für Konstruktionstechnik  
und Leichtbau  
Hochschule für Technik und Wirtschaft  
des Saarlandes

Der Preis wurde gestiftet von:  
**Förderpreis der Industrie- und Handelskammer Trier**



## Entwurf und Implementierung von Eclipse-Features zum automatisierten Sichern von Zwischenständen

FB INFORMATIK  
M. Sc. Florian Köberle  
Prof. Dr. Rainer Oechsle

Das Ziel dieser Masterarbeit war es Features für die Entwicklungsumgebung Eclipse zu entwickeln, die es ermöglichen, automatisiert Versionsgeschichten mit dem Versionskontrollsystem EGit aufzuzeichnen. Die Software wurde so programmiert, dass es durch die Programmierung einer Erweiterung möglich ist, auch mit einem anderen Versionskontrollsystem die Versionsgeschichte aufzuzeichnen.

Als Auslöser für das automatische Sichern eines Zwischenstandes dient das Ereignis, dass Eclipse den automatisch durchgeführten Build-Vorgang abschließt. Dieser Build-Vorgang wird von Eclipse automatisch gestartet, wenn sich Dateien ändern. Dadurch kann der Benutzer durch das Speichern einer Datei das automatische Sichern eines Zwischenstandes mit EGit veranlassen. Ob dann tatsächlich ein Zwischenstand angelegt wird, hängt bei der programmierten Software allerdings noch von anderen Kriterien ab. So wird zum Beispiel kein Zwischenstand gesichert, wenn Kompilierfehler vorliegen.

Bei der Erstellung einer Versionsgeschichte mit EGit ist es üblich, für jeden gesicherten Zwischenstand eine Beschriftung zu formulieren. Diese Beschriftung besteht üblicherweise aus einer Zeile, die kurz beschreibt, was sich in dem Zwischenstand gegenüber seinem Vorgänger geändert hat.

Diese Arbeit beschäftigt sich zum großen Teil mit der automatischen Generierung dieser Beschriftungen für Änderungen an Java- und LaTeX-Dateien. Die programmierten Module nutzten unterschiedliche Strategien um die Beschriftung zu generieren. Die meisten Module vergleichen die alten und neuen Syntaxbäume von Java und La-

TeX-Dokumenten zur Generierung einer Beschriftung. Für ein LaTeX-Dokument könnte eine solche generierte Beschriftung zum Beispiel aussagen, dass an dem Abschnitt mit der Überschrift X gearbeitet wurde.



**Florian Köberle**  
Fachbereich Informatik  
Fachrichtung Informatik  
Hochschule Trier / Schneidershof

Der Preis wurde gestiftet von:  
**Förderpreis der Nikolaus Koch Stiftung**

# HIER DRUCKEN



## ...UND

## EINPRÄGEN



### **Hochwertige Werbedrucke:**

Flyer | Prospekte | Kataloge |  
Grußkarten aller Art | Image-  
mappen | Digitalplots

### **Verlagsobjekte und Vereins-**

**bedarf:** Broschüren mit Rück-  
stichheftung | Broschüren mit  
Klebebindung | Zeitschriften |  
Bücher

### **Konventionelle Akzidenzen:**

Geschäftspapiere | Briefbogen |  
Visitenkarten | Durchschreibe-  
sätze | Blocks

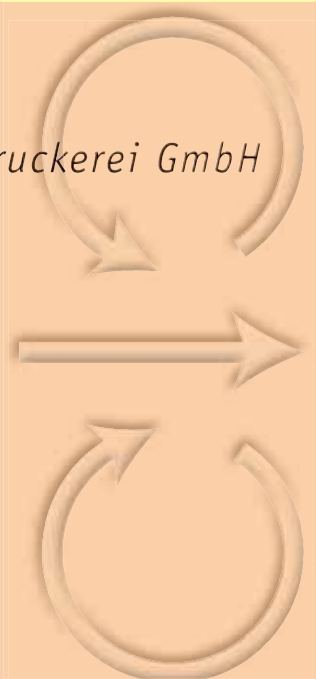
## VMK



*Druckerei GmbH*

Faberstrasse 17  
67590 Monsheim

fon ++49.6243.909.110  
fax ++49.6243.909.100  
info@vmk-druckerei.de  
www.vmk-druckerei.de



## Entwurf und Realisierung eines Prototypen zur Aromarückgewinnung bei der Weingärung

FB TECHNIK & LEBENSMITTELTECHNIK  
FR ELEKTROTECHNIK  
Johannes Permesang  
Prof. Dr. rer. nat. Heike Raddatz

Ziel dieser Bachelorarbeit war der Entwurf und die Realisierung eines Prototypen zur Rückgewinnung von Verlustaromen während der Weingärung. Beim Gärprozess wird Zucker in Alkohol umgewandelt. Das dabei entstehende Gärgas, welches zum Großteil aus  $\text{CO}_2$  besteht, entreißt dem Wein viele seiner natürlichen Aromen. Gelingt es nun diese Weinaromen aufzufangen, können diese die Qualität eines Weines auf natürliche Weise verbessern oder für andere aromenverarbeitende Prozesse industriell eingesetzt werden.

Für die Rückgewinnung ist es notwendig, die Aromen vom Gärgas abzutrennen. Dies geschieht durch eine temperaturselektive Kondensation. Sensorisch wertvolle Aromen wechseln im Gegensatz zu den anderen Gärgasbestandteilen bei Temperaturen von  $\leq -10^\circ\text{C}$  in einen flüssigen Aggregatzustand.

Zu Beginn der Arbeit wurden verschiedenste rechnergestützte Simulationen und Testvergärungen durchgeführt. Dabei wurden erste Erkenntnisse gezogen, z. B. welche Geometrien der Kondensationsflächen im optimalen Fall einzusetzen sind oder welches Gärgasvolumen zu jedem Zeitpunkt der Gärung zu erwarten ist. Die Gärgasbildung ist stark nichtlinear und hängt von unterschiedlichen Parametern wie z. B. dem Zuckergehalt des entstehenden Weins und der Temperatur des Gärprozesses ab. Ein typischer Gärverlauf ist in Abbildung 1 dargestellt.

Anschließend wurde eine Kühlung entworfen, die das Gärgas in den gewünschten, stufenlos einstellbaren Temperaturbereich herabkühlen konnte. Wichtig dabei war eine örtlich homogene und zeitlich konstante

Temperaturverteilung im Kondensator zu erreichen. Um die Mobilität der Kondensationsanlage zu gewährleisten, wurde die Kühlung samt weiteren Peripherie-Komponenten wie Reglern und Stromversorgung in ein Gehäuse eingebaut. Um das System energieeffizient zu gestalten, wird das gekühlte Gärgas – nach Abtrennung der Aromen – dazu genutzt, den Kühlkreislauf zu unterstützen. Das Aromenkondensat wird aufgefangen und kann jederzeit im Verlauf der Gärung entnommen werden.

Während der Weinlese 2011 wurden nacheinander die Gärgase von drei verschiedenen Weinsorten aufgefangen. Die Aromen wurden im Fachbereich Lebensmitteltechnik analytisch mit Hilfe von Gaschromatographie-Massenspektrometrie untersucht. Nachfolgend ist in Abbildung 2 das Ergebnis eines Aromenkondensats abgebildet. Dabei konnten 4 Hauptbestandteile identifiziert werden:

- Isopentylacetat
- Ethylhexanoat
- Hexylacetat
- und Ethyloctanoat.

Isopentylacetat und Ethylhexanoat bilden aufgrund ihrer Peakfläche die beiden größten Anteile mit je ca. 33%. Hexylacetat und Ethyloctanoat mit jeweils ca. 16% den Rest des Aromenanteils. Isopentylacetat wird sensorisch als apfel- oder birnenähnliches Aroma beschrieben. Ethylhexanoat wird meist als grüner Apfel, Erdbeere aber auch als Anis oder mildes Weinaroma beschrieben. Hexylacetat ähnelt Apfel- und Birnenaromen und gleicht damit Ethyloctanoat, was allgemein als Apfel ähnlich beschrieben wird.

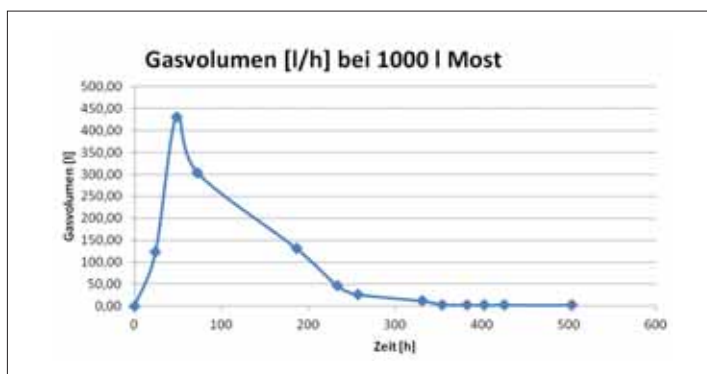


Abb. 1: Zeitlicher Verlauf des Gärgases bei der Gärung

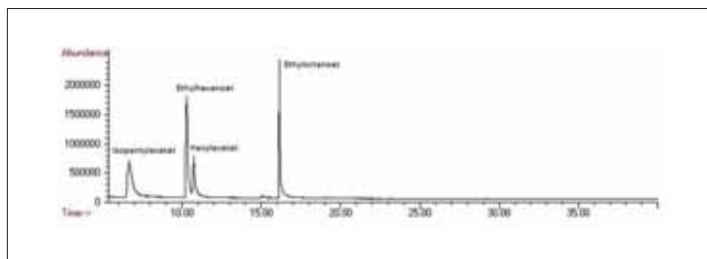


Abb. 2: Gaschromatogramm eines Aromakondensates (-15°C)

Die Bachelorarbeit war Teil eines interdisziplinären Projekts, an dem die Fachbereiche Lebensmitteltechnik und Elektrotechnik sowie Partner aus der Industrie beteiligt waren. Die gewonnen Erkenntnisse aus dem Jahr 2011 sollen in diesem Jahr in die Weingärung einfließen und so bestehende Ergebnisse verifizieren und neue Ansätze auf dem komplexen Gebiet der Weinaromen liefern.



**Johannes Permesang**  
 Fachbereich Technik  
 & Lebensmitteltechnik  
 Fachrichtung Elektrotechnik  
 Hochschule Trier / Schneidershof

Der Preis wurde gestiftet von:  
**Förderpreis der Sparkasse Trier**

## Der Freiberufler in der Insolvenz

### Ausgewählte Problembereiche mit Lösungsansätzen

FB UMWELTWIRTSCHAFT /  
UMWELTRECHT  
EUROPÄISCHES WIRTSCHAFTSRECHT  
Lisa Warken  
Prof. Dr. Hubert Schmidt

Auch Ärzte, Rechtsanwälte, Steuerberater und Notare sind immer häufiger nicht mehr in der Lage, ihren Zahlungsverpflichtungen nachzukommen. Wird über das Vermögen des Freiberuflers das Insolvenzverfahren eröffnet, muss der Insolvenzverwalter sich mit den Besonderheiten, die auf der Eigenart der freiberuflichen Tätigkeit beruhen, auseinandersetzen. Der Freiberufler unterliegt grundsätzlich besonderen Berufszulassungs- und Berufsausübungsregeln. Berufsrechtliche und insolvenzrechtliche Regelungen treffen aufeinander, divergieren und müssen miteinander in Einklang gebracht werden.

#### Gang der Untersuchung

Die Ausarbeitung behandelt ausgewählte Problembereiche der Freiberuflerinsolvenz, grundsätzlich basierend auf der Kollision zwischen Berufs- und Insolvenzrecht. Bei der Erörterung wurde die jeweils zu den Problembereichen ergangene Rechtsprechung sowie die unterschiedlichen Meinungsstände in der Literatur aufgezeigt, abschließend dazu Stellung genommen und Lösungsansätze aufgezeigt.

Mit Insolvenzeröffnung geht die Verwaltungs- und Verfügungsbefugnis des Schuldners auf den Insolvenzverwalter über. Er ist verpflichtet, das gesamte zur Insolvenzmasse gehörende Vermögen sofort in Besitz und Verwaltung nehmen. Hier wurde unter Berücksichtigung der früheren standesrechtlichen Vorbehalte, der aktuellen Rechtsprechung und heutigen herrschenden Auffassung untersucht, ob und in welchem Umfang die freiberufliche Praxis Bestandteil der Insolvenzmasse ist. Aufgrund der grundsätzlichen Veräußerbarkeit der freiberufli-

chen Praxis wird sie mittlerweile allgemein in ihrer Sachgesamtheit, einschließlich des Godwills und der Patienten- und Mandantenunterlagen, als vom Insolvenzbeschluss erfasst angesehen. Nichtsdestotrotz muss der Insolvenzverwalter die allgemeinen Grenzen des Insolvenzbeschlusses beachten. Nicht insolvenzbefangen sind nämlich die berufsständische Zulassung, die vertragsärztliche Zulassung, der Vertragsarztsitz und die Arbeitskraft des Schuldners. Es handelt sich hierbei um höchstpersönliche und unveräußerliche Rechte des Schuldners.

Unter Berücksichtigung der einschlägigen Pfändungsschutzvorschriften wurde ferner ermittelt, inwieweit das Kanzlei- und Praxisinventar insolvenzbefangen ist. Die Gegenstände des Kanzlei- und Praxisinventars, die der Schuldner zur Aufnahme oder Fortführung seiner selbstständigen Tätigkeit benötigt, gehören grundsätzlich nicht zur Insolvenzmasse, § 36 InsO i.V.m. § 811 I Nr. 5, 7 ZPO. Hier musste untersucht werden, ob die Grundsätze, die für die Einzelzwangsvollstreckung entwickelt worden sind, auch uneingeschränkt auf das Insolvenzverfahren übertragen werden können oder eine teleologische Reduktion des § 36 I InsO vorgenommen werden muss. Dabei zeigte sich, dass der unmissverständliche Wortlaut, der Normzweck und der gesetzgeberische Wille einer teleologischen Reduktion der Regelung im Hinblick auf die Anwendbarkeit der §§ 811 ff. ZPO entgegensteht. Nichtsdestotrotz wird abschließend festgehalten, dass eine solche im Einzelfall angebracht ist. Wenn der Schuldner sich entscheidet, seine persönliche Arbeitskraft zugunsten der Insolvenzmasse einzubringen und mit dem

Insolvenzverwalter zu kooperieren, bedarf es nicht mehr dem in § 36 InsO bezweckten Schuldnerschutz. Der Gesetzgeber muss hier tätig werden und die pauschale Verweisung in § 36 InsO auf § 811 I Nr. 5, 7 PO ändern.

Im Rahmen der Arztinsolvenz wurde das Sonderproblem der möglichen Masse-schmälerung durch im Voraus abgetretene Ansprüche gegen die kassenärztliche Vereinigung (KV) erörtert. Sind derartige Ansprüche als Bezüge aus einem Dienstverhältnis i.S.d. § 114 I InsO zu qualifizieren? Eine direkte Anwendung scheidet aus, da es sich bei der Mitgliedschaft der Ärzte bei der KV um ein öffentlich-rechtliches Verhältnis eigener Art handelt. Auch eine analoge Anwendbarkeit ist mangels einer vergleichbaren Rechts- und Interessenlage ausgeschlossen. Der Vergütungsanspruch des Arztes gegen die KV entsteht erst mit Erbringung der Dienstleistung und nicht wie beim Dienstverhältnis bereits mit Abschluss des Dienstvertrages. Wurden vor Insolvenzeintritt entstandene Honoraransprüche abgetreten, handelt es sich nicht um Forderungen aus einem Dienstverhältnis i.S.d. § 114 I InsO. Diese fallen vollumfänglich in die Insolvenzmasse. Eine Vorauszession ist nach § 91 InsO unwirksam.

Bedeutendster und ausführlichster Bestandteil der Ausarbeitung war die Prüfung der Auswirkungen des Vermögensverfalls auf die berufsrechtliche Zulassung des Freiberuflers. Den freien rechts- und steuerberatenden Berufen, Notaren und Architekten wird grundsätzlich mit Insolvenzeröffnung die Zulassung wegen Vermögensverfall entzogen. Ärzte und andere Heilberufe sind davon nicht betroffen. Der insolvente Be-

rufsträger hat zwei Möglichkeiten den Zulassungsentzug zu vermeiden. Einerseits kann die Vermutung des Vermögensverfalls gegenüber der zuständigen Kammer widerlegt werden. Des Weiteren kann dargelegt werden, dass trotz Vermögensverfall die Interessen der Rechtssuchenden nicht gefährdet werden. Eine Widerlegung des Vermögensverfalls setzt voraus, dass der Schuldner nachweist, dass wieder geordnete Vermögensverhältnisse vorliegen. Der BGH hat entschieden, dass sowohl die Insolvenzeröffnung sowie die Freigabe der selbstständigen Tätigkeit den Vermögensverfall nicht widerlegen können. Geordnete Vermögensverhältnisse sind nach Insolvenzeröffnung erst wieder hergestellt, wenn ausreichende Anhaltspunkte vorliegen, dass in absehbarer Zeit ein Insolvenzplan erstellt wird bzw. wenn das Gericht einen Insolvenzplan bestätigt hat oder dem Schuldner bereits die Restschuldbefreiung durch Beschluss angekündigt wurde. Damit ein Ausschluss der Gefährdung der Rechtssuchenden nachgewiesen werden kann, muss der Schuldner seine Selbstständigkeit aufgeben, sich in einer großen Sozietät anstellen lassen und sich dort strengen arbeitsvertraglichen Regelungen unterwerfen. Deren Einhaltung muss jederzeit von der zuständigen Kammer kontrolliert werden können. Ferner ist von Bedeutung, dass der Schuldner sich in der Vergangenheit nichts hat zu Schulden kommen lassen und das Anstellungsverhältnis unter den vom BGH vorgegebenen Voraussetzungen schon über einen längeren Zeitraum bestandungsfrei gelebt hat.

Wird dem Freiberufler dennoch die Zulassung entzogen, kann von der Behörde ein



Praxisabwickler eingesetzt werden, der die noch laufenden Mandate abschließt. Bei gleichzeitiger Insolvenzeröffnung entsteht hier insbesondere im Hinblick auf die Vergütungs- und Auslagenansprüche eine Konkurrenzsituation. Eine Einordnung des Vergütungsanspruches des Abwicklers nach den allgemeinen Regelungen (vor Eröffnung begründet: § 38 InsO, nach Eröffnung begründet: § 55 InsO) ist m.E. unzufriedenstellend. Eine andere Einordnung kann aber auf Grundlage der momentanen Rechtslage nicht erfolgen. Der Gesetzgeber wird daher aufgefordert, entsprechende Regelungen einzuführen, durch die der Abwickler eine vorrangige Befriedigung vor dem Insolvenzverwalter erlangen kann.

Abschließend wurden die Grundzüge der vorhandenen Fortführungsvarianten der freiberuflichen Praxis im Rahmen des Insolvenzverfahrens erörtert. Einer alleinigen Fortführung durch den Insolvenzverwalter steht meist dessen fehlende berufliche Qualifikation entgegen. Ist im Rahmen der Fortführung nicht mit Massezuflüssen zu rechnen, empfiehlt sich, die selbstständige Tätigkeit gemäß § 35 II InsO freizugeben, um weitere Haftungsrisiken zu vermeiden. Das Insolvenzplanverfahren erweist sich nach eingehender Prüfung für den freiberuflichen Schuldner als am geeignetsten, da der Goodwill erhalten bleibt, die Praxis nach Aufhebung des Insolvenzverfahrens weitergeführt werden kann und eine bestmögliche Gläubigerbefriedigung erzielt wird.

#### **Schlussbetrachtung**

Die größte Bedeutung im Rahmen der Freiberuflerinsolvenz trägt die Problematik des Zulassungsentzuges. Der BGH stellt hier

sehr hohe Anforderungen an die Widerlegung der Vermutung des Vermögensverfalls bzw. den Ausschluss der Gefährdung der Rechtssuchenden. Er legt sein Augenmerk bei der Prüfung nicht nur auf die aktuellen Begebenheiten, sondern setzt sich intensiv mit der Vergangenheit des Betroffenen auseinander. Eine Gefährdung der Rechtssuchenden kann nur ausgeschlossen werden, wenn der Eindruck gewonnen werden kann, dass der Betroffene von Anfang an verantwortungsvoll mit der Situation umgegangen ist. Nur wer im Vorfeld des Vermögensverfalls seine Vermögensverhältnisse ordnet, Kontakt zu seinen Gläubigern herstellt und gemeinsam mit ihnen einen Lösungsweg aufzeigen kann, hat die Möglichkeit einen Zulassungsentzug zu vermeiden.

Insbesondere die fehlende Abstimmung der Regelungen der Insolvenzordnung mit den Regelungen des Berufsrechts bereitet Schwierigkeiten bei der Abwicklung des Insolvenzverfahrens. Der BGH hat sich bisher nur zu einzelnen Problembereichen geäußert. Das Schrifttum leistet auch seinen Beitrag dazu, entwickelt aber oft gegensätzliche Meinungen und übt Kritik an der Rechtsprechung. Auf der einen Seite müssen die Interessen der Mandanten/Patienten, die in einem besonderen Vertrauensverhältnis zum Freiberufler stehen, berücksichtigt werden. Auf der anderen Seite dürfen die Interessen der Gläubiger nicht vernachlässigt werden. Solange das Berufsrecht nicht mit dem Insolvenzrecht in Einklang gebracht worden ist, sollten sich die Beteiligten im Idealfall miteinander abstimmen und zusammen und nicht gegeneinander arbeiten. Das wird aber in vielen Fällen

nicht problemlos funktionieren. Aufgrund der heutigen Vielzahl der Freiberuflerinsolvenzen wird dem Gesetzgeber daher dringend geraten eine entsprechende Harmonisierung der Vorschriften herbeizuführen, um ständige Rechtsunsicherheit abzuschaffen.



**Lisa Warken**  
Fachbereich Umweltwirtschaft /  
Umweltrecht  
Europäisches Wirtschaftsrecht  
Hochschule Trier /  
Umwelt-Campus Birkenfeld

Der Preis wurde gestiftet von:  
**Förderpreis der Kreissparkasse Birkenfeld**

## Institute, Kompetenzzentren und Forschungsschwerpunkte

### Institute

#### **Institut für Abfalltechnik und Ressourcensicherung, InfAR**

Das Institut beschäftigt sich mit Fragen der Energietechnik und dem stofflichen Recycling, sowie der Deponietechnik im internationalen Kontext.

Leitung: Prof. Dr. Gerhard Rettenberger

+49 0651 8103 346

infar@hochschule-trier.de

#### **Institut für angewandtes Stoffstrommanagement, IfaS**

Das IfaS fördert die nachhaltige Optimierung von regionalen und betrieblichen Stoffströmen in konkreten, praxisnahen Projekten.

Leitung: Prof. Dr. Peter Heck

+49 6782 17 1221

ifas@umwelt-campus.de | [www.stoffstrom.org](http://www.stoffstrom.org)

#### **Institut für Betriebs- und Technologiemanagement, IBT**

Das IBT bietet Industrie und Gewerbe Dienstleistungen in den Bereichen Produktionsoptimierung, Konstruktionsautomatisierung und Messtechnik.

Leitung: Prof. Dr. Wolfgang Gerke

+49 6782 17 1113

ibt@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

+49 0651 8103 312

ies@hochschule-trier.de | [wwwet.fh-trier.de/IES/](http://wwwet.fh-trier.de/IES/)

#### **Institut für Fahrzeugtechnik, IFT**

Das IFT Trier hat seine Tätigkeitsfeldern im Bereich Verbrennungsmotorentechnik, der Antriebstechnik/ Fahrwerkstechnik und der Fahrzeugsicherheit.

Leitung: Prof. Dr. Hartmut Zoppke

+49 0651 8103 219

ift@hochschule-trier.de | [www.ift.hochschule-trier.de](http://www.ift.hochschule-trier.de)

---

### **Institut für Gesundheits-, Senioren- und Sozialmanagement, IGSSM**

Ziele des Instituts sind unter anderem die wissenschaftliche Reflexion der Entwicklung aus betriebswirtschaftlicher Sicht, interdisziplinäre Forschung sowie der Transfer von Theorie zur Praxis, insbesondere bei gemeinnützigen und privaten Trägern von Einrichtungen der Seniorenbetreuung sowie des Sozial- und Gesundheitswesens.

Leitung: Prof. Reinhold Moser

+49 6782 17 1401

kontakt.igssm@umwelt-campus.de | www.igssm.de

### **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

+49 0651 8103 375

i3A@hochschule-trier.de | www.i3a.hochschule-trier.de

### **Institut für Mikroverfahrenstechnik und Partikel Technologie, 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

+49 6782 17 1503

imip@umwelt-campus.de | www.imip.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

+49 6782 17 1970

iss@umwelt-campus.de | www.iss.umwelt-campus.de

### **Institut für standardsoftware-basierte Anwendungen im Bauingenieurwesen, 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

+49 0651 8103 239

isa@hochschule-trier.de | www.isa.hochschule-trier.de

**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, Prof. Dr. Stephan Tomerius

+49 6782 17 1925 | +49 6782 17 1952

info.zbf@umwelt-campus.de | www.zbf.umwelt-campus.de

**Birkenfelder Institut für Ausbildung und Qualitätssicherung im Insolvenzwesen, BAQI**

Leitung: Prof. Dr. Hubert Schmidt, Prof. Rudibert Franz, Prof. Dr. Dr. Thomas Schmidt

+49 6782 17 1526

baqi@umwelt-campus.de | www.baqi.umwelt-campus.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

+49 6782 17 1537

kontakt@irek-ucb.de | www.irek-ucb.de

**Rheinland-Pfälzisches Zentrum für Insolvenzrecht und Sanierungspraxis, ZEFIS**

Gegenstand ist die Bündelung vorhandener Forschungsaktivitäten zur empirischen Aufarbeitung und unterstützenden Begleitung der Rechtsentwicklung auf dem Gebiet des Insolvenz- und Sanierungswesens. Zudem 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

www.zefis.org

**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

info@igeso.com | www.igeso.com

---

### Kompetenzzentren

#### **Kompetenzzentrum für Automatisierung, Rationalisierung und Innovation im Bauwesen, KARIB**

KARIB bietet Lösungen zur Automatisierung und Rationalisierung im Bauwesen, entwickelt innovative Baustoffe und optimiert administrative Abläufe im Bauwesen.

Leitung: Prof. Dr. Karl Hans Bläsius

+49 651 8103 344

blaesius@hochschule-trier.de

#### **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

+49 6782 17 1970

iss@umwelt-campus.de | [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

+49 6782 17 1583

info@umwelttechnik-rlp.de | [www.umwelttechnik-rlp.de](http://www.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

+49 6782 17 1250

fuelcell@umwelt-campus.de | [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

+49 0651 8103 838

kluge@hochschule-trier.de



**Weitere Forschungsaktivitäten der Hochschule Trier**

**Interdisziplinäres Kompetenzzentrum Neurotechnologie, IKNTEC**

Leitung: Prof. Dr. Peter Gemmar, Prof. Dr. Werner Wittling, OA Dr. Frank Hertel  
+49 651 8103 375  
info@ikntec.de | www.ikntec.de

**Technikum für optische Messtechnik, Gerätebau, Konstruktion und Bauteiloptimierung, OGKB**

Leitung: Prof. Dr. Michael Schuth  
+49 651 8103 396  
m.schuth@hochschule-trier.de

**Umberto Competence Center Birkenfeld, UCC**

Leitung: Prof. Dr. Klaus Helling  
+49 6782 17 1224  
k.helling@umwelt-campus.de

**Zentrum Umweltkommunikation am Umwelt-Campus, ZUKUC**

Leitung: Prof. Dr. Alfons Matheis, Prof. Dr. Tim Schoenborn  
+49 6782 17 1192  
zukuc@umwelt-campus.de | www.zukuc.de

**Forschungsverbund Verkehrstechnik und Verkehrssicherheit, FVV**

Leitung: Prof. Dr. Hatmut Zoppke, Prof. Dr. Rolf Linn, Prof. Dr. Karl F. Wender, Prof. Dr. Matthias Scherer, Dr. Nils Carstengerdes  
+49 651 8103 373  
R.Linn@hochschule-trier.de | www.fvv-trier.de

**Lehr- und Forschungsbereich Strömungsmechanik Trier, LFST**

Leitung: Prof. Dr. Christof Simon  
+49 651 8103 311  
willb@hochschule-trier.de

**Null-Emissions-Forschungsnetzwerk**

Leitung: Prof. Dr. Peter Heck  
+49 6782 17 122  
ifas@umwelt-campus.de | www.null-emissions-netzwerk.de

**Kompetenzzentrum Solar (KPZS)**

Leitung: Prof. Dr. Christoph Menke  
solar@solar.hochschule-trier.de | <http://www.fh-trier.de/index.php?id=solar>

---

## Publikationen 2011 – 2012

### 2011

Bickel, Matthias; Löhr, Dirk

#### **Pro-poor land distribution in Cambodia**

Rural 21. Bd. 45. H. 3. Frankfurt, M.: DLG-Verl. 2011 S. 33 - 35

Blanke, Daniela; Schneider, Georg

#### **TOM A multi-touch System for learning math**

INSTICC (Hrsg). Proc. CSEDU 2011 (6.-8. May 2011) Noordwijkerhout, The Netherlands. Noordwijkerhout, The Netherlands. 2011

Bohn, Michael; Schneider, Jörn; Eltges, Christian ; Rößger, Robert

#### **Migration von AUTOSAR-basierten Echtzeitanwendungen auf Multicore-Systeme**

4. Workshop Entwicklung zuverlässiger Software-Systeme der Gesellschaft für Informatik e.V. Fachgruppe Ada. Deutschland. 2011

Gerke, Wolfgang; Schommer, Sebastian

#### **Großvolumiger Modellbau mit kooperierenden Industrierobotern**

Tagungsband AAEL 2011. München: Oldenbourg Verlag 2011 (bnn)

Hoffmann, Michael

#### **CAD/CAM mit CATIA V5 : NC-Programmierung, Postprocessing, Simulation ; [mit Ausblick auf V6]**

2., überarb. Aufl. Aufl. München: Hanser 2011, 413 S.

Kihm, Axel; Kußmaul, Heinz:

#### **Stichwort „Pensionsrückstellungen“**

Lexikon des Rechnungswesens, Handbuch der Bilanzierung und Prüfung, der Erlös-, Finanz-, Investitions- und Kostenrechnung, hrsg. von Walther Busse von Colbe und Bernhard Pellens, 5. Aufl., München 2011

Kneist,W.;Kauff,D.W.;Koch,KlausPeter;Schmidtman,I.;Heimann,A.;Hoffmann,K.P;Lang,H.

#### **Selective pelvic autonomic nerve stimulation with simultaneous intraoperative monitoring of internal anal sphincter and bladder innervation**

European surgical research : official journal of the European Society for Experimental Surgery = Europäische chirurgische Forschung = Recherches chirurgicales européennes. Bd. 46. H. 3. Basel [u.a.]: Karger 2011, S. 133 - 138

Knorr, Konstantin ; Brandstetter, T. ; Pröll, T. ; Rosenbaum, U.

#### **Automatisierung von Penetrationstest-Berichten mittels CWE**

P. Schartner, J. Taeger (Hrsg). Tagungsband der DACH Security Konferenz 2011. Deutschland. 2011 S. 124 - 135

Knoerzer, Kai; Regier, Marc; Schubert, Helmar

**Simulating and measuring transient three-dimensional temperature distributions in microwave processing**

Knoerzer, Kai (Hrsg). Innovative food processing technologies : advances in multiphysics simulation. New York, NY: Wiley 2011 S. 131 - 153

Koch, Klaus Peter; Scholz, Oliver

**Telemedizin am Beispiel aktiver Implantate**

Kramme, Rüdiger (Hrsg). Medizintechnik : Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung. 4., vollst. überarb. und erw. Aufl.. Aufl. Berlin u.a.: Springer 2011 S. 815 - 823

Kramer, Dominik; Keilus, Michael

**Planung und Kontrolle von Akquisitionen**

[Corporate finance / Biz] Corporate finance : Biz ; Finanzmanagement, Bewertung, Kapitalmarkt. Bd. 2. H. 4. Düsseldorf: Handelsblatt 2011, S. 233 - 242

Lamadé, Wolfram; Ulmer, Christoph; Rieber, Fabian; Friedrich, Colin; Koch, Klaus Peter; Thon, Klaus-Peter

**New backstrap vagus electrode for continuous intraoperative neuromonitoring in Thyroid surgery**

Surgical innovation. Bd. 18. H. 3. Thousand Oaks, Calif.: Sage 2011 S. 206 - 213

Lamadé, W.; Ulmer, C.; Friedrich, C.; Rieber, F.; Schymik, K.; Gemkow, H. M.; Koch, Klaus Peter; Götttsche, T.; Thon, K. P.

**Signalstabilität als Grundvoraussetzung für kontinuierliches intraoperatives Neuro-monitoring**

Der Chirurg : Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin. Bd. 82. H. 10. Heidelberg: Springer-Medizin-Verl. 2011 S. 913 - 920

Löhr, Dirk

**The euthanasia of the rentier : a way toward a steady-state economy?**

Ecological economics. Bd. 2011. Amsterdam: Elsevier 2011 S. 232 - 239

Löhr, Dirk

**Zu kurz gesprungen : von Vollgeld, Freigeld und Assetpreisinflationen**

Zeitschrift für Sozialökonomie. Bd. 48. H. 168/169. 2011 S. 40 - 54

Löhr, Dirk

**Efficiency by capitalization and formalization of land - debunking a myth**

Birkenfeld. 2011

---

Löhr, Dirk

**Die schrumpfende Stadt : Rückbaustrategien unter Einsatz von kommunalem Eigentum und Erbbaurechten**

Flächenmanagement und Bodenordnung. Bd. 73. H. 6. 2011 S. 260 - 268

Löhr, Dirk; Mühlleitner, D.

**Einsatz von Folgekostenrechnern beim Ausweis von Neubaugebieten - eine Bestandsaufnahme**

Zeitschrift für Kommunal финанzen (angenommen). Verteilerstellen der Zeitschrift für Kommunal финанzen. 2011

Löhr, Dirk

**Geld, Zins und Wachstum**

RheinReden. Köln: Melanchthon-Akademie 2011 S. 53 - 68

Löhr, Dirk

**The Cambodian land market : development, aberrations, and perspectives**

Asien. Bd. 120. 2011 S. 28 - 47

Löhr, Dirk

**Reform der Grundsteuer : zu einem blinden Fleck in der Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium der Finanzen**

Wirtschaftsdienst : Zeitschrift für Wirtschaftspolitik. Bd. 91. H. 5. Heidelberg: Springer 2011 S. 333 - 338

Lürig, Christoph; Carstengerdes, N.

**Filtering joystick data for shooter design really matters**

International Federation for Information Processing (Hrsg). ICEC 2011. H. LNCS 6972. Deutschland. 2011 264-269 S.

Lürig, Christoph; Wokenfuss, F.

**Introducing congestion avoidance into CUDA based crowd simulation**

VRIPHYS 2011. Deutschland. 2011 101-110 S.

Michler, Hans-Peter; Möller, Frauke

**Änderungen der Eingriffsregelung durch das BNatSchG 2010**

Natur und Recht. Bd. 33. H. 2. Berlin u.a.: Springer 2011 S. 81 - 90

Ortwig, Harald; Hübner, D.

**Dynamic Simulation and Optimization of a Mechatronic Pressure Controller for Fuel Injection Systems in CNG Powered Engines**

Hanoi (VIETNAM). 2011

Ortwig, Harald; Klein, Chr.; Hübner, D.

**Experimental Analysis and Numeric Simulation of Steady State Flow Forces on Valves of Mechatronic Pressure Regulators for Natural Gas Powered Combustion Engines**

Pointe aux Piments (MAURITIUS). 2011

Ortwig, Harald; Zimmermann, U.

**Regelungstechnik I für Ingenieure und Praktiker**

Aachen: Shaker Verlag 2011

Richter, Tobias

**Marketing programme and process standardisation : an empirical investigation of marketing standardisation and its contingency factors in the US market**

Frankfurt am Main u.a.: Lang 2011 199 S. S.

Rock, Georg; Mann, Stefan

**Control variant-rich models by variability measures**

ACM International Conference Proceedings. Deutschland. 2011 29-38 S.

Rock, Georg; Frey, Daniel; Shuichi , Fukuda

**Improving Complex Systems Today**

Springer (Hrsg). England. 2011

Sartor, Joachim

**Historische Hochwasser der Mosel**

Jahrbuch / Kreis Bernkastel-Wittlich. Bd. 35. Monschau: Weiss 2011 S. 244 - 249

Schneider, Jörn; Bohn, Michael ; Eltges, Christian

**SimTrOS: A Heterogenous Abstraction Level Simulator for Multicore Synchronization in Real-Time Systems**

Deutschland. 2011

Schwarz, Raphael; Hüttner, Björn; Döllinger, Michael; Luegmair, Georg; Eysholdt, Ulrich; Schuster, Maria; Lohscheller, Jörg

**Substitute voice production: quantification of PE segment vibrations using a biomechanical model**

IEEE Transactions on biomedical engineering. Bd. 58. H. 10. 2011 S. 2767 - 2776

Threuter, Christina

**Ausgerechnet Bananen : die Ornamentfrage bei Adolf Loos oder die Evolution der Kultur**

Lindemann, Wilhelm (Hrsg). ThinkingJewellery : on the way towards a theory of jewellery = SchmuckDenken. Stuttgart: Arnold Art Publ. 2011 S. 121 - 133

Yang, Anxiong; Stingl, Michael; Berry, David A.; Lohscheller, Jörg

**Computation of physiological human vocal fold parameters by mathematical optimization of a biomechanical model**

Journal of the Acoustical Society of America. Bd. 130. H. 2. 2011 S. 948 - 964

**2012**

Agaveva, Svetlana; Anell, Lisa; Baque, Emanuelle

**Inspired by 100 years bei C & A : eine Initiative der Draiflessen Collection in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Trier und C & A. Ausstellungskatalog**

Mettingen, Westf.: Draiflessen GbR 2012 156 S. S.

Helmhold, Heidi

**Abreißen oder gebrauchen? : Nutzerperspektiven einer 50er-Jahre-Architektur**

Berlin: Jovis 2012 190 S. S.

Kauff, Daniel W.; Kempfski, Oliver; Huppert, Sabine; Koch, Klaus Peter; Hoffmann, Klaus P.; Lang, Hauke; Kneist, Werner

**Total mesorectal excision : does the choice of dissection technique have an impact on pelvic autonomic nerve preservation?**

Journal of gastrointestinal surgery. Bd. 16. H. 6. New York, NY: Springer 2012 S. 1218 - 1224

Kauff, D. W.; Kempfski, O.; Koch, Klaus Peter; Huppert, S.; Hoffmann, K. P.; Lang, H.; Kneist, W.  
**Continuous intraoperative monitoring of autonomic nerves during low anterior rectal resection: an innovative approach for observation of functional nerve integrity in pelvic surgery**

Langenbecks archives of surgery. Bd. 397. H. 5. Berlin u.a.: Springer 2012 S. 787 - 792

Kihm, Axel: Kommentierung zu **§ 256 HGB (Bewertungsvereinfachungsverfahren)**, in: Haufe HGB Bilanz Kommentar, hrsg. von Klaus Bertram, Ralph Brinkmann, Harald Kessler und Stefan Müller, 3. Aufl., Freiburg i.Br. 2012

Kihm, Axel/Kessler, Harald/Leinen, Markus: Kommentierung zu **§ 303 HGB (Schuldenkonsolidierung)**, in: Haufe HGB Bilanz Kommentar, hrsg. von Klaus Bertram, Ralph Brinkmann, Harald Kessler und Stefan Müller, 3. Aufl., Freiburg i.Br. 2012

Kihm, Axel/Kessler, Harald: Kommentierung zu **§ 304 HGB (Behandlung der Zwischenergebnisse)**, in: Haufe HGB Bilanz Kommentar, hrsg. von Klaus Bertram, Ralph Brinkmann, Harald Kessler und Stefan Müller, 3. Aufl., Freiburg i.Br. 2012

Kneist, Werner; Kauff, Daniel W.; Gockel, Ines; Huppert, Sabine; Koch, Klaus Peter; Hoffmann, Klaus P.; Lang, Hauke

**Total mesorectal excision with intraoperative assessment of internal anal sphincter innervation provides new insights into neurogenic incontinence**

Journal of the American College of Surgeons. Bd. 214. H. 3. New York, NY: Elsevier 2012 S. 306 - 312

Koch, Klaus Peter; Scholz, Oliver

**Telemedicine using active implants**

Kramme, Rüdiger (Hrsg). Springer handbook of medical technology. Berlin u.a.: Springer 2012 S. 1129 - 1137

Kunduk, M.; Dölinger, M.; McWhorter, A. J.; Svec, J. G.; Lohscheller, Jörg

**Vocal fold vibratory behavior changes following surgical treatment of polyps investigated with high-speed videoendoscopy and phonovibrography**

Annals of otology, rhinology & laryngology. Bd. 121. H. 6. St. Louis, Mo.: Annals Publ. 2012 S. 355 - 363

Löhr, Dirk

**Abschied vom Steuerstaat**

Humane Wirtschaft. H. 5. Essen: Förderverein Natürliche Wirtschaftsordnung 2012 S. 4 - 8

Löhr, Dirk

**Baulücken und Bodenpreisniveau - eine Hypothese**

Flächenmanagement und Bodenordnung. Bd. 4\_2012. H. 4. Wiesbaden: Chmielorz GmbH 2012 S. 2 - 11

Löhr, Dirk

**Capitalization by formalization? : Challenging the current paradigm of land reforms**

Land use policy. Bd. 29. H. 4. Amsterdam u.a.: Elsevier Science 2012 S. 837 - 845

Löhr, Dirk

**Der ordnungspolitische Rahmen für die Energiewende**

Zeitschrift für Sozialökonomie. Bd. 49. H. 172/173. 2012 S. 29 - 42

Löhr, Dirk

**Eine unsichtbare Hand grabst nach dem Land**

Postwachstum. Blog "Postwachstum". 2012

Löhr, Dirk

**Einführung**

Roemheld, Lutz (Hrsg). Theorie der Steuer. Marburg: Metropolis 2012 S. 17 - 26



---

Löhr, Dirk

**Externe Kosten als Treiber von Landnutzungsänderungen**

Woynowski, Boris (Hrsg). Wirtschaft ohne Wachstum?! : Notwendigkeit und Ansätze einer Wachstumswende. Freiburg, Br.: Inst. für Forstökonomie 2012 S. 150 - 172

Löhr, Dirk

**Fair value measurement für bilanzielle Zwecke nach IFRS 13**

Immobilien & bewerten : Fachzeitschrift für Forschung, Recht und Praxis. H. 3. Sinzig: Sprengnetter 2012 S. 116 - 120

Löhr, Dirk

**Gresham und die Drachme? : Vom Regiogeld zum nationalen Parallelgeld; was es zu beachten gilt**

Humane Wirtschaft. H. 2. 2012 S. 26 - 27

Löhr, Dirk

**(Grund-)Steuerreform : die Diskussion der länderoffenen Arbeitsgruppe der Finanzminister**

Wirtschaftsdienst. Bd. 92. H. 12. Heidelberg: Springer 2012 S. 815 - 821

Löhr, Dirk

**Kambodscha**

J. Bellers / M. Porsche-Ludwig (Hrsg). Handbuch zur Sozialpolitik in den Ländern der Welt. in Vorbereitung: LIT-Verlag 2012

Löhr, Dirk

**Landraub und rent seeking : Agenda der offiziellen Entwicklungszusammenarbeit**

Neopresse. Bd. 13.05.2012. Leonding, Österreich. 2012

Löhr, Dirk

**The euthanasia of the rentier — A way toward a steady-state economy?**

Ecological Economics. UK. 2012 S. 232 - 239

Löhr, Dirk

**The role of tradable planning permits in environmental land use planning : a stocktake of the German discussion**

Appiah-Opoku, Seth (Hrsg). Environmental land use planning. Rijeka, Croatia: InTechOpen 2012 S. 205 - 218

Löhr, Dirk

**Torn between two lovers: Möglichkeiten und Grenzen der Bodenwertsteuer im Rahmen der Flächenhaushaltspolitik**

Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht. Bd. 35. H. 3. Berlin: Deutscher Fachverlag 2012 S. 313 - 333

Michler, Hans-Peter; Kröninger, Holger

**Kommentierung der §§ 19, 22, 24-28, 39-44, 192-199 BauGB**

Ferner/Kröninger (Hrsg.). Handkommentar zum Baugesetzbuch. 3. Aufl. Erscheinungsort unbekannt. 2012

Michler, Hans-Peter

**Die Berücksichtigung von Baustellenimmissionen in der Planfeststellung**

voraussichtlich Ronellenfitsch/Schweinsberg/Henseler-Unger (Hrsg.). Aktuelle Probleme des Eisenbahnrechts XVII (und in UPR). noch nicht erschienen. 2012

Ortwig, Harald; Baumgarten, Chr.; Niesters, Chr.; Andreas, Th.

**Gasmanagementsystem zum effizienten Einsatz gasförmiger Energieträger**

MTZ Motortechnische Zeitschrift. Bd. Nr. 2. 2012 S. 134 - 139

Ortwig, Harald; Hübner, D.

**Investigation and CFD-Simulation of Flow Forces inside a Mechatronic Pressure Controller for CNG-Engines** Port of Spain (TRINIDAD). 2012

Regier, Marc; Drusch, S.; Bruhn, M.

**Recent Advances in the Microencapsulation of Oils High in Polyunsaturated Fatty Acids**

Novel Technologies in Food Science, Integrating Food Science and Engineering Knowledge into the Food Chain. Bd. Volume 7, Part 3. Deutschland. 2012 159 - 181 S.

Richter, Tobias

**International marketing mix management : theoretical framework, contingency factors and empirical findings from worldmarkets**

Berlin: Logos-Verl. 2012 214 S. S.

Schneider, Georg; Röpke, Jörg

**MORE - Mobile Referencing System for Printed Media**

4th International Conference on Computer Supported Education CSEDU 2012. Porto, Portugal. 2012

Threuter, Christina

**50er Jahre Architektur und Bunkerräume. Das System der „demokratischen Architektur“ als kollektive Praxis**

Heidi Helmhold und Christina Threuter (Hrsg.). Abreißen oder Gebrauchen? Nutzerperspektiven einer 50er Jahre Architektur. Berlin: Jovis 2012

---

## Verzeichnis Professorinnen/Professoren

### Informatik

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. Rolf Linn	Mathematische Grundlagen der Informatik
	Produktionsinfo
Prof. Dr. Jörg Lohscheller	Medizininformatik
Prof. Dr. Christoph Lürig	Digitale Lernspiele
Prof. Dr. Andreas Lux	Wirtschaftsinformatik
Prof. Dr. Rainer Oechsle	Verteilte Systeme / Rechnernetze
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
Prof. Dr. Christof Rezk-Salama	Spielprogrammierung / Spieltechnologie

### Elektrotechnik

Prof. Dr. Dirk Brechtken	Energietechnik
Prof. Dr. Otfried Georg	Glasfasertechnik und Mikrowellenleiter
	Grundlagen Elektrotechnik
Prof. Dr. Ernst-Georg Haffner	Mathematik und Informationstechnik
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
Prof. Dr. Christoph Hornberger	Medizintechnik

### 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. Heinz Jürgen Tenhumberg	Maschinen- und Gerätetechnik

**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. Hubert Hinzen	Mechanik und Maschinenlehre
Prof. Dr. Karl Hofmann von Kap-herr	Werkzeugmaschinen
Prof. Dr. Peter König	Fahrzeugaufbau und Fahrzeugsicherheit
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. Dr. Alfred Stein	Baukonstruktion / Bauphysik

**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. Gerhard Rettenberger	Abfalltechnik und Abwassertechnik
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. Stefan Trapp	Neue Materialien, Nachwachsende Rohstoffe u. Polymere

**Wirtschaft**

Prof. Dr. Udo Burchard	BWL / Marketing / Human Resources Management
Prof. Dr. Gerd Diethelm	BWL / Kostenrechnung
Prof. Dr. Cord Grefe	BWL / Betriebliche Steuerlehre unter besonderer Berücksichtigung entscheidungsrelevanter Unternehmenssteuern, Bilanzsteuerrecht und Internationales Steuerrecht
Prof. Dr. Michael Hakenberg	Wirtschaftsrecht
Prof. Dr. Jörg Henzler	Volkswirtschaftslehre / Makroökonomie
Prof. Dr. Michael Keilus	BWL und Rechnungswesen
Prof. Dr. Axel Kihm	BWL / Rechnungslegung, Wirtschaftsprüfung
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 Betriebswirtschaftslehre
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. 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. Oskar Spital-Frenking	Baudenkmalpflege
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

### **Intermediales 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	Entwurf / Zeichnen
Asbagholmodjahedin	Zeichnerische Studienfächer Figur /
Prof. Anna Bulanda-Pantalacci	Objekt und Gestaltungsgrundlagen / Entwurf
Prof. Anita Burgard	Design Körper/ Raum
Prof. Andreas Hogan	Schriftdesign u. Typografie
Prof. Franz W. Kluge	Design Video/ Neue Medien
Prof. Aniela Kuenne-Müller	Design/ Buch
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 Darstellungstechniken, 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 Bekleidungskollektionen / DOB, Grundlagen künstlerischer, gestalterischer Entwurf / DOB, Kollektionserstellung und -planung / DOB

**Schmuckdesign**

Prof. Lothar Brügel	Plastik, Gestaltungsgrundlage und konstruktives Zeichnen
Prof. Ute Eitzenhöfer	Edelsteindesign
Prof. Theo Smeets	Schmuck- und Objektgestaltung

---

## Impressum

**Herausgeber:**

Hochschule Trier, 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:**

Stefanie Schiebler

Nina Sabrina Sylla

**Konzept, redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung:**

Dipl.-Designer (FH) Michaela Faber

Dipl.-Ing. (FH) Jan-Christoph Krug

**Fotografien:**

Titel, Seiten 24-27, 130-133, 196-199 Dipl.-Designer (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

Alle Rechte vorbehalten.

Der Nachdruck von Beiträgen ist nur mit Genehmigung der Hochschule Trier gestattet.

Trier, April 2013

## 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. Gerhard Rettenberger

Postfach 1826

D - 54208 Trier

So erreichen Sie uns:

Förderkreis der Hochschule Trier e.V.  
Schneidershof  
54208 Trier

Telefon: 0651 8103-346/ -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. Gerhard Rettenberger

„I love exchanging ideas and experiences.“

Andreas, Primary  
Department Manager

„My colleague shares my desire for improvement.“

Lisa, Tobacco  
Process Manager



## Growing together *means pulling in the same direction*

### Junior Engineer (m/w) / Trier

JTI ist Mitglied der Japan Tobacco-Unternehmensgruppe (JT), eines führenden internationalen Tabakunternehmens. JTI verkauft weltbekannte Marken wie Winston, Mevius und Camel. Mit einem Nettoumsatz von 11,2 Milliarden USD (2011) ist JTI in 120 Ländern operativ tätig und beschäftigt etwa 25.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter weltweit.

Als Junior Engineer (m/w) werden Sie in einem 24monatigen Nachwuchs-Programm in Theorie und Praxis auf eine verantwortungsvolle Führungsposition in einem internationalen Umfeld optimal vorbereitet. Um den vielfältigen Herausforderungen gerecht zu werden, erwerben Sie im „on-the-job-training“ das Praxiswissen, das Sie für Ihren Erfolg brauchen.

#### Ihre Hauptaufgaben:

- Anleitung und Führung von (Projekt-)Gruppen
- Ermittlung geeigneter Maßnahmen zur Optimierung unserer Produktionsprozesse und -abläufe unter Anwendung moderner wirtschaftlicher Technologien
- Planung und Durchführung von Projekten bezüglich verfahrenstechnischer Prozesse sowie im Bereich unserer Produktionsanlagen
- Erstellung von Machbarkeitsstudien

#### Ihr Profil:

- Abgeschlossenes (Wirtschafts-)Ingenieurstudium der Fachrichtungen Maschinenbau, Produktions- und Verfahrenstechnik oder Elektro- bzw. Automatisierungstechnik
- Kenntnisse im Bereich technischer Planung und Projektabwicklung sowie im Prozessmanagement
- Unternehmerisches und analytisches Denkvermögen, hohe Lernbereitschaft und ausgeprägte soziale Kompetenz
- Flexibilität, Mobilität und weltweite Reisebereitschaft
- Sehr gute Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit sowie sicherer Umgang mit internen und externen Partnern
- Bereitschaft zu Schichtarbeit
- Verhandlungssichere Englischkenntnisse in Wort und Schrift

**Ihre Chance:** Ein internationales Arbeitsumfeld, interdisziplinäre Teams und offene Strukturen zeichnen unser global agierendes Unternehmen aus.

#### Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Dann bewerben Sie sich direkt über unser Online-System:

[jti.com/careers](http://jti.com/careers)

Wir fördern das

**Deutschland  
STIPENDIUM**

**Standort Schneidershof**  
Schneidershof  
D - 54293 Trier

**Standort Irminenfreihof**  
Irminenfreihof  
D - 54290 Trier

**Standort Paulusplatz**  
Paulusplatz  
D - 54290 Trier

**Standort Birkenfeld**  
Umwelt-Campus  
Campusallee  
D - 55768 Neubrücke

**Standort Idar-Oberstein**  
Vollmersbachstraße 53a  
D - 55743 Idar-Oberstein