



# HHN

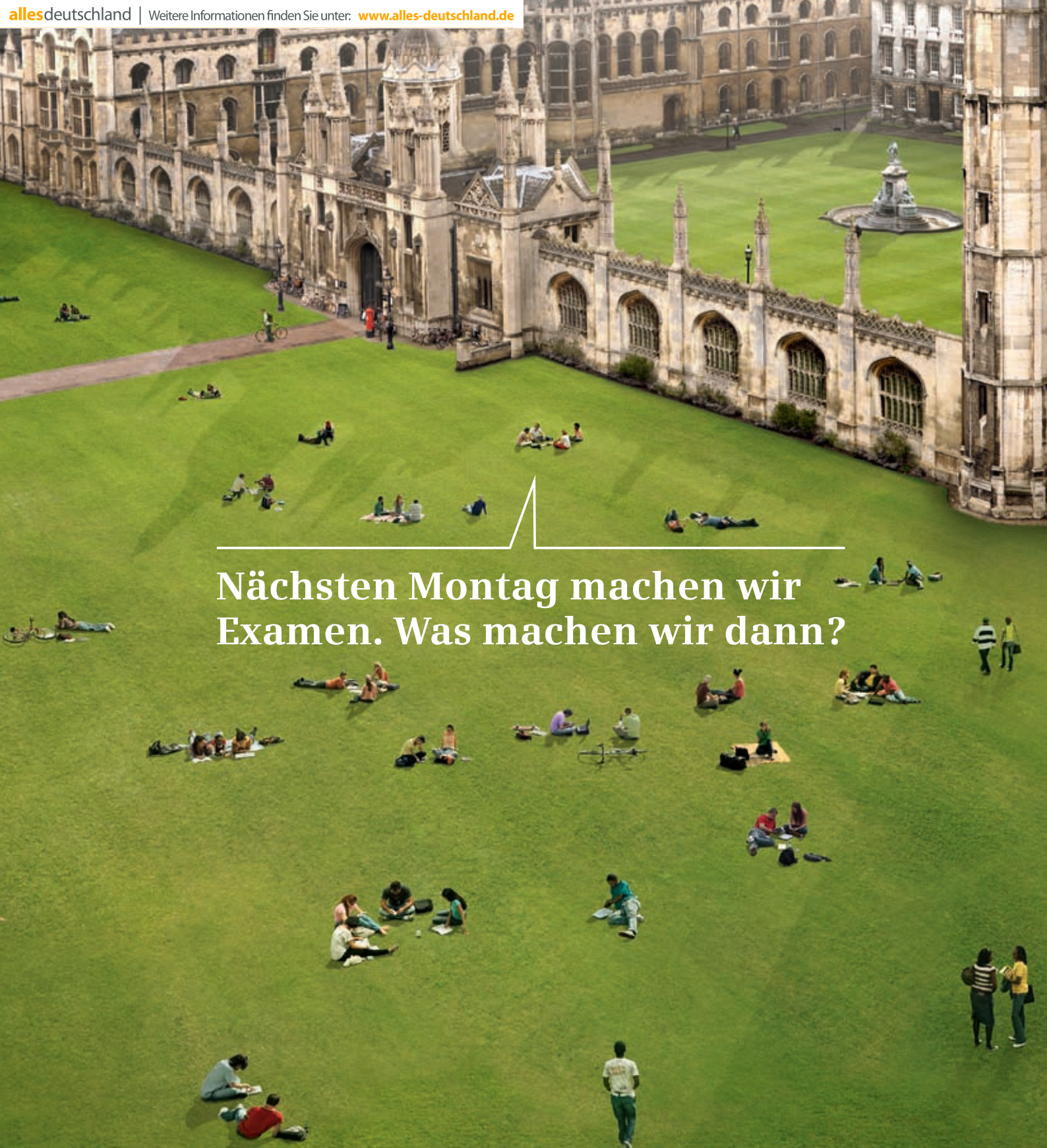
HOCHSCHULE HEILBRONN

TECHNIK

WIRTSCHAFT

INFORMATIK

## Forschungsbericht 2010/2011



## Nächsten Montag machen wir Examen. Was machen wir dann?

**Setzen Sie bei Siemens Ihr Wissen in die Praxis um.**

Sie haben Ihren Abschluss in der Tasche und haben große Pläne? Bei Siemens werden Ihre Ideen Wirklichkeit: in einem Unternehmen, das jedes Jahr mit seinen Innovationen in den Sektoren Industry, Energy und Healthcare überzeugt. Mit hochmotivierten Mitarbeitern in vielfältigen Aufgabenbereichen – weltweit. Und bald vielleicht auch mit Ihnen.

[siemens.de/career](http://siemens.de/career)

**SIEMENS**

# **Forschungsbericht der Hochschule Heilbronn**

Technik · Wirtschaft · Informatik

**2010**



## **Institut für Angewandte Forschung**

Hochschule Heilbronn  
Technik · Wirtschaft · Informatik  
Heilbronn University  
Max-Planck-Straße 39

D-74081 Heilbronn  
Tel.: +49 7131 504 - 228  
Fax: +49 7131 504 - 142281

E-Mail: [iaf@hs-heilbronn.de](mailto:iaf@hs-heilbronn.de)  
URL: <http://www.hs-heilbronn.de/iaf>

## **IMPRESSUM**

Herausgeber: mediaprint WEKA info verlag gmbh

in Zusammenarbeit mit: dem Rektor der Hochschule Heilbronn  
Max-Planck-Straße 39  
D-74081 Heilbronn

Redaktion und Layout: Prorektor für Forschung und Vernetzung  
Koordinierungsstelle Forschung

Produktion: mediaprint WEKA info verlag gmbh  
Lechstraße 2  
D-86415 Mering

Erscheinungstermin: Oktober 2010

## Editorial

Der Forschungsbericht der Hochschule Heilbronn 2010 zeigt aufs Neue die Vielfalt, die Kreativität und die Innovationskraft der Mitarbeiterinnen, Mitarbeiter, Professorinnen und Professoren, die sich aktiv an Forschung innerhalb der Hochschule beteiligen. Dass dies nicht nur im Kleinen und Privaten, sondern in Zusammenarbeit innerhalb und zwischen den Fakultäten und in Netzwerken geschieht, ist ein weiterer Beweis für die Lebendigkeit der Forschung in Heilbronn. Ein deutliches Zeichen dafür ist die Gründung der Institute IKM (Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik) mit 19 (!) forschenden Professoren und des fakultätsübergreifenden Instituts für Management und Technik.

Dass sich die Hochschulforschung längst nicht mehr auf ingenieurwissenschaftliche und verwandte Fragestellungen beschränkt, wird eindrucksvoll an der großen Zahl der Beiträge aus den betriebswirtschaftlichen Fakultäten deutlich.

Das enorme Wachstum der Hochschule durch das Ausbauprogramm 2012 brachte neue Stellen und viele neue, hoch motivierte Kolleginnen und Kollegen. Die mit großem Engagement regionaler Politik und Wirtschaft unterstützte Neugründung des Campus Schwäbisch Hall macht den hohen Anspruch der gesamten Wirtschaftsregion deutlich, in der zweitgrößten Hochschule des Landes einen starken und kompetenten Partner zu finden. Unterstrichen wird dies durch die verstärkte Zusammenarbeit mit der IHK Heilbronn-Franken und durch zahlreiche neue Kooperationen mit Unternehmen der Region, von denen beispielhaft die Aufnahme der Hochschule in die „Hochschulinststitute Neckarsulm – HIN“, einem Kooperationsverbund der Audi AG, und der Rahmenvertrag mit der Alfred Kärcher GmbH genannt seien. Auch die Vernetzung im gesellschaftlichen Leben der Region gewinnt zunehmend an Bedeutung, hier sei beispielsweise auf das neu eröffnete Science Center „experimenta“ verwiesen, in dem unter Beteiligung und teilweiser Federführung von Mitgliedern der Hochschule mehrere Exponate, darunter diejenigen zur Robotik, entstanden sind. Mit fünfzehn Stiftungsprofessuren aus Wirtschaft und Gesellschaft nimmt die Hochschule einen Spitzenplatz im Land ein.

Weitere Highlights der jüngsten Forschungsaktivitäten sind die neuerlich gestarteten ZIM-Projekte und das erste EU-Projekt, in dem Wissenschaftler unserer Hochschule eine führende Rolle einnehmen.

Nicht zuletzt ist sich die Hochschule auch durch Aktivitäten in der Forschung ihrer Verantwortung gegenüber ihren Absolventen bewusst und hat neben zahlreichen wissenschaftlichen Projektmitarbeitern auch über fünfzehn Kooperationsprojekte im Rahmen des MINT-Programms der Landesregierung vermittelt, weitere ca. zwanzig sind in Vorbereitung.

Auf den folgenden Seiten werden einige dieser Aktivitäten kurz beschrieben.

Alle diese Erfahrungen und noch viele mehr motivieren uns, in den Ausbau der Forschung weiter zu investieren.



**Prof. Dr. Jürgen Schröder**  
Rektor der Hochschule Heilbronn



**Prof. Dr. Ansgar Meroth**  
Prorektor für Forschung



**Prof. Dr. Wolfgang Wehl**  
Geschäftsführer iaf

(Quelle: HHN/Pressestelle)

Gleichzeitig konkurriert die Forschung mit den Aufgaben in der Lehre und dem neu hinzugekommenen Weiterbildungsauftrag der Hochschule um Zeit und Aufmerksamkeit von Lehrenden und Verwaltung – und in erheblichem Maß auch um die immer stärker ausgelasteten Flächen. In einer sich rasch entwickelnden Hochschullandschaft und angesichts immer knapperer öffentlicher Kassen ist die Hochschule in jeder Hinsicht einem hohen Veränderungsdruck ausgesetzt, der von allen Beteiligten – Hochschulleitung, Verwaltung, Lehrenden, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern – wachsendes Engagement abverlangt. Umso erfreulicher ist die Tatsache, dass auch 2009 wieder mehr qualifizierte, also im Peer-Review-Verfahren geprüfte, wissenschaftliche Veröffentlichungen aus der Hochschule dem Institut für angewandte Forschung (iaf) gemeldet wurden. Ebenso stieg – insbesondere durch die Aktivitäten der Institute IKM (Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik), GECKO (Institut für Medizin, Informatik und Ökonomie), PIK (Polymer-Institut Kunststofftechnik) und weiterer forschender Kollegen – die Höhe der eingeworbenen Drittmittel auf 1,23 Mio. Euro. Auch die Zahl der laufenden (50) und abgeschlossenen Promotionen nimmt stetig zu.

Kein Grund allerdings, sich auf einem positiven Trend auszuweichen. Damit sich die Kolleginnen und Kollegen auf die eigentlichen Inhalte ihrer Arbeit konzentrieren und exzellente Leistungen erbringen können, bedarf es einer ebensolchen Exzellenz in den unterstützenden Prozessen. Als Beispiele seien die

Forschungskoordination, Rechtsberatung, IT-Dienstleistungen, das Personalwesen, die kaufmännische Betreuung und nicht zuletzt das damit verbundene Projektcontrolling genannt. Im hochschulweiten Projekt zur Neuausrichtung der Verwaltung und der zentralen Bereiche werden hier von den Beteiligten erhebliche Anstrengungen zum Ausbau der Serviceleistungen dieser Bereiche erbracht. Mit der neuen Satzung zur Evaluation von Forschung und Transfer werden diese in das Qualitätsmanagementsystem der Hochschule eingebunden.

Die Entwicklung wird nicht stehen bleiben. Die Region benötigt dringend einen weiteren Ausbau an den Standorten Heilbronn, Künzelsau und Schwäbisch Hall und ist in zunehmendem Maß bereit, sich dafür zu engagieren. Die bevorstehende Gründung des Innenstadtcampus in Heilbronn, unterstützt von Stadt, Landkreis Heilbronn, IHK und Dieter-Schwarz-Stiftung, und die privatwirtschaftliche Unterstützung der personellen und apparativen Ausstattung verschiedener Schwerpunkte, z. B. der Energietechnik, der Logistik und der Fahrzeugtechnik, werden weitere Meilensteine markieren, ebenso wie der geplante Ausbau der Promotionskooperationen.

Wir laden Sie ein, sich von den Beiträgen anstecken zu lassen – sei es als Hochschulangehörige, sei es als Partner und Kunde von Auftragsforschungsprojekten. Haben auch Sie Ideen für neue Projekte? Mit guten Ideen und meist weniger Ressourcen, als Sie denken, können wir mit Ihnen gemeinsam daran arbeiten, dass aus Ihren Ideen Innovationen werden.

Prof. Dr.-Ing. Ansgar Meroth – Prorektor für Vernetzung, Vertrieb, Forschung

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schröder – Rektor

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wehl – Geschäftsführer des Instituts für angewandte Forschung

<http://www.hs-heilbronn.de/iaf>

# Inserentenverzeichnis

<b>Siemens AG</b>	<b>U 2</b>
<b>IHK Heilbronn – Franken</b>	<b>5</b>
<b>E.G.O. Elektro und Gerüstbau GmbH</b>	<b>7</b>
<b>Audi AG</b>	<b>10</b>
<b>ebm-papst GmbH &amp; Co. KG</b>	<b>17</b>
<b>Hopfengärtner GmbH</b>	<b>24</b>
<b>Heiche Oberflächentechnik GmbH</b>	<b>24</b>
<b>L'Orange GmbH</b>	<b>28</b>
<b>Ziehl-Abegg AG</b>	<b>32</b>
<b>Komet Group GmbH</b>	<b>42</b>
<b>Lutz Holding GmbH</b>	<b>63</b>
<b>EnBW Kernkraft GmbH</b>	<b>63</b>
<b>Robert Bosch GmbH</b>	<b>U 3</b>
<b>Mann &amp; Hummel GmbH</b>	<b>U 4</b>

*U = Umschlagseite*



## Innovation und Netzwerke

Mit klugen Köpfen an die Spitze  
Querdenken mit TRIZ

[www.querdenker-region.de](http://www.querdenker-region.de)  
[www.triz-wiki.de](http://www.triz-wiki.de)



## IHK – die erste Adresse

**IHK Heilbronn-Franken**  
Ferdinand-Braun-Straße 20 • 74074 Heilbronn  
Telefon 07131 9677-0 • Telefax 07131 9677-199  
[info@heilbronn.ihk.de](mailto:info@heilbronn.ihk.de) • [www.heilbronn.ihk.de](http://www.heilbronn.ihk.de)



# Inhalt

## Nachrichten

- 5 **Inserentenverzeichnis**
- 8 **Die Forschungsstrategie der Hochschule Heilbronn**, *Ansgar Meroth*
- 8 **Lenkungsausschuss Forschung**, *Ansgar Meroth*
- 9 **Das Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik (IKM)**, *Oliver Lenzen*
- 9 **Neugründung Institut für Management und Technik (IMT)**, *Rolf Blumentritt/Olaf Hengerer*
- 11 **Lehr- und Forschungsbetrieb am Campus Schwäbisch Hall erfolgreich gestartet**, *Oliver Schwarz*
- 11 **Kooperation mit Audi in den Hochschulinstituten Neckarsulm gestartet**, *Ansgar Meroth*
- 13 **Kooperation zu Forschung und Technologietransfer mit der IHK Heilbronn-Franken**, *Ansgar Meroth*
- 14 **Financial Times zeichnet GECKO-Institut beim Ideenpark Gesundheitswirtschaft aus**, *Wendelin Schramm*
- 15 **EU-Projekt INNOTRAIN IT erfolgreich gestartet**, *Dieter Hertweck*
- 16 **MINT-Kooperationen in Heilbronn ein voller Erfolg** (*Referat für Öffentlichkeitsarbeit*)
- 16 **Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)**, *Ursula Kleinteich*
- 18 **„Wachstums-Champions“ ist Mittelstandsbuch 2010**, *Roland Alter*

## Berichte aus den Technik-Fakultäten

- 19 **Konzepte und Anwendungen der hochdynamischen variothermen Spritzgießtechnologie**,  
*August Burr, Michael Kübler, Matthias Deckert, Sascha Kuhn, Christoph Bleesen*
- 25 **Untersuchungen für ein zielgenaues und stabiles Werfen von zylinderförmigen Gegenständen in Produktionsanlagen**,  
*Heinz Frank, Stephanie Klesatschke, Markus Zeitler, Anton Mitnacht*
- 29 **Modellierung eines mechatronischen Systems**,  
*Gerhard Gruhler, Peter Häuptle, Peter Hubinský*
- 33 **Entwicklung aktiver Fahrwerksysteme im Kfz-Systemverbund**,  
*K.-D. Leimbach, A. Meroth, P. Blessing, U. Ingelfinger, A. Krüger, M. Kocsis*
- 37 **Environment exploration for autonomous driving into parking lots**,  
*Fritz Tröster, Razvan Luca, Robert Gall*
- 43 **On the development of an experimental car-like mobile robot**,  
*Fritz Tröster, Robert Gall, Razvan Luca*
- 49 **Umformverhalten von kupferbasierten Steckverbinderwerkstoffen – Praxis und Simulation**  
**Formability of copper based connector materials – praxis and simulation**,  
*Dirk Ringhand, Hans-Achim Kuhn (V), Andrea Käufler, Marcin Wojcicki*

## Berichte aus den Wirtschaftsfakultäten

- 57 **Wachstums-Champions: Erfolgsfaktoren wachstumsstarker Unternehmen**,  
*Roland Alter, Christian Kalkbrenner*
- 61 **Kommunikations- und Ertragsorientierung von Pauschalangeboten kommunaler Tourismusstellen**,  
*Ralf Bochert*
- 64 **Managementdiagnostik: Persönlichkeitstests unter der Lupe**,  
*Daniela Eisele*
- 69 **Open Source Business Applications – Customizing der Software vtiger CRM bei einem mittelständischen Treppenbauer**,  
*Michael Gröschel, Daniel Amruth*
- 73 **Compliance – durch bestmögliche Organisation Haftung im Vorfeld vermeiden**,  
*Oliver Haag*
- 76 **Winefly® – Ein patentiertes Neuprodukt auf Weinbasis wird zum Renner in China**,  
*Siegfried Kling, Andreas Unser*



- 77 Strategien zur Erfolgsgenerierung bei Dienstleistungsinnovationen,**  
*Michael Ottenbacher*
- 79 ERP-Systeme der SAP AG für den Einsatz in der Lehre – SAP ERP vs. SAP Business ByDesign,**  
*Gabriele Roth*
- 83 Business Intelligence für die Unternehmensführung im Kontext der Finanzkrise,**  
*Gabriele Roth*
- 88 Audiovisuelle Markenkommunikation im Einsatz für das Hochschulmarketing –  
Anwendungsorientiertes Forschungsprojekt im Bereich Web 2.0;,  
Sonja Salmen**
- 92 Integration interner Stakeholder in den Strategieprozess einer NPO,**  
*Christoph Tiebel*

**Berichte aus der Fakultät für Informatik**

- 96 Bildgestützte Detektion von Tumorbewegungen in der adaptiven Strahlentherapie,**  
*Rolf Bendl, Michael Schwarz, Hochschule Heilbronn,  
Simeon Nill, Abteilung Medizinische Physik, Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg*
- 100 Mit Logik zum Ziel: Entwicklung von Modellierungskompetenz im Software Engineering,**  
*Dominikus Herzberg, Tim Reichert*
- 105 Herangehensweisen im E-Leadership,**  
*Nicola Marsden*
- 108 Wissensmanagement als strategischer Faktor auf dem Weg zur Exzellenz,**  
*Nicola Marsden*
- 110 Die Software Masterclass – ein neuartiger Lehr- und Lernansatz im Studium der Medizinischen Informatik,**  
*Daniel Pfeifer, Martin Haag, Martin Wiesner, Jens Schwanke*

**Sie glühen?**

**Wir auch.  
E.G.O.**

**Kommen Sie als Student/in oder Absolvent/in zu E.G.O.**

Wenn Ihr größter Antrieb neben dem Wissen die Leidenschaft ist, dann sind Sie bei uns genau richtig. Schließlich ist es das ganz besondere Engagement unserer Mitarbeiter/innen, das uns zum führenden Hersteller von Heizelementen, Steuerungen und elektronischen Bauteilen für Haushaltsgeräte und zum Lieferanten für viele andere Industriezweige gemacht hat.

Nutzen Sie die Chancen, die Ihnen ein internationales Unternehmen mit über 7.300 Mitarbeitern und Marktführer in vielen Bereichen zu bieten hat. Ganz gleich, ob Sie nach Ihrem Studium der Elektrotechnik, des Maschinenbaus, der Informatik, des Wirtschaftsingenieurwesens oder der Wirtschaftswissenschaften bei uns beginnen oder schon während Ihres Studiums positiv auf sich aufmerksam machen möchten.

Weitere Informationen finden Sie unter [www.hottestjobs.de](http://www.hottestjobs.de)  
E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH, Personal- und Sozialwesen,  
Rote-Tor-Straße 14, 75038 Oberderdingen.

## Die Forschungsstrategie der Hochschule Heilbronn

Im März 2010 hat der Senat der Hochschule Heilbronn als akademisches Leitungsgremium die Forschungsstrategie für die Hochschule verabschiedet. Doch wozu braucht eine derart diversifizierte Organisation eine Strategie für die Forschung? Schließlich sind Inhalt und Umfang der Forschung dem freien Gestaltungswillen der Kolleginnen und Kollegen unterworfen, und dies auf unterschiedlichsten Gebieten und mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Und steht nicht eigentlich die Lehre im Mittelpunkt aller Aktivitäten und Aufmerksamkeiten?

Mit diesen Fragen startete der Lenkungsausschuss Forschung im Jahr 2009 in die Erarbeitung der Forschungsstrategie. Der Auftrag zur angewandten Forschung im Landeshochschulgesetz, die deutliche Verankerung der Forschung im alten und künftigen Leitbild der Hochschule und der Wunsch, wissenschaftlich anspruchsvolle Masterstudiengänge anzubieten, waren die Motivatoren.

Es entstand die gemeinsame Vision, dass Forschung einen hohen Stellenwert innerhalb der Hochschule Heilbronn besitzt und die Hochschule anerkannter Partner der Wirtschaft im Bereich der anwendungsorientierten Forschung ist. Abgeleitet aus dem Bekenntnis zur Internationalisierung soll die Hochschule Heilbronn auch in internationalen Fachgremien zunehmend wahrgenommen werden. Schließlich soll auch die Forschung an der Hochschule Heilbronn die Studienplatzentscheidung zukünftiger Bewerberinnen und Bewerber positiv beeinflussen.

Als Ergebnis der Strategieüberlegungen wurden vierzehn strategische Ziele für die Hochschule formuliert, zu deren Erreichen jeweils mehrere operative Maßnahmen geplant sind:



**Prof. Dr.-Ing. Ansgar Meroth**  
ist seit April 2008 Prorektor für Vernetzung, Vertrieb, Forschung der Hochschule Heilbronn

(Quelle: Meroth)

- Inhaltliche Profilbildung
- Vermarktung der Hochschule als (regionale) Forschungseinrichtung
- Entwicklung von Partnerschaften in der Region für öffentliche Förderprojekte
- Zentrale Wahrnehmung und Betreuung der Forschung stärken
- Honorierung von exzellenten Leistungen/Anreizsysteme verbessern
- Verbesserung der Projektabwicklungsprozesse
- Forschung in leistungsfähigen Instituten
- Mittelbau aufbauen, fördern und qualifizieren
- Steigerung der Promotionsquote
- Feste Forschungsk Kooperationen mit Universitäten im In- und Ausland
- Verzahnung von Forschung und Lehre
- Erhöhung der Veröffentlichungsquote
- Studierende für das wissenschaftliche Arbeiten qualifizieren und begeistern
- Konsequentes Qualitätsmanagement

Inzwischen wurde mit der Umsetzung der operativen Maßnahmen begonnen. Bis 2014 sollen sie weitgehend abgeschlossen werden.

## Lenkungsausschuss Forschung

Der Lenkungsausschuss Forschung wurde im Herbst 2008 gegründet und ist durch die Satzung zur Evaluation der Forschung und des Transfers sowie die Verwaltungs- und Benutzungsordnung des Instituts für angewandte Forschung der Hochschule Heilbronn als beratender Ausschuss legitimiert. Dem Lenkungsausschuss gehören die Forschungskordinatorin, der Geschäftsführer des iaf, der für Forschung zuständige Prorektor sowie ein bis zwei forschungsaktive Professoren pro Fakultät an. Das Gremium formuliert die Forschungsstrategie, ist für die Qualitätssicherung der Forschung verantwortlich und legt die grundsätzliche Verwendung der Mittel des iaf fest, wozu auch Anreizmittel für die Forschung gehören. Öffentliche Veranstaltungen zu Themen aus der Forschung werden im Lenkungsausschuss geplant. Im Rahmen der Qualitätssicherung

nimmt der Ausschuss die Berichte der Fakultäten und Institute zur Forschung entgegen. 2010 gehören ihm an:

- Dipl.-Ing. (FH) Ursula Kleinteich (Forschungskordinatorin)
- Prof. Dr. Uwe Burk (TW)
- Prof. Dr. Dieter Hertweck (W1)
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Krug (TW)
- Prof. Dr.-Ing. Oliver Lenzen (T1)
- Prof. Dr.-Ing. Ansgar Meroth (Prorektor Forschung)
- Prof. Dr. Michael Ottenbacher (W2)
- Prof. Dr.-Ing. Dirk Ringhand (T2)
- Prof. Dr. med. Wendelin Schramm (IT)
- Prof. Dr. Oliver Schwarz (MV)
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wehl (Geschäftsführer iaf)

## Das Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik (IKM)



Das Institut für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik (IKM) ist ein In-Institut der Hochschule Heilbronn und ist Teil des Instituts für angewandte Forschung (iaf). Die derzeit 19 Mitglieder sind Professoren aus unterschiedlichen technischen Fachrichtungen, deren interdisziplinäre Zusammenarbeit gefördert und gebündelt werden soll.

Das Institut hat das Ziel, mit Hilfe von Industrieprojekten die Lehre enger mit der angewandten Forschung zu verknüpfen und die FuE-Leistungen der Hochschule nach außen besser sichtbar zu machen. Es sollen sowohl im Bereich der Bachelorausbildung, aber auch aus dem Masterbereich Studierende in die Abarbeitung von Entwicklungs- und vorwettbewerblichen Forschungsaktivitäten möglichst der regionalen Industrie integriert werden.

Das Institut wird von Prof. Dr.-Ing. Oliver Lenzen geleitet.



**Leitung: Prof. Dr.-Ing. Oliver Lenzen**  
Dekan Fakultät Technik 1 Studiengang  
Maschinenbau  
<http://www.hs-heilbronn.de/ikm>

(Quelle: Lenzen)

### Mitglieder im IKM

1. Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Arndt Birkert
2. Prof. Dr.-Ing. Markus Bröcker
3. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Elmendorf
4. Prof. Dipl.-Phys. Gerhard Gruhler
5. Prof. Dr. Markus Harke
6. Prof. Dr.-Ing. Torsten Heverhagen
7. Prof. Dr.-Ing. Hermann Koch-Gröber
8. Prof. Dr.-Ing. Andreas Krug
9. Prof. Dr.-Ing. Oliver Lenzen
10. Prof. Dr.-Ing. Ansgar Meroth
11. Prof. Dr.-Ing. Herbert Olbrich
12. Prof. Dr.-Ing. Peter Ott
13. Prof. Dr. rer. nat. Markus Scholle
14. Prof. Dr. Fritz Tröster
15. Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wehl
16. Prof. Dr.-Ing. Jörg Wild
17. Prof. Dipl.-Ing. Herbert Windisch
18. Prof. Dr. Carsten Wittenberg
19. Prof. Dr.-Ing. Raoul Zöllner

## Neugründung



Das Institut für Management und Technik steht unter der Leitung von Prof. Dr. Rolf Blumentritt und Prof. Dr. Olaf Hengerer.

Basierend auf langjähriger internationaler Führungserfahrung vertritt das Institut einen integrierenden Ansatz zur Bewältigung komplexer Themenstellungen, insbesondere im Bereich des Change Managements und des Coachings für Führungskräfte in entsprechenden Funktionen. Das Institut unterhält zahlreiche Unternehmenskontakte innerhalb der Region und darüber hinaus.



**Prof. Dr. Olaf Hengerer**  
Prof. Hengerer ist Professor im Studiengang Internationale Betriebswirtschaft Osteuropa (IBO)

(Quelle: Hengerer)



**Prof. Dr. Rolf Blumentritt**  
Prof. Blumentritt ist Studiendekan im Masters Studiengang Technical Management

(Quelle: Blumentritt)

# Willkommen bei Audi!

Audi. Ein Unternehmen getrieben von Innovationskraft und Erfindergeist. Wir suchen Menschen, die mit ihrer Leidenschaft für die Marke und ihrem Enthusiasmus gemeinschaftlich Vorsprung durch Technik leben.

Informieren Sie sich im Detail über die vielfältigen Möglichkeiten an Praktika und Abschlussarbeiten unter [www.audi.de/karriere](http://www.audi.de/karriere).

Meine Zukunft bei Audi. **Studenten gesucht.**



## Lehr- und Forschungsbetrieb am Campus Schwäbisch Hall erfolgreich gestartet

Der junge Campus Schwäbisch Hall der Hochschule Heilbronn ist zum Wintersemester 2009/2010 mit 150 Studierenden erfolgreich gestartet.

Die Forschungskompetenzen des Campus Schwäbisch Hall können umfassend mit dem Begriff „Informationswirtschaft“ beschrieben werden. Hierzu zählen insbesondere:

- Database Marketing und Data Mining
- Marketing- und Vertriebsforschung
- Gestaltung und Einsatz des internen und externen Rechnungswesens

Diese Themen sind durch das Gründungsteam des Campus mit Prof. Dr. Ulrich Brecht (Dekan), Prof. Dr. Gerold Heizmann und Prof. Dr. Oliver Schwarz bestens besetzt. In Region und Wirtschaft findet der neue Campus auch als Forschungspartner hohe Akzeptanz: So konnten bereits parallel zum Aufbau des Studienbetriebes erste Forschungsprojekte angestoßen werden. Die aktuell laufenden Projekte betreffen folgende Frage- bzw. Problemstellungen:

- Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit in der öffentlichen Verwaltung
- Marktpotenzialprognose und Risikomanagement im internationalen Maschinenbau

Im Rahmen der Forschungsaktivitäten legt der Campus großen Wert darauf, die Studierenden in die entsprechenden Projekte mit einzubinden. Für die Studierenden wird so bereits in den ersten Semestern die Verzahnung zwischen Wissenschaft und Praxis erlebbar. Neben den mit der Region gemeinsam realisierten Forschungsprojekten ist auch die Weiterentwicklung wissenschaftlicher Methoden ein zentraler Bestandteil der Haller For-



**Prof. Dr. Ulrich Brecht**

Dekan der Fakultät für Management und Vertrieb, Studiendekan Management und Vertrieb: Handel. Herr Prof. Dr. Brecht ist seit 1998 an der Hochschule Heilbronn tätig und ist Inhaber der Professur Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere internes Rechnungswesen und Controlling.

*(Quelle: Brecht)*



**Prof. Dr. Gerold Heizmann**

Prodekan der Fakultät für Management und Vertrieb, Studiendekan Management und Vertrieb: Finanzdienstleister. Herr Prof. Dr. Heizmann ist seit 1998 an der Hochschule Heilbronn tätig und ist Inhaber der Professur Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere externes Rechnungswesen.

*(Quelle: Heizmann)*



**Prof. Dr. Oliver Schwarz**

Studiendekan Management und Vertrieb: Industrie. Herr Prof. Dr. Schwarz ist seit 2006 an der Hochschule Heilbronn tätig und ist Inhaber der Professur Volkswirtschaftslehre und Statistik.

*(Quelle: Schwarz)*

schung. So konnte im vergangenen Semester eine Originalarbeit zum Thema Kundenzufriedenheitsmessung und Kundenloyalität im Journal für Marketing (Peer Reviewed) platziert werden.

## Kooperation mit Audi in den Hochschulinstituten Neckarsulm gestartet

Für die Hochschule Heilbronn hat ein neues Zeitalter begonnen: Das Institut für angewandte Forschung der Hochschule ist ab sofort Partner der durch den Automobilhersteller Audi initiierten Wissenschaftskooperation HIN (Hochschulinstitute Neckarsulm). Die Vertragsunterzeichnung fand im April in Anwesenheit vom Dr. Werner Widuckel, bis 30.09.2010 Vorstand Personal- und Sozialwesen AUDI AG, dem Heilbronner Landrat Detlef Piepenburg sowie Presse-Vertretern im Audi Forum Neckarsulm statt. Im Rahmen der neuen Partnerschaft werden

künftig Doktoranden der Hochschule Heilbronn am Audi-Standort Neckarsulm an ihrer Promotion arbeiten und gemeinsam Forschungsprojekte – vor allem im Bereich Antriebstechnik – realisieren. Gleichzeitig halten Professoren der Hochschule Heilbronn öffentliche Vorträge im Rahmen des HIN-Kolloquiums ab. Neben dem Karlsruhe Institut of Technology (KIT) der Universität Karlsruhe und der Universität Stuttgart ist die Hochschule Heilbronn damit der dritte Partner innerhalb der Kooperation.



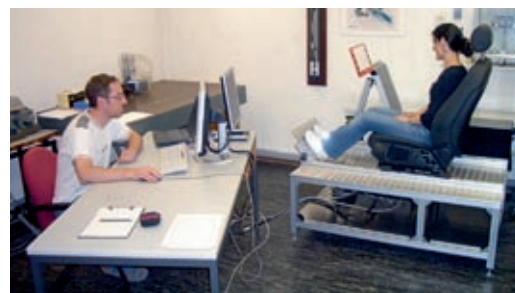
**Bild:** Audi-Vorstandsmitglied Widuckel (bis 30.09.2010) und Rektor Schröder nach Unterzeichnung des Kooperationsabkommens

Für Prof. Dr. Jürgen Schröder, Rektor Hochschule Heilbronn, ist seiner Hochschule damit „ein entscheidender Schritt beim Auf- und Ausbau der Forschungs- und Wissenstransfer-Aktivitäten, verbunden mit einer wachsenden internationalen Anerkennung gelungen“. Nach Setzung seiner Unterschrift sagte er weiter: „Wir sind sehr stolz, dass uns Audi in den Kreis der HIN aufnimmt. Dies ist ein weiterer wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur Etablierung und Professionalisierung der Hochschule Heilbronn als anerkannten Partner der Wirtschaft und für uns ein wichtiger Schritt in die Zukunft. Mit der Kooperation werden unsere Anstrengungen der letzten Jahre gewürdigt, die Zusammenarbeit mit Audi zu intensivieren. Wir freuen uns auf die engere Partnerschaft mit Audi und den anderen Institutsmitgliedern.“ Schröder betonte weiter, dass „die aktive Beteiligung an Forschungsvorhaben die Voraussetzung für eine optimale, berufsqualifizierende Ausbildung von Nachwuchskräften ist. Die neue Partnerschaft steigert die Attraktivität des Studienortes Heilbronn, seine Akzeptanz nicht nur in der Region und fördert darüber hinaus die Entwicklung von Heilbronn-Franken.“

Bereits seit 2003 kooperiert die AUDI AG mit Hochschulen. Insgesamt werden derzeit am Standort Neckarsulm 22 praxisbezogene Doktorandenprojekte mit den Schwerpunkten auf Leichtbau, Aggregate und Qualifizierung durchgeführt. Wissenschaftliche Projekte sind auch „Antriebskonzepte der Zukunft“ oder „Technologien für Faserverbundstrukturen“. Dazu arbeiten die HIN eng mit dem Leichtbauzentrum sowie der Motorenentwicklung von Audi zusammen. Die Audi Hochschulkooperationen sind jedoch nicht nur auf die rein wissenschaftliche Arbeit beschränkt: Unter dem Motto „Universität zum Anfassen“ fördert Audi auch eine verständliche Wissensvermittlung für Schüler und die interessierte Öffentlichkeit in seinem HIN-Kolloquium. Der erste Beitrag der Hochschule Heilbronn fand im Mai statt. Prof. Dr. Kathrin Köster vom Studiengang Internationale Betriebswirtschaft – Interkul-

turelle Studien referierte vor über zweihundert Besuchern zum Thema „China und Indien auf der Überholspur – ‚Good Old Europe‘ abgehängt?“

Zeitgleich zur Veröffentlichung der Kooperation wurden die ersten Projekte begonnen. Im Bereich der Mechatronik und Mikrosystemtechnik wurde die Zusammenarbeit zwischen Audi und der Hochschule Heilbronn im Bereich der Haptik unter dem Dach der HIN besiegelt. Die Mitarbeiter von Prof. Dr. Jörg Wild erforschen im Auftrag der Audi-Entwicklung in Ingolstadt, wie sich unterschiedliche mechanische Parameter von Bedienelementen im Fahrzeug für die Benutzer anfühlen.



**Bild:** Haptik-Versuche an der Hochschule Heilbronn (Quelle: Wild)

Im Maschinenbau forscht Prof. Herbert Windisch an effizienteren Verbrennungsmotoren.

Unter Leitung von Prof. Dr. Reinhard Pferdmeiges unterstützt Audi im Rahmen der HIN die Ausbildung künftiger Ingenieure des technischen Logistikmanagements, eines Schwesterstudien-ganges der Produktionstechnik und Logistik. In der „Lernfabrik“ werden moderne Fertigungs- und Transportprinzipien entwickelt und an die Studierenden weitergegeben. Hier kommen die Forschungsinteressen der Partner mit dem Willen zusammen, zur Deckung des massiven Bedarfs an Ingenieuren in einer Schlüsseltechnologie regional beizutragen.



**Bild:** Ausbildung in der Lernfabrik (Quelle: HHN/Pressestelle)

## Kooperation zu Forschung und Technologietransfer mit der IHK Heilbronn-Franken

Die enge Kooperation zwischen der Hochschule Heilbronn und der Industrie- und Handelskammer wurde 2009 auf den Bereich der anwendungsorientierten Forschung ausgeweitet. In der Vergangenheit waren bereits zahlreiche Professorinnen und Professoren der Hochschule in der Weiterbildung und in Gremien, z. B. im Initiativkreis Forschung und Innovation oder in der TRIZ-Group für die IHK tätig, auch beteiligt sich die IHK am Ausbau der Hochschule in Form von politischem und finanziellem Engagement und setzt damit ein Zeichen für den Willen der Region, langfristig mehr Studienplätze in Heilbronn-Franken zu schaffen. Auch wurden erfolgreiche Veranstaltungen im Recruiting (Think-Ing.-Tag, Jobmesse im Rahmen der Bildungsmesse) gemeinsam umgesetzt. Jetzt wurde in einem Kooperationsvertrag auch die gemeinsame Vermittlung und Kommunikation von Forschungs- und Transferdienstleistungen der Hochschule besiegelt. Die IHK informiert regelmäßig in ihren Publikationsorganen über Angebote der Hochschule. Gleichzeitig findet ein regelmäßiges Abstimmungsgespräch auf Leitungsebene statt, um die Aktivitäten zu bündeln und weitere Kooperationsmöglichkeiten zu diskutieren.

IHK und Hochschule richten zusammen eine gemeinsame Vortragsreihe „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ aus, deren erste Veranstaltungen regen Zuspruch erhielten. Zum Auftakt referierten die Professoren Beckmann, Daberkow, Meroth, Ott und Ringhand über die Anwendungen und Möglichkeiten der virtuellen Realität und der dreidimensionalen Grafik in der industriellen Anwendung am Beispiel der Business-to-Business-Kommunikation, der Automobiltechnik, der optischen Messtechnik und der Produktionstechnik. Am Campus Künzelsau (Reinhold-Würth-Hochschule der Hochschule Heilbronn) berichteten die Professoren Ibrahim, Frank und Laqua sowie Dr. Liebing (EnBW), der u. a. als Dozent und Mitglied des „Center for International Energy Studies“ an der Hochschule Heilbronn tätig ist, über regenerative Energiesysteme, Elektromobilität, Energieoptimierung in Haushalten und über die Bedeutung des internationalen Energie-Business für Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit.

Mehr Anreize für engagierte Forschung will die IHK mit der Auslobung eines Forschungspreises zusammen mit der Hochschule schaffen. Dieser soll 2011 erstmals vergeben werden.



**Bild:** Peter Schweiker, Geschäftsführer der IHK Heilbronn-Franken, eröffnet die erste Ausgabe der Reihe „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ (Quelle: IHK Heilbronn-Franken)



**Bild:** IHK-Hauptgeschäftsführer Metzger, IHK-Präsident Philippiak, Hochschul-Rektor Schröder und Prorektor Meroth unterzeichnen am 30. Juli 2009 das Kooperationsabkommen (Quelle: IHK Heilbronn-Franken)

## Financial Times zeichnet GECKO-Institut beim Ideenpark Gesundheitswirtschaft aus



Wie lässt sich die Qualität der Gesundheitsversorgung verbessern? Wie gelangen mehr Effizienz und Transparenz in das System? Die Financial Times Deutschland suchte in ihrem Wettbewerb „Ideenpark Gesundheitswirtschaft“ zum fünften Mal nach besonders innovativen Projekten, die Antworten auf diese Fragen geben können und zeigen, wie zukünftig das Gesundheitswesen in Deutschland leistungsfähig und bezahlbar gestaltet werden kann. Als einer von zehn Preisträgern darf sich das GECKO Institut der Hochschule Heilbronn mit seinem Projekt der PROSIT Disease Modelling Community über eine Auszeichnung freuen. Eingereicht und durch ein fachkundiges Gremium beurteilt wurde ein quelloffenes Simulationsmodell für die Wirtschaftlichkeitsanalyse von Therapien, Diagnostik und Technologien bei Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit). Prof. Wendelin Schramm, Leiter des GECKO-Instituts, ist stolz auf die nunmehr dritte Auszeichnung für sein Projekt: „Seit 2007 sind wir ein Referenzprojekt für die OpenOffice.org Community und 2008 erhielten wir das Gütesiegel des Nationalen Aktionsforums Diabetes mellitus. Besonders freut mich, dass mit dieser Urkunde die strategische Weitsicht der Hochschule Heilbronn belohnt wird, für die Forschung ein wichtiges Thema ist.“



**Prof. Dr. med. Wendelin Schramm**

Geschäftsführender Direktor des  
GECKO-Instituts

*(Quelle: Schramm)*

### Das GECKO-Institut für Medizin, Informatik und Ökonomie

Das GECKO Institut ist eine Forschungseinrichtung der Hochschule Heilbronn, forscht und entwickelt an den Schnittstellen zwischen Medizin, Ökonomie und Informatik. Der Name steht für „Gesundheit Computing, Kosten und Outcomes“. Bisher waren immer wieder die Transparenz und die Qualität gesundheitsökonomischer Studien ein Problem. Aus diesem Grund hat das GECKO-Institut eine weltweit einmalige Open-Source-Initiative – die PROSIT Disease Modelling Community – ins Leben gerufen. Sie entwickelt mit der Software OpenOffice.org Simulationsprogramme, mit denen man die Wirtschaftlichkeit von medizinischen Behandlungsalternativen analysieren kann. In Heilbronn wird das erstmals als Open-Source-Ansatz gemacht: Bei der Entwicklung von derzeit fünf Modellen kann man den Entwicklern, darunter auch Studierenden des Studiengangs Medizinische Informatik der Universität Heidelberg und der Hochschule Heilbronn, unter [www.prosit.de](http://www.prosit.de) bei der Arbeit über die „virtuelle Schulter“ schauen.



## EU-Projekt INNOTRAIN IT erfolgreich gestartet

Informationstechnologie wird als eine treibende Kraft für Innovationen in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gesehen. Doch gerade produzierende KMU haben immer noch große Schwierigkeiten, diese neue Technologie entsprechend ihrer Geschäftsstrategie in Prozessen und Produkten wirksam zum Einsatz zu bringen.

Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass sich viele IT-Verantwortliche nicht als geschäftsverantwortliche Dienstleister im Unternehmen betrachten. Sie sehen ihre Hauptaufgabe oft in der Aufrechterhaltung technischer Funktionalitäten, was sich durch deren inflationäre Zunahme und den begrenzten Ressourcen im Mittelstand kaum noch realisieren lässt. Innovationen bleiben dann meist auf der Strecke.

Das Projekt INNOTRAIN IT will dieser Innovationsbarriere aktiv entgegenwirken, indem es das Thema Effizienzsteigerung von IT-Prozessen und die Entwicklung von Geschäftsprozess- bzw. Produktinnovationen durch IT-Services im Alltagshandeln der IT-Leiter verankert.

Dies geschieht mittels einer Lernplattform und zahlreichen Best-Practice-Fallstudien aus den sechs Teilnehmerländern Zentral-europas, die im Sinne eines transnationalen Wissensaustauschs allen Partnern als Schulungsfälle zur Verfügung stehen. Um die Relevanz der im Projekt entwickelten Methoden im Feld zu testen, wird es in der Woiwodschaft Małopolskie und im Land Baden-Württemberg jeweils ein Pilotunternehmen geben, das über die Dauer des Projekts von Wissenschaftlern der Hochschule Heilbronn und der Wirtschaftsuniversität Krakau begleitet und evaluiert wird.

Prof. Dr. Hertweck vom Electronic Business Institut der Hochschule Heilbronn koordiniert die empirische Forschung des Projekts, die Fakultät für Informatik der Universität Wien ist schwerpunktmäßig für die Entwicklung der INNOTRAIN-Lernplattform verantwortlich. Koordiniert wird das Gesamtprojekt von der MFG-Baden-Württemberg, die auf langjährige Erfahrung in Sachen IT-Wirtschaftsförderung von KMUs zurückblicken kann. Mit dem



**Prof. Dr. Dieter Hertweck**

Geschäftsführender Direktor des  
Electronic Business Institut (EBI)  
Professur für Prozessmanagement  
<http://www.hs-heilbronn.de/ebi>

*(Quelle: Hertweck)*

Partner Beatrix Lang GmbH ist ein weiteres baden-württembergisches Unternehmen im Konsortium, das für die Durchführung der Trainings verantwortlich ist.

### Projektdaten:

Das Projekt INNOTRAIN IT wird im Rahmen des INTERREG IV B Programms im Central Europe Kooperationsraum im Schwerpunkt Innovation gefördert.

Es hat eine Laufzeit von 36 Monaten und ein Budget von 2 Mio. Euro.

### Partner des Projekts sind:

- Medien- und Filmgesellschaft (MFG) (Leadpartner)
- Beatrix Lang GmbH (Weinstadt, Deutschland)
- Hochschule Heilbronn (Heilbronn, Deutschland)
- Agentura pro evropské projekty & management (EPMA) (Prag, Tschechische Republik)
- Debreceni Egyetem Tudás- és Technológia
- Transzfer Iroda (Debrecen, Ungarn)
- Innova Észak-Alföld Regionális Fejlesztési és Innovációs Ügynökség Nonprofit Kft (Debrecen, Ungarn)
- Izba Przemyslowo-Handlowa (Krakau, Polen)
- Österreichische Computer Gesellschaft (Wien, Österreich),
- Slovenská technická univerzita (Bratislava, Slowakei)
- Universität Wien (Wien, Österreich),
- Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie (Krakau, Polen)
- Západoslovácká vysoká škola Třebíč, o.p.s. (Třebíč, Tschechische Republik)

## MINT-Kooperationen in Heilbronn ein voller Erfolg

Seit Herbst 2009 läuft in Baden-Württemberg ein eigenes Konjunkturprogramm der besonderen Art: Auf Vorschlag des Innovationsrats stellte das Land über das Ministerium für Wissenschaft und Kunst (MWK) Gelder für 500 befristete Stellen an Baden-Württembergs Hochschulen für Industriekooperationen zur Verfügung. Ziel war und ist es, trotz der Wirtschaftskrise möglichst viele Absolventen der Studienrichtungen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) in hoch qualifizierten Projekten zu beschäftigen und gleichzeitig die Innovationskraft der Unternehmen und Hochschulen zu stärken. An der Hochschule Heilbronn ist das Programm ein voller Erfolg: „Über 25 Projekte wurden bereits gestartet und mit jedem bringen wir einen Professor der Hochschule mit einem Unternehmen und einem Absolventen zusammen – hieraus kann sich auch eine langfristige Zusammenarbeit entwickeln“, erklärt Prof. Dr. Ansgar Meroth, Prorektor für Forschung und Vernetzung. „Teilweise kommen die Unternehmen direkt auf uns zu, teilweise besteht der Kontakt über unsere Professoren oder auch Studenten, die ihre Abschlussarbeit in der Firma schreiben.“

### Große Nachfrage: Nicht alle Bewerber konnten untergebracht werden

Die Größe des Unternehmens spielte bei der Projektvergabe keine Rolle – vom Mittelständler bis zum Großunternehmen wur-

den Vorschläge eingereicht. „Die Herausforderung war, überhaupt genügend geeignete Absolventen zu finden“, so Meroth weiter. Erst mithilfe der Agentur für Arbeit und der Jobbörse „regiojobs24“, hinter der die Wirtschaftsregion Heilbronn-Franken steht, wurden schließlich Absolventen aus ganz Baden-Württemberg gefunden. „Am Ende war die Nachfrage so groß, dass wir nicht alle Bewerber unterbringen konnten“, bedauert Meroth. Doch auch nicht alle Unternehmen kamen zum Zug: „Nicht jeder kommt mit den Rahmenbedingungen zurecht, die sich aus der Förderung von Projekten mit Steuermitteln ergeben. Wir sind dem Steuerzahler gegenüber besonderer Sorgfalt schuldig“, begründet der Prorektor die Verfahren, die „für Außenstehende manchmal etwas bürokratisch anmuten.“

### Alternativlösung: Auftragsforschung

„Anders liegt die Situation bei Kooperationen, die vollständig durch das betroffene Unternehmen beauftragt werden“, erklärt Meroth. „Die so genannte Auftragsforschung verzeichnet in den letzten Jahren einen deutlichen Aufwärtstrend. Bei ihr arbeiten Forscher der Hochschule im Auftrag von Unternehmen, und zwar ausschließlich an ihren wissenschaftlichen Fragestellungen. Diese Kooperationen können auch mit staatlichen Fördergeldern unterstützt werden.“ An der Hochschule Heilbronn bieten verschiedene Institute unter dem Dach des Instituts für angewandte Forschung diese Dienstleistung an.

## Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)

Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) ist das Basisprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie für die marktorientierte Technologieförderung der innovativen mittelständischen Wirtschaft in Deutschland. Es startete am 1. Juli 2008 und bietet kleinen und mittleren Unternehmen bis Ende 2013 eine verlässliche Perspektive zur Unterstützung ihrer Innovationsbemühungen.

Gefördert werden FuE-Projekte zur Entwicklung innovativer Produkte, Verfahren oder technischer Dienstleistungen ohne Einschränkung auf bestimmte Technologien und Branchen.

Das Polymerinstitut PIK der Hochschule Heilbronn unter Leitung von Prof. Dr. Burr forscht derzeit in einem großen Verbundprojekt mit vier Unternehmen und einer Universität am Thema: Ressourcen- und Energieeffizienz durch funktionalisierte Oberflächen an Kunststoffteilen für Kettenfördersysteme (REFOK). Dafür wurden alleine für die Forschung an der Hochschule 346.000 € bewilligt. Ebenfalls ein Projekt von Prof. Dr. Burr ist ein Kooperationspro-

jekt mit einem Unternehmen aus Baden-Württemberg mit dem Titel: Verfahrensentwicklung zur Herstellung von ressourceneffizienten Hochleistungsverzahnungselementen in Kunststoffen. Auch hier fließen 175.000 € an die Hochschule.

Im Bereich der Umwelttechnologien startete das Projekt Entwicklung einer kostengünstigen Aufreinigung von Biogas auf Erdgaseinspeisequalität mit Hilfe der AWS-Fallfilmtechnologie unter Leitung von Prof. Dr. Flick und Prof. Dr. Groebel.

Prof. Dr. Ott forschte schon beim Vorgängerprogramm „Pro Inno“. Ihm wurden nun 107.200 € für das Projekt: Entwicklung und Integration eines optisch-sensorischen Messsystems für den Einsatz an Ultrapräzisionsmaschinen (OA-UPM ; optical aided - ultra precision machining) zur Verfügung gestellt.

Mittlerweile gehen jeden Monat ein paar hundert Anträge beim BMWi ein, so dass sich die Bearbeitungszeit auf mind. 3 Monate erhöht hat. Auch die Hochschule Heilbronn wartet noch auf die Genehmigung von drei weiteren Anträgen.

# Was kann das? Das kann was.



# 3,6 Mrd. €

Energiekosten pro Jahr kann Europas Industrie durch den Einsatz von EC-Ventilatoren sparen.

GreenTech steht für Klimaschutz, der sich bezahlt macht. So sind Ventilatoren fast für ein Zehntel des europäischen Industriestromverbrauchs verantwortlich. Ein konsequenter Einsatz von ebm-papst EC-Produkten mit GreenTech Label kann diesen Anteil um 30 % reduzieren – und das rechnet sich. Unsere Produkte unterschreiten schon heute die härtesten Energiegrenzwerte von morgen und verfügen dank nachhaltiger Entwicklung und Produktion über eine beeindruckende Ökobilanz. Zahlreiche Umweltpreise bestätigen das. Schließlich lautet unsere Überzeugung nicht umsonst: Jedes neue Produkt muss seinen Vorgänger ökonomisch und ökologisch übertreffen. Das kann nicht jeder. [www.greentech.info](http://www.greentech.info)

Die Wahl der Ingenieure

**ebmpapst**

## „Wachstums-Champions“ ist Mittelstandsbuch 2010

Das Buch „Die Wachstums-Champions – Made in Germany“ erhielt Mitte August eine ganz besondere Ehrung: Für das Engagement zum Thema Wachstum für den Mittelstand, seine Praxisnähe und die verständlichen Aussagen wurde es von der Oskar-Patzelt-Stiftung („Großer Preis des Mittelstandes“) mit dem Titel „Mittelstands-Buch 2010“ prämiert.

Besonders bemerkenswert: Die Oskar-Patzelt-Stiftung nahm das Buch zum Anlass, zum ersten Mal in ihrer über 15-jährigen Geschichte einen Preis für ein Buch zu vergeben.

Das Buch der Autoren Prof. Dr. Roland Alter, Hochschule Heilbronn und Dipl.-Kfm. Christian Kalkbrenner, Lindau, ist als Gemeinschaftsprojekt von Hochschule und Praxis entstanden. Es beschäftigt sich anhand 22 überdurchschnittlich wachsender, meist mittelständischer Unternehmen mit den Faktoren, die diesen Erfolg ausmachen.

Der Artikel „**Wachstums-Champions: Erfolgsfaktoren wachstumsstarker Unternehmen**“ im vorliegenden Forschungsbericht gibt einen Überblick zum Projektvorgehen und ausgewählten Erkenntnissen.



**Prof. Dr. Roland Alter**

Professor für Organisation und  
Allgemeine Betriebswirtschaftslehre an  
der Hochschule Heilbronn



**Dipl.-Kfm. Christian Kalkbrenner**

Kalkbrenner Unternehmensberatung,  
Lindau

*(Quelle: Hochschule Heilbronn)*



# Konzepte und Anwendungen der hochdynamischen variothermen Spritzgießtechnologie

August Burr,  
Michael Kübler,  
Matthias Deckert,  
Sascha Kuhn,  
Christoph Bleesen

## 1 Einleitung

Für die klassische Spritzgießverarbeitung von Thermoplasten wird in der Regel ein möglichst konstanter Verlauf der Werkzeugwandtemperatur angestrebt. Während eines Spritzgießzyklus schwankt die Temperatur der formgebenden Werkzeugoberflächen zwar leicht durch das Auftreffen der heißen Schmelze auf die Werkzeugwand, allerdings werden die Temperaturen der Werkzeugwand nicht aktiv während des Zyklus variiert.

Anders bei der variothermen Prozessführung. Hier wird die Werkzeugwandtemperatur während eines Fertigungszyklus aktiv verändert. Bei der hochdynamischen variothermen Spritzgießverarbeitung von Thermoplasten wird die Werkzeugwandtemperatur zum Zeitpunkt der Formfüllung gegenüber den Werkzeugwandtemperaturen für die isotherme Verarbeitung deutlich erhöht. Nachdem die Formfüllung erfolgt ist, wird im einfachsten Fall die Temperatur der gesamten formgebenden Werkzeugwand erheblich reduziert.

## 2 Möglichkeiten durch die hochdynamische variotherme Spritzgießtechnologie

### 2.1 Vorteile und Anwendungen

Die variotherme Spritzgießtechnologie findet vor allem Anwendung in der Verbesserung der Oberfläche eines im Spritzgießprozess hergestellten Formteils. So können durch die Erhöhung der Werkzeugwandtemperatur zu Beginn der Formfüllung nanostrukturierte Oberflächen besser abgeformt werden. Diese Strukturen können beispielsweise für optische Effekte, wie Entspiegelung bei transparenten Displayabdeckungen oder Holografie verwendet werden. Mit der hochdynamischen variothermen Spritzgießtechnologie können nicht nur Kleinststrukturen besser abgeformt werden, sondern auch hochglänzende Oberflächen mit dem sogenannten „Klavier-Lack“-Effekt. Anwendungen hierfür sind Abdeckungen im Fahrzeug-Interieur oder bei Multimedia-Systemen. An Durchbrüchen für Bedienelemente entstehen dabei Bindenähte. Die Sichtbarkeit dieser Bindenähte, welche bei hochglänzenden Oberflächen nicht auftreten darf, wird durch eine Temperaturerhöhung der Werkzeugwand zum Zeitpunkt der Formfüllung vermindert. Beim Verarbeiten von ungefüllten Thermoplasten kann zusätzlich eine Erhöhung der Bindenahtfestigkeit erreicht werden. Weitere Vorteile der hochdynamischen variothermen Spritz-



#### Prof. Dr.-Ing. August Burr

ist seit 1988 im Fachbereich Mechatronik und Mikrosystemtechnik tätig. Er vertritt die Fachgebiete metallische und nichtmetallische Werkstoffe, Werkstoffprüfung und Polymertechnik. Im Bereich Forschung und Entwicklung gilt sein Interesse der Kunststofftechnik, insbesondere der Spritzgießtechnik.



#### Dipl.-Ing. (FH) Michael Kübler

studierte von 2002 bis 2005 an der Hochschule Heilbronn im Studiengang Mechatronik und Mikrosystemtechnik und ist seit 2005 Abteilungsleiter des Polymer-Instituts.



#### Dipl.-Ing. (FH) Matthias Deckert

studierte von 2003 bis 2006 an der Hochschule Heilbronn im Studiengang Mechatronik und Mikrosystemtechnik und ist seit 2007 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Polymerlabor tätig.



#### Dipl.-Ing. (FH) Sascha Kuhn

studierte von 2003 bis 2006 an der Hochschule Heilbronn im Studiengang Mechatronik und Mikrosystemtechnik und ist seit 2007 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Polymerlabor tätig.



#### Dipl.-Ing. (FH) Christoph Bleesen

studierte von 2003 bis 2007 an der Hochschule Heilbronn im Studiengang Mechatronik und Mikrosystemtechnik und ist seit 2008 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Polymerlabor tätig.

(Quelle: Hochschule Heilbronn,  
PIK Polymer Institut Kunststofftechnik)

gießtechnologie sind bei der Herstellung von Formteilen mit einem extrem hohen Fließweg zu Wanddickenverhältnis oder bei geringen Wanddicken zu finden. So kann der Fließweg bei einem Formteil aus PMMA mit einer Wanddicke von 0,4 mm um das 3-fache gegenüber dem Standard-Spritzgießprozess erhöht werden.

	Werkzeugwandtemperatur 80 °C	Werkzeugwandtemperatur 210 °C
Material	PMMA 8N	PMMA 8N
Fließweglänge	23 mm	60 mm
Einspritzgeschwindigkeit	25 mm/s	25 mm/s
Umschaltdruck	1500 bar	1500 bar

**Tabelle 1:** Eingestellte Prozessparameter bei der Herstellung eines 0,4 mm dicken PMMA-Formteils

Diese Verbesserungen werden insbesondere durch die deutliche Anhebung der Werkzeugwandtemperatur zum Zeitpunkt der Formfüllung erreicht. Die anschließende Abkühlung erfolgt auf eine materialspezifische Werkzeugwandtemperatur. Wird diese untere Werkzeugwandtemperatur deutlich abgesenkt, erfolgt die Abkühlung in der Formteilmitte bis zur notwendigen Entformungstemperatur schneller. Die mittlere Werkzeugwandtemperatur, betrachtet über einen Fertigungszyklus, kann dadurch niedriger als beim Standard-Spritzgießprozess sein. Eine Zykluszeitverkürzung insbesondere bei dickwandigen Bauteilen kann entstehen.

Des Weiteren bietet die hochdynamische variotherme Spritzgießtechnologie folgende Vorteile:

- Geringerer Fülldruckverlust und Einspritzdruckbedarf
- Gezielte Beeinflussung des Kristallinitätsgrades bei der Verarbeitung teilkristalliner Polymere (minimierte Nachkristallisation, ...)
- Exakte Konturtreue und hervorragende Oberflächenbeschaffenheit
- Herstellung von geschäumten Bauteilen mit geschlossenen, hochglänzenden Oberflächen

Darüber hinaus gibt es weitere Anwendungen in der Kunststofftechnik für hochdynamische variotherme Temperiersysteme:

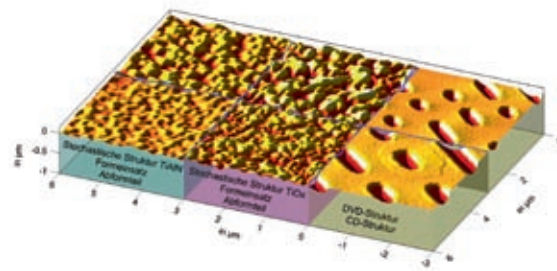
- Hochdynamische variotherme Temperierung von Werkzeugen für die Herstellung von Faserverbundbauteilen (Verbesserung der Imprägnation, Verbesserung der Oberflächenqualität, ...)
- Gezielte Aktivierung von Vernetzungsreaktionen bei Duroplasten und Elastomeren

Bei der Verarbeitung von Duroplasten oder Elastomeren, deren Vernetzungsreaktionen thermisch induziert werden, ist es sinnvoll, zunächst die Werkzeugkavität volumetrisch zu füllen, bevor die Temperatur erhöht wird. Dadurch können formgebende Werkzeuge für die Duroplast- oder Elastomerverarbeitung bei durchschnittlich niedrigeren Temperaturen eingesetzt werden.

## 2.2 Abformung von nanostrukturierten Formeinsätzen

Derzeitiger Stand der Technik bei der Replikation kleinststrukturierter Oberflächen stellen optische Datenträger dar. Die Pit-Strukturen der DVD (min. Pitlänge 400 nm) werden heute direkt im Spritzgießverfahren abgeformt. Wie bereits die CD wird auch die DVD aus thermoplastisch verarbeitbaren amorphen Polymeren – hauptsächlich Polycarbonat – hergestellt.

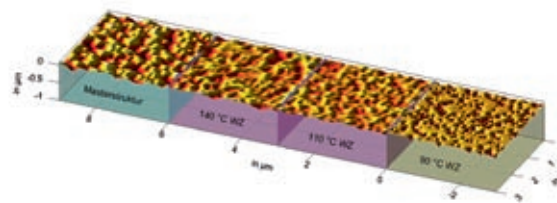
Kleinststrukturierte funktionalisierte Oberflächen sind auch aus der Natur bekannt. Beispiele hierfür sind die selbstreinigenden Oberflächen der Lotusblüte oder die entspiegelte Hornhaut (Cornea) des Mottenauges. In Abb. 1 sind verschiedene Entspiegelungsoberflächen im Größenvergleich zu DVD- und CD-Strukturen dargestellt. Diese entspiegelnde Wirkung kann zum einen durch periodisch angeordnete oder stochastische Nanostrukturen erzielt werden.



**Abb. 1:** Vergleich der abgeformten Nanostrukturen im Formteil zum Master (Quelle: PIK)

Beim Standard Spritzgießprozess wird ein Formteil bei einer quasi-stationären Werkzeugwandtemperatur hergestellt. Die heiße Formmasse trifft bei der Füllung der Kavität auf die meist deutlich kältere Werkzeugwand. Dabei entsteht eine Randschicht, deren Viskosität höher ist, der nanostrukturierte Formeinsatz wird nur teilweise abgeformt. Durch den hochdynamischen variothermen Spritzgießprozess wird die Werkzeugwandtemperatur zum Zeitpunkt der Formfüllung angehoben, die Viskosität der Formmasse in der Randschicht ist niedriger. Kleinste Oberflächenstrukturen können abgeformt werden.

In einer Versuchsreihe wurde gezeigt, dass mit zunehmender Werkzeugwandtemperatur der Abformgrad von Nanostrukturen zunimmt. Dazu wurde eine stochastische Oberflächenstruktur zur Entspiegelung mit einer Strukturbreite von durchschnittlich 280 nm abgeformt. In Abb. 2 ist diese Versuchsreihe bei konstanten Spritzgießparametern für ein Polycarbonat-Bauteil dargestellt. Einzig die Werkzeugwandtemperatur wurde zum Zeitpunkt der Formfüllung variiert. Bei der vorgegebenen isothermen Werkzeugwandtemperatur von 90 °C wurden die Nanostrukturen nicht vollständig abgeformt. In der Versuchsreihe wurde daher die Werkzeugwandtemperatur zum Zeitpunkt der Formfüllung schrittweise erhöht. Bei einer Temperatur von 140 °C konnte eine nahezu vollständige Abformung festgestellt werden.



**Abb. 2:** Abformung von Nanostrukturen bei unterschiedlichen Werkzeugwandtemperaturen (Quelle: PIK)

### 2.3 Berechnung der Abkühlung eines dickwandigen Bauteils und die Möglichkeit einer Zykluszeitverkürzung

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit spielt die Zykluszeit beim Spritzgießen eine entscheidende Rolle. Bei vielen im Spritzgießprozess hergestellten Formteilen bildet die Kühlzeit einen Großteil der Gesamtzykluszeit. Die Dauer der notwendigen Kühlzeit wird durch das verarbeitete Material, die Werkzeugwandtemperatur und die Formteildicke bestimmt. Bei der isothermen Spritzgießverarbeitung von Thermoplasten wird die in erster Näherung konstante Werkzeugwandtemperatur nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Hinsichtlich einer minimalen Kühlzeit sollte die mittlere Werkzeugwandtemperatur möglichst niedrig sein
- Für die Fertigung von Bauteilen mit optimalen Eigenschaften (geringe Eigenspannungen, hohe Kristallinität bei teilkristallinen Thermoplasten, hohe Oberflächengüte etc.) ist eine hohe Werkzeugwandtemperatur notwendig

Die zuvor genannten Bauteileigenschaften können maßgeblich während der Formfüllung und dem ersten Abschnitt der Nachdruckphase durch eine hohe Werkzeugwandtemperatur positiv beeinflusst werden. Beim variothermen Spritzgießen von dickwandigen Bauteilen können die beiden oben genannten Kriterien miteinander kombiniert werden. Somit sind bei der variothermen Spritzgießverarbeitung optimale Bauteileigenschaften bei einer niedrigen Kühlzeit möglich (Abb. 3).

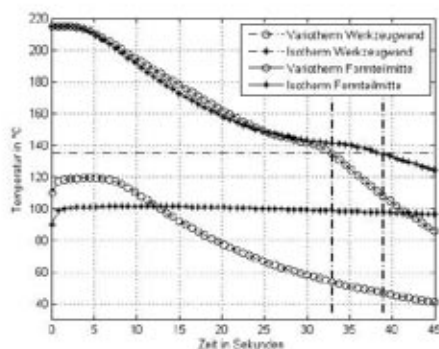


Abb. 3: Vergleich variotherme und isotherme Abkühlung (Quelle: PIK)

Die Berechnungen des Abkühlverlaufs von thermoplastischen Formteilen im isothermen und variothermen Spritzgießprozess wurden an einem 6 mm dicken Formteil aus Polyoxymethylen durchgeführt. Der isotherme Prozess verläuft bei einer konstanten Werkzeugwandtemperatur von 90 °C, während im variothermen Prozess die obere Werkzeugwandtemperatur 110 °C und die untere 40 °C beträgt. Das Aufheizen erfolgt während der Maschinenebenzeit. Die mit 215 °C (Massetemperatur) verarbeitete Formmasse trifft im variothermen Spritzgießprozess auf eine gegenüber dem isothermen Prozess um 20 °C heißere Werkzeugwand. Deshalb ist die Abkühlgeschwindigkeit zu Beginn der Abkühlphase geringer. Dies ist aus kunststofftechnischer Sicht ein Vorteil, denn das anfangs langsamere Abkühlen der Schmelze ist stressfreier und qualitätsfördernd. Das Formteil weist später

geringere innere Spannungen und nur einen minimalen Verzug auf. Der Kristallinitätsgrad wird insbesondere an der Formteilschicht gegenüber dem isothermen Spritzgießprozess erhöht und dadurch eine bessere Oberfläche erzielt.

Im weiteren Verlauf der Kühlphase bleibt die Werkzeugwandtemperatur beim isothermen Prozess quasi-stationär bei 90 °C, was den Abkühlprozess deutlich verlangsamt. Beim variothermen Prozess hingegen wird die Kavität bis zur unteren Solltemperatur gekühlt. Somit ist die durchschnittliche Werkzeugwandtemperatur während eines Zyklus beim variothermen Verfahren niedriger als die entsprechende Durchschnittstemperatur beim isothermen Prozess, was schlussendlich eine Kühlzeitverkürzung von 15 % bedeutet.

### 2.4 Verringerung von Eigenspannungen

Beim isothermen Spritzgießprozess trifft die heiße Formmasse auf die kalte Werkzeugwand. Durch diesen deutlichen Temperaturunterschied wird die Formmasse im Bauteilrand rapide abgekühlt. Das Formteil kühlt in Dickenrichtung unterschiedlich ab. Dies führt zu einer unterschiedlichen Schwindung im Formteil, Eigenspannungen entstehen. Das Schichtmodell in Abb. 4 zeigt die Entstehung von Eigenspannungen durch ungleichmäßige Abkühlung. Zunächst ist die schnelle Abkühlung der äußeren Schicht durch die niedrige Werkzeugwandtemperatur dargestellt.

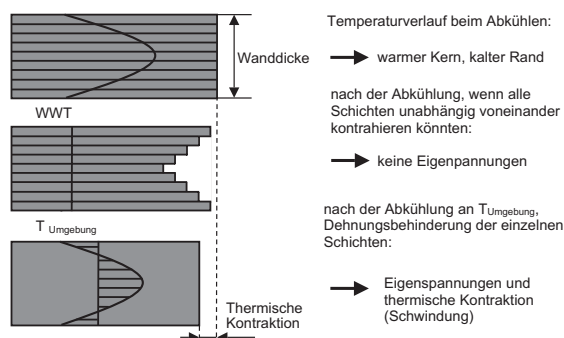


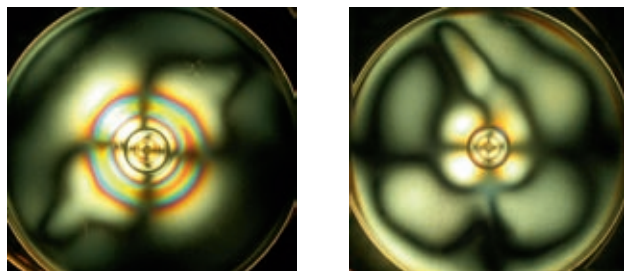
Abb. 4: Entstehung von Eigenspannungen (Quelle: PIK)

Der größere, innen liegende Bereich würde, wenn die Schichten unabhängig voneinander wären, weitaus stärker kontrahieren. Allerdings sind die Schichten miteinander verbunden, und so ziehen die inneren an den äußeren Schichten in Längsrichtung. Es entsteht eine mittlere Kontraktion, die Schwindung. Durch die Kontraktion in Längsrichtung geraten die inneren Spannungen unter Zug, die äußeren unter Druck. Somit entstehen innere Zug- und Druckspannungen. Diese Eigenspannungen wirken zusätzlich zu den Spannungen, die von außen auf das Bauteil wirken. Derartige Eigenspannungen sind umso größer,

- je heterogener (ungleichmäßiger) die Temperaturverteilung,
- je höher die Abkühlgeschwindigkeit,
- je höher der Wärmeausdehnungskoeffizient

im Formteil sind. Durch die variotherme Temperierung kann der Temperaturunterschied zwischen Werkzeugwand und Formteil-

mitte zum Zeitpunkt der Formfüllung minimiert werden. Die Eigenspannungen werden reduziert. Diese Eigenspannungen können bei amorphen, transparenten Formmassen durch polarisiertes Licht dargestellt werden (Abb. 5).



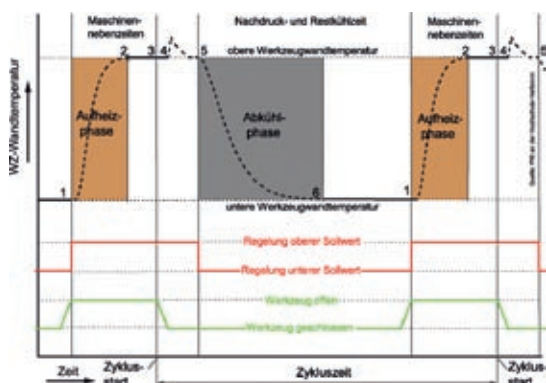
Isotherm 70 °C

Variotherm 150-70 °C

**Abb. 5:** Vergleich der Eigenspannungen zwischen einem isotherm und variotherm hergestellten Formteil, bei ansonsten weitestgehend identischen Verarbeitungsparametern (Quelle: PIK)

### 3 Der hochdynamische variotherme Spritzgießprozess

Bei der variothermen Prozessführung wird die Werkzeugwandtemperatur während eines Fertigungszyklus aktiv verändert. Beispielsweise kann bei der Verarbeitung amorpher Thermoplaste ein Temperaturniveau im Bereich der Erstarrungstemperatur bzw. bei teilkristallinen Thermoplasten im Bereich der Kristallbildungstemperatur eingestellt werden. In diesem Temperaturbereich ist jedoch mit zunehmender Haftung der Formmasse an der Werkzeugwand zu rechnen, wodurch eine Entformung schwieriger wird.



**Abb. 6:** Beispielskizze eines Spritzgießzyklus mit angewandter variothermer Verfahrenstechnologie prinzipieller Verlauf der Werkzeugwandtemperatur: (1) Start Heizen, (2) Obere Werkzeugwandtemperatur erreicht, (3) Start Spritzgießzyklus, (4) Start Einspritzen, (5) Start Kühlen, (6) Untere Werkzeugwandtemperatur erreicht (Quelle: PIK)

Ist die Werkzeugkavität volumetrisch gefüllt, wird im einfachsten Fall die Temperatur der gesamten, formgebenden Werkzeugwand reduziert. Wie weit die Werkzeugwandtemperatur abgesenkt werden muss, hängt von der eingesetzten Formmasse oder der Leistungsfähigkeit des eingesetzten Temperiersystems ab. Beim hochdynamischen variothermen Spritzgießprozess ist es mög-

lich, die Werkzeugwandtemperatur so schnell zu ändern, dass es zu keiner Zykluszeitverlängerung kommt. Das bedeutet, dass die Erwärmung der Werkzeugwandoberfläche während der Maschinennebenzeit stattfindet (Abb. 6). Primär gilt es, den optimalen Kompromiss bezüglich der erforderlichen Teilequalität und der minimalen erreichbaren Zykluszeit anzustreben.

### 4 Hochdynamische variotherme Temperiersysteme

Zur hochdynamischen variothermen Temperierung von Spritzgießwerkzeugen ist eine Kombination aus Heiz- und Kühlsystemen notwendig. Derzeit werden folgende Systeme zur variothermen Temperierung von Spritzgießwerkzeugen eingesetzt:

- flüssige Medien als Wärmeträger (Wasser, Öl)
- Induktionsheizungen (intern oder extern)
- Infrarot-Wärmestrahler
- Widerstandsheizelemente (Dickschichtheizungen, Keramik, Heizpatronen)

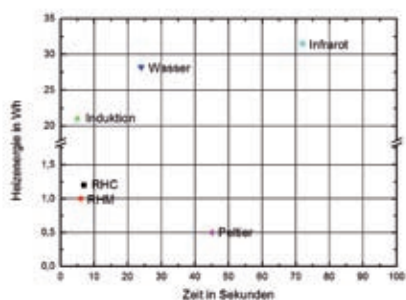
Etabliert sind Temperiersysteme mit flüssigen Wärmeträgermedien wie Wasser oder Öl. Nachteilig ist deren vergleichsweise schlechter Wirkungsgrad, verursacht durch Leitungsverluste, und die unzureichende Dynamik bei Temperaturwechseln. So kann eine Temperaturerhöhung der Werkzeugwand von 60 °C auf 130 °C durchaus bis zu 25 s dauern (Abb. 7). Bei Verwendung von Wasser ist zudem der zur Verfügung stehende Temperaturbereich eingeschränkt. Mit speziellen drucküberlagerten Temperiergeräten lassen sich maximale Wassertemperaturen von 160 °C bis 200 °C erreichen.

Mit einer Induktionsheizung ist es dagegen möglich, die Werkzeugwand mit einer hohen Dynamik aufzuheizen. Einschränkungen ergeben sich jedoch beim homogenen Erwärmen von Werkzeugen mit nicht planen Formteilgeometrien sowie bei der Integration der Induktoren im Werkzeuginneren.

Infrarotstrahler heizen die Kavitätenoberfläche bei geöffnetem Werkzeug von außen mit Wärmestrahlen auf. Dabei reduziert der niedrige Emissionsfaktor bei spiegelnd polierten Stahloberflächen den Wirkungsgrad drastisch. Die Baugröße und damit verbunden die begrenzte flächenbezogene Leistungsdichte der Strahler schränken zudem die Aufheizdynamik und die maximal erreichbare Temperatur stark ein.

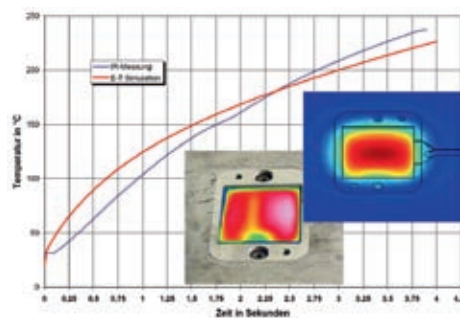
Konventionellen Widerstandsheizungen fehlt bislang eine ausreichende Dynamik, da die flächenbezogene Heizleistung dieser Systeme zu gering ist. Sie lassen sich außerdem nur bedingt komplexen Konturen anpassen, d. h., die Wärmeabgabe erfolgt mehr oder weniger ungerichtet. Insbesondere wenn schnelle Temperaturwechsel erforderlich sind, eignen sich die beschriebenen Temperierverfahren nur in eingeschränktem Maße für eine wirtschaftliche Fertigung. Ausschlaggebend für diese Beurteilung sind sowohl die erreichbare Dynamik als auch die benötigte Heizenergie.





**Abb. 7:** Vergleich variothermer Temperiersysteme für eine Fläche von 40x46 mm<sup>2</sup> von 60 °C auf 130 °C [1] (Quelle: PIK)

Eine effiziente Aufheizung bieten hier Heizelemente auf Basis einer elektrisch leitfähigen Keramik (RHC). Diese Heizelemente können konturnah im Spritzgießwerkzeug verbaut werden und erwärmen nur die notwendigen Stellen. Dadurch wird eine hohe Wirtschaftlichkeit mit sehr hohen Aufheizraten erzielt. Mit der RHC-Technologie können Werkzeugwandtemperaturen von 500 °C und mehr erreicht werden. Jedoch erfordert die Integration solcher keramischen Heizelemente aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften, dass diese nahezu keine Biegung erfahren dürfen (Bruchgefahr).



**Abb. 8:** Auslegung von hochdynamischen variothermen Temperaturwechselmodulen (Quelle: PIK)

Werden RHC- oder RHM-Technologien eingesetzt, ist eine sorgfältige Auslegung der Temperiermodule notwendig. Dazu ist die Konstruktion eines bestehenden oder eines geplanten Werkzeuges auf die Möglichkeit einer Integration zu prüfen. Besteht diese, wird mittels Simulationsprogrammen die optimale Auslegung der Heizleistung berechnet (Abb. 8).

Beim Aufbau der hochdynamischen variothermen Temperiermodule aus der Kombination von RHC- bzw. RHM-Modulen und Kühlsystemen ist weiterhin auf das untere Temperaturniveau

Rapid Heating Ceramics (RHC)	Rapid Heating Metals (RHM)
keramische Heizleiter	metallische Heizleiter
Integration von RHC-Heizelementen dicht hinter der formgebenden Oberfläche oder direkt an der formgebenden Oberfläche möglich (Formnesteinsatz)	Integration von RHM-Elementen dicht hinter der formgebenden Oberfläche, durch sehr dünne Heizschicht, geringe umzutemperierende Masse des Heizsystems
Ausführung in Kombination mit konturnahen Kühlkanälen	Ausführung in Kombination mit konturnahen Kühlkanälen
hohe flächenbezogene Heizleistung (ca. 150 W/cm <sup>2</sup> )	mittlere flächenbezogene Heizleistung (ca. 90 W/cm <sup>2</sup> )
hohe Temperaturniveaus erreichbar (ca. 500 °C)	mittlere Temperaturniveaus erreichbar (ca. 300 °C)

**Tabelle 2:** Vergleich metallische und keramische Heizelemente

Des Weiteren gibt es metallische Heizelemente (RHM), die ebenfalls in einen Formeinsatz konturnah integriert werden können. Mit diesen Heizelementen ist es zusätzlich erstmals möglich, eine einfache Kavitätsoberfläche direkt als Heizelement auszuführen. Dadurch wird die zu temperierende thermische Masse verringert, die Aufheizdynamik steigt. Die erreichbaren Werkzeugwandtemperaturen sind jedoch geringer als bei der RHC-Technologie und liegen bei ca. 300 °C.

Je nach Anforderung sind aus wirtschaftlichen und technologischen Gründen unterschiedliche Temperiertechnologien einsetzbar. Liegen die benötigten Oberflächentemperaturen formgebender Werkzeuge nicht zu hoch (unter 140 °C), kann durch den Einsatz konturnaher Temperierkanäle und entsprechender Wassertemperiergeräte auch auf diesem Weg eine sehr hohe Temperaturwechseldynamik erreicht werden.

Sind höhere Werkzeugwandtemperaturen notwendig, kommt eine Kombination aus Kühlung mittels fluidischen Wärmeträgern und einer elektrischer Heizung auf der Basis von Hochleistungsheizsystemen (RHC und RHM) infrage, aus der sich hochdynamische variotherme Temperiermodule aufbauen lassen.

zu achten. Liegt dieses verhältnismäßig tief (unter 40 °C, beispielsweise in der Polyolefinverarbeitung), sind auf Wasser als fluidischen Wärmeträgern basierende Kühlsysteme unter Umständen zu träge, da der Temperaturunterschied zwischen Werkzeugoberfläche und Kühlmedium für eine schnelle Wärmeabfuhr zu gering wird. In der Regel liegt die sinnvoll erreichbare untere Wassertemperatur zwischen 5 °C und 10 °C. Um entsprechende Abkühlraten für einen hochdynamischen variothermen Spritzgießprozess zu erreichen, können Kühlsysteme eingesetzt werden, welche durch einen Phasenwechsel von Kältemitteln wie beispielsweise CO<sub>2</sub>, Fluorkohlenwasserstoffverbindungen oder mit einem Wasserdampf arbeiten. Diese Systeme können direkt an der zu kühlenden Stelle, bei vergleichsweise geringen Werkzeugtemperaturen, in kurzer Zeit große Wärmemengen abführen. Die entsprechenden Verdampferäume sowie Zu- und Abfuhrkanäle für das Kältemittel können wiederum durch die bereits angesprochenen etablierten Technologien für die Herstellung konturnaher Temperierkavitäten in Formeinsätze oder andere zu kühlende Werkzeugeile eingebracht werden.

## 5 Fazit

Zur dynamischen Aufheizung können RHC- oder RHM-Temperiermodule verwendet werden. Damit auch entsprechend kurze Kühlzeiten realisiert werden, ist ein effizientes Kühlsystem notwendig. Kühlmedien, wie Wasser, können während der Kühlphasen durch konturangepasste Temperierkanäle innerhalb des Formeinsatzes geleitet werden. Voraussetzung ist allerdings, dass die möglichst ideal im Werkzeug angeordneten Temperierkanäle mit der richtigen Medientemperatur und Menge versorgt werden. Dazu sollte die Regelung von Heizung und Kühlung in einem System verknüpft sein, damit eine bessere Regelbarkeit der Temperatursprünge erfolgen kann.

## Literatur

- Müller, A.; Werkzeug- und Prozesstechnik zur Abformung von Nanostrukturen auf Kunststoffsubstraten im Spritzgießverfahren. Dissertation, Technische Universität Ilmenau 2006
- Bürkle, E., Burr, A., Müller, A., Kübler, M.: In drei Sekunden von 100 auf 140, Kunststoffe, 10/2007, Nr. 95, ISSN 0023-5563
- Burr, A., Kübler, M., Deckert, M., Kuhn, S., Bleses, C.: Heiß-Kalter Wechsel. Konturfolgende Temperiersysteme für das hochdynamische variotherme Spritzgießen, Kunststoffberater 9/2008, ISSN 0172-6374
- Burr, August; Kübler, Michael; Deckert, Matthias; Kuhn, Sascha; Bleses, Christoph: Neue hochdynamische Heiz-Kühl-Werkzeugmodule revolutionieren die Spritzgießtechnik, K-Zeitung (2008), Mai, Nr. 9, ISSN 1436-6401

Innovativ, nicht nur oberflächlich



## MODERNE OBERFLÄCHENVERFAHREN

### VERFAHREN:

- Chromfrei
- Chromatieren
- Eloxieren
- Passivieren

- Harteloxieren
- Brünieren
- Phosphatieren
- Verzinken
- Zink-Eisen
- Hartchrom

- Lackieren
- Sol-Gel
- Silan
- KTL
- Pulverbeschichten
- Haftvermittler

Dieselstr. 10 • 74193 Schwaigern • Tel. 0 71 38 / 97 17-0 • Fax 97 17-33 • e-mail: [info@heiche.de](mailto:info@heiche.de) • [www.heiche.de](http://www.heiche.de)

## HEICHE OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH

### Ausbildungsberufe 2010:

• Anlagen- und Maschinenbediener/in

• Bürokauffrau/mann

• Oberflächenbeschichter/in

• Industriemechaniker/in

• Fachkraft für Lagerlogistik m/w

Hohenstaufenstr. 53  
74074 Heilbronn  
Tel. 0 71 31-25 14 45  
Fax 0 71 31-57 87 66



Wannenäckerstr. 28  
74078 Heilbronn  
Tel. 0 71 31-28 52 80  
Fax 0 71 31-28 52 88

## Strom und mehr ...

Planung und Ausführung von:

- Elektroinstallationsarbeiten
- EIB-Gebäudesystemtechnik
- Beleuchtungsanlagen
- Netzersatzanlagen
- Klimaanlage
- Sicherheitstechnik
- Videoanlagen

- Telekommunikationsanlagen
- Datenanschluss- und Netzwerktechnik
- Sicherheitskonzepte für Serverräume
- Richtfunkstrecken
- Glasfaserdatennetze
- Zugangskontrollen

# Untersuchungen für ein zielgenaues und stabiles Werfen von zylinderförmigen Gegenständen in Produktionsanlagen

Heinz Frank, Stephanie Klesatschke, Markus Zeitler,  
Anton Mittnacht

## 1 Einleitung

Schon seit mehreren Jahren wird am Campus Künzelsau das Werfen als neue Technologie für Logistikfunktionen in Produktionsanlagen untersucht. Die besonderen Vorteile dieser Technologie sind:

- hohe Transportgeschwindigkeiten,
- hohe Flexibilität der Materialflussbeziehungen,
- hohe Flexibilität im Hinblick auf Varianten der zu transportierenden Teile,
- schonender Umgang mit den Teilen,
- geringer Ressourcenverbrauch für die Realisierung der Systeme. [1]

Ende 2009 wurde ein Projekt für das Werfen und Auffangen von kugelförmigen Gegenständen erfolgreich abgeschlossen [2]. In einem nächsten Schritt sollen nun Lösungen für das Werfen und Auffangen von rotationssymmetrischen Gegenständen entwickelt werden. In diesem Aufsatz werden hierfür Ergebnisse aus Voruntersuchungen über das zielgenaue und stabile Werfen von zylinderförmigen Gegenständen vorgestellt.

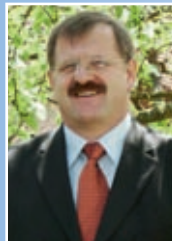
## 2 Grundlagen aus der Ballistik

### 2.1 Mathematisches Modell für Flugbahnen

In einem ersten Schritt sollten Flugbahnen von Zylindern mit einer punktsymmetrischen Massenverteilung untersucht werden. Das Ziel ist es, solche Zylinder so zu werfen, dass ihre Orientierung während des Flugs ständig der Orientierung der Flugbahn nachfolgt (siehe Bild 1). In der Ballistik wird dieses Verhalten mit dem Begriff der „Folgsamkeit“ beschrieben [3]. Entsprechend Bild 2 wirken auf folgsame Zylinder während ihres Flugs insbesondere die Schwerkraft  $F_w$ , der Luftwiderstand  $F_D$  und eine Massenverzögerung  $F_T$ . Andere Kräfte wie z. B. die Auftriebskraft und die Magnuskraft können in diesem Fall vernachlässigt werden. Mit diesen Kräften erhält man für das Kräftegleichgewicht die folgende Gleichung:

$$m \cdot \dot{\vec{v}} = m \cdot \vec{g} - 0,5 \cdot c_D \cdot \rho_A \cdot A \cdot |\vec{v}| \cdot \vec{v} \quad (1)$$

In dieser Gleichung sind die Kräfte auf einen Zylinder abhängig von seiner Masse ( $m$ ), seinem spezifischen Luftwiderstand ( $c_D$ ), seiner Querschnittsfläche ( $A$ ), seiner Fluggeschwindigkeit ( $v$ ), der Erdbeschleunigung ( $g$ ) sowie der Luftdichte ( $\rho_A$ ). Die Lösung der Differentialgleichung (1) ermöglicht es, die Flugbahnen von Zylindern zu berechnen [4, 5]. In Bild 3 sind solche Flugbahnen beispielhaft für einen Zylinder bei unterschiedlichen Abwurfwinkeln ( $\alpha_0$ ) und Abwurfgeschwindigkeiten ( $v_0$ ) dargestellt.



#### Prof. Dr.-Ing. Heinz Frank

studierte an der Universität Stuttgart Elektrotechnik. Nach seiner Promotion am Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen an der gleichen Universität war er über mehrere Jahre bei einem Werkzeugmaschinenhersteller zuständig für Fertigungsleitsysteme. Heute beschäftigt er sich an der Hochschule Heilbronn Campus Künzelsau Reinhold-Würth-Hochschule hauptsächlich mit schnellen mechatronischen Systemen und mit Bussystemen für die Automatisierungstechnik. <http://iaf.hs-heilbronn.de/wiki/HeinzFrank>



#### B. Eng. Stephanie Klesatschke

studierte an der Hochschule Heilbronn Campus Künzelsau Reinhold-Würth-Hochschule Wirtschaftsingenieurwesen. Seit Februar 2010 ist sie in einem Maschinenbauunternehmen im Finanzwesen tätig.



#### B. Eng. Markus Zeitler

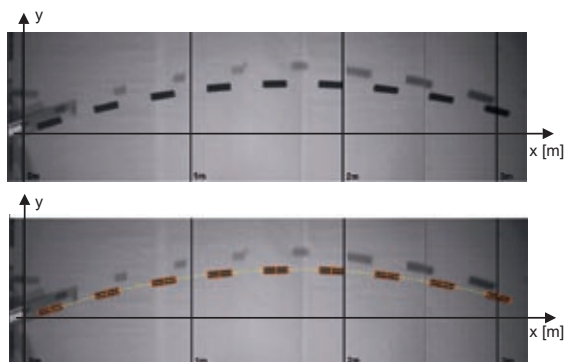
absolvierte in den Jahren 2001 bis 2004 eine Lehre als Mechatroniker. Von 2006 bis 2010 studierte er an der Hochschule Heilbronn Campus Künzelsau Reinhold-Würth-Hochschule Wirtschaftsingenieurwesen. Dieses Studium hat er im Februar 2010 erfolgreich abgeschlossen.



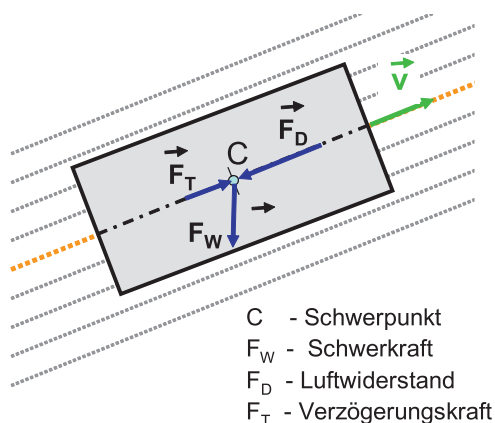
#### Anton Mittnacht,

arbeitete bis 1991 als Elektrotechniker bei der Fa. R. Würth als Leiter der Instandhaltung. Seither ist er an der Hochschule Heilbronn Campus Künzelsau als Leiter des Labors Steuerungstechnik tätig. Seine Schwerpunkte sind insbesondere speicherprogrammierbare Steuerungen und industrielle Kommunikationssysteme für die Automatisierungstechnik.

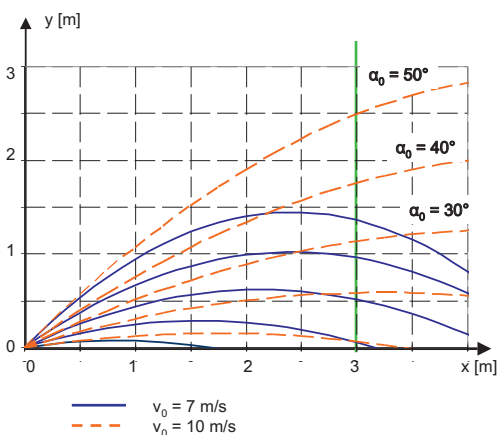
(Quelle: Hochschule Heilbronn/Frank)



**Bild 1:** Flugbahnen eines Zylinders (ZK42L) bei einem Abwurfwinkel von  $\alpha_0 = 10^\circ$  und einer Abwurfgeschwindigkeit von  $v_0 = 7 \text{ m/s}$   
(Quelle: HHN/Frank Bild 1–5)



**Bild 2:** Kräfte auf einen folgamen Zylinder

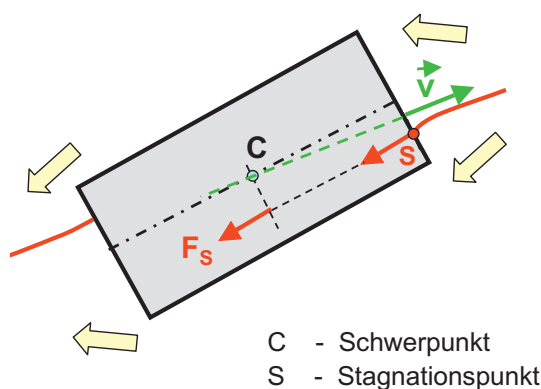


**Bild 3:** Flugbahnen eines Zylinders ZK42L bei zwei unterschiedlichen Abwurfgeschwindigkeiten  $v_0$  (ZK42L:  $d = 42 \text{ mm}$ ,  $l = 140 \text{ mm}$ ,  $m = 124 \text{ g}$ )

## 2.2 Flugstabilität von Zylindern mit punktsymmetrischer Massenverteilung

Um geworfene Gegenstände wieder auffangen zu können, gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Instabil geworfene Körper können während ihres Flugs von Kamerasystemen beobachtet werden. Durch die Ansteuerung eines Roboters mit mehreren

Freiheitsgraden können solche Körper dann aus einer beliebigen Orientierung aufgenommen werden. Hierfür ist allerdings ein hoher technischer Aufwand erforderlich. In einer zweiten Alternative kann versucht werden, die Körper mit einer stabilen Orientierung möglichst folgsam zu werfen. Hierfür können verschiedene physikalische Effekte, wie z. B. die Schulterstabilisierung oder ein Drall, genutzt werden [6]. Der Effekt der Schulterstabilisierung ist in Bild 4 dargestellt. Die Luftströmung wird an der Stirnfläche des Zylinders so aufgeteilt, dass ein Teil dieser Strömung oberhalb und ein anderer Teil unterhalb des Zylinders vorbei strömt. Die Grenzlinie zwischen diesen zwei Bereichen wird als Stagnationslinie bezeichnet. Sie endet auf der Stirnfläche des Zylinders im Stagnationspunkt. An diesem Punkt wirkt auf die Stirnfläche der größte Luftdruck. Weist die Orientierung eines Körpers während des Flugs zur Flugrichtung nur einen geringen Unterschied auf, dann verschiebt sich der Stagnationspunkt auf der Stirnfläche außerhalb der Mitte und bewirkt so ein Drehmoment, welches auf die Orientierung des Zylinders stabilisierend wirkt. Dieser Effekt ist allerdings nur so lange wirksam, wie der Stagnationspunkt noch auf der Stirnfläche bleibt. Bei großen Stirnflächen ist dieser Effekt deshalb besser wirksam als bei kleinen.



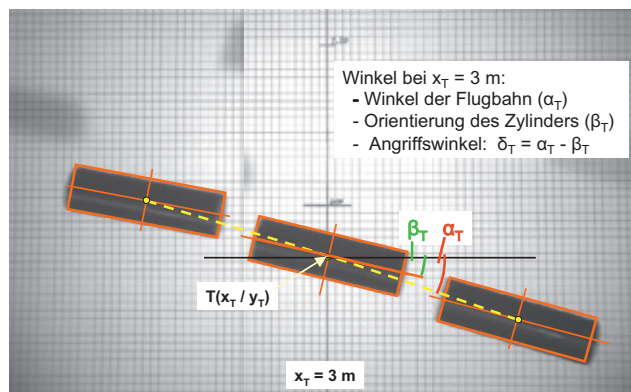
**Bild 4:** Wirkungsprinzip der Schulterstabilisierung

## 3 Messreihen

Das in Abschnitt 2.1 beschriebene Modell für die Berechnung der Flugbahnen und der in Abschnitt 2.2 dargestellte Effekt der Schulterstabilisierung sollten durch Messreihen verifiziert werden. Hierfür wurden drei Zylinder mit unterschiedlichen Längen ( $l$ ), Durchmessern ( $d$ ) und Massen ( $m$ ) verwendet. Sie wurden in unterschiedlichen Abwurfwinkeln ( $\alpha_0$ ) und mit unterschiedlichen Abwurfgeschwindigkeiten ( $v_0$ ) geworfen. In einer Entfernung von  $x_T = 3 \text{ m}$  wurde der Flug jeweils mit einer Hochgeschwindigkeitskamera aufgezeichnet. Jeder einzelne Flug wurde dann entsprechend Bild 5 durch das Zusammensetzen von drei Einzelbildern dokumentiert. Aus dieser Auswertung konnte dann jeweils bei  $x_T = 3 \text{ m}$  die Abweichung der gemessenen Flugbahn von der berechneten Flugbahn ( $\Delta y_T$ ) sowie der Angriffswinkel ( $\delta_T$ ) bestimmt werden. Für verschiedene Kombinationen von  $v_0$  und  $\alpha_0$  wurden hintereinander jeweils fünf Würfe durchgeführt und die Werte von  $\Delta y_T$  und  $\delta_T$  bestimmt. Die Bereiche der ermittelten Werte wurden dann in

eine Tabelle eingetragen (siehe Tabelle 1). In dieser Tabelle werden Positionsabweichungen, die nicht größer als 10 mm sind als gut bewertet (grün). Abweichungen, die größer als 20 mm sind werden als schlecht (rot) bewertet. Bei den Angriffswinkeln werden Abweichungen von weniger als 5° als gut (grün) und größer als 10° als schlecht (rot) bewertet.

Wie die Werte in Tabelle 1 zeigen, fliegen der kurze und dicke Zylinder ZK42K am stabilsten. Auf der relativ großen Stirnfläche kann ein relativ großer Stagnationsdruck aufgebaut werden, der ausreicht, um den Zylinder während des Flugs jeweils in die Richtung der Flugbahn zu drehen. An dem längeren und schwereren Zylinder ZK42L ist ein größeres Drehmoment erforderlich, um den Zylinder während des Flugs in die Flugrichtung zu drehen. Bei größeren Geschwindigkeiten und Abwurfwinkeln reicht hierfür der gleiche Stagnationsdruck wie bei dem Zylinder ZK42K nicht mehr aus. Bei dünneren Zylindern kann nur ein kleinerer Stagnationsdruck aufgebaut werden. Der Zylinder ZK27L fliegt deshalb noch instabiler als der Zylinder ZK42L.



**Bild 5:** Messung des Zielpunktes T bei  $x_T = 3$  m und der Winkel im Zielpunkt T

Zylinder ZK42K (m = 84 g, d = 42 mm, l = 70 mm)

$\Delta y$ [mm]	$v_0$ [m/s]	$\alpha_0$ [°]		
		10	20	30
7	7	-1 ... 10	-9 ... 0	-6 ... 9
8,5	8,5	-12 ... 3	-2 ... 9	-15 ... -8
10	10	-2 ... 5	1 ... 11	-
$\delta_T$ [°]	$v_0$ [m/s]	10	20	30
		7	-2,5 ... 3	0
8,5	-5 ... 0	-2,5 ... 0	0 ... 2	
10	0 ... 3	0,5 ... 2	-	

Zylinder ZK42L (m = 124 g, d = 42 mm, l = 140 mm)

$\Delta y$ [mm]	$v_0$ [m/s]	$\alpha_0$ [°]		
		10	20	30
7	7	-11 ... 4	2 ... 7	0 ... 12
8,5	8,5	-2 ... 3	-10 ... 15	-20 ... -5
10	10	-2 ... 2	-1 ... 9	-
$\delta_T$ [°]	$v_0$ [m/s]	10	20	30
		7	-2 ... 1,5	-2 ... 4
8,5	-1 ... 2	-2,5 ... 6	2,5 ... 7,5	
10	1 ... 10	2 ... 24	-	

Zylinder ZK27L (m = 107 g, d = 27 mm, l = 140 mm)

$\Delta y$ [mm]	$v_0$ [m/s]	$\alpha_0$ [°]		
		10	20	30
7	7	-15 ... 0	-4 ... 8	-1 ... 9
8,5	8,5	-7 ... 9	-1 ... 9	-17 ... -10
10	10	6 ... 11	6 ... 11	-
$\delta_T$ [°]	$v_0$ [m/s]	10	20	30
		7	0 ... 4,5	-3,5 ... 8,5
8,5	-6 ... 0	5,5 ... 20	11 ... 15	
10	-5 ... 14,5	-24 ... 12	-	

**Tabelle 1:** Messreihen zur Untersuchung der Zielgenauigkeit und der Flugstabilität

( $\Delta y$  – Abweichungen des gemessenen von dem berechneten Zielpunkt bei  $x_T = 3$  m

$\delta_T$  – Abweichungen der Orientierung des Zylinders von der Flugrichtung bei  $x_T = 3$  m)

#### 4 Werfen von realen Gegenständen

Die in den Messreihen gewonnen Erkenntnisse können nun auf das Werfen von realen Gegenständen übertragen werden. So sind in Bild 6 beispielhaft die Flugbahnen von einem Klebestift und einer Spraydose dargestellt. Beide Beispiele zeigen eine gute Folgsamkeit der Objekte auf ihren Flugbahnen.

**Klebestift:**



**Haarspraydose:**



**Bild 6:** Flugbahnen von realen Gegenständen (Quelle: HHN/Zeitler)

#### Literatur:

[1] Frank, H., Barteit, D., Kupzog, F. (2008): Throwing or Shooting – A new Technology for Logistic Chains within Production Systems. In Proceedings on 2008 IEEE International Conference on Technologies for Practical Robot Applications (TePRA), 10.–12. Nov. 2008, Woburn, MA, USA.  
 [2] D. Barteit (2010): Tracking of Thrown Objects. Technische Universität Wien, Dissertation, 2010.

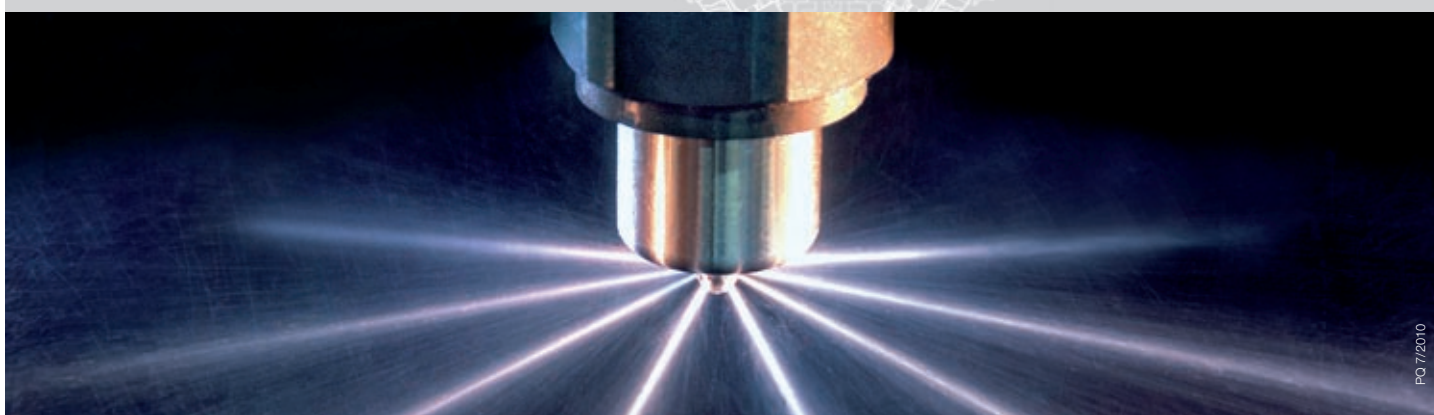
- [3] Kneubuehl, B.P., Coupland, R.M., Rothschild, M.A., Thali, M. (2008): Wundballistik: Grundlagen und Anwendungen. Springer Verlag, 2008.
- [4] P.S. Chudinov, An optimal angle of launching a point mass in a medium with quadratic drag force.
- [5] Frank, H. (2008): Determination of Launching Parameters for Throwing Objects in Logistic Processes with Direct Hits. In Proceedings on 13 th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 15 – 18 September, Helmut-Schmidt-University Hamburg, Germany, 2008.
- [6] Frank, H., Mitnacht, A., Scheiermann, J. (2009): Throwing of Cylinder Shaped Objects. Proceedings on 2009 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2009), July 14–17, 2009, Singapore, pp. 59–64.

#### Danksagung:

Das beschriebene Forschungsprojekt wird von der Stiftung zur Förderung der Reinhold-Würth-Hochschule der Hochschule Heilbronn in Künzelsau gefördert!

## Zukunftsweisende Einspritztechnik für effiziente Dieselmotoren

**L'orange**  
YOUR POWERFUL INJECTION



PO 7/2010

L'Orange hat mit zahlreichen Pionierleistungen in der Einspritztechnologie immer wieder anspruchsvolle Ziele erreicht und damit Meilensteine der Technologiegeschichte gesetzt. Diesen Erfolgskurs konnten wir in den vergangenen Jahren eindrucksvoll fortsetzen. Seit über 75 Jahren entwickeln, produzieren und vertreiben wir Einspritzsysteme für große Dieselmotoren. Mit über 850 Mitarbeitern garantieren wir als zukunftsweisendes, führendes Unternehmen mit innovativen Technologien den Erfolg unserer Kunden. Weltweit setzen nahezu alle Motorenhersteller auf unsere Einspritzsysteme. Um diese Position weiter auszubauen engagieren wir uns als verlässlicher, kompetenter Partner und arbeiten ständig an unserer Technologieführerschaft.

A TOGNUM GROUP COMPANY

L'Orange GmbH, Postfach 40 05 40, 70405 Stuttgart, Tel. +49 711/8 26 09-0, Fax +49 711/8 26 09-61, [www.lorange.com](http://www.lorange.com)

# Modellierung eines mechatronischen Systems

P. Häuptle, G. Gruhler, Hochschule Heilbronn

P. Hubinský, Slowakisch Technische Universität Preßburg/Bratislava (STUBA)

## Kurzbeschreibung (abstract):

In dieser Arbeit soll der Fokus auf Anwendungen von mechatronischen Systemen basierend auf Elektromotoren mit Harmonic Drive® Getriebe gelegt werden. Der Modellierungsvorgang in solch einem System kann nicht strikt auf Mechanik bzw. Elektrik aufgeteilt werden, da u. a. die Reglerdynamik berücksichtigt werden muss. Jedes mechatronische System hat, abhängig von Eingangssignalen oder sonstigen systemspezifischen Eigenheiten, seine Resonanzen. Die Modellierung im Zeitbereich soll hier von Interesse sein. Speziell die transienten Effekte werden untersucht und im Folgenden näher erörtert.

## Einführung

Der stetige Wunsch der Automatisierungsindustrie von noch schnellerer Produktion, fordert Forscher und Entwickler weltweit. Ein großes Problem dabei ist, die Präzision beizubehalten und in einer „schlanken“ Maschinenkonstruktion zu münden. Generell differieren Positionier-Maschinen in drei Punkten: Leistung, Präzision und Geschwindigkeit. Die Erhöhung einer dieser Eigenschaften reduziert meist die anderen. Anstatt die mechanische Konstruktion zu verstärken um Steifigkeit und Stabilität zu erhöhen, soll hier der Weg einer intelligenteren Steuer- und Regelung gegangen werden. Dazu muss zuerst das System genauer untersucht werden, um eine passende sowie ausreichende Modellierung vornehmen zu können. Nur mit einem guten Modell kann eine gute Regelungsstruktur gefunden werden.

## Experimentieraufbau

Wie man auf den beiden folgenden Abbildungen leicht zu erkennen vermag, wurde hier die Schwenkachse eines Modularen Robotik-Moduls untersucht. In diesem Modul befindet sich ein elektrischer Motor, ein Harmonic Drive® Getriebe sowie die Elektronik mit samt Regler.

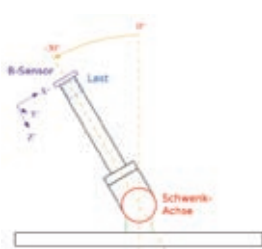


Abb.: Experimentieraufbau



### Prof. Dipl.-Phys. Gerhard Gruhler

unterrichtet seit 1989 an der HHN im Studiengang Mechatronik. Seine Lehrgebiete sind Elektronische Schaltungstechnik, Mikroprozessoren, Digitale Signalverarbeitung und Steuerungstechnik. Seine Forschungsschwerpunkte liegen beim Einsatz von digitalen Signalprozessoren in der Antriebs- und Positioniertechnik sowie bei akustischen Fragestellungen im Fahrzeug und im industriellen Einsatz. E-Mail: [gruhler@hs-heilbronn.de](mailto:gruhler@hs-heilbronn.de)  
<http://iaf.hs-heilbronn.de/wiki/Gerhard-Gruhler>



### Dipl.-Ing. (FH) Peter Häuptle

studierte von 2002-2006 im Studiengang Elektronik und Informationstechnik. Seine Diplomarbeit machte er in Kooperation an der Northumbria University in Newcastle [GB]. Seit 2006 ist er PhD-Student an der STUBA in Kooperation mit der HHN. Das Thema seiner Forschungsarbeit lautet: „Advanced Control Methods of Mechatronic Systems“

E-Mail: [haeuptle@hs-heilbronn.de](mailto:haeuptle@hs-heilbronn.de)  
<http://iaf.hs-heilbronn.de/wiki/PeterHaeuptle>



### Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Peter Hubinský PhD.

arbeitet an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnologie der Slowakisch Technischen Universität in Bratislava am Lehrstuhl für Automatisierungs- und Steuerungstechnik. Er lehrt Systemtheorie sowie Antriebstechnik. Seine Forschungstätigkeiten konzentrieren sich auf den Bereich der Steuerung von Robotersystemen. Die Regelung von schwingungsfähigen Systemen im Zustandsraum sowie Feedforward-Ansätze basierend auf spektraler Filterung zählen ebenfalls zu seinen Fachgebieten. E-Mail: [peter.hubinsky@stuba.sk](mailto:peter.hubinsky@stuba.sk)

(Quelle: HHN/Gruhler)

Ein Beschleunigungssensor wurde dazu in einem bestimmten Abstand zum Drehpunkt der Schwenkachse fixiert. Des Weiteren kann man eine zusätzliche Last ebenfalls am Roboterendpunkt (engl. end-effector) montieren, welche später bei der differentiellen Systemidentifikation benötigt wird.

## Modellanalyse und Identifikation

Zunächst soll das System mit einem Abstrahierungsniveau eines P-T<sub>2</sub> Systems angenähert werden. Das, wie unten dargestellt, zu einem torsionalen Feder-Masse-Schwinger mit Dämpfung führt [2, 3, 5–7].

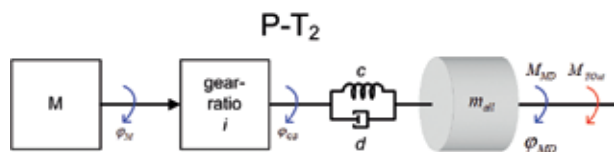


Abb.: P-T<sub>2</sub> Model

- $\varphi_M$  = Motorwinkel (rad)
- $J_{all}$  = Gesamtmassenträgheit (kgm<sup>2</sup>)
- $M_{TOut}$  = Abtriebsdrehmoment (Nm)
- $c$  = torsionale Federkonst. (Nm/rad)
- $i$  = Getriebe-Untersetzungsverhältnis
- $\varphi_{GB}$  = Getriebewinkel (rad)
- $\varphi_{MD}$  = MD Winkel (rad)
- $M_{MD}$  = Antriebsdrehmoment (Nm)
- $d$  = Dämpfungskonst. (Ns/m)
- Motor → elektrischer Antrieb

Dieses Modell ist nur mit folgenden Annahmen gültig [1–4]:  
Keine Veränderungen der Parameter  $c$ ,  $d$  und  $i$  durch z. B.: Temperaturschwankungen, Zeitabhängigkeiten, dynamische Laständerungen oder veränderliche Reglereinstellungen.

Anm.) Es wird davon ausgegangen, dass dieses Modell auch bei „kleinen“ dynamischen Laständerungen und bei „kleinen“ Reglerparameteränderungen ebenfalls als „gültig“ anzunehmen ist. Nähere Empfindlichkeitsuntersuchungen sind hierbei evtl. noch erforderlich.

### Modellanalyse

Die Systembewegungsgleichung ergibt sich folglich zu [3, 5–7]:

$$\left(\frac{J_{all}}{c}\right) \frac{d^2 \varphi_{MD}}{dt^2} + \left(\frac{d}{c}\right) \frac{d\varphi_{MD}}{dt} + \varphi_{MD} = K \cdot \varphi_{GB} \quad (1)$$

wobei  $K = 1$  ist und

$$\varphi_{GB} = \varphi_M \cdot i \quad (2)$$

Durch Anwenden der Laplace-Transformation erhalten wir [1–3, 6, 7]:

$$G(s) = \frac{\Phi_{MD}(s)}{\Phi_M(s)} = \frac{K \cdot i}{1 + \frac{d}{c}s + \frac{J_{all}}{c}s^2} = \frac{K \cdot i \cdot \frac{c}{J_{all}}}{\frac{c}{J_{all}} + \frac{d}{J_{all}}s + s^2} \quad (3)$$

Die Pole können nun durch [1–3]:

$$s_{1/2} = -\frac{d}{2 \cdot J_{all}} \pm \sqrt{\left(\frac{d}{2 \cdot J_{all}}\right)^2 - \frac{c}{J_{all}}} \quad (4)$$

bestimmt werden.

Die Systemdämpfung  $D$  kann mit folgender Gleichung beschrieben werden [1–3]:

$$D = \frac{d}{2 \cdot c \cdot \sqrt{\frac{J_{all}}{c}}} \quad (5)$$

Wenn wir nun ein komplexes Wurzelargument in Gl. 5 annehmen ( $0 < D < 1$ ), was der Fall ist bei einem gedämpften oszillierenden System, dann dürfen wir auch Folgendes voraussetzen [1–3]:

$$s_{1/2} = -\delta \pm j\sqrt{\omega_0^2 - \delta^2} \quad (6)$$

$$s_{1/2} = -\delta \pm j\omega_d$$

wobei  $\omega_d$  die oszillierende Winkelfrequenz ist. Und sich die natürliche Dämpfung  $\delta$  zu:

$$\delta = \frac{d}{2 \cdot J_{all}} \quad (7)$$

und die natürliche Winkelfrequenz  $\omega_0$  zu:

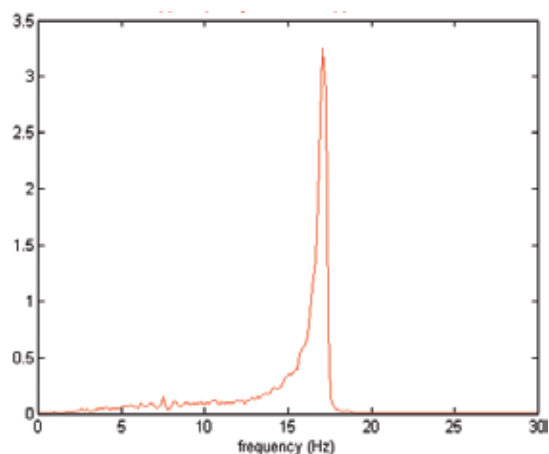
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{J_{all}}} \quad (8)$$

ergibt.

### Identifikation

Ein lineares zeitinvariantes System ist (im Zeitbereich) bekanntlich durch seine Impulsantwort eindeutig zu identifizieren [1–4]. Dem bereits vorgestellten Experimentieraufbau wurde ein Bewegungsimpuls aufgetragen um anschließend mittels des B-Sensors die Impulsantwort aufzuzeichnen. Da die Beschleunigung sich durch zweifache zeitliche Integration in ein Positionssignal überführen lässt, wurde diese Methode verwendet.

Anm.) Ein idealer Impuls lässt sich im realen System nie erreichen, jedoch soll der Impuls bestmöglich nachgestellt werden. Später kann dann über Vergleich der Messergebnisse mit den Simulationsergebnissen die Gültigkeit verifiziert werden.





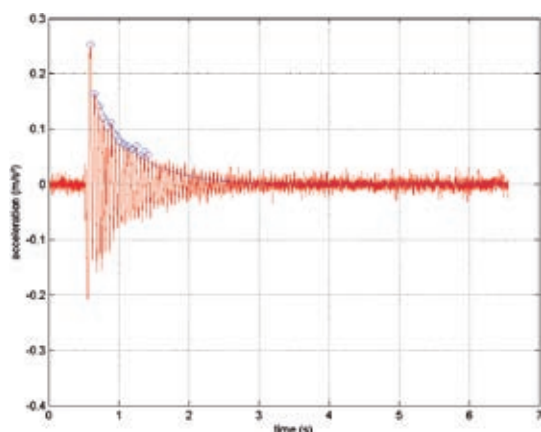


Abb.: Impulsantwort im Zeit- und Frequenzbereich (Quelle HHN/Gruhler)

In den oberen beiden Grafiken werden die realen Messdaten der Impulsantwort sowohl im Zeit- als auch im Frequenzbereich abgebildet [6, 7].

Im Folgenden wurden zwei verschiedene Impulsantworten zur differenziellen Bestimmung der Systemeigenschaften aufgezeichnet. Bei einem wurde eine definierte zusätzliche Last  $J_x$  am end-effector montiert. Bei der anderen Messung wurde ohne zusätzliches  $J_x$  gemessen.

Dies resultiert in zwei unterschiedlichen natürlichen Winkelfrequenzen  $\omega_0$  und zwei unterschiedlichen natürlichen Dämpfungen  $\delta$ . Mit Verwendung der Gl. (8) erhält man [6, 7]:

$$c = J_x \left( \frac{\omega_{02}^2 \cdot \omega_{01}^2}{\omega_{02}^2 - \omega_{01}^2} \right) \quad (9)$$

sowie:

$$d = J_x \left( \frac{\delta_2 \cdot \delta_1}{\delta_2 - \delta_1} \right) \quad (10)$$

und:

$$J_{all1} = \frac{c}{\omega_{01}^2} \quad (11)$$

$$J_{all2} = \frac{c}{\omega_{02}^2}$$

Die logarithmische Abnahme  $\Lambda$  ist das logarithmische Amplitudenverhältnis von zwei sequentiellen ( $C_u$ ) Amplituden [3, 4]:

$$\Lambda = \ln \left| \frac{C_{u+1}}{C_u} \right| \quad (12)$$

Nach [2, 3] Einführung von Lehr's Dämpfungsfaktor kann die Systemdämpfung wie folgt hergeleitet werden [3, 4]:

$$D = \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{\pi}{\Lambda} \right)^2}} \quad (13)$$

Da[3, 4]:

$$\omega_d = \frac{2 \cdot \pi}{T_d} \quad (14)$$

und die Systemperiodendauer  $T_d$  sich aus der Differenz der beiden gemessenen Amplitudenzeitpunkten  $C_{u+1}$  und  $C_u$  ergibt, [3, 4]:

$$T_d = t_{u+1} - t_u \quad (15)$$

kann man so über die Messdaten mittels den Gl. (8–15) die Systemparameter  $c$ ,  $d$  und  $J_{all}$  ermitteln.

Die Simulation mithilfe von MATLAB® ergab folgende Ergebnisse [6, 7]:

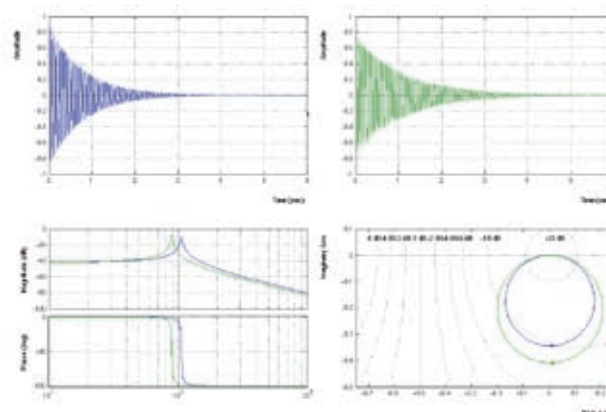


Abb.: Simulationsergebnisse zweier verschiedener Lasten (Quelle HHN/Gruhler)

Links oben ist (blau dargestellt) die Impulsantwort im Zeitbereich des Systems ohne  $J_x$  und rechts oben (grün dargestellt) mit  $J_x$ . Links unten ist das Bode-Diagramm und rechts davon die Ortskurven beider Systeme.

### Zusammenfassung

Hervorgerufen durch Rauschen in der Messung sowie einige „kleine“ Vernachlässigungen von Nichtlinearitäten sind die Messergebnisse durchaus mit den Simulationsergebnissen vergleichbar. Die Beschränkungen des Modells, die in dieser Lösung mit einhergehen, müssen stets beachtet werden. Deshalb wird in künftigen Arbeiten eine weitere Verifizierung des mechatronischen Systems wie z. B. die Frequenzbereichsermittlung vorgenommen, um eine breite Übereinstimmung gewährleisten zu können.

### Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Thomas-Gessmann-Stiftung und der Firma SCHUNK GmbH in Lauffen für die hilfreiche Unterstützung dieser Arbeit.

# Die Königsklasse

in der Luft-, Antriebs- und Regeltechnik.



Dabei sein und Zukunft gestalten - [www.ziehl-abegg.com](http://www.ziehl-abegg.com)

Starten Sie bei uns gleich richtig durch mit einem anspruchsvollen und intensiv betreuten Praxissemester, einer Bachelor- oder Master-Thesis.

**Ziehl-Abegg AG**  
 Personal- und Sozialwesen  
 Heinz-Ziehl-Straße · 74653 Künzelsau  
[bewerbung@ziehl-abegg.de](mailto:bewerbung@ziehl-abegg.de)  
[www.ziehl-abegg.com](http://www.ziehl-abegg.com)

**ZIEHL-ABEGG**   
 100 Jahre Bewegung durch Perfektion

## Literaturverzeichnis

- [1] P. Blessing; Vorlesungsskript Regelungstechnik; HS-Heilbronn, Studiengang Elektronik und Informationstechnik; 2005
- [2] R. Dorf; R. Bishop; Moderne Regelungssysteme; 10. Aufl.; ISBN: 3-82737-304-2; Pearson Studium; 2007
- [3] H. Lutz, W. Wendt; Taschenbuch der Regelungstechnik; Verlag Harri Deutsch, 2. Auflage 1998
- [4] T. Pospiech, P. Hubinský; Slesh-Free Positioning of Containers with Liquids and Flexible Conveyor Belt; First European Industrial Ethernet Award; 2009
- [5] P. Tipler; Physik; Spektrum Akad. Verl.; 3. korrigierter Nachdruck; ISBN: 3-86025-122-8; Heidelberg [u. a.]; 1995

Unveröffentlichte Quellen, die bereits akzeptiert sind, aber noch gedruckt werden:

- [6] P. Häuptle, P. Hubinský, G. Gruhler, B. Fellhauer; Modellierung des Schwingungsverhaltens eines Mechatronischen Antriebes hinsichtlich dem Entwurf verschiedener Regelungstechniken; IFM – Internationales Forum Mechatronik, Winterthur, November 2010.
- [7] P. Häuptle, P. Hubinský, G. Gruhler; Time Domain Identification of a Mechatronic System; Proceedings of the Second IEEE Germany Student Conference 2010, Hamburg-Harburg, Mai 2010

# Mit uns erhalten Sie Ihren individuellen Flyer mit Fachinformationen



**mediaprint infoverlag gmbh**  
 Lechstraße 2 • D-86415 Mering  
 Tel. +49 (0) 8233 384-0 • Fax +49 (0) 8233 384-103  
 E-Mail: [info@mediaprint.info](mailto:info@mediaprint.info) • [www.mediaprint.info](http://www.mediaprint.info)

**mediaprint infoverlag** 

# Entwicklung aktiver Fahrwerksysteme im Kfz-Systemverbund

K.-D. Leimbach, A. Meroth, P. Blessing, U. Ingelfinger, A. Krüger, M. Kocsis

## Abstract

In der Arbeit wird ein Laborprüfstand beschrieben, mit dem Komfort- und Sicherheits-Assistenzfunktionen im Kfz entworfen, vorentwickelt und getestet werden können. Beschrieben wird ein modulares Prüfstandskonzept, das schrittweise unterschiedliche aktive Fahrwerkskomponenten integrieren kann. In der ersten Ausbaustufe ist ein Lenksystem ohne mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Rädern integriert. Der Prüfstandsaufbau ist sowohl für die Forschung und auch für die Ausbildung von Studenten auf dem Gebiet der Assistenzfunktionen in der Kraftfahrzeugtechnik geeignet.

## Keywords

Fahrerassistenzfunktionen, Komfortfunktionen, Sicherheitsfunktionen, Fahrsimulator, aktive Fahrwerksysteme, Systemverbund.

## 1 Einleitung

Aktive Fahrwerksysteme finden mehr und mehr Einzug in die Kraftfahrzeuge. Im Gegensatz zu früheren Zeiten findet die Marktdurchdringung nicht mehr nur von der Oberklasse in die unteren Klassen statt. Neuerdings bieten Mittelklassefahrzeuge Assistenzfunktionen an, die in Fahrzeugen der Oberklasse noch nicht verfügbar sind.

Bei der Entwicklung der Assistenzfunktionen stellen sich für die Ingenieure vielfältige Aufgaben. Zunächst müssen die Funktionen entwickelt werden, die unmittelbar mit dem aktiven Fahrwerksteller in Verbindung stehen. Dazu gehören neben den kundenerlebbaren Funktionen auch die entsprechenden Sicherheitsfunktionen. Anschließend ist die Stellerfunktionalität in das gesamte Fahrzeugnetzwerk zu integrieren und mit überlagerten Komfort- und Sicherheitsfunktionen zu vernetzen. Dabei entsteht durch die Komplexität der Funktionen, den Sicherheitsanforderungen und der Datenkommunikation ein nicht unerheblicher Entwicklungsaufwand. Ein wesentlicher Entwicklungsanteil sind daher neben der Funktionsentwicklung die verschiedenen Tests zur Systemfunktionalität und zur Systemsicherheit. Diese Tests sind auf Komponenten- und Systemebene durchzuführen.

Der im Rahmen dieser Arbeit dargestellte Prüfstand soll diesen Entwicklungsprozess unterstützen und dem Entwicklungsingenieur unter Laborbedingungen die einzelnen Schritte erleichtern.

## 2 Prüfstandsaufbau

### 2.1 Mechanik

Der mechanische Aufbau des Prüfstands geht aus Bild 1 hervor. Ein Pkw-Vorderachsträger mit der Radaufhängung der Vorderräder ist auf einer mobilen Plattform integriert. An dem



### Prof. Dr.-Ing. Peter Blessing

ist im Studiengang Automotive Systems Engineering in der Lehre für die Bereiche Regelungstechnik, Signale und Systeme sowie Sicherheit und Zuverlässigkeit zuständig. Seine Entwicklungsschwerpunkte sind x-by-wire Systeme im Kraftfahrzeug.



### Dipl.-Ing. (FH) Uwe Ingelfinger

ist Assistent im Studiengang ASE und betreut dort den Bereich Regelungstechnik und modellbasierte Entwicklung.



### Dipl.-Inform. Mihai Kocsis

ist Assistent im Studiengang ASE und im Bereich Fahrerinformations- und -assistenzsysteme tätig.



### Dipl.-Inform. (FH) Armin Krüger

ist Assistent im Studiengang ASE und betreut die Durchführung des Messtechnik-Labors. Des Weiteren ist er unterstützend bei der Entwicklung des HIL-Leitstandes tätig.



### Prof. Dr.-Ing. Klaus-D. Leimbach

lehrt Systemdynamik und Mechanik im Kraftfahrzeug im Studiengang Automotive Systems Engineering.



### Prof. Dr.-Ing. Ansgar Meroth

lehrt Informatik und Informationssysteme im Kraftfahrzeug im Studiengang Automotive Systems Engineering und ist derzeit Prorektor für Forschung und Vernetzung an der Hochschule Heilbronn.

(Quelle: HHN)

Vorderachsträger ist das Lenksystem\* befestigt. In die weiteren Ausbaustufen lassen sich im Prüfstand

- aktive Feder-/Dämpfersystem,
- aktive Bremssysteme und auch
- aktive Stabilisatoren integrieren.



**Bild 1:** Prüfstands Aufbau zur Entwicklung von aktiven Fahrwerksystemen mit integriertem Lenksystem. (Quelle: HHN/Meroth)

Die Besonderheit des Lenksystems besteht darin, dass keine mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und den Rädern der Vorderachse besteht. Die Vorderräder werden über den Radaktor bewegt, er besteht aus einem elektrischen Lenksystem mit Kugelumlaufgetriebe. Die Rückmeldung der Radkräfte von der Straße an den Fahrer erfolgt über einen Lenkradaktor, der aus einem Elektromotor mit Lenkrad besteht. Dabei ist der Rotor des E-Motors ohne Getriebe direkt mit der Lenkradwelle verbunden. Mit einer solchen Anordnung lassen sich sowohl Lenksystem bezogene Funktionen wie z. B.

- Höhe der Lenkunterstützung (Kennlinie)
- Kraftrückmeldung an den Fahrer (Lenkgefühl)
- Lenkradrücklauf

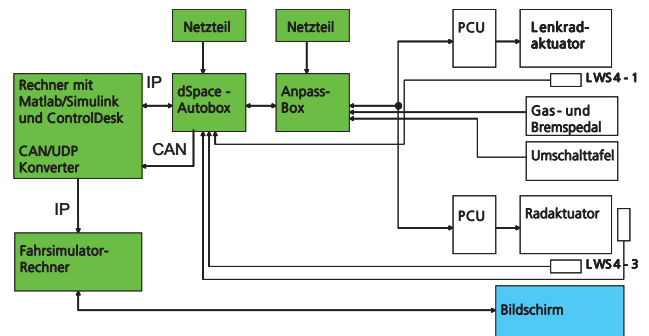
entwickeln, als auch Funktionen, bei denen das Lenksystem als intelligenter Steller einen entscheidenden Anteil bei der Fahrzeugführung hat. Hierzu zählen

- Fahrzeugstabilisierung im querdynamischen Grenzbereich (z. B. Elektronisches Stabilitätsprogramm)
- Fahrzeugführung im Komfortbereich (z. B. Einparkunterstützung, automatisiertes Folgefahren).

## 2.2 Elektrik, Elektronik

Die Elektromotoren am Lenkradaktor und am Radaktor haben ein Nennmoment von 4,5 Nm und sind elektronisch kommutierte Permanentmagnet erregte Synchronmaschinen. Die Leistungsendstufen (PCU) sind unmittelbar am Prüfstand verbaut und stehen über eine Analog-I/O-Schnittstelle mit der ECU in Verbindung. Die ECU ist die eigentliche Steuereinheit, in der die Regelalgorithmen für die Ansteuerung der Motoren berechnet werden. Dadurch, dass am Prüfstand keine seriennahen Steuergeräte verbaut sind, ist ein größtmögliches Maß an Flexibilität in der Entwicklung möglich. Die Regelalgorithmen für die Lenkung werden auf einem Prototypsteuergerät auf Basis der dSpace

Autobox berechnet. Durch die bewährte Schnittstelle zu Matlab/Simulink können die zur Ansteuerung notwendigen Algorithmen wie z. B. die feldorientierte Regelung der Motoren schnell und effizient vorentwickelt und in der Hardware getestet werden. Die Prüfstandsarchitektur ist in Bild 2 dargestellt.

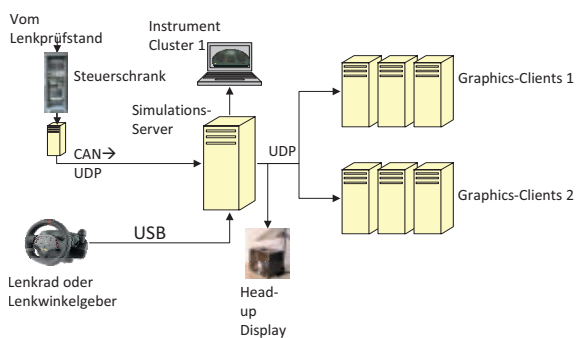


**Bild 2:** Architektur des Prüfstandes.

## 2.3 Fahr Simulator

Bei der Entwicklung der verschiedenen Funktionen im Zusammenhang mit aktiven Fahrwerksystemen spielt das Verhalten des Fahrzeugs bei bestimmten Anwendungen eine wichtige Rolle. Damit in der Laborumgebung das Fahrzeugverhalten in gewissen Grenzen mit simuliert werden kann, ist ein Fahr Simulator [1] in den Prüfstand integriert worden. Der Fahr Simulator wurde in JAVA geschrieben und in das System integriert. Er ist so modular aufgebaut, dass er entweder eine eigene Fahrdynamik des Fahrzeugs zur Verfügung stellt oder die Fahrdynamikdaten aus der parallelen Echtzeit-Fahrzeugsimulation direkt auswerten und grafisch umsetzen kann. Die Kommunikation erfolgt dabei über die CAN-Schnittstelle der DSPACE-Autobox bzw. über UDP-Pakete in einem lokalen Ethernet. Durch sein einfaches eigenes Fahrdynamikmodell benötigt er zunächst nur Lenkwinkel und Pedalstellungen. Ein in der Autobox ablaufendes komplexeres Fahrdynamikmodell liefert alternativ dem Simulator die Beschleunigungen entlang und die Drehraten um die drei Raumachsen, dieser antwortet mit der aktuellen Fahrzeugposition und den erwähnten Daten der Fahrbahn. Der Simulator kommuniziert über ein eigenes UDP-basiertes Protokoll, das von einem CAN/UDP-Gateway in CAN-Botschaften umgewandelt wird.

Dank der Client-Server-Architektur des Fahr Simulators ist es möglich, unterschiedliche Sichten aus dem Fahrzeug (bis zu 360°-Rundumsicht) zu visualisieren. Dazu müssen lediglich weitere Instanzen des Simulators als Visualisierungs-Clients angeschlossen werden (s. Bild 3). Der Server übernimmt die Simulationssteuerung von einem oder mehreren Fahrzeugen, die Clients erzeugen dabei die Sichten. Diese können auch von anderen Geräten, derzeit einem simulierten und einem realen Kombiinstrument und einem Head-Up Display, verwendet werden.



**Bild 3:** Simulationsarchitektur des Prüfstands.

Das dafür verwendete Protokoll lässt sich jedoch einfach für die verschiedensten Anwendungen anpassen. Die Clients müssen in einem Anmeldeprozess zu diesem Zweck mitteilen, welche Daten sie benötigen und werden dann mit der gewünschten Information versorgt.

## 2.4 Entwicklungsumgebung



**Bild 4:** Entwicklungsumgebung in Matlab/Simulink (Quelle: HHN/Meroth)

Die Softwareentwicklung für die Prüfstandssteuerung und Regelung erfolgt mit Matlab/Simulink. In unterschiedlichen Softwarelayern werden die komponentennahen Steuerungen/Regelungen entwickelt.

## 3 Entwicklungsschwerpunkte

Die Spannweite bei den Tätigkeiten der Funktionsentwicklung umfasst sowohl hardwarenahe Anteile in Elektronik und Software, Komponenten- und Systemtests und die eigentliche Entwicklung der kundenerlebbaren Assistenzfunktion mit den zugehörigen funktions- und hardwarenahen Sicherheitsfunktionen [2]. Diese umfangreichen Tätigkeiten werden in der Regel in der Computersimulation begonnen bzw. vorentwickelt und dann schrittweise in verschiedensten Entwicklungsschritten über unterschiedliche Prüfstände letztendlich in das Fahrzeug übernommen [3]. Der vorgestellte Prüfstand lässt sich in unterschiedlichen Stadien bei der Entwicklung der Assistenzfunktionen einsetzen. Der Einsatzschwerpunkt soll in den Bereichen

- Komfortorientierte Fahrerassistenzfunktionen (z. B. Einparkassistenz)
- Sicherheitsorientierte Fahrerassistenzfunktionen (z. B. Fahrdynamikregelung)

- Komponenten- und Systemtests einsetzbar sein.

### 3.1 Komfortorientierte Fahrerassistenzfunktionen

Zu den komfortorientierten Assistenzfunktionen gehört z. B. die Einparkunterstützung. Dabei gibt es unterschiedliche Assistenzstufen die den Fahrer beim Einparken unterstützen. Bei einer sehr einfachen Unterstützung werden dem Fahrer basierend auf einer Fahrzeugumgebungssensorik optische und akustische Signale bei der Fahrzeugführung gegeben. Teil- oder vollautomatisierte Einparkassistenten übernehmen zusätzlich die Längs- und Querverführung und gehen so weit, dass der Fahrer in seiner Tätigkeit auf die Überwachung des Einparkvorgangs reduziert ist. Für diese komplexen Unterstützungsfunktionen müssen die Aktuatoren

- Lenkung für die Querverführung

- Bremse und

- Vortrieb (Motor und Getriebe) für die Längsführung

automatisiert angesteuert werden. Im Zusammenhang mit der Umgebungssensorik, der Trajektorienplanung und dem Mensch-Maschineinterface sind komplexe Algorithmen zu entwickeln und zu testen. Diesen Entwicklungsablauf kann der Prüfstand in einer frühen Phase unterstützen. Mit den realen Aktuatoren am Prüfstand lassen sich komponentennahe Funktionen entwickeln. Durch die Umgebungssimulation lassen sich reale Parkvorgänge abbilden und das Zusammenspiel der beteiligten Systeme testen. Einen großen Vorteil in der Entwicklung bietet der Prüfstand bei der Untersuchung von Fehlern im System. Die gezielte Einspeisung von Fehlern auf Komponenten- oder Systemebene ermöglicht die realitätsnahe Bewertung der Fehlerauswirkung, ohne dass hoher Schaden entsteht. Insbesondere lässt sich die Fahrerreaktion in solchen Situationen systematisch untersuchen und bewerten.

### 3.2 Sicherheitsorientierte Fahrerassistenzfunktionen

Die sicherheitsorientierten Assistenzfunktionen unterstützen den Fahrer bis zum querdynamischen Grenzbereich des Fahrzeugs. Moderne Stabilitätssysteme setzen bei diesen Funktionen auf den Eingriff von Bremse, Vortrieb (Getriebe und Motor), Fahrwerk (aktive Feder/Dämpfer) und Lenkung. Auch hier sind komplexe Komponenten- und Softwarefunktionen zu entwickeln. Der dargestellte Prüfstand kann auch hier bei der Funktionsentwicklung und beim System- und Komponententest unterstützen. Dabei muss die Umgebungssimulation des Prüfstands auch ein realistisches Fahrzeugmodell beinhalten, das die Fahrzeuglängs- und -querdynamik enthält. Mit diesem Prüfstandskonzept lassen sich systematisch Fahrzeugstabilisierungsfunktionen für einzelne aktive Komponenten oder gemeinschaftlich vernetzte aktive Komponenten vorentwickeln. Nach der Funktionsentwicklung am Prüfstand ist dann die Weiterentwicklung und Applikation am realen Fahrzeug notwendig.

Einen besonderen Vorteil bietet der Prüfstand bei den Untersuchungen zum Fehlverhalten des Systems. Dadurch, dass der Fahrer sicher im unbewegten Prüfstand sitzt, ist er keinen Gefahren ausgesetzt. Abschalt- und Fehleruntersuchungen lassen sich so einfach und reproduzierbar in Testreihen mit unterschiedlichen Fahrern durchführen. Sicherlich ist das Fehlen der dynamischen Fahrzeugrückwirkung auf den Fahrer als nachteilig

anzusehen und von Fall zu Fall in der Bewertung der Versuchsergebnisse zu berücksichtigen.

### 3.3 Komponenten- und Systemtests

In der ersten Ausbaustufe des Prüfstands ist ein Lenksystem integriert [4]. Die Funktionen des gesamten Lenksystems mit den Schwerpunkten wie z. B.

- Lenkgefühl (Lenkmomentrückwirkung),
- Geradeauslaufverhalten,
- Rückstellverhalten (Selbstausrichtung der Lenkung),
- Stabilitätsverhalten (Schwingungsneigung)

lassen sich mit dem Prüfstand systematisch untersuchen.

In weiteren Ausbaustufen lassen sich weitere Fahrwerkkomponenten wie z. B. aktive Bremsen und aktive Fahrwerkkomponenten im Prüfstand integrieren. Diese Systeme sind untereinander vernetzbar und in ihrer gemeinsamen Funktion auf das Fahrzeugverhalten am Prüfstand untersuchbar. Insbesondere lassen sich Ausfallszenarien durchspielen und Strategien zur gegenseitigen Fehlerkompensation in Bezug auf das Fahrzeugverhalten bewerten.

### Danksagung

Der Aufbau des Lenkungsprüfstands wurde von der Fa. ZF-Lenk-systeme in Schwäbisch Gmünd unterstützt.

### Literatur

- [1] Kocsis, M., Leimbach K.-D., Meroth, A. , Integration eines Fahr-simulators in einen In-The-Loop-Prüfstand für die Entwicklung von Steer-by-Wire-Systemen.4. TecDay, Aschaffenburg April 2008
- [2] Knoop, M.; Leimbach, K.-D.; Verhagen, A.: Fahrwerksysteme im Reglerverbund; Tagung Fahrwerktechnik, HdT, Essen 1999.
- [3] Bertram, T.; Schröder, W.; Dominke, P.; Volkart, A.: CARTRONIC – ein Ordnungskonzept für die Steuerungs- und Regelsysteme in Kraftfahrzeugen. VDI-Berichte1374, S. 369–397, Düsseldorf 1997.
- [4] Leimbach, K-D, Cao, C.T., Einfluss künftiger Lenksysteme auf die Fahrdynamik: Haus der Technik, Tagung Fahrwerktechnik, 6.–7. Juni 2000 in Essen.

# Environment exploration for autonomous driving into parking lots

Fritz Tröster, Razvan Luca, Robert Gall

Heilbronn University, [troester@hs-heilbronn.de](mailto:troester@hs-heilbronn.de), [luca@hs-heilbronn.de](mailto:luca@hs-heilbronn.de), [rgall@hs-heilbronn.de](mailto:rgall@hs-heilbronn.de)

## Abstract

This paper is presenting a proceeding of registering and evaluating data of the environment using a laser scanner programmable in Embedded Matlab/Simulink Software, having the aim of real time navigation and path determination of a car like vehicle. We assume that laser scanners have the advantage of producing reliable data with well understood characteristics for map generation. The final goal of our project defines the capability of a fully autonomous vehicle to safely drive through the environment until reaching the standard parking lots and complete autonomous a parking procedure. By implementing evolutive algorithms we process data into lines representing edges of the surrounding objects and create a simplified feature based representation of the environment. Because of the dynamic evolution of the map, during the movement of the vehicle we are considering of merging and fitting the data by applying a shape correlation.

## 1 Introduction

Knowing the position of a mobile robot in an unknown environment represents a mixture of applied knowledge by analyzing data through sensors and algorithmic approaches. This knowledge is gained through collecting relevant information on the environment with sensors and by comparing of this data with the model of the world. This paper focuses on a method of computing a representation of the environment for Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) by driving a car like vehicle through an unknown parking environment with the aim of safe self parking on a standard parking lot while getting specific sensor information and planning the movement path.

The real time processing of the data is considered a main premise for the project. This is why data reduction becomes an important factor excluding any possible shape dissimilarities of the mapped area.

For the project infrastructure progress we defined three working layers. The first layer describes a simulated world sensed by simulated sensors. This layer becomes responsible for scenarios similar to the real world in which mapping and path planning algorithms are developed using Embedded Matlab/Simulink. Further the system is implemented and tested on a scaled vehicle. The second layer is based on the performances of the embedded systems which we have implemented as hardware infrastructure by using a PC-104 system and a sensor network.

The third layer represents the prototype of a real vehicle equipped with the necessary hardware and sensors able to complete parking procedures on standard parking lots.



### Prof. Dr. rer. nat. Fritz Tröster

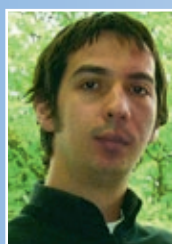
Professor im Studiengang Automotive Systems Engineering

Zu seinen Forschungsaktivitäten zählen FuE-Projekte wie „Autonomous Driving on Test Tracks“ und „Autonomous Parking on Parking Lots“, die er als Mitglied des Instituts für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik als Projektleiter bearbeitet.



### Dipl.-Ing. Robert Gall

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Heilbronn. Zu seinen Schwerpunkten gehören Entwicklungsmethoden für die Pfadplanung und Navigation mobiler Roboter sowie Hard- und Softwareintegration im Projekt „Autonomous Parking on Parking Lots“.



### Dipl.-Ing. Razvan Luca

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Heilbronn. Zu seinen Schwerpunkten gehören Entwicklungsmethoden für die Landkartenerstellung und Lokalisation mobiler Roboter, sowie Hard- und Softwareintegration im Projekt „Autonomous Parking on Parking Lots“.

(source: HHN/Tröster)

The representation of the environment is generated by acquiring data from a laser scanner. In our case the laser scanner represents a Sick LD 1000 sensor placed in the centre of the vehicles front capable of scanning 180 degrees ahead. The incremental map generation of the environment is the result of the data collecting and reducing algorithms, where object edges are defined and used in the further movement procedures.

## 2 RELATED WORK

A very used approach to fit geometric primitives to range data acquired with mobile vehicles is the extraction of lines and polylines. A convexity approach is used to build line models. Their approach considers the uncertainty in the measurements when clustering points into linear segments [1].

Another approach computes point clusters based on the minimum distance between consecutive points. Linear regression is applied to fit lines to these clusters and iteratively combine lines to a global map [2].

Several approaches apply the well-known iterative end-point fit or split and merge algorithm for fitting lines to scans.

A clustering strategy is used to associate measurements that arise from the same object. Then recursively subdivide these clusters to obtain subsets with good linear approximations [3]. Poly-lines extraction from range scans by exploiting the order of the individual beams given by the range scanner and applying a variant of iterative endpoint fit algorithm is described in [4]. A stochastic map approach is detailed as basic of introduction to autonomous mobile robots [5]. Furthermore a line extraction comparison is described in [6]. A method describing building segment based maps is used by [7]. Environmental maps have been advocated as a way to reduce the dimension of data structures storing the representation of the environment. Mapping becomes effective only when the number of line segments is kept as small as possible to avoid redundancy in data.

In the field of path planning and obstacle avoidance two solutions are proposed in [8] and [9]. The first is based on the mathematical theory of differential games. The second one, called "the elastic bands", was developed by Quinlan and Khatib and relies on repulsive potential field generation. More precisely, the road (the left and right side) and the obstacles are modeled on an elastic network which is composed of several nodes linked up with springs. The spring's stiffness is related to the desired path, which is the equilibrium position of the network in the absence of the obstacles [10], [11] and [12].

### 3 MAP BUILDING PROCEDURE

We provide a method for map building by considering the acquired scans the input for the system. Each scan consists of 360 points and covers the area in front of the vehicle by indexing a laser beam until reaching 180 degrees.

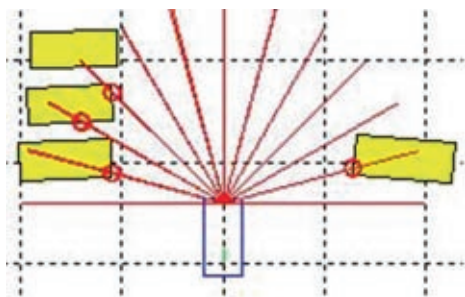


Figure 1: Laser beam sensing area (source: Matlab environment, Razvan Luca)

After reaching a number of  $n$  scans acquired, the system creates an array of intersection points which are sorted by rising angle. The array is structured as following:

$$DS1 = [n, x_1, y_1 \dots x_n, y_n] \tag{1}$$

While  $n$  represents the number of points generated from the sensor by scanning the environment, the sorted array becomes the input for the clustering module, which operates the points in clusters by applying evolutive algorithms.

The nearest neighbor method is used to proof the limits of the clusters. Each cluster begins new when the distance is greater than the one established by the parameter and is placed in a new line of a matrix. Figure 2 represents the flow of data from sensor until reaching the clustering. Obstacle edges are identified within the intersection points.

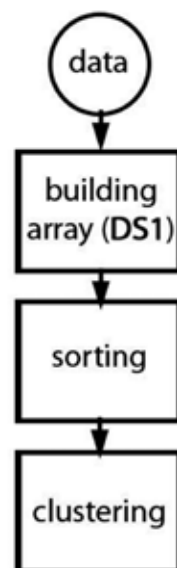


Figure 2: Obtaining the sorted DS1

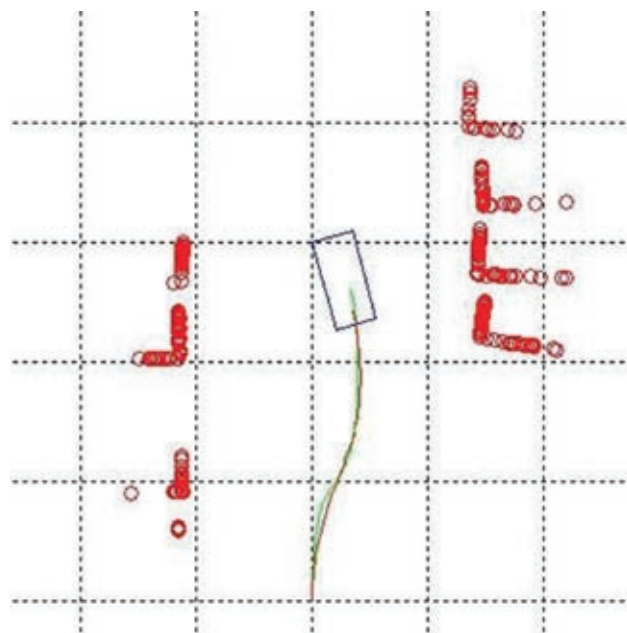


Figure 3: DS1 data representation (source: R. Luca)

Mapping becomes effective only when the number of segments is kept as small as possible.

Therefore the next module after clustering merges points into lines and poly-lines, each representing a separate cluster. Separate points representing a higher distance than the one defined in the algorithm represent separate clusters and are not unified to lines in this phase. The right order of joining points into lines and reducing the irrelevant mapping data becomes very important because of firstly reduced processing time and a correct shape construction.

Considering shape information obtained by a range sensor, scanning the same object from different position generates the effect of doubled data, which requires the merge and sorting before the line creation.



The reduction of data becomes consistent when clustering points into linear segments. Only the beginning and ending points of the segments are held for further processing of the map. This makes our approach applicable to scenarios in which the map is generated in real time. The defined structure of the map at this moment has the following data structure, each indexed row of the matrix defining a poly-line consisting on variable number of points indicated at the beginning of the poly-line as:

$$DS2 = [n1, x_{1r}, y_{1r}, \dots, x_{n1r}, y_{n1r}; n2, x_{1r}, y_{1r}, \dots, x_{n2r}, y_{n2r}, \dots] \quad (2)$$

Until reaching the final map structure data reduction is done in two steps. Firstly a clustering of the points and merging of them together into lines is done.

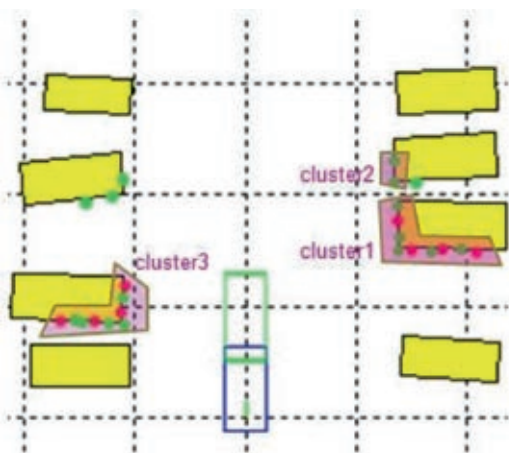


Figure 4: Theoretical cluster formation on obstacle edges (source: Matlab environment, R. Luca)

Because of the variable distances between clusters, points merge together in short segments, statement which has to be solved further in the implementation of the DCE (Discrete Contour Evolution) algorithm. We assume two conditions for the DCE algorithm implementation. Firstly the points are to be calculated by the nearest neighbor method and reduced by a linear regression. Secondly by connecting the relevant obtained points, following conditions are important for the line segment generation, where  $L1$  and  $L2$  are two different line lengths of segments and  $L12$  the reducing line.

$$L12 < L1 + L2 \quad (3)$$

A merging between the resulted lines is calculated. We assume that the orientation of the merged lines is having similar values. By merging line segments together we obtain a new data reduction similar to the first step.



Figure 5: Reducing DS1 to relevant data DS2

The final shape of the objects from the environment is to be generated after the reduction steps and line merging algorithms. Therefore a map manager is required to establish the shape of the objects and the representation of the environment. Figure 6 indicates the data reducing flow. The input for the map becomes DS2 after data reduction, while creating lines.

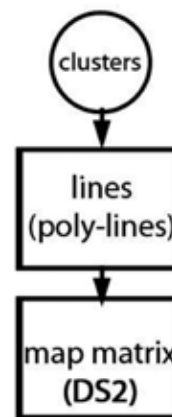


Figure 6: Reducing DS1 to relevant data DS2 (source: R. Luca)

The mapping completes the reduction algorithms and gets the reliable information of the environment. By reaching this point, a simplified graphical representation of data is obtained.



Figure 7: DS2 data representation reduced by lines. (source: Matlab environment, R. Luca)

For further processing of the localization an implementation of the vehicles odometry is required. Over time and motion, locating and mapping errors build cumulatively, grossly distorting the map and therefore the vehicles ability to determine its actual location and heading with sufficient accuracy is required. To compensate errors, recognizing features that has come across previously and re-skewing recent parts of the map to make sure the instances of that feature become one is required. A scan matching method assumes that generated lines can be compared and matched together within the map manager similar to the way of the data reduction.

Schematically, the problem of map building consists of the following steps:

- Sensing the environment of the vehicle at time  $t$  using onboard sensors;
- Processing of sensor data (feature based line extraction);
- Integration of the recently perceived observations at time  $t$  with the previously learned structure of the environment estimated at time  $t - 1$ .

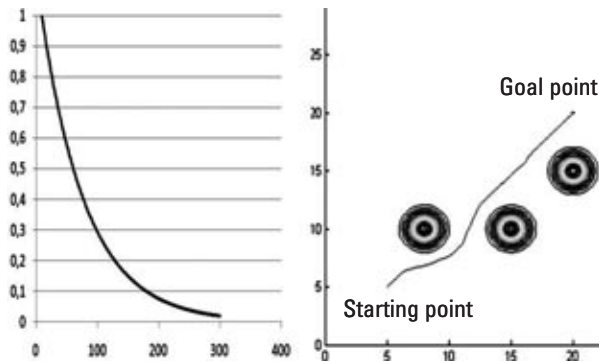
The final map as a representation of the environment is formed by lines which represent the input for the motion planning of the vehicle as a map matrix.

Herby we consider implementing based on the potential field theory a motion planner inside the system.

#### 4 PATH PLANNING ALGORITHM

Often when potential fields are used a minimum forms between two obstacles and the algorithm stops to correctly navigate the robot. Two of the most common occurrences include the robot infinitely spinning around its centre or turning around and heading in a direction close to that from which it came to the minimum location. Because the force vectors depend on the inverse of the distance squared the closer the robot is to the obstacles the larger their force vectors. However, the vector sum becomes too large and offsets the general direction of the robot to the target. Thus, to counteract that, the force vector is normalized to a constant magnitude that depends on a constant radius slightly larger than the robot's radius around the obstacles. To counteract the problem of the local minimum we propose some additional tools to the potential field.

The first idea is to model the environment as a zero-based plane. This means that if there are no obstacles we get a segmented region with a potential value of "0". The trajectory is then modeled based on clothoids or 3<sup>rd</sup> degree Bezier curves shown in the following section. When obstacles are inserted they have a value for the repulsive force starting at a maximum of "1" and ending at "0". These forces then interact with the previously defined path and modify it so that the car can go around the obstacle.



**Figure 8:** Variation of magnitude of the force with distance for a single obstacle instance (left). A snapshot of the simulation used for testing with tree obstacles (right). (source: Matlab environment, R. Luca)

In our research we have previously analyzed some path planning algorithms, considering the complexity and most of all the computation times needed by them. Especially for parking maneuvers it is important that a smooth path is set. In theory one of the best ways of defining these curve-like trajectories is in the form of *clothoids*. The curvature of clothoids splines varies linearly along its arc length and its equation can be expressed as:

$$\kappa = k \cdot s + \kappa_0 \tag{4}$$

Where  $\kappa$  is the curvature,  $s$  is the arc length,  $\kappa_0$  is the initial curvature and  $k$  a constant characterizing the shape of the clothoids. For a two dimensional world coordinate system  $(x, y)$ , clothoids can be defined parametrically in terms of Fresnel integrals as:

$$x = a \cdot C(t) \tag{5}$$

$$y = a \cdot S(t) \tag{6}$$

Where the scaling factor  $a > 0$  and  $t$  varies from  $0 \rightarrow \infty$ , and the Fresnel integrals,  $C(t)$  and  $S(t)$ , are:

$$C(t) = \int \cos(\pi \cdot u/2) du \tag{7}$$

$$S(t) = \int \sin(\pi \cdot u/2) du \tag{8}$$

The second possibility, which we find to be most suitable for our application is a Bezier curve based approach for the path planning. The boundary conditions required for defining the Bezier curve are compatible with the estimated initial state of the robotized vehicle. Cubic Bezier curves have been implemented in the path planner. This means that for the definition one needs four points: two are endpoints  $(x_0, y_0)$  is the origin endpoint  $(x_3, y_3)$  is the destination endpoint. The points  $(x_1, y_1)$  and  $(x_2, y_2)$  are control points. Two equations define the points on the curve. Both are evaluated for an arbitrary number of values of  $t$  between 0 and 1. One equation yields values for  $x$ , the other yields values for  $y$ . As increasing values for  $t$  are supplied to the equations, the point defined by  $x(t), y(t)$  moves from the origin to the destination. This is how the equations are defined:

$$x(t) = a_x t^3 + b_x t^2 + c_x t + x_0 \tag{9}$$

$$x_1 = x_0 + c_x / 3 \tag{10}$$

$$x_2 = x_1 + (c_x + b_x) / 3 \tag{11}$$

$$x_3 = x_0 + c_x + b_x + a_x \tag{12}$$

$$y(t) = a_y t^3 + b_y t^2 + c_y t + y_0 \tag{13}$$

$$y_1 = y_0 + c_y / 3 \tag{14}$$

$$y_2 = y_1 + (c_y + b_y) / 3 \tag{15}$$

$$y_3 = y_0 + c_y + b_y + a_y \tag{16}$$

Control points can be defined according to the complexity of the Bezier curves, for example by the desired velocity of the car while the base points are being represented by the position in the global coordinate system. In other terms the radius of curvature of the path at its end points is determined from the known terminal velocity constraint of autonomous car. The repulsive forces generated by the obstacles situated on the desired path of the robot are affecting the position of the start and goal

points changing the robots trajectory in a way that permits the avoidance of obstacles.

Figure 9 shows a basic potential field representation. The obstacles are highlighted (1) while the start and goal points are marked with (2) and (3). The trajectory computed by using the equations that define the potential field is also highlighted (4).

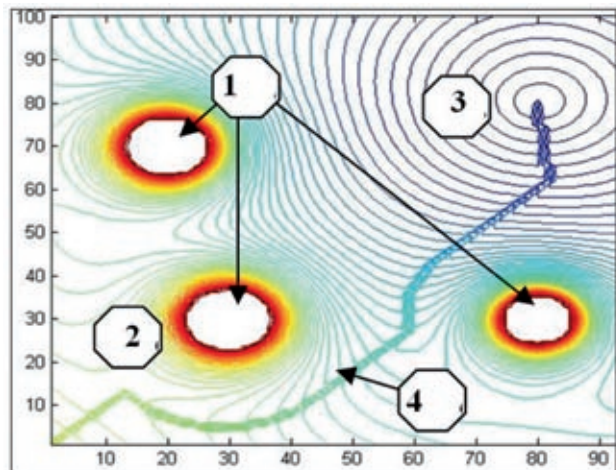


Figure 9: Computed trajectory by means of potential field method (source: Matlab environment, R. Luca)

One can see that this path is quite rugged so in order to get a smoother trajectory the parameters of the potential field function must be modified adequately. The next section shows how the potential field method is applied for our traffic scenario, inside a Matlab Simulink simulation. First, to get an idea of the parking lot scene, randomly parked cars with different dimensions are inserted in the simulation. We have tested a scenario for a complex parking lot, the results for the definition of the desired Bezier path, the obstacle scanning and for the potential field construction are shown in the following figures.

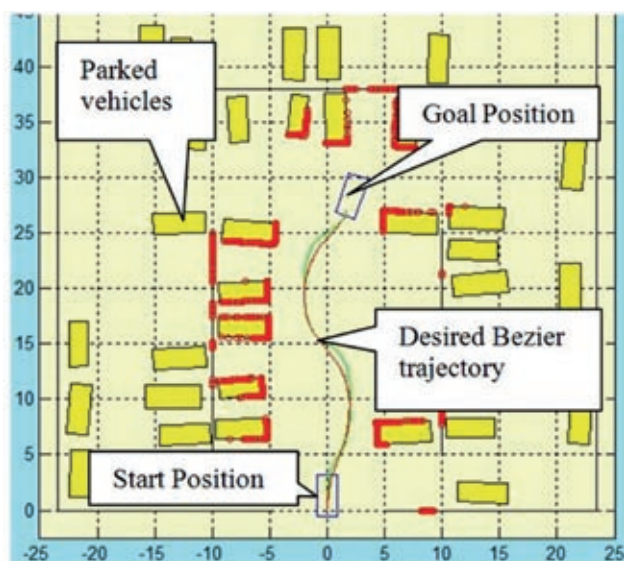


Figure 10: Complex parking lot scene simulation (source: Matlab environment, R. Luca)

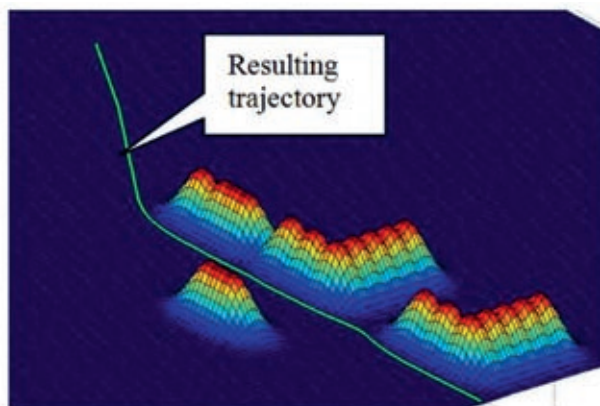


Figure 11: The process of building the potential field and choosing the optimal path around the obstacles (source: Matlab environment, R. Luca)

After the robot has detected a free parking spot, an intelligent system (that works at the moment only independently from the base modules) chooses an optimal parking procedure. For example in some cases the parallel parking is more suitable for the given situation, then a transversal parking.

## 5 CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

Based on an estimation of the vehicle's position in its map, the shape perceivable according to it is computed. To localize the robot and update its map, parts perceived by the sensor need to be matched against those extracted from the map.

The variety of perceivable shapes in a parking scenario yields a reliable matching.

The further landmarks applied on a potential field theory is meant to safely drive the vehicle to a parking lot.

The alternative implementation of the Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) algorithms is further important firstly for the real time data processing and for the path-planning module because of the use of the same data.

Different testing scenarios are to be compared and evaluated. At the same time, we are interested to construct a compact representation for an arbitrary environment by maintaining the parking lots characteristics.

Further we are looking to implement the algorithmic computation system on a real vehicle having a built in driving robot keeping the sensor infrastructure and the real time processing unit. By extending the sensor network with the embedded vision system we assume a rapid identification of the floor marked parking lots using specific edge detection algorithms.

## REFERENCES

- [1] J. L. Latecki and R. Lakamper, Identification Convexity Rule for Shape Decomposition Based on Discrete Contour Evolution. Computer Vision and Image Understanding, Academic Press vol. 73, 1999
- [2] J. Gonzales, A. Ollero and A. Reina, "Map building for a mobile robot equipped with a 2d Laser rangefinder", IEEE International Conference on Robotics and Automation. ICRA Proceedings, 1994

- [3] P. MacKenzie and G. Dudek, "Precise positioning using model-based maps", IEEE International Conference on Robotics and Automation. ICRA Proceedings, 1994
- [4] H. Gonzalez-Banos and J.-C. Latombe, "Robot navigation for automatic model construction using safe regions. IEEE International Conference on Robotics and Automation. Kluwer Academic Publishers, 2000
- [5] R. Siegwart and I.R. Nourbakhsh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, The MIT Press. Massachusetts, 2004
- [6] V. Nguyen, A. Martinelli, N. Tomatis and R. Siegwart, "A Comparison of Line Extraction Algorithms using 2D Laser Rangefinder for indoor mobile Robotics", Conference on Intelligent Robots and System. Kluwer Academic Publishers, 2005
- [7] F. Amigoni, G. Fontana, F. Garigiola, "A Method for Building Small-Size Segment-Based Maps", Conference on Distributed Autonomous Robotic Systems. Springerlink, 2006
- [8] T. Brandt, T. Sattel, J. Wallaschek, "On automatic Collision Avoidance Systems, SAE, 2005".
- [9] K. Hrich, "Optimization of Emergency Trajectories of Autonomous Vehicles with Respect to Linear Vehicles Dynamic", IEEE/ASME 2005 International Conference on Advance Intelligent Mechatronics California SUA 2005.
- [10] C. Pozna, F. Troester, "The inverse cinematic of the ACC mobile robot, Proceedings of the ninth IFTOMM international symposium on theory of machines and mechanisms", (vol. I, pp 358-366) Bucharest, 2005
- [11] F. Troester F, C. Pozna, "The ACC Fahrautomat Project, Proceedings of the International Conference Robotica", Timisoara 2004
- [12] H. Sadoghi Yazdi, M. Lotfizad, M. Fathy, "Car Tracking by Quantised Input LMS, QX-LMS Algorithm in Traffic Scenes". IEE Proc. Vis. Image Signal Process 153, 37-45 (2006)



**Freiräume.  
Für Ihre Ideen.  
Für Ihr Engagement.**

**KOMET**<sup>®</sup>  
GROUP

**Wir bieten sie.**

- Praktikanten
- Abschlussarbeiten  
(Bachelor-, Diplom- und  
Masterarbeiten)
- Wirtschaftswissenschaftler  
und Ingenieure mit und ohne  
Berufserfahrung

**Unser Plus für Ihre Zukunft!**

Für Auskünfte steht Ihnen  
Frau Stefanie Schlosser  
unter Tel. **07143.373-464** bzw. E-Mail  
[bewerbungen@kometgroup.com](mailto:bewerbungen@kometgroup.com) gerne  
zur Verfügung.

Wir freuen uns auf Ihre aussagefähigen  
Bewerbungsunterlagen.

Die KOMET GROUP ist einer der  
führenden Komplettanbieter  
für Präzisionswerkzeuge. Unsere  
über 1500 Mitarbeiter weltweit  
verstehen sich als kreative Experten  
und Träger des technologischen  
Fortschritts und bieten unseren  
Kunden für alle Prozessstufen  
der Bearbeitung ein Plus zur  
wirtschaftlichen Fertigung durch  
maßgeschneiderte, innovative  
Lösungen.

KOMET GROUP GmbH  
Zeppelinstraße 3 · 74354 Besigheim  
[www.kometgroup.com](http://www.kometgroup.com)

TOOLS PLUS IDEAS

# On the development of an experimental car-like mobile robot

Fritz Tröster, Robert Gall, Razvan Luca

## Abstract

This paper is devoted to design and implement an intelligent scaled car-like mobile robot that possesses the capability of autonomous driving in an extra-road environment and fully autonomous parking on standard parking lots. The final goal is to design a robotized system that is able to process in real-time large amounts of sensor based data, to choose a collision free drivable trajectory thru detected obstacles and to wirelessly exchange information with a host PC.

## Keywords

autonomous car-like mobile robot; embedded control; fully autonomous parking; extra-road environment

## 1 Introduction

Recent advances in communication, solid state devices, embedded systems and battery technology have made small, low-cost car-like mobile vehicles a feasible solution for many applications in the scientific, civil and military sectors. In recent years many research groups across the world have focused on the issues pertaining to the development and implementation of Intelligent Highway Systems, Intelligent Parking Systems and Real Traffic Control Systems.

Central of these efforts is the development of the so called Smart Vehicles. The objective of this paper is to describe the design and implementation of a scaled (1:8) fully autonomous car-like vehicle that is used for the testing of new mapping and path planning algorithms in an unknown extra-road environment. In particular we describe a low weight, low cost complex mobile robot that is able to navigate across a previously unknown terrain, identify empty parking spots and make a fully autonomous parking procedure. The mechanical, sensorial, computing and communication modules as well as the software used for the implementation of the algorithms associated with the autopilot are described in detail.

A multitude of sensors have been implemented, such as laser scanners, ultrasonic sensors and video cameras to allow a complete scanning of the environment. The sensor data fusion and the processing of the algorithms are done on an embedded PC-104 unit, a powerful target PC equipped with multiple IO modules, while the software used for this is based on the MATLAB xPC toolbox. The host-target communication is wirelessly achieved so that raw data regarding the tested algorithms can be analyzed online.

The result is a system architecture (software and hardware) that can deal in fast and reliable ways with problems caused by the testing of different path-planning and SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) algorithms in laboratory conditions.



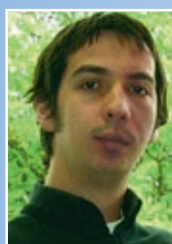
### Prof. Dr. rer. nat. Fritz Tröster

ist Professor im Studiengang Automotive Systems Engineering. Zu seinem Forschungsaktivitäten zählen FuE-Projekte wie „Autonomous Driving on Test Tracks“ und „Autonomous Parking on Parking Lots“, die er als Mitglied des Instituts für Kraftfahrzeugtechnik und Mechatronik als Projektleiter bearbeitet.



### Dipl.-Ing. Robert Gall

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Heilbronn. Zu seinen Schwerpunkten gehören Entwicklungsmethoden für die Pfadplanung und Navigation mobiler Roboter sowie Hard- und Softwareintegration im Projekt „Autonomous Parking on Parking Lots“.



### Dipl.-Ing. Razvan Luca

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule Heilbronn. Zu seinen Schwerpunkten gehören Entwicklungsmethoden für die Landkartenerstellung und Lokalisation mobiler Roboter, sowie Hard- und Softwareintegration im Projekt „Autonomous Parking on Parking Lots“.

(source: HHN/Tröster)

## 2 Motivation

New algorithms used in car-like mobile robot system development are very hard to test directly on full scaled vehicles. Especially the step between the simulated environment and the real world brings out the necessity to build a miniature robot that can be used in laboratory conditions, but still have the mechanical, computational and sensorial properties that the "real" system has. Our long-term focus is on the development of various intelligent subsystems for fully autonomous parking systems. The



Figure 1: The scaled 1:8 Robocar during the parallel parking procedure (source: R. Gall)

following sections discuss some of the drawbacks encountered in the designing process of such systems and present our solutions implemented to counteract them.

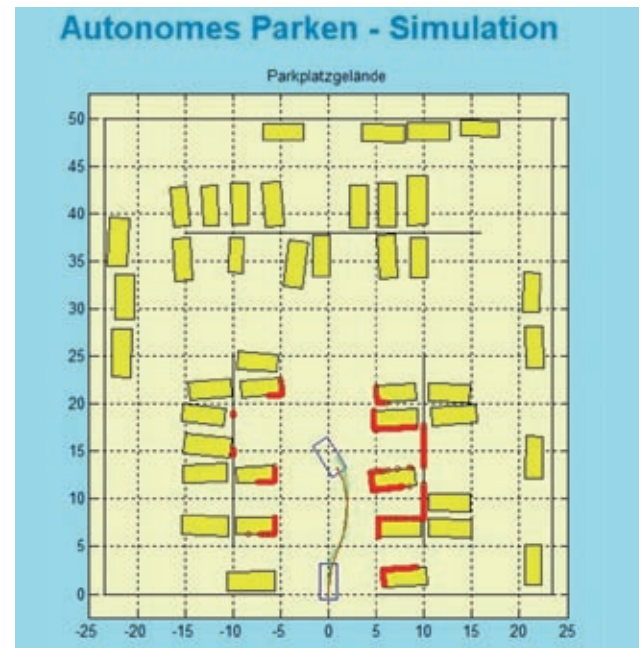
### 3 Related work

In order to understand the motivation for the development of autonomous car-like mobile systems we analyze related work. Due to the possibilities based on technical progress on one hand and the increasing demand for active and passive safety on the other hand, the quantity and quality of accessory systems for cars increased significantly over time (Gall, 2008), (Krödel, 2008). Some research centres, like the EPFL's Autonomous Systems Lab, have designed a system that can show fully autonomous navigation and 3D mapping in outdoor settings. Their full scaled mobile robot, constructed on the architecture of a standard Smart vehicle uses five distance laser sensors, three cameras, a differential GPS and an Inertial Measurement Unit (IMU) and four computers. Another interesting development is the MERLIN, developed at the Univ. of Würzburg and presented at the European Land Robotics Trial, a scaled 1:8 rover with semi-autonomous functions to handle rough terrain. The mobile robot can be easily used as a prototype for the implementation of SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) and path planning algorithms. In the field of path planning and obstacle avoidance two solutions are proposed in (Brandt, 2005) and (Hrich, 2005). The current research directions concerning the autonomous cars navigation include the car tracking (Sadoghi Yazdi et al. 2006), (Klein et al. 2008), vision based navigation (Giovannangeli and Gaussier 2008), (Kubota et al 2009), sensor fusion and parking (Shunguang et al 2008), safety assessment (Althoff et al 2007), quasi optimal path generations (Laszka et al 2009), the use of topological primitives (Rawlinson and Jarvis 2008), sliding mode and fuzzy logic control (Shahmaleki and Mahzoon 2008), (Hwang et al 2009), etc. For example, an intelligent subsystem of such a vehicle can estimate the drivers' intended actions from how the steering wheel is controlled, how the accelerator pedal is pressed or by comparing patterns of the control input with pre-stored action models of the driver. A good overview on those research directions dedicated to mobile robots has been done in (Bensalem et al 2009). A considerable amount of literature in teleoperation also emphasizes the usefulness of the so called "mediated teleoperation" where a virtual environment and predictive display serves as a mediated human-computer interface between the varying time scales of interaction between the human user and the complex machinery (Paul, 1992). In recent years, interest in bilateral telemanipulation has also led to an active discussion and examination of issues pertaining stability, scaling, similarity and invariance (Goldfarb, 1999). Hence, in our work, we wish to similarly develop a framework and design and build a test-ground that allows the examination of many of these issues.

### 4 Hardware-in-the-loop

Simulation based real traffic scenarios studies are actually a first step in the development of intelligent mobile robots. One can extract information about how the implemented algorithms are working and if optimization is needed. However, the usefulness of such a virtual environment is limited by the level of precision/

fidelity/accuracy of the simulated model.



**Figure 2:** The simulated parking lot with real traffic scenario. (source: R. Gall)



**Figure 3:** The full scaled A Klasse driving robot with the DGPS station. (source: R. Gall)

A lot of physical factors such as friction, contact etc. cannot be always implemented with the needed accuracy. For the simulation the delimitation of the environment includes the following scenario: on a randomly configured parking lot with a previously unknown number of parked vehicles, a virtual car needs to drive through according to the pre-planned path and identify empty parking spots. Hence, we have developed a scaled mobile robot that comes between the virtual and the real world, a robot that can be used in laboratory conditions for testing. In this way we can overcome the limitations of the virtual system, that include critical factors such as: the modeling skills of the designer, the selection of suitable effects to model, coupling between various mechanical parts and most often real time computing capacity of the system.

## 5 System overview

For a better understanding of the system architecture first we show a summary description of the tasks that the car has to accomplish. The delimitation of the environment includes the following scenario: on a randomly configured parking lot with a previously unknown number of parked vehicles, a scaled car needs to drive through according to the pre-planned path and identify empty parking spots. Following this idea we have created a strategy that eases up the developing process of the systems. Basically we work in parallel on 3 levels: **simulation** of real time traffic scenarios (Matlab Simulink), implementation of algorithms on a scaled **model vehicle** (Robocar) and finally the testing of the programs on the **real automobile** (A Class Mercedes). The following table shows how the system architecture for the Robocar is designed from the hardware point of view. Each of these elements will be discussed in greater detail in the next sections.

Hardware description	Specifications
Advantech PC104 CPU Module	Main board PCM-3380 Embedded Intel Pentium M 1.4 GHz
SD Card Module	8 Gb
Power Supply Unit	PCM 3910 Advantech 10 to 24 V output
PCI to ISA Board	PCM 3117 Advantech
IO Board (Analog)	IO 526 Sensoray (Sensors) AD/DA/Encoder Input
PWM Signal Unit	DM 6804 RTD (Servomotors)
DLink Wireless Router	DWL G810 Wireless Access Point Router

For the mechanical platform, we have chosen to use a 1:8 scale Matrix Arena TR car, remote controlled by a six channel joystick handheld controller. This scaled vehicle is rugged enough for outdoor tests while the mechanical characteristics are good enough to fit the real vehicle's dynamical performances. The maneuverability of the Robocar is extremely precise so it is a perfect candidate for the testing of parking procedures. Some of the changes and optimizations that we made were changing the springs to have a better load capacity and integrating a bigger electromotor that can support the mechanical stress of the vehicle. A comparison between the original and the tuned vehicle can be seen in figure 4.



Figure 4: A comparison between the original scaled vehicle and the robocar. (source: R. Gall)

### 5.1 Main Processor and I/O Boards

The primary processor that we have chosen for our embedded system is a PC/104 based unit consisting of a 1.4 GHz Advantech CPU module, with power unit, ethernet and various I/O interface modules. Because we have chosen PC/104 architecture, the final system has so called tower architecture and is very compact. In this project new commercially available automatic code generation tools such as the Real Time Workshop and xPC Target were used to allow a faster controller design and implementation of the algorithms on the embedded hardware. The components have been selected in order to be compatible with the xPC toolbox. The following figure describes the PCM mainboard with the power supply unit.

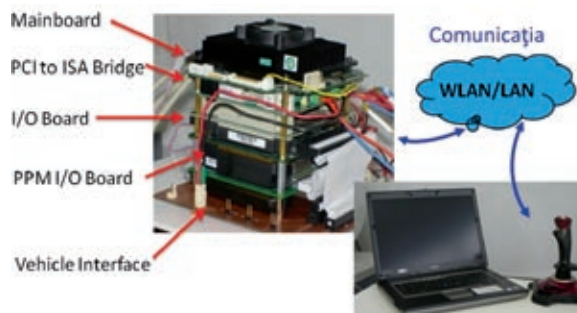


Figure 5: Advantech PCM-3380 Module (source: R. Gall)

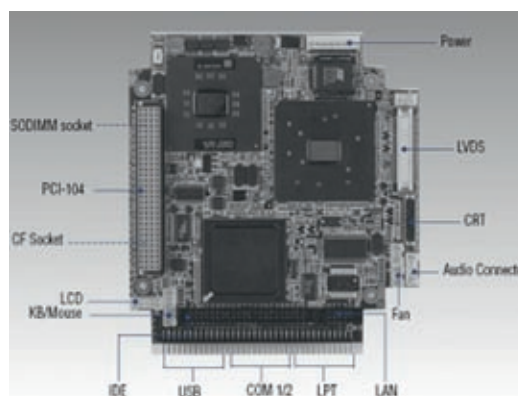


Figure 6: Advantech PCM-3380 Mainboard (source: Advantech Corp.)



Figure 7: Advantech Power supply and PCI to ISA boards (source: Advantech Corp.)

For the steering and driving actuators we implemented Hitec servomotors and Maxon EC-Motors, which are very suitable for our application due to the high power and low relative consumption. These components are controlled by a PWM signal delivered via the DM 6804 board. The architecture of the controller-actuator unit is presented in figure 8.

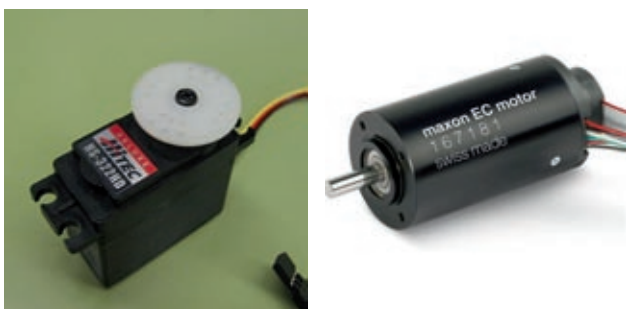


Figure 8: RTD PWM board and actuators (source: R. Gall)

### 5.2 Integrated Sensors

Because the main goal of our intelligent system is to identify free parking spots and make a safe parking procedure, the obstacle identification and avoidance is a key component. This means that the objects positioned in the surrounding of the vehicle must be immediately detected to allow the path planning component extra time to decide on the trajectory that the robot must follow. We have chosen the following sensors to be a part of the sensorial module: laser scanners, radar, ultrasonic, infrared and video sensors. Figure 9 shows how these sensors are sensing the surrounding of the vehicle and how the sensing area of each sensor looks like.

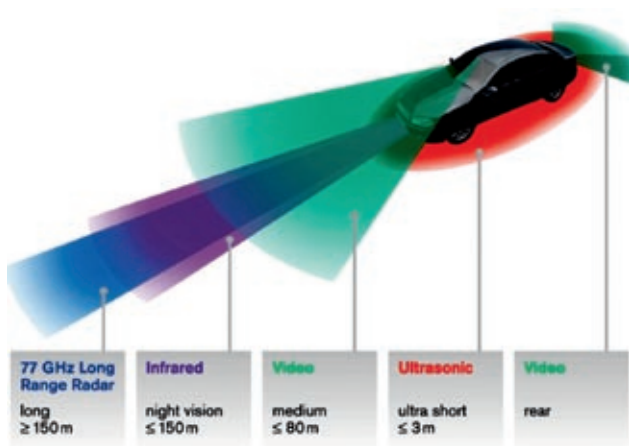


Figure 9: Dimension of the sensing area for each sensor type (source: R. Gall)

The laser scanner is a SICK LMS 1000 and is used with a tunable scanning increment that ranges between  $1^\circ$  and  $15^\circ$ , depending on the needed precision, the rotating frequency is 15 Hz while the communication type is CAN. The laser scanner is detecting obstacles situated at distances between 50 mm and 20 m. The ultrasonic sensors, Mircosonic zws-70 and zws-15 can measure distances between 120-700 mm and 20-250 mm. These sensors are positioned in the front, back and on the sides of the mobile robot. These sensors are used especially for the detection of obstacles situated near the vehicle, the maximum distance to the object being 700 mm. For the vision system a double camera system has been integrated. The cameras, Ikegami ICD-505P are capable of high quality color video acquisition. The video processing system also integrates a Texas Instruments DSP board, DM642 EVM. A detailed description of the sensor placement is shown in the following figure.



Figure 10: The Texas Instruments board and Blackhawk JTAG Emulator. (source: R. Gall)

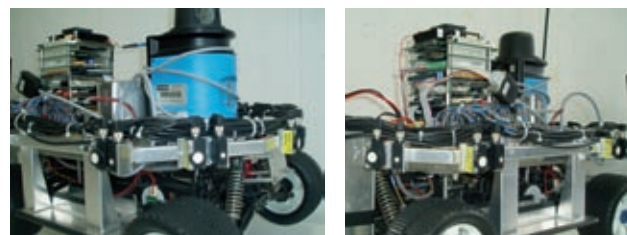


Figure 11: Ultrasonic sensor arrangement. (source: R. Gall)

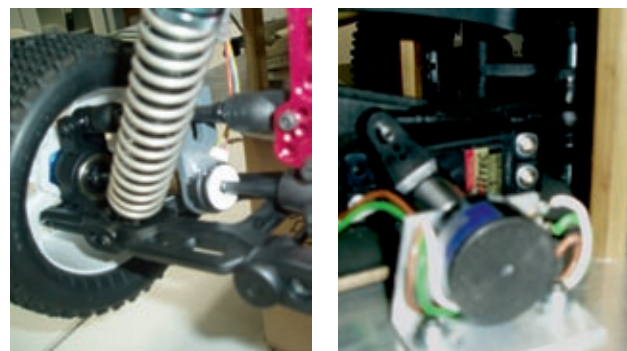


Figure 12: A view on the modules responsible with the odometer data. (source: R. Gall)



For the odometer data we have integrated a pair of incremental sensors placed on the back ax of the vehicle, with 1200 pulses per revolution, and an analogue sensor for angle of direction. The two sensor modules are attached to the I/O boards of the xPC tower; a Matlab based model is used to compute the raw data.

### System Operation

In a user specified hierarchical decomposition of tasks, the Advantech main computer works independently of all other processing units. In this way the programmer can develop a real time embedded system and can decide on where and when to allocate the computing intensive tasks. For example in the case of reducing laser scanner points for the solving of the SLAM problem, which is a computationally intensive task, one can use either the Texas Instruments DSP board (optimized for large matrix operations) or the Advantech CPU. The multiple processors in this system operate independently but share data and synchronization information via the ethernet connection (a DLINK 1 GB/sec switch).

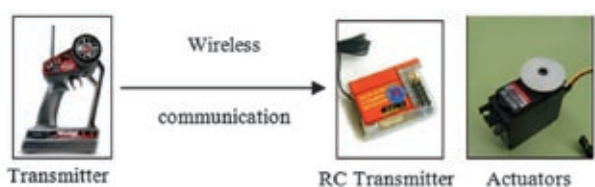


Figure 13: Standard configuration for the control of the RC car. (source: R. Gall)

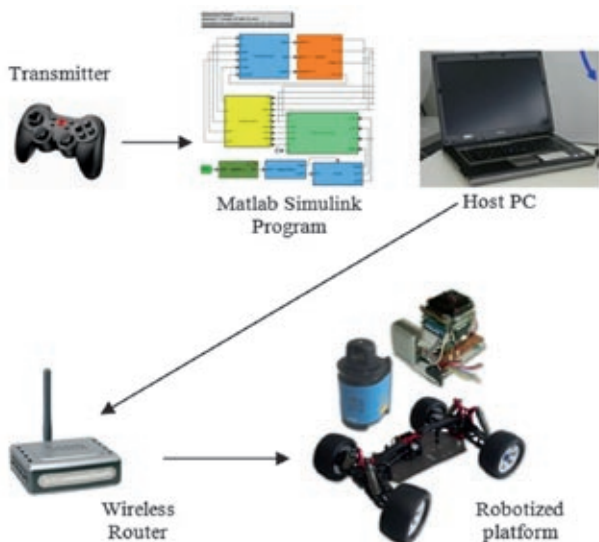


Figure 14: Configuration of the enhanced system. (source: R. Gall)

The command of the robotized vehicle is done by various methods. The user can operate the vehicle directly via a wireless joystick, a joystick attached to the host laptop or by using a virtual control module from the GUI. Also it is possible to allow the vehicle full autonomous behavior, when making the parking procedure.

Figure 14 demonstrates the first stage of mediation of the enhanced system control. The transmitter, a wireless Logitech gamepad, is sending the desired commands to a host laptop computer where this data is first interpreted by a Matlab Simulink program. The data is then sent via a wireless router to the target xPC and the necessary actions are taken.

Another way to operate the system is to give it full autonomy. This means that the operator only gives a universal command, for example "find a parking spot" or "navigate". The robotized vehicle then navigates by its own, makes the obstacle detection and avoidance, and when a free parking spot has been identified, it prompts the operator for the next action. For this we have designed a GUI presented in figure 15.

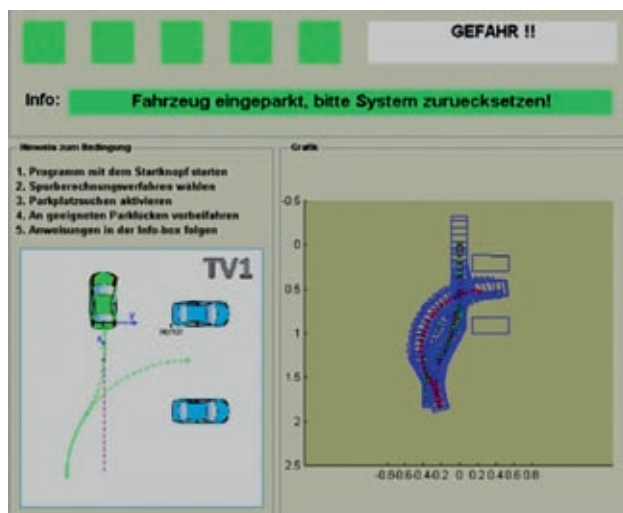


Figure 15: The GUI for the parking procedure control. (source: R. Gall)

Preliminary results show the capabilities of the embedded processing unit. In the implementation of the first prototype the main goal was to develop a so called proof-of-concept system. This means that the overall architecture can be validated on the base of the delivered results, for the different cases of parking, or for the detection of objects and response time to commands. The following image shows the results of a parallel parking procedure, simulation and real vehicle.



Figure 16: Simulation (left) and real vehicel parallel parking. (source: R. Gall)

## Conclusions and future work

This paper presents only partial results of the research. The aim was to present a strategy for designing autonomous systems that can perform a fully automated parking in real traffic conditions. At the actual state of this project only part of the parking procedure can be done on different levels (simulation, model vehicle and real automobile). This means that the real robotized car can perform separately the following procedures:

- Follow a predefined trajectory in fully autonomous mode
- Identify a parking spot and make semiautonomous parking
- Scan the environment and identify the contour of the surrounding by means of laser, ultrasonic, radar and video sensors

For the near future we are planning to improve the SLAM, integrate obstacle avoidance into the path planning strategies and fuse all of these modules into the system.

## References

- [1] Althoff, M., Stursberg, O., Buss, M.: Safety Assessment of Autonomous Cars Using Verification Techniques. In: Proceedings of 2007 American Control Conference, pp. 4154–4159 (2007)
- [2] Brandt, T., Sattel, T. Wallaschek, J. (2005); On automatic Collision Avoidance Systems, SAE, 2005.
- [3] Bensalem, S., Gallien, M., Ingrand, F., et al.: Designing Autonomous Robots. IEEE Robot. Autom. Mag. 16, 67–77 (2009)
- [4] Besl P. and McKay, N.A Method for Registration of 3-D-Shapes, Trans. PAMI, Vol. 14, No. 2, 1992.
- [5] Gall R., Troester F., Mogan Gh. (2008); Research upon the development in the field of Autonomous vehicles, Proceedings of the 4th International Conference Robotics'08, (vol. II, pp 673-678), Brasov, 2008
- [6] Giovannangeli, C., Gaussier, P.: Autonomous Vision-based Navigation: Goal oriented Action Planning by Transient States Prediction, Cognitive Map Building, and Sensory-Motor Learning. In: Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 676–683 (2008)
- [7] M. Goldfarb (1999); Similarity and Invariance in Scaled Bilateral Telemanipulation. ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol. 121, no1, pp. 79–87
- [8] Hrich, K. (2005); Optimization of Emergency Trajectories of Autonomous Vehicles with Respect to Linear Vehicles Dynamic, IEEE/ASME 2005 International Conference on Advance Intelligent Mechatronics California SUA 2005.
- [9] Hwang, C.L., Wu, H.M., Shih, C.L.: Fuzzy Sliding-Mode Under-actuated Control for Autonomous Dynamic Balance of an Electrical Bicycle. IEEE Trans. Control Syst. Technol. 17, 658–670 (2009)
- [10] Klein, J., Lecomte, C., Miche, P.: Preceding Car Tracking Using Belief Functions and a Particle Filter. In: Proceedings of 19th International Conference on Pattern Recognition, vol. 4 (2008) doi:10.1109/ICPR.2008.4761008:4
- [11] Krödel M. (2008); Towards a Learning Autonomous Driver System, Available from: <http://www.netcologne.de>, Accessed: 2009-01-20
- [12] Kubota, T., Hasimoto, T., Kawaguchi, J., et al.: Vision-based Navigation by Landmark for Robotic Explorer. In: Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, pp. 1170–1175 (2009)
- [13] Lamon P., Kolski S., Triebel R., Siegwart R., Burgard W. (2006); The SmartTer for ELROB 2006 – A Vehicle for Fully Autonomous Navigation and Mapping in Outdoor Environments, Available from: <http://www.smart-team.ch>, Accessed: 2009-01-20
- [14] Laszka, A., Várkonyi Kóczy, A.R., Pék, G., Várlaki, P.: Universal Autonomous Robot Navigation Using Quasi Optimal Path Generation. In: Proceedings of 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents, pp. 458–463 (2009)
- [15] R. Paul, J. Funda (1992) "Teleprogramming Toward Delay-Invariant Remote Manipulation". Presence, Vol. 1, No. 1.
- [16] Pozna C., Troester F. (2005); The inverse cinematic of the ACC mobile robot, Proceedings of the ninth IFTOMM international symposium on theory of machines and mechanisms, (vol. I, pp 358-366) Bucharest, 2005
- [17] Rawlinson, D., Jarvis, R.: Ways to Tell Robots Where to Go – Directing Autonomous Robots Using Topological Instructions. IEEE Robot Autom. Mag. 15, 27–36 (2008)
- [18] Troester F., Pozna C. (2004); The ACC Fahrautomat Project, Proceedings of the International Conference Robotica, Timisoara 2004
- [19] Sadoghi Yazdi, H., Lotfizad, M., Fathy, M.: Car Tracking by Quantised Input LMS, QX-LMS Algorithm in Traffic Scenes. IEE Proc. Vis. Image Signal Process 153, 37–45 (2006)
- [20] Shahmaleki, P., Mahzoon, M.: Designing a Hierarchical Fuzzy Controller for Backing-up a Four Wheel Autonomous Robot. In: Proceedings of 2008 American Control Conference, pp. 4893–4897 (2009)
- [21] Shunguang, W., Decker, S., Chang, P., et al.: Collision Sensing by Stereo Vision and Radar Sensor Fusion. In: Proceedings of 2008 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 404–409 (2008)
- [22] Zeiger F., Schilling K. (2008); Design of an User Interface for the Coordination of a Group of Mobile Robots, The 17th International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Munich (Germany), 2008

# Umformverhalten von kupferbasierten Steckverbinderwerkstoffen – Praxis und Simulation

## Formability of copper based connector materials – praxis and simulation

Dirk Ringhand, Hochschule Heilbronn

Hans-Achim Kuhn, Andrea Käufler, Marcin Wojcicki,  
Wieland-Werke Ulm-AG

### Kurzfassung

Die Auswirkung verschiedener gebräuchlicher 90°-Biege-Gesenke und Biegemethoden wie V-Gesenk, Roller-Bend-Test (RBT) und W-Gesenk auf das Umformvermögen von Bändern des ausscheidungsgehärteten Hochleistungs-Werkstoffs C70350 werden diskutiert. Berechnungen der Hauptspannungen und Vergleichsformänderungen sind Grundlage für eine plasto-mechanische Betrachtungsweise der Unterschiede. Das Formbiegen mit Streckziehen und Umlenkgang (W-Gesenk) verursacht im Scheitel der Biegekante signifikante Abweichungen zum Formbiegen im V-Gesenk oder dem Roller-Bend-Test (RBT). Verfahrensbedingte Unterschiede in der Topografie der Biegekanten werden mit dem REM und Lichtmikroskop dargestellt. Die mit unterschiedlichen Gesenkformen ausgeführten rechtwinkligen Biegekanten können das Umformvermögen der Werkstoffe nicht ausreichend beschreiben. Der hydraulische Tiefungsversuch erlaubt vergleichsweise höhere Umformgrade. Am Beispiel eines Demonstrator-Bauteils wird gezeigt, dass einfache Biegeexperimente nur eingeschränkt eine Übertragung auf reale Fertigungsverfahren zulassen.

### Abstract

The effect of different common 90° die-bending tests like V-die test, Roller-Bend-Test and W-die test on the formability of strip materials made of C70350, a precipitation hardened high-performance copper alloy, is discussed. Calculations of principal stresses and effective strains are the basis for the plasto-mechanical consideration of differences between the bending methods. Form bending with stretch forming and turn around tension (W-die) causes in the vertex of the bending edge significant deviations in comparison to V-die or Roller-Bend-Test (RBT). Differences due to the bending method on the topography of the bending edges are examined via SEM and optical microscopy. The rectangular bending edges prepared by different die forms are not capable to describe the formability of the materials sufficiently. The hydraulic deep drawing test is able to provide higher strains. On the example of a demonstrator assembly (crimp part of a connector) it is shown that simple bending tests can only reproduce the real processes in a limited way.

## 1 Einleitung

Stanzen und Biegen bandförmiger Federwerkstoffe sind die wesentlichen Fertigungsschritte bei der Herstellung elektrome-



### Prof. Dr.-Ing. Dirk Ringhand MBA

ist an der Hochschule Heilbronn tätig und lehrt die Fächer Umformtechnik, Umformmaschinen sowie Technische Mechanik. Schwerpunkte seiner wissenschaftlichen Arbeiten sind die numerische Analyse von Umformprozessen sowie die Werkstofftechnik.



### Dr.-Ing. Hans-Achim Kuhn

leitet die Abteilung Halbzeugtechnologie und -weiterverarbeitung im Unternehmensbereich Metall der Wieland-Werke.



### Dr. rer. nat. Andrea Käufler, Physikerin,

ist als Projektleiterin im Bereich Zentrallabor und Entwicklung der Wieland-Werke für die Entwicklung von Bandwerkstoffen verantwortlich.



### Dipl.-Ing. Marcin Wojcicki

ist als Projektleiter im Bereich Zentrallabor und Entwicklung der Wieland-Werke für die Betreuung umformtechnischer Fragestellungen verantwortlich.

(source: Autoren)

chanischer Bauelemente wie z. B. kastenförmiger Steckverbinder und Relais. Das Biegeverhalten bandförmiger Probekörper wird mit verschiedenen Methoden getestet. Üblicherweise werden 90°-Biegungen und 180°-Faltungen durchgeführt. Typische Banddicken sind 0,1 bis 0,5 mm.

Rechtwinklige Biegekanten werden mit unterschiedlichen Methoden und Werkzeugen dargestellt [1]. Die Verfahren sind genormt [2], [3], [4]. Europäische Anbieter bandförmiger Halbzeuge prüfen Biegekanten vorzugsweise in einem V-förmigen Gesenk (engl. 90° V-Block-Test, VBT). Ein Würfel mit einem definierten Radius der Kante drückt mit oder ohne Unterlage ein Blech mit definierter Banddicke und Bandbreite in ein Gesenk. US-amerikanische Halbzeughersteller bevorzugen den Roller-Bend-Test (RBT). Das

Band wird mit einer Walze um eine rechtwinklige durch einen Radius definierte Kante gerollt. Japanische Anbieter verwenden ein W-förmiges Gesenk (W-Block-Test = WBT). Die bandförmige Probe wird hierbei in zwei rechtwinklige V-Gesenke gedrückt. Im Profil erscheint dieser zweimal gebogene Streifen wie ein „W“. Alle Prüfungen werden bei Raumtemperatur durchgeführt. Als Qualitätsmerkmal wird die Topografie des Scheitels der Biegekante festgelegt.

Die Topografie der Biegekanten hängt stets von

- den elasto-plastischen Eigenschaften des Werkstoffs,
- der Probengeometrie sowie
- der aufgeprägten Verformung,
- dem Spannungszustand,
- der Geometrie des Biegewerkzeugs und
- den Reibungsverhältnissen

ab.

Die Beurteilung der Kanten erfolgt visuell bei ca. 20facher Vergrößerung mit einem Stereomikroskop. Allmählich setzt sich bei Halbzeuglieferanten und Herstellern von Steckverbindern jedoch die objektive Beurteilung mit der Streifenlichtprojektion durch [5], [6]. Als Belastungsgröße wird der auf die Ausgangsbanddicke  $t_0$  normierte Biegeradius  $r$  verwendet. Als Merkmal für die Verarbeitbarkeit wird der minimale Biegeradius (MinBR) angegeben, bei dem die Biegekante noch rissfrei ist. Als Riss wird hierbei eine Materialtrennung im  $\mu\text{m}$ -Bereich verstanden, die makroskopisch oder mit geringer ( $\nu \leq 20$ ) Vergrößerung erkennbar ist. Die Oberfläche darf jedoch noch Falten einer Orangenhaut aufweisen. Das Versagen erfolgt üblicherweise in der Mitte des Scheitels. Die Vorgänge in der Umformzone, d. h. dem Bereich, in dem der Werkstoff plastisch verformt wird, werden durch den Spannungs- und Formänderungszustand gesteuert. Die Geometrie-verhältnisse sind hierbei entscheidend für den Spannungs- und Formänderungszustand im Mittenbereich der Probe. Bei einem Verhältnis  $w/t_0$  von Bandbreite zu Banddicke  $> 8$  bis  $10$  wird die Querverformung in Richtung der Biegekante behindert, sodass in der Probenmitte ein ebener Formänderungszustand in Verbindung mit einem dreiachsigen Spannungszustand auftritt. Bei vergleichsweise schmalen Proben kann die Querverwölbung der Probenaußenseite zu einer Entlastung der Probenmitte führen, sodass in diesem Fall näherungsweise ein dreiachsiger Verformungszustand in Verbindung mit einem ebenen Spannungszustand auftritt.

In Werkstoff-Datenblättern werden üblicherweise die minimalen Biegeradien für Geometrieverhältnisse  $w/t_0 > 8$  genannt, d. h. für den Fall der ebenen Dehnung. Im Zuge der Miniaturisierung von kastenförmigen Steckverbindern oder Relais gewinnen für die Beurteilung der Biegekantenqualität jedoch Stegbreitenverhältnisse  $w/t_0 < 8$  zunehmend an Bedeutung. Selten wird in Datenblättern jedoch über die Topografie der Biegekantenqualitäten für den Zustand der ebenen Spannung berichtet.

Der Materialfluss und der Spannungszustand bei Stanz-Biegeprozessen sind u. a. auch vom Beitrag des plastisch verformten Anteils des Werkstücks abhängig. Dieser ist in schmalen Stegen mit kleinen  $w/t_0$ -Verhältnissen größer als in breiteren Stegen gleicher Banddicke.

Unabhängig von diesen werkstoff- und fertigungsspezifischen Einflüssen ist die spezifische Art der Belastung durch die Prüfmethode genau zu beschreiben. Weiterverarbeiter von Bandwerkstoffen treffen in einem ersten Entscheidungsschritt die Vorauswahl geeigneter Werkstoffkandidaten wegen günstiger Aussagen der Datenblätter zum Umformvermögen [7]. Eine kritische Beurteilung setzt also eine Kenntnis der Auswirkungen der Biegemethode auf das Biegeergebnis voraus.

In dieser Arbeit werden das Formbiegen im V-Gesenk mit dem Abbiegen im RBT und dem Formbiegen mit Umlenkgang im W-Gesenk verglichen. Zusätzlich wird die Wirkung einer Unterlage auf die Ausbildung der Biegekante beim Biegen im V-Gesenk beschrieben.

## 2 Hochleistungs-Federwerkstoff CuNi<sub>1</sub>Co<sub>1</sub>Si (C70350)

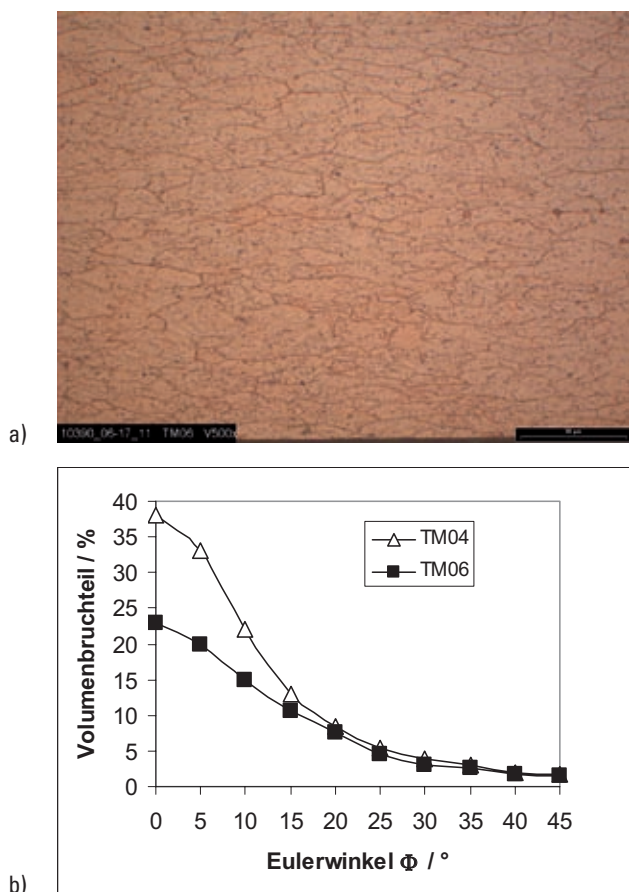
Am Beispiel des ausscheidungsgehärteten niedriglegierten Kupferwerkstoffs CuNi<sub>1</sub>Co<sub>1</sub>Si (UNS-Design. C70350) werden die 90°-Biegekanten in Abhängigkeit von der Biegemethode und dem für ebenen Spannungs- bzw. Dehnungszustand entscheidenden geometrischen Verhältnis Bandbreite zu Banddicke vorgestellt. Dieser Werkstoff wurde gemeinsam von den Wieland-Werken und der Fa. Olin Brass entwickelt. Gegenüber CuNi<sub>2</sub>Si (C7025) wurden gleichzeitig Leitfähigkeit und Festigkeit deutlich verbessert. Damit ermöglicht C70350 die Konstruktion miniaturisierter elektromechanischer Steckverbinder. Angeboten werden die Festigkeitszustände TM04 (hart) und TM06 (extrahart), vgl. Tabelle 1.

Mit ausscheidungsgehärteten Hochleistungswerkstoffen werden signifikante Steigerungen der mechanischen und elektrischen Eigenschaften erreicht [8]. Die Verarbeitung hochfester Zustände erfordert ein fundiertes Verständnis der Werkstoffeigenschaften und der Verarbeitungsvorgänge [9].

Zustand	Elektrische Leitfähigkeit in MS/m	E-Modul in GPa	R <sub>p0,2</sub> in MPa	R <sub>m</sub> in MPa
TM04	29	129	750 bis 850	770 bis 900
TM06	26	137	810 bis 920	840 bis 970

**Tabelle 1:** Elektrische Leitfähigkeit und Festigkeitswerte der Legierung C70350 (Wieland-K57)

Im Längsschliff erscheint das Gefüge mit längs verstreckten Körnern (Abb. 1 a). Die mittlere Korngröße in Längsrichtung wurde mit dem Linienschnittverfahren zu 30  $\mu\text{m}$  ermittelt. Das Verhältnis der Korndurchmesser in Längsrichtung zum Durchmesser in Richtung der Blechnormalen liegt bei ca. 4 zu 1. Bei einer Banddicke von 0,2 mm werden in der Blechnormalen durchschnittlich 30 Kristallite gezählt.



**Abb. 1:** Gefüge und Textur von C70350, Banddicke 0,2 mm, Zustand TM06: Verstrecktes Korngefüge mit Ausscheidungen (a), Volumenbruchteile der Würfellage ( $\phi = 0^\circ$ ) in Walzrichtung (b). (Quelle: Autoren)

Durch Glühungen im Temperaturbereich zwischen 400 und 500 °C werden in der kubisch-flächenzentrierten Kupfermatrix semikohärente Mischsilizide  $(\text{Cu, Ni, Co})_2\text{Si}$  mit der orthorhombischen Kristallstruktur oP12 ausgeschieden. Der Volumenbruchteil dieser festigkeitssteigernden Ausscheidungen liegt bei ca. 3 %.

Texturmessungen wurden mit einem Lücke-Goniometer durch das Institut für Metallphysik der RWTH Aachen durchgeführt. Die Verteilungsfunktionen der Orientierungen wurden aus (111)-, (200)-, (220)- und (311)-Polfiguren mit der Methode der Reihenentwicklung berechnet. Abb. 1b zeigt die ermittelten Volumenbruchteile der Haupttextur-Komponenten  $\{001\}\langle 100 \rangle$  ( $\phi = 0^\circ$ ) als Funktion des Eulerwinkels  $\phi$ . Mit 35 bis 40 Volumen % liegt der Anteil der Körner mit Würfellage im härtesten Zustand TM06 signifikant höher als im weicheren Zustand TM04. Die Unterschiede der Texturmessungen korrelieren mit den abweichenden Verarbeitungseigenschaften der betrachteten Werkstoffzustände. So lassen sich Proben aus dem Zustand TM04 nahezu scharfkantig biegen, während Bänder im Zustand TM06 deutlich schwieriger umzuformen sind.

## 2.1 Vergleichende Beschreibung der Biegeversuche

Das Ziel standardisierter Biegeversuche ist die vergleichende Bewertung der Umformeigenschaften von Bandwerkstoffen. Darüber hinaus werden die Ergebnisse von Biegeversuchen auch für die Auslegung von Umformverfahren verwendet.

Die bei der Biegeprüfung eingesetzten Verfahren sind in Abb. 2 dargestellt und zeichnen sich durch unterschiedliche Verfor-

mungs- und Spannungszustände aus. Beim V-Gesenk Biegen nach DIN ISO 7438 wird der Streifen durch den Stempel zunächst frei gebogen. Nachdem der Streifen sich an dem Gesenk angelegt hat, tritt eine Lokalisierung der Verformung im Scheitel der Probe auf. Weist das Biegegesenk eine mittige Nut auf, erfährt die Außenseite der Probe in diesem Abschnitt eine ungebundene Umformung, bei der eine mehr oder weniger ausgeprägte Aufrauung der Oberfläche (Orangenhaut) auftreten kann. Die Form der übrigen Probe wird durch den Spalt zwischen Stempel und Gesenk eindeutig determiniert. Zugspannungen können im Wesentlichen infolge der Reibung der Probenoberfläche an der Gesenkwand auftreten.

Beim Roller-Bend-Test erfolgt ein einseitiges Abwälzen der Rolle auf der einseitig fest eingespannten Biegeprobe. Der Biegeradius der Probe nimmt im Verlauf des Vorgangs kontinuierlich ab. Aufgrund der zum Probenschenkel vertikalen Krafteinleitung entstehen zwischen der Kontaktstelle zur Rolle und dem eingespannten Teil Zugspannungen in der Biegeprobe.

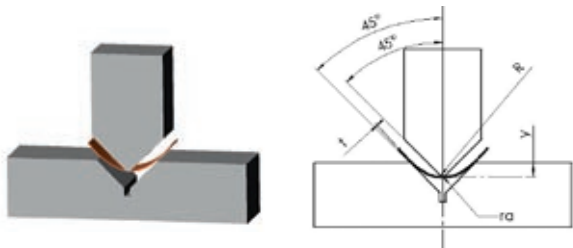
Im Unterschied zum Biegen im V-Gesenk liegt die Innenseite der Probe an der Abrundung des fest stehenden Stempels an. Der Umformvorgang ist jedoch zur Probenmitte asymmetrisch. Bei der Prüfung erfährt die Außenseite im abgebogenen Schenkel der Probe eine Überwälzung. An der Stelle, die bei der Auswertung analysiert wird, wird gleichzeitig die größte Normalspannung aufgebracht. Hierdurch werden der Spannungszustand und die Topografie der Biegeprobe beeinflusst. Nach dem Versuch erfolgt eine zweite Überwälzung der Biegekante beim Zurückfahren der Biegerolle.

Bei der Prüfung der Biegeproben im sogenannten W-Gesenk nach JIS H 3110 [4] wird die Probe durch zwei symmetrische Stempel in das fest stehende Gesenk geformt. Mit zunehmendem Weg des Stempels wird der Streifen auf beiden Seiten der mittleren Prüfspitze unter den Spitzen des Stempels durchgezogen. Hierbei erfährt die Probe eine zweifache Umlenkung, wodurch Zugspannungen im mittleren Prüfabschnitt erzeugt werden. Dieser Effekt wird in Form von Ziehsecken zur Steuerung des Materialflusses beim Tiefziehen genutzt, vgl. [10], [11]. Das Biegen im W-Gesenk lässt sich daher als Kombination von Formbiegen im Gesenk und Streckziehen einordnen. Bei ungleichen Reibbedingungen unterhalb der Spitzen des Stempels verläuft der Biegevorgang asymmetrisch.

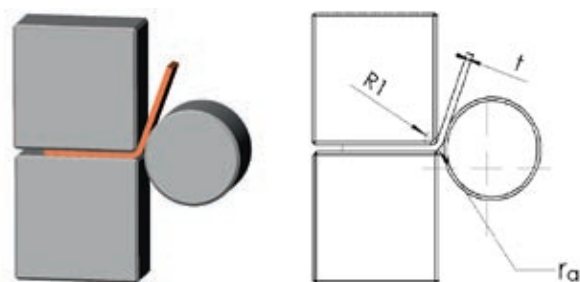
Das Versagen metallischer Werkstücke bei der plastischen Formgebung ist keine werkstoffspezifische Kenngröße, sondern kann abhängig von den Prozessbedingungen als Ergebnis des Systems Umformprozess angesehen werden [12]. Von besonderer Bedeutung für die erreichbaren Formänderungen ist hierbei der Spannungszustand bei mehrachsiger Beanspruchung. Für näherungsweise ebene Spannungszustände, wie sie bei Blechumformoperationen auftreten, wird die Abhängigkeit der Formgebungsgrenzen vom Umformprozess z. B. anhand des Grenzformänderungsdiagrammes bestimmt, vgl. [13].

Für die Vorhersage des Werkstoffversagens bei der Umformung hochfester Werkstoffe liefert jedoch auch das Modell des Grenzformänderungsdiagrammes keine befriedigenden Aussagen mehr, sodass die Notwendigkeit zu einer mikromechanisch basierten Schädigungsvorhersage besteht [14].

Formbiegen im V-Gesenk



Roller-Bend-Test (RBT)



Biegen im W-Gesenk

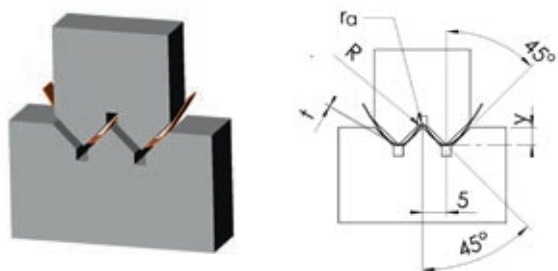


Abb. 2: Schematische Darstellung der Biegeprüfverfahren (Quelle: Autoren)

3 Darstellung der 90°-Biegekanten

Für den experimentellen Vergleich der Qualität der Biegekanten wurden Biegeversuche mit dem V-Gesenk und dem Roller-Bend-Test (RBT) durchgeführt. Die Biegekanten von Bändern mit 0,3 mm bzw. 0,32 mm Dicke und parallel zur Walzrichtung (Bad Way BW) gebogenen Bändern aus C70350 (CuCoNiSi) wurden mit 100-facher Vergrößerung entweder mit einem Rasterelektronenmikroskop (REM) (Modell Gemini GSM 952, Fa. Zeiss) oder mit einem für dreidimensionale Darstellungen geeigneten digitalen Lichtmikroskop (Modell VHX-600, Fa. Keyence) beurteilt.

3.1 REM-Untersuchungen

In Abb. 3 a bis f sind Biegekanten des Festigkeitszustands TM04 mit  $t_0 = 0,3 \text{ mm}$  für zwei Breiten zu Dicken-Verhältnissen  $w/t_0 = 2$  (ebener Spannungszustand) und  $w/t_0 = 33$  (ebener Dehnungszustand) dargestellt.

Scharfe Biegekanten (Abb. 3 a) sind beim Biegen im V-Gesenk mit kleinen Stegbreiten einstellbar. Die Rissufer der mit dem RBT geprüften Proben sind gegenüber den anderen Versuchen weiter geöffnet (Abb. 3 b). Für den ebenen Dehnungszustand werden auch mit dem V-Gesenk Risse in scharf gebogenen Kanten erzeugt (Abb. 3 c). Auch für dieses  $w/t_0$ -Verhältnis generiert RBT deutlich stärker ausgeprägte Risse (Abb. 3 d). Allerdings nimmt

die Rissneigung mit zunehmendem Biegeradius beim RBT stärker ab als beim V-Gesenk-Test, sodass die minimalen Biegeradien bei beiden Messverfahren ähnlich sind (Abb. 3 e und f).

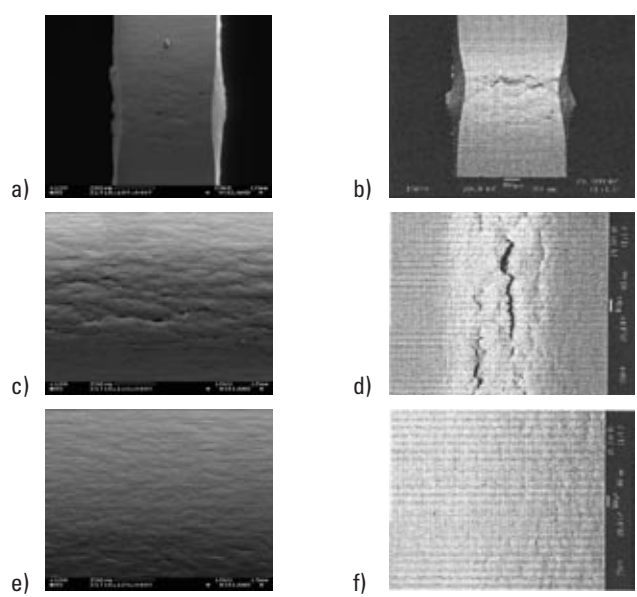


Abb. 3: REM – Abbildungen der 90° Biegekanten C70350 TM04, Banddicke 0,3 mm, Bad Way, (a und b)  $w/t_0 = 2$ , (c bis f)  $w/t_0 = 33$ :  
 (a) V-Gesenk,  $R/t_0 = 0$  (b) Roller-Bend-Test,  $R/t_0 = 0$   
 (c) V-Gesenk,  $R/t_0 = 0$  (d) Roller-Bend-Test,  $R/t_0 = 0$   
 (e) V-Gesenk,  $R/t_0 = 3$  (f) Roller-Bend-Test,  $R/t_0 = 3$   
 (Quelle: Autoren)

Die Abhängigkeit der Biegekantenqualität des extraharten Zustands TM06 von den geometrischen Bedingungen des Biegestreifens bei Biegung im V-Gesenk mit Biegekante in Walzrichtung (BW) veranschaulicht Abb. 4. Hier sind die noch akzeptablen Biegeradien bezogen auf die Banddicke, also  $MinBR/t_0$  in Abhängigkeit von der ausgelieferten Banddicke  $t_0$  und  $w/t_0$  dargestellt. Bei konstanter Banddicke nimmt  $MinBR/t_0$  mit zunehmender Stegbreite zu entsprechend dem Übergang vom ebenen Spannungszustand ( $w/t_0 < 8$ ) in den ebenen Dehnungszustand ( $w/t_0 > 8$ ). Auffallend ist der starke Einfluss der Banddicke auf den  $MinBR/t_0$  für  $w/t_0 > 8$ : während im ebenen Spannungszustand der  $MinBR/t_0$  nur leicht ansteigt mit zunehmender Banddicke, wird im ebenen Dehnungszustand eine starke Zunahme von  $MinBR/t_0$  mit zunehmender Banddicke beobachtet. Diese Abhängigkeit fehlt in den meisten Datenblättern. Hier ist es üblich, für jeden Festigkeitszustand nur einen  $MinBR/t_0$  für alle Banddicken anzugeben.

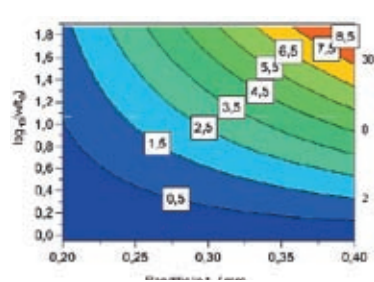
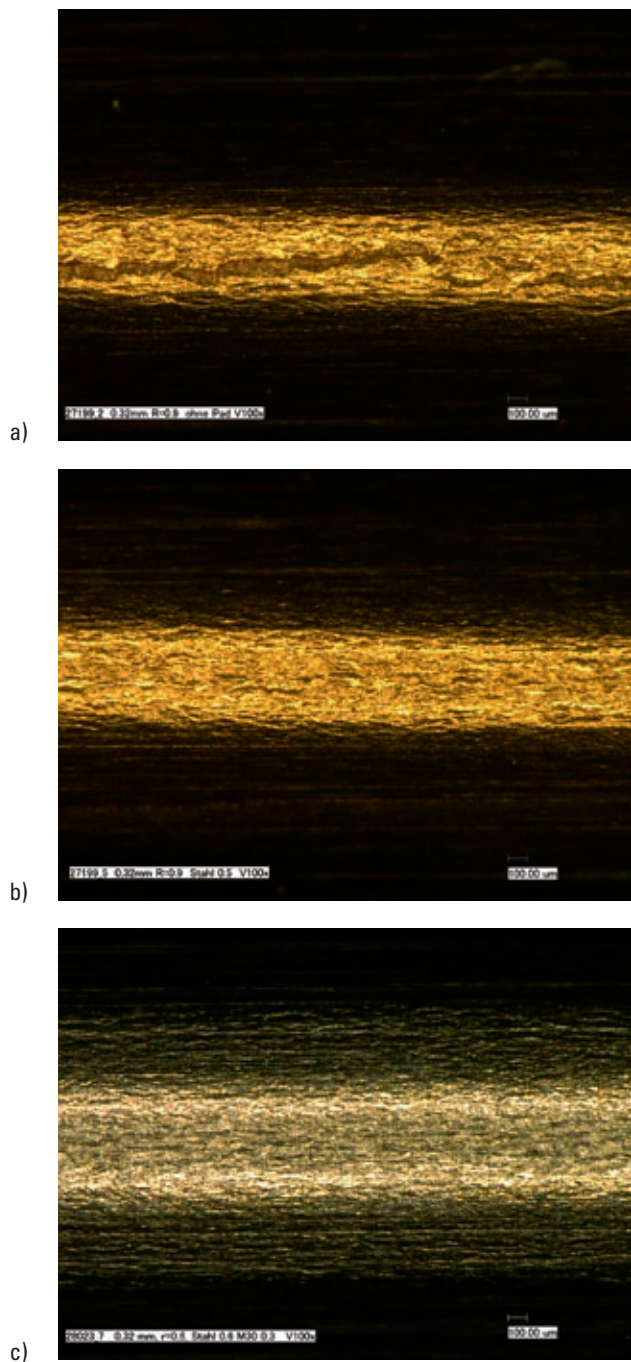


Abb. 4: C70350, Zustand TM06, gebogen im V-Gesenk mit Biegekante parallel zur Walzrichtung (BW):  $MinBR/t_0$  in Abhängigkeit der Banddicke  $t_0$  und des Stegbreiten zu Banddicken Verhältnisses  $w/t_0$ . (Quelle: Autoren)

Die Qualität der Biegekanten kann wesentlich verbessert werden, wenn die Proben im V-Gesenk mit einer stützenden bandförmigen Unterlage gebogen werden. Mit den Darstellungen in den Abb. 5 a bis c wird diese Wirkung beschrieben. Eine 0,2 mm starke PE-Folie ist zu weich, um Rissbildung zu vermeiden.

Ein Stahlband oder eine kombinierte Unterlage aus einem Stahl- und einem weichen Messingband erlauben dagegen den schwierig zu biegenden Festigkeitszustand TM06 im V-Gesenk rissfrei darzustellen (Abb. 5 b und c). Mit Unterlage wird eine freie Rauung unterbunden.



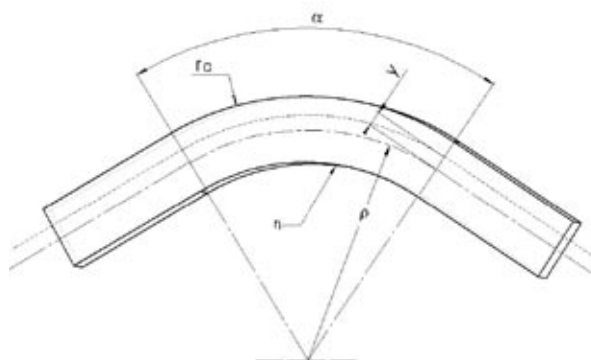
**Abb. 5:** Biegeuntersuchungen an C70350, Wieland-K57, 0,32 mm TM06,  $R = 0,9 \text{ mm}$  ( $R : t_0 = 2,8$ ) mit verschiedenen Unterlagen im V-Gesenk, Biegekanten parallel zur Walzrichtung: (a) ohne Unterlage, (b) mit 0,5 mm Stahlband, (c) mit 0,6 mm Stahlband und 0,3 mm CuZn30-Band. (Quelle: Autoren)

#### 4 Plastomechanische Betrachtung der Biegeverfahren

Bei den Biegeversuchen erfolgt eine bleibende, d. h. plastische Verformung der Probe. Diese Verformung steigt mit zunehmendem Weg des Biegestempels bzw. der Biegerolle an. Gleichzeitig ändert sich die Probengeometrie während des Umformvorgangs.

Bei der Auswertung der Biegeversuche wird die Höhe der Verformung aus den Geometrieverhältnissen von Banddicke und Radius des Biegestempels bestimmt. Als repräsentatives Maß für die Größe der Verformung wird üblicherweise das Verhältnis  $R/t_0$  von Anfangs-Probendicke  $t_0$  und der Abrundung  $R$  des Biegestempels verwendet. Hierbei wird vorausgesetzt, dass der Stempelradius an der Innenseite der Biegeprobe exakt abgebildet wird und die Banddicke unverändert bleibt. Die Betrachtung basiert auf der Annahme eines ebenen Spannungszustandes in der Probenmitte, einer gleichbleibenden Banddicke während des Versuches sowie der mittigen Lage der sogenannten „neutralen Faser“.

Mit zunehmender „Schärfe der Biegung“, d. h. steigendem Verhältnis von Banddicke  $t_0$  zu Biegeradius  $R$  sind die oben genannten Voraussetzungen jedoch nicht mehr erfüllt.



**Abb. 6:** Geometrieverhältnisse an Biegeproben

- $\alpha$ : Winkel (in Bogenmaß)
- $\rho$ : Biegeradius für Nulldurchgang der Formänderung (neutrale Faser)
- $y$ : radialer Abstand von der neutralen Faser
- $R$ : Radius des Biegestempels
- $t$ : Banddicke
- Index 0: Anfangsgeometrie
- Index 1: Geometrie nach Biegevorgang
- (Quelle: Autoren)

Bei der plastomechanischen Betrachtung werden dagegen die Änderungen der Dimensionen zur jeweiligen Abmessung ins Verhältnis gesetzt und die „wahre“ Dehnung (Hauptformänderung  $\varphi$ ) bestimmt.

Die Formänderung lässt sich im Gegensatz zur technischen Dehnung  $\epsilon$  als Summation inkrementeller Einzelschritte zu einer Gesamt-Formänderung beschreiben.

$$\varphi = \int d\varphi \quad (1)$$

Die Änderung der Geometrie während des Biegevorgangs lässt sich in differentieller Form gemäß der Definition der

Formänderung [13] anschreiben. Für die Umfangsformänderung  $\varphi_\theta$  gilt entsprechend:

$$\varphi_\theta = \frac{dl}{l} \quad (2)$$

Die unverformte Faser, d. h. die Stelle an der der Übergang von der Dehnung (Außenbereich) zur Stauchung (Innenbereich) erfolgt, fällt zu Beginn des elastischen Biegevorgangs mit der geometrischen Mitte der Probe ( $r = \rho$ ;  $y = 0$ ) zusammen, d. h.,  $d\varphi(\rho) = d\varphi(y = 0) = 0$ .

Mithilfe des Schichtmodells lässt sich die Verformung innerhalb der Biegeprobe für den ebenen Formänderungszustand in der Probenmitte als bogenförmige Krümmung einer Faser mit Ausgangslänge  $l_0$  zu einem Bogen mit Länge  $l$  über einem Radius  $r$  unter dem Winkel  $\alpha$  beschreiben.

$$l = r \cdot \alpha \quad (3)$$

Die differentielle Formänderung  $dl$  lässt sich als totales Differential der Bogenlänge  $l$  formulieren:

$$\frac{dl}{l} = \frac{d(r \cdot \alpha)}{r \cdot \alpha} = \frac{r \cdot d\alpha}{r \cdot \alpha} + \frac{\alpha \cdot dr}{r \cdot \alpha} \quad (4)$$

$$\varphi_\theta = \frac{dl}{l} = \int_{\alpha_0}^{\alpha_1} \frac{d\alpha}{\alpha} + \int_{r_0}^{r_1} \frac{dr}{r} \quad (5)$$

$$\varphi_\theta = \ln\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_0}\right) + \ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right) \quad (6)$$

Aus der Volumenkonstanz des betrachteten Streifens ergibt sich für das Verhältnis der Biegewinkel:

$$t_1 \cdot \alpha_1 \cdot r_m = t_0 \cdot \alpha_0 \cdot r_0 \quad (7)$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_0} = \frac{r_0 \cdot t_0}{r_m \cdot t_1} \quad (8)$$

mit  $r_m = \frac{1}{2}(r_i + r_a)$  als mittlerer Biegeradius in der Probe nach dem Biegen.

Eingesetzt in Gl. (6) ergibt sich für einen beliebigen Radius  $r$ , die Umfangsformänderung  $\varphi_\theta$  zu:

$$\varphi_\theta = \ln\left(\frac{r_0 \cdot t_0}{r_m \cdot t_1}\right) + \ln\left(\frac{r_1}{r_0}\right) = \ln\left(\frac{r_0 \cdot t_0}{r_m \cdot t_1}\right) + \ln\left(\frac{r_1}{r_m} \cdot \frac{r_m}{r_0}\right) \quad (9)$$

bzw.

$$\varphi_\theta = \ln\left(\frac{r_1}{r_m}\right) + \ln\left(\frac{t_0}{t_1}\right) = \ln\left(\frac{r_1}{r_m}\right) - \ln\left(\frac{t_1}{t_0}\right) \quad (10)$$

Bei den beschriebenen Biegeversuchen wird als Prüfmerkmal der Radius  $R$  des Biegestempels verwendet. Unter der Annahme,

dass der Innenradius  $r_i$  der Probe dem Stempelradius  $R$  entspricht, ergibt sich die Umfangsformänderung an der Außenseite der Probe zu:

$$\varphi_\theta(r_a) = \ln\left(1 + \frac{1}{2\frac{R}{t_1} + 1}\right) - \ln\left(\frac{t_1}{t_0}\right) \quad (11)$$

Aus obiger Gleichung lässt sich ablesen, dass die Umfangsformänderung sich aus einem Längsanteil und einem Dickenanteil zusammensetzt. Je größer der Unterschied zwischen Anfangs- und Enddicke wird, desto stärker wird der Längsanteil an der Umfangsdehnung. Bei der üblichen Betrachtung des Biegevorgangs wird die Dickenänderung jedoch vernachlässigt, der untere Grenzwert für scharfkantiges Biegen mit  $R=0$  und  $t_1 = t_0$  ist  $\varphi_\theta = 0,7$ . Der Umfangsanteil ist hierbei abhängig vom Radius. Zwischen der gedehnten Außenseite und der gestauchten Innenseite verläuft die sogenannte ungedehnte Faser. Aus der Volumenkonstanz lässt sich ableiten, dass eine Abnahme der Probendicke zu einer Verschiebung der ungedehnten Faser aus der geometrischen Mitte zum Innenradius hin erfolgt [15].

Mit zunehmender Verfestigung des Werkstoffes wandert die spannungsfreie „neutrale Faser“ zur Innenseite der Probe. Weiterhin ergibt sich für unterschiedliches Materialverhalten in Zug- und Druckrichtung eine Reduzierung der Probendicke im Scheitel nach der Biegung [16].

Für die Verarbeitung von Bandwerkstoffen zu Steckverbindern lassen sich die Umformprozesse in Abhängigkeit des Oberflächen- zu Volumen-Verhältnisses des umgeformten Bereiches zwischen Blech- und Massivumformung einordnen.

## 5 Finite-Elemente-Simulation

Der Einsatz der Finite-Elemente Simulation bei der Entwicklung von Steckverbindern erfolgt im Wesentlichen zur Analyse der mechanischen und elektrischen Eigenschaften des bereits hergestellten Bauteils. Darüber hinaus kann die Simulationstechnik zur Analyse des Formgebungsprozesses eingesetzt werden, um eine geschlossene Betrachtung der Verarbeitung und der daraus resultierenden Bauteileigenschaften vorzunehmen [12], [8]. Zur Entwicklung neuer Prüfmethoden und der Interpretation der Versuchsergebnisse liefert die Prozesssimulation grundlegende Erkenntnisse.

Die oben genannten Biegeverfahren wurden mit 3-D-Finite-Elemente Simulationsrechnungen untersucht, um die Spannungs- und Formänderungsverteilungen zu vergleichen. Die Diskretisierung der Biegeproben erfolgte in Abhängigkeit der Breite durch ca. 18000 bis 30000 isoparametrische Hexaederelemente als längsgeteiltes Halbmodell unter Annahme eines symmetrischen Vorgangs. Die Berechnungen erfolgten mit einem elastisch-plastischen Materialmodell. Hierbei wurde das Materialverhalten im plastischen Bereich durch Fließkurven beschrieben, die mit hydraulischen Tiefungsversuchen ermittelt wurden.

Bei den Simulationsrechnungen wurden unterschiedliche Probenbreiten im Bereich zwischen  $w/t_0 = 1,5$  und  $w/t_0 = 12$  sowie unterschiedliche Biegeradien untersucht. Um eine ausreichende Stabilität der Berechnungen mit scharfkantigem Biegestem-

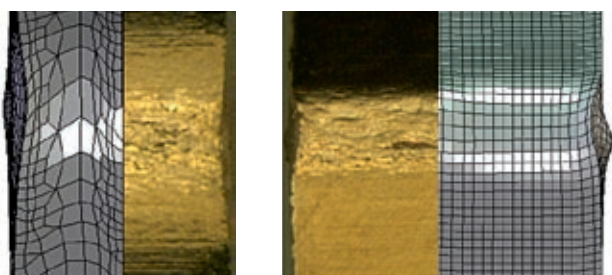


pel ( $R = "0"$ ) einzustellen, wurde die Spitze des Stempels mit  $R = 0,02 \text{ mm}$  angenähert. Die Biegewerkzeuge wurden jeweils als starre Körper abgebildet. Bei dem Roller-Bend-Test wurde die Kinematik der Rolle als geschleppte Walze beschrieben. Die Reibung zwischen Probe und Prüfwerkzeug wurde mit dem Coulombschen Reibmodell und  $\mu = 0,1$  bis  $\mu = 0,15$  (entfettete Probe, ungeschmierter Zustand) angenähert.

Die Berechnungen erfolgten bis zum vollständigen Anliegen der Proben an den Biegewerkzeugen und anschließender Rückbewegung der Werkzeuge, um die Auffederung der Proben mit zu berechnen.

### 5.1 Ergebnisse

Abb. 7 zeigt die berechnete Kontur der Probe in der Draufsicht auf den Biegescheitel im Vergleich zu experimentellen Ergebnissen aus dem 90°-V-Gesenk-Biegeversuch und dem Roller-Bend-Test. Die Kontur der Biegeproben wird durch die Simulationsrechnungen sehr gut abgebildet. An den Außenseiten verwölbt sich die Probe infolge der unterschiedlichen Querdeformation an der Innen- und Außenseite. An der Innenseite der Biegekante wird die Probe gebreitet und an der Außenseite verjüngt. Die Verwölbung steigt hierbei mit abnehmendem  $R/t$ -Verhältnis an. Mit ansteigender Probenbreite wird die Verwölbung behindert, sodass die Zugspannungen in Breitenrichtung am Scheitel der Probe ansteigen und zu einem dreiachsigen Spannungszustand in der Mitte führen.



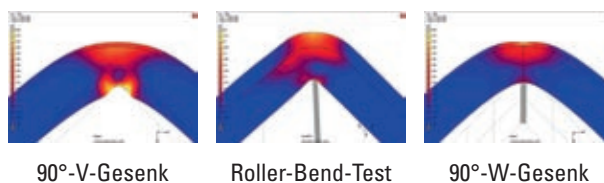
90°-V-Gesenk  
 $w_0 = 0,6 \text{ mm}$   
 $R = 0 (0,02) \text{ mm}$

Roller-Bend-Test  
 $w_0 = 0,6 \text{ mm}$   
 $R = 0 (0,02) \text{ mm}$

**Abb. 7:** Darstellung der berechneten Probengeometrie für Biegeproben, die mit dem V-Gesenk und dem Roller-Bend-Test geprüft wurden im Vergleich mit Versuchsergebnissen,  $t_0 = 0,2 \text{ mm}$  (Quelle: Autoren)

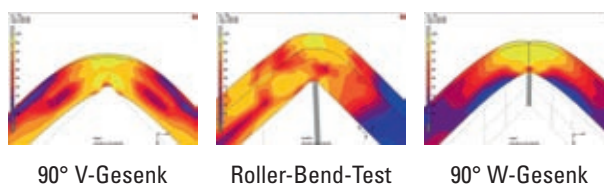
Die Verteilung der Vergleichsformänderungen für das scharfkantige Biegen zeigt Abb. 8 für die untersuchten Biegeversuche im Vergleich. Hierbei zeigen die Proben deutliche Unterschiede im Formänderungsprofil. Bei der V-Gesenk-Probe erfolgt an der Innenseite eine deutliche Einkerbung durch den Stempel. Die RBT-Probe weist ein deutlich asymmetrisches Formänderungsprofil der beiden Probenschenkel auf. Die W-Gesenk-Probe wird an der Innenseite deutlich weniger verformt. Hierbei tritt eine Faser auf, an der die Formänderung nahezu verschwindet (dehnungslose Faser). Die Vergleichsformänderungen an der Außenseite liegen im Bereich zwischen  $\varphi_v = 0,6$  und  $\varphi_v = 0,7$ . Die Proben weisen jedoch deutliche Unterschiede der berechneten Probendicken am Scheitel auf. Hierbei wurde für die mit dem V-Gesenk umgeformte Probe die geringste Enddicke mit  $t_1 = 0,144$

mm berechnet. Da die berechneten Vergleichs- und Hauptformänderungen in derselben Größenordnung liegen, ist der Anteil aus der Längsformänderung gemäß Gl. (11) für die im W-Gesenk gebogene Probe höher.



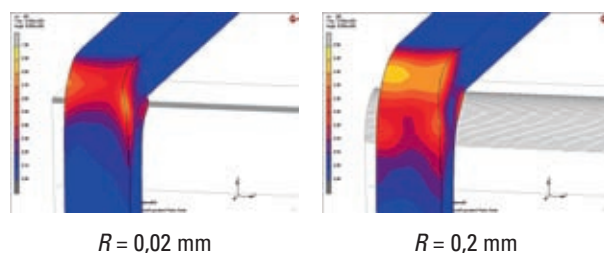
**Abb. 8:** Berechnete Vergleichsformänderungen  $\varphi_v$  (nach von Mises) beim Biegen mit dem V-Gesenk, dem Roller-Bend-Test und dem Biegen im W-Gesenk,  $t_0 = 0,2 \text{ mm}$ ,  $w_0 = 0,6 \text{ mm}$  (Halbmodell mit Symmetrieebene in Längsrichtung, Ansicht von der Außenseite) (Quelle: Autoren)

Die berechneten Von-Mises-Vergleichsspannungen während des Biegevorgangs sind in Abb. 9 dargestellt und zeigen unterschiedliche Spannungsprofile. Die höchsten Belastungen treten hierbei an der Außenseite der V-Gesenk und der W-Gesenk-Probe auf. Bei der W-Gesenk Probe liegen die Vergleichsspannungen an der Innenseite der Probe deutlich niedriger, da die Biegedruckspannungen durch Längszugspannungen überlagert werden. Die RBT-Probe weist eine deutliche Asymmetrie der Spannungen auf. Gleichzeitig sind die Maximalwerte stärker lokalisiert.



**Abb. 9:** Berechnete Vergleichsspannungen  $\sigma_v$  (nach von Mises) beim Biegen mit dem V-Gesenk, dem Roller-Bend-Test und dem Biegen im W-Gesenk,  $t_0 = 0,2 \text{ mm}$ ,  $w_0 = 0,6 \text{ mm}$  (Halbmodell mit Symmetrieebene in Längsrichtung) (Quelle: Autoren)

Im Vergleich zur V-Gesenk Probe zeigen die Formänderungsprofile für die mit dem Roller-Bend-Test gebogenen Proben eine deutlich erkennbare Asymmetrie. Hierbei tritt die größte Formänderung außerhalb der Mitte auf. Diese resultiert aus der einseitigen Klemmung der Probe zwischen Biegewerkzeug und Gegenhalter und der einseitigen Überwälzung der Probe, vgl. Abb. 10.

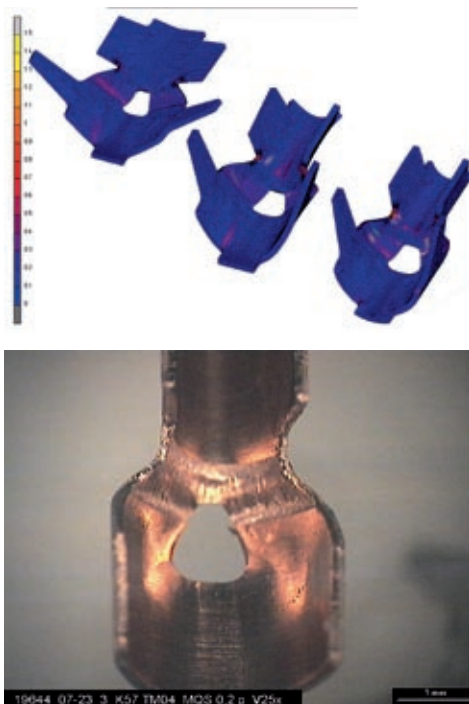


**Abb. 10:** Berechnete Vergleichsformänderung  $\varphi_v$  beim Biegen mit Roller-Bend-Test für  $t_0 = 0,2 \text{ mm}$  und  $w_0 = 0,6 \text{ mm}$  für unterschiedliche Biegeradien (Halbmodell mit Symmetrieebene in Längsrichtung) (Quelle: Autoren)

## 6 Schlussfolgerung für die industrielle Praxis

Die FEM-Berechnungsergebnisse zeigen deutliche Unterschiede bei den auftretenden Spannungen und Verformungen der untersuchten Biegeversuche. Die Unterschiede nehmen hierbei mit abnehmendem  $R/t$ -Verhältnis zu. Als Konsequenz der Untersuchungen zeigt sich, dass unterschiedliche Biegeversuche zu unterschiedlichen Ergebnissen führen müssen. In Bezug auf die Oberflächentopografie ist hier besonders die Zusammensetzung der Umfangsformänderung aus einem Biege- und einem Längsanteil von Bedeutung. Eine unterschiedliche Verteilung der beiden Größen kann zu Unterschieden in Bezug auf die Orangenhautbildung führen.

Für den Einsatz als Gütekriterium lässt sich für die Biegeversuche zusammenfassen, dass das Versagen des Werkstoffes eine prozessabhängige Größe darstellt. Die berechneten Unterschiede der Spannungen und Formänderungen zeigen, dass die Beanspruchung und damit eine Schädigung infolge Erschöpfung des Formänderungsvermögens ebenfalls als Prozessgröße aufzufassen ist. Eine direkte Vergleichbarkeit mit anderen Umformprozessen ist nicht möglich. Die Übertragung der Versuchsergebnisse auf andere Formgebungsverfahren kann ggf. über geeignete prozessunabhängige Schädigungskriterien erfolgen, mit denen dann auch die Vorhersage komplexer mehrdimensionaler Vorgänge möglich wird, vgl. Abb. 11.



**Abb. 11:** FEM-Prozesssimulation und Versuchsergebnis eines Steckverbinder-Demonstrators, (Quelle: [12])

### Literatur

- [1] Mandingo, F.N.: Bending Ductility Tests, in: Metals Handbook 9th edit, Vol 8 ASM, Metals Park, 1985, S. 125 ff.
- [2] Internationale Norm Metallische Werkstoffe – Biegeversuch ISO 7438, 2005
- [3] ASTM B820-04, Standard Test Method for Bend Test for Determining the Formability of Copper and Copper Alloy Strip, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2004, 1
- [4] JIS H 3110, Phosphor bronze and nickler silver, plates and strips, Japanese Industrial Standard, Japanese Standard Association (2000)10
- [5] Theobald, S.; Buresch, I.; Hofmann, U.: Technologische Eigenschaften und die Bedeutung der Umformbarkeit von Cu-Werkstoffen für Steckverbinder im Automotive – Bereich, Metall 60 (2006) S. 377 ff.
- [6] Wojnicz, L.; Stainbrook, J.; Robinson, P.; Funke, K.; Theobald, S.: Bend Formability – Characterization and Performance, Materials Science and technology 2007, Sept. 16–20, 2007
- [7] Mroczkowski, R. S.: Connector Design/Materials and Connector Reliability. AMP Incorporated Technical Paper, P351–93, 1993
- [8] Weigert, P.: Kfz-Steckverbinder, in: Knoblauch, G. (Hrsg.): Steckverbinder, Kontakt & Studium Band 558, 2002, S. 512 ff.
- [9] Tyler, D.E.; Crane, J.: High Performance Copper Alloys for Electrical and Electronic Applications-An Integrated Approach to Meet Customers Needs. Proc. Copper '91 Symposium, Ottawa, Canada, Vol 1. Pergamon Press, 1992, S. 367–377
- [10] Reissner, J.; Schmidt, V.; Meier, M.: Tiefziehen, in: Lange, K. (Hrsg.): Umformtechnik: Handbuch für Industrie und Wissenschaft, Bd. 3, S. 311 ff., Springer Verlag, 1993
- [11] Hellweg, W.; Spanlose Fertigung Stanzen, 7. Auflage, Vieweg 2001
- [12] Ringhand, D.: Einflussgrößen bei der umformtechnischen Verarbeitung von Hochleistungs-Kupferwerkstoffen. Metall, 63. Jahrgang 2009, Nr. 6, S. 304-310
- [13] Pöhlandt, K.; Reissner, J.; Schröder, G.: Fließkurven, Fließortkurven und Formänderungsvermögen, in: Lange, K. (Hrsg.): Umformtechnik: Handbuch für Industrie und Wissenschaft, Bd. 3, S. 244 ff., Springer Verlag, 1993
- [14] Roll, K.: Möglichkeiten der Simulation von Umformvorgängen in der Blechumformung, in: Liewald, M. (Hrsg.): Neuere Entwicklungen in der Blechumformung, MatInfo Informationsgesellschaft mbH Frankfurt, 2007
- [15] Yu, T., X.; Zhang, L., C.: Plastic Bending: Theory and Applications, World Scientific (1996) 554
- [16] Reissner, J. et.al.: Biegen, in: Lange, K. (Hrsg.): Umformtechnik: Handbuch für Industrie und Wissenschaft, Bd. 3, S. 244 ff., Springer Verlag, 1993
- [17] Kuhn, H.-A.; Käufler, A.; Ringhand, D.; Theobald, S.: A New High Performance Copper Based Alloy for Electro-Mechanical Connectors, Mat-wiss. u. Werkstofftech. 38 (2007), S. 624
- [18] Marciniak, Z.; Duncan, J.L.: The Mechanics of sheet metal forming, Edward Arnold, S. 69 ff.
- [19] Pöhlandt, K.; Hasek, V.: Prüfung der Umformeignung von Blechwerkstoffen, in: Lange, K. (Hrsg.): Umformtechnik: Handbuch für Industrie und Wissenschaft, Bd. 3, S. 5 ff., Springer Verlag, 1993
- [20] Veröffentlichung anlässlich der 20. Fachtagung Albert-Keil-Kontaktseminar an der Universität Karlsruhe 10/07/2009–10/09/2009, VDE-Fachbericht Band 65 mit freundlicher Genehmigung der VDE VERLAG GmbH

# Wachstums-Champions: Erfolgsfaktoren wachstumsstarker Unternehmen

Roland Alter, Christian Kalkbrenner

## 1 Wachstum und kein Ende?

Gegenstand des Projektes ist die Untersuchung von Erfolgsfaktoren besonders wachstumsstarker Unternehmen, sogenannter **Wachstums-Champions**.

Wachstum eines Unternehmens stellt nach unserer Überzeugung ein zentrales unternehmerisches Ziel in einer Wettbewerbswirtschaft dar. Wachstum ist das positive Votum des Marktes zum Leistungsangebot eines Unternehmens. Wettbewerb wurde von dem Nationalökonom Schumpeter als kreativer und zugleich zerstörerischer Prozess beschrieben. Innovationen treiben den Wettbewerb und Kunden treffen ihre Entscheidungen auf Basis der besten Befriedigung ihrer technisch-betriebswirtschaftlichen Bedürfnisse. Das nachhaltige Wachstum von Unternehmen, relativ zur Branche, wird damit zu einem der zentralen Gradmesser für den Wettbewerbserfolg. Während kurzfristige Wachstumserfolge aus einer Vielzahl von Ursachen resultieren können, ist ein mehrjähriger kontinuierlicher Wachstumserfolg im Vergleich zur Konkurrenz letztlich nur aus einer höheren Wettbewerbsfähigkeit zu erklären. Wir können hier von einem „**Schumpeter-Aspekt**“ sprechen.

Woraus resultiert auf der Seite von Unternehmen, und hier im Speziellen der Unternehmer bzw. Eigentümer, das Interesse an Wachstum? Im Kern sind es monetäre und nicht-monetäre Zielsetzungen, die mit Wachstum verfolgt werden, der „**Unternehmer-Aspekt**“.

Wachstum steigert den finanziellen Wert des Unternehmens für den Unternehmer bzw. Eigentümer und stellt damit ein zentrales monetäres Ziel dar (vgl. Dillerup/Stoi, 2008). Neben den monetären sind jedoch auch nicht-monetäre Zielsetzungen als Ausgangspunkt für Wachstum relevant. So ist für neu gegründete Unternehmen das Wachsen existenziell für die Überlebenssicherung. Wachstum wird aber auch als Ausdruck einer ganz persönlichen Erfolgsgeschichte gesehen, die sich für die Umwelt manifestiert. Steigende Umsätze, Wachstum von Mitarbeiterzahlen oder die Eröffnung internationaler Tochtergesellschaften sind Indikatoren eines solchen für die Umwelt nachvollziehbaren Erfolges, der sich in entsprechender positiver gesellschaftlicher Akzeptanz niederschlägt. Das hohe Interesse der Öffentlichkeit an der Wachstums-Erfolgsgeschichte eines Unternehmens lässt sich auch damit erklären, dass insbesondere steigende Beschäftigtenzahlen positive Signale mit greifbarer Wirkung senden: Erfolge werden über wachsende Beschäftigtenzahlen kommuniziert. Der oftmals spürbaren Wachstumsskepsis im Abstrakten steht dann im Konkreten eine klar positive Resonanz auf unternehmerische Wachstumserfolge gegenüber.



**Dipl.-Oec., Dr. rer. pol. Prof. Dr. Roland Alter**

Nach Abschluss der Doktorarbeit an der Justus-Liebig-Universität Gießen führte der Weg zu Siemens. Dort sammelte er umfangreiche Erfahrungen in kaufmännischen Führungsfunktionen im internationalen Energie- und Transportgeschäft, darunter mehrere Jahre in den USA. In China verantwortete er auf Board-Ebene den Aufbau eines Joint-Ventures. Zuletzt leitete er die Abteilung für strategische Planung in der Konzernzentrale in München.

Seit Herbst 2008 hat er die Professur für Organisation und Allgemeine Betriebswirtschaftslehre an der Hochschule Heilbronn inne. Neben Organisation gehören zu seinen Schwerpunkten Controlling, insbesondere Strategisches Controlling, sowie Projektmanagement.

E-Mail: [alter@hs-heilbronn.de](mailto:alter@hs-heilbronn.de)



**Dipl.-Kfm. (univ.) Christian Kalkbrenner**

begann seine berufliche Laufbahn bei international führenden „Hidden Champions“. Seit 1992 arbeitet er als Unternehmensberater und Manager auf Zeit und ist Inhaber der in Lindau am Bodensee ansässigen KALKBRENNER-Unternehmensberatung. Er ist darauf spezialisiert, Unternehmen in Wachstumsfragen zu beraten, zu begleiten und die gemeinsam entwickelten Konzepte operativ umzusetzen. Er ist Autor wachstumsorientierter Bücher. Seine Fachartikel erscheinen regelmäßig in Branchenzeitschriften. Daneben hält er Vorträge und Seminare für Unternehmen, Hochschulen und Weiterbildungsinstitute.

E-Mail: [info@ub-kalkbrenner.de](mailto:info@ub-kalkbrenner.de).

(Quelle: Alter/Kalkbrenner)

## 2 Untersuchung zu Erfolgsfaktoren wachstumsstarker Unternehmen

### 2.1 Grundsätzliches Vorgehen

Mit den Veröffentlichungen von Simon über die „Hidden Champions“ fand die hervorragende Performance von bislang verborgenen Weltmarktführern eine breite Anerkennung (vgl. Simon, 1996 u. 2007). Spezielles Merkmal von Hidden Champions ist der

hohe Marktanteil, der vor allem in Nischen erarbeitet wird. Weniger typisch ist für diese Unternehmen eine überdurchschnittliche Wachstumsdynamik. Bislang existieren nur wenige Untersuchungen zu Wachstums-Champions (vgl. Venohr, 2009) und ihren speziellen Erfolgsfaktoren. Im vorliegenden Projekt sollen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Wachstums-Champions herausgearbeitet werden. Als Wachstums-Champion betrachten wir dabei ein Unternehmen, wenn es seit 2005 insgesamt eine deutlich bessere prozentuale Umsatzentwicklung als die Vergleichsbranche oder ausgewählte Referenzunternehmen aufweist.

Für das Projekt waren im Vorfeld mehrere grundlegende Fragestellungen zu beantworten:

**1. Soll sich die Untersuchung auf eine oder mehrere Branchen beziehen?**

Um der Vielschichtigkeit des Themas Rechnung zu tragen, wurde einer branchenübergreifenden Betrachtung der Vorzug gegeben. Wegen eventueller Bedenken auf Seiten der Unternehmen wurde beschlossen, keine direkten Wettbewerber zu interviewen.

**2. Sollen die Unternehmen die absoluten Wachstumsführer einer Branche sein oder relativ zur Branche bzw. Referenzunternehmen?**

Die Entscheidung wurde zugunsten eines relativ höheren Wachstums getroffen, und zwar unabhängig von der Frage des Datenzugangs für die Ermittlung „absoluter“ Champions. Die Studie basiert auf der Hypothese, dass Unternehmen, die seit mehreren Jahren überdurchschnittlich gewachsen sind, als „Marktanteilsgewinner“ bereits klar erkennbare Erfolgsfaktoren aufweisen.

**3. Soll die Untersuchung auf Basis eines Fragebogens oder durch persönliche Interviews erfolgen?**

Nach unserer Einschätzung beruht ein erheblicher Anteil der Erfolge auf „weichen“ Faktoren, die im Rahmen einer Fragebogenuntersuchung nur unzureichend zu erfassen sind. Insbesondere die Bedeutung der Personen an der Firmenspitze ist ohne ein persönliches Gespräch nicht sinnvoll einzuordnen. Unter diesem Aspekt wurden im Zeitraum Juli 2009 bis April 2010 insgesamt 22 persönliche Interviews deutschlandweit durchgeführt, und zwar im Regelfall auf der Inhaber-/Geschäftsführungsebene. Der gewählte Ansatz kann damit als eine interviewbasierte Mustererkennung beschrieben werden. Ein Konzept der Mustererkennung wurde z. B. auch von Collins/Porras genutzt, und zwar mit Blick auf Unternehmen einer Branche, die eine deutlich unterschiedliche Aktienkursentwicklung zeigten (vgl. Collins/Porras, 1997).

**4. Welche Struktur wird den Interviews zugrunde gelegt?**

Für die Gespräche wurde der von Christian Kalkbrenner konzipierte Bambus-Code<sup>®</sup> genutzt. Es handelt sich um ein praxisorientiertes Faktorenkonzept aus der Unternehmensberatung, bei dem neben „harten“ Faktoren insbesondere auch „weiche“ Faktoren eine Rolle spielen.

**2.2 Bambus-Code als Interviewgrundlage**

Der Bambus-Code (vgl. Kalkbrenner, Lagerbauer 2010) hat das Ziel, Unternehmen systematisch in ihrem Wachstum zu unterstützen. (Der Begriff des „Bambus“ wurde wegen der außergewöhnlichen Wachstumsfähigkeiten und globalen Verbreitung dieser Pflanze gewählt.) Als interdisziplinärer Ansatz kombiniert der Bambus-Code klassische Strategiemodelle mit Methoden der Verhaltensforschung und Markenkommunikation.

Der Bambus-Code betrachtet das Unternehmen dazu aus sieben verschiedenen Blickwinkeln. Für jede dieser Perspektiven wird ein eigener Weg ermittelt und als Code formuliert. Miteinander kombiniert unterstützen die sieben Codes für das Unternehmen einen spezifischen Wachstumsweg. Für das Projekt wurde hieraus der Fragebogen entwickelt:

**Code 1: Typologisierung des Unternehmens**

Welches Verhalten zeichnet das Unternehmen aus und wie lässt es dieses in seine Strategie einfließen? Wo positioniert sich das Unternehmen im Hinblick auf Innovation, Geschwindigkeit, Qualität und Emotion?

**Code 2: Marktführung**

Wie aktiv bekennt sich das Unternehmen zur Zielsetzung der Marktführerschaft? Welche Instrumente setzt es dabei ein?

**Code 3: Aktionsradius**

In welchem Gesamtmarkt sieht sich das Unternehmen? Wie differenziert es dabei den Aktionsradius vertikal und horizontal?

**Code 4: Wachstumsbeschleuniger („Wachstums-Turbos“)**

Setzt sich das Unternehmen bereits bewusst mit „Wachstums-Turbos“ in Szene?

**Code 5: Unkonventionelle Wachstumswege („Guerilla-Wachstumswege“)**

Nutzt das Unternehmen ungewöhnliche Wachstumswege, die verstärkt in die Prozesse der Kunden eingreifen?

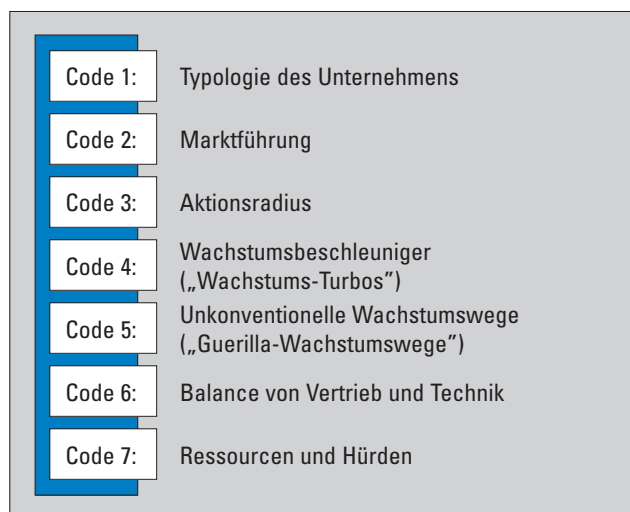
**Code 6: Balance von Vertrieb und Technik**

Wie wird in dem Unternehmen der Gleichklang von Vertrieb und Technik erreicht? Mit welchen Maßnahmen wird der Vertrieb in seinem Tun gefordert und gefördert?

**Code 7: Ressourcen und Hürden**

Wie geht das Unternehmen mit Hürden um, die das Wachstum erschweren? Wie früh werden diese erkannt und wie werden sie übersprungen?

Der gewählte Ansatz stellt unseres Wissens ein Novum im Hinblick auf das Unternehmensziel „Wachstum“ dar: Auf Basis eines interdisziplinären Konzepts sollen durch persönliche Interviews auf der Inhaber-/Geschäftsführungsebene branchenübergreifende Erfolgsfaktoren herausgearbeitet werden.



**Abb. 1:** Die Elemente des Bambus-Codes im Überblick  
**Quelle:** Kalkbrenner/Lagerbauer (2010).

### 2.3 Interviewte Firmen

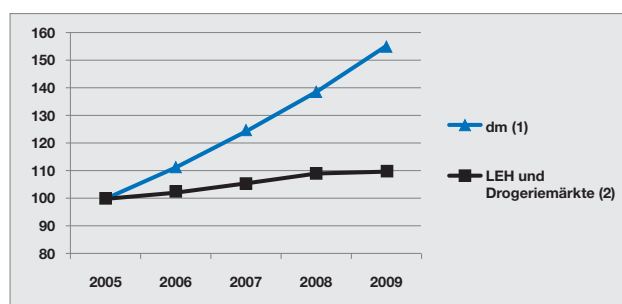
Im Zuge des Projektes wurden in einem mehrstufigen Prozess interessierende Branchen und potenziell infrage kommende Unternehmen identifiziert und angesprochen. Die Interviews erfolgten im Regelfall auf dem Firmengelände. Es zeigte sich, dass daraus wertvolle Eindrücke aufgenommen werden konnten, speziell was sichtbare Elemente der Unternehmenskultur betrifft. Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt der Firmenliste.

	Unternehmen	Branche
1	Avira, Tettngang	Software
2	AxiCorp, Friedrichsdorf i. Ts.	Pharmahandel
3	DELO, Windach	Industrieklebstoffe
4	dm-drogeriemarkt, Karlsruhe	Drogerieeinzelhandel
5	Eckert & Ziegler, Berlin	Medizintechnik
6	Edelmann, Heidenheim	Verpackungsdruck
7	Fonds Finanz, München	Finanzdienstleistungen
8	Globetrotter, Hamburg	Einzelhandel (Stationär u. Versand)
9	Harro Höflinger, Allmersbach i. T.	Verpackungsmaschinen
10	Hönigsberg & Düvel, Wolfsburg	IT-Dienstleistungen
...		

**Abb. 2:** Ausschnitt aus der Liste der interviewten Firmen

Eines der beeindruckenden Beispiele bildet die Entwicklung der dm-Drogeriemarktkette, der es gelungen ist, in der hart umkämpften Branche von Lebensmitteleinzelhandel (LEH) und

Drogeriemärkte überdurchschnittlich zu wachsen. Abb. 3 veranschaulicht das deutlich höhere Tempo der dm-Drogeriemärkte im Vergleich zur Branche.

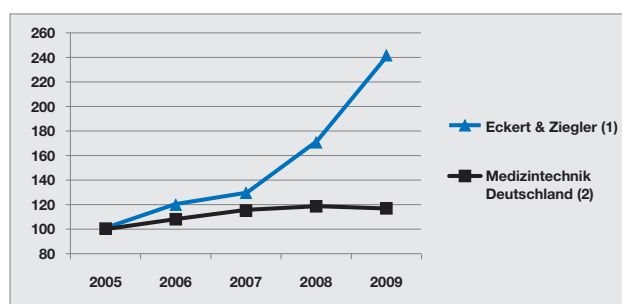


**Abb. 3:** Vergleich der Umsatzentwicklung dm-drogerie markt vs. Branche (2005 = 100)

**Quellen:**

- (1) dm-drogerie markt (2010).
- (2) Nielsen (2010).

Deutlich die Branche hinter sich lassen konnte auch die Eckert & Ziegler AG, wie Abb. 4 verdeutlicht. Hier wurde als Hebel für den Wachstumserfolg vor allem die Ausweitung im Aktionsradius genutzt.



**Abb. 4:** Vergleich der Umsatzentwicklung Eckert & Ziegler vs. Branche (2005 = 100)

**Quellen:**

- (1) Eckert & Ziegler (2010).
- (2) Spectaris (2010a).

### 3 Ausgewählte Erkenntnisse

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass Wachstums-Champions in besonderer Weise die Unternehmenskultur, als „weichen Faktor“, mit den klassischen, „harten“ Treibergrößen für Erfolg kombinieren. Deutlich wird dies z. B. am Leitbild eines Unternehmens, das als ersten Satz formuliert: „Der [Firmenname] Pioniergeist bleibt gut für alle Zeiten“. In dem betreffenden Unternehmen gelingt es offensichtlich, den Pioniergeist mit einer sehr hohen Mitarbeiterorientierung zu verbinden bzw. durch sie am Leben zu halten. Die Geschäftsleiter, die gemeinsam das Unternehmen gegründet haben, nutzen dazu unterschiedlichste Maßnahmen, vom Mitarbeiter-Integrationstag bis hin zu speziellen Gesprächsrunden auf Projektebene und investieren dafür einen beträchtlichen Teil ihres Zeitbudgets. Wachstums-Champions stellen sich ihre Erfolgsfaktoren gewissermaßen „à la carte“ zusammen. Sie fokussieren sich

auf Aktivitäten, bei denen am besten die Stärken der eigenen Unternehmenskultur mit der Kompetenz der Mitarbeiter und den Möglichkeiten der Branche kombiniert werden. Durch diese Fokussierung erfolgt aber keine Limitierung: „Wir haben deutlich mehr Ideen, als wir überhaupt umsetzen können!“ zieht sich wie ein roter Faden durch die Gespräche.

Auffallend ist die Intensität und Kreativität mit der die Unternehmen im Vertrieb arbeiten. Auch hier werden kontinuierlich neue Ideen entwickelt, getestet und verfeinert. Besondere Bedeutung besitzt dabei der Einsatz neuer Medien. So ging eines der Unternehmen dazu über, in einem eigenen kleinen Filmraum kurze Filme zu erstellen, die ein Produkt erklären und von den Kunden per Internet abgerufen werden können. Inzwischen wurden mehrere hundert solcher Filme erstellt. Mit einem vergleichsweise kleinen Investment konnte so die vertriebliche Reichweite vervielfacht werden. Diese Idee alleine war so erfolgreich, dass sie inzwischen auch anderen Unternehmen als Dienstleistung angeboten wird.

Beeindruckend bei den Interviews war immer wieder die deutlich spürbare Bodenhaftung: Wachstum wird von den Unternehmen stets auch mit Blick auf mögliche Risiken gesehen; finanzielle Solidität und Nachhaltigkeit besitzen bei den betreffenden Unternehmen einen hohen Stellenwert. Wachstumsorientierung und Nachhaltigkeit müssen dabei nicht im Widerspruch zueinander stehen, häufig ist sogar genau das Gegenteil der Fall. Keineswegs untypisch ist hier die Aussage eines Inhabers: „Wir hätten in 2009 das Ergebnis schon steigern können, wenn wir in der schwachen Konjunktur Mitarbeiter entlassen hätten. Das wollten wir aber nicht, denn wir haben langfristige Ziele und Mitarbeiterbindung ist ein Schlüssel, um sie zu erreichen.“

### Veröffentlichung

Die Erkenntnisse aus dem Projekt mit Handlungsempfehlungen liegen aktuell in praxisorientierter Form in einem Buch sowie als e-book vor.

Autoren: Roland Alter/Christian Kalkbrenner

Titel: Wachstums-Champions – Made in Germany

Ausgezeichnet als „Mittelstands-Buch 2010“

der Oskar-Patzelt-Stiftung

ISBN-13: 9783869800639

Verlag: BusinessVillage, Göttingen 2010

### Literaturverzeichnis

Collins, J./Porras, J.: Built to Last: Successful Habits of Visionary Companies, New York, NY 1997.

Dillerup, R./Stoi, R.: Unternehmensführung, 2. Aufl., München 2008.

dm-drogerie markt GmbH + Co. KG (Hrsg.): dm in Zahlen, [http://www.dm-drogeriemarkt.de/dmHomepage/generator/dmD/Homepage/Unternehmen/Portrait/dm\\_in\\_Zahlen/dm\\_in\\_Zahlen.html](http://www.dm-drogeriemarkt.de/dmHomepage/generator/dmD/Homepage/Unternehmen/Portrait/dm_in_Zahlen/dm_in_Zahlen.html), Zugriff: 20.04.10.

Eckert & Ziegler Strahlen- und Medizintechnik AG (Hrsg.): Aktuelles zur Eckert & Ziegler AG: Bestätigte Zahlen zum Jahresabschluss 2009, Dr. Andreas Eckert, Vorsitzender des Vorstands, 30.03.2010; [http://www.ezag.de/downloads/EZAG\\_BPK\\_2009\\_AE-Internet.pdf](http://www.ezag.de/downloads/EZAG_BPK_2009_AE-Internet.pdf); Zugriff: 21.04.2010.

Kalkbrenner, C./Lagerbauer, R.: Der Bambus-Code: Schneller wachsen als die Konkurrenz, Göttingen 2008.

Nielsen (Hrsg.): Universen 2009: Handel und Verbraucher in Deutschland, [http://www.de.nielsen.com/site/documents/universen\\_2010\\_2.pdf](http://www.de.nielsen.com/site/documents/universen_2010_2.pdf); Zugriff: 11.08.2010.

Simon, H.: Hidden Champions des 21. Jahrhunderts: Die Erfolgsstrategien unbekannter Weltmarktführer, Frankfurt a. Main 2007.

Simon, H.: Die heimlichen Gewinner : Die Erfolgsstrategien unbekannter Weltmarktführer, Frankfurt a. Main 1996.

Spectaris e.V. (Hrsg.): Branchenbericht 2009: Hightech, Innovation und Wachstum – Die optische, medizinische und mechatronische Industrie in Deutschland, [http://www.spectaris.de/uploads/tx\\_ewscontent\\_pi1/Branchenbericht\\_2009final\\_03.pdf](http://www.spectaris.de/uploads/tx_ewscontent_pi1/Branchenbericht_2009final_03.pdf); Zugriff: 11.04.2010a.

Spectaris e. V. (Hrsg.): Wirtschaftspressegespräch Medizintechnik, Berlin, 25. März 2010, [http://www.spectaris.de/uploads/tx\\_ewsartikel/100325\\_Praesentation\\_PK\\_Medtech.pdf](http://www.spectaris.de/uploads/tx_ewsartikel/100325_Praesentation_PK_Medtech.pdf); Zugriff: 11.04.2010b.

Venohr, B.: Wachstums-Champions im Mittelstand, in: VDI nachrichten, 63. Jg., 2009, Nr. 11, S. 5.



# Kommunikations- und Ertragsorientierung von Pauschalangeboten kommunaler Tourismusstellen

## Vermarktungspotenziale und Kooperationsmöglichkeiten für Destinationen

Ralf Bochert

Kommunalen Tourismusstellen stellt sich regelmäßig die Aufgabe, für eine Integration der Leistungsträger zu sorgen. Oft stellen sehr unterschiedliche Anspruchsgruppen Anforderungen an das Destinationsmanagement. Eine Möglichkeit, dieser Aufgabe gerecht zu werden und dabei gleichzeitig noch eine Leistungssteigerung der Beteiligten zu bewirken, ist das Initiieren von Pauschalangeboten, an denen mehrere Tourismusunternehmen beteiligt werden. Diese Maßnahme ist gleichzeitig Wirtschaftsförderung und internes Kommunikationsinstrument; es dient dem Aufbau von Netzwerken. Nicht zuletzt wird die Wahrnehmung der Komplexität des touristischen Angebots, das sich regelmäßig aus den Beiträgen mehrerer Beteiligter erst im Sinne der Sichtweise des Touristen ergibt, gefördert.

Ein Pauschalangebot setzt sich aus mehreren Bestandteilen zusammen. Typischerweise können Verkehrs- und Beherbergungsleistung kombiniert (und zu einem Preis) angeboten werden. Bei Incomingpauschalen, so können Pauschalangebote, die von Destinationen angeboten werden, auch bezeichnet werden, entfällt oft die Verkehrsleistung, weil auf individuelle Anfahrt gesetzt wird. Dafür nehmen Veranstaltungsangebote vor Ort, die in die Gesamtleistung integriert werden, einen größeren Raum ein. Dies bietet sich an, weil der Zugriff der Destination aufgrund der räumlichen Nähe zum Veranstalter einen Vorteil für den Incomingreiseveranstalter (also die kommunale Tourismusstelle) darstellt.

Pauschalangebote sind nach wie vor ein sehr stark und zunehmend nachgefragtes touristisches Segment. Der Anteil an allen Reisen über fünf Tage der Deutschen, die pauschal gebucht werden, betrug 2007 46 %, wobei im Inlandstourismus (25 %) ein Nachholbedarf ausgemacht werden kann. Allerdings besteht hier aufgrund der nicht vorhandenen Sprachbarrieren ein starker Druck vonseiten der Individualorganisation.

Beachtet werden muss bei der Definition von Angeboten, dass zunehmend sowohl sehr preiswerte als auch deutlich dem Luxussegment zuzuordnende Angebote zunehmend gute Chancen auf den Märkten haben. Es ist eine Ausdünnung der Nachfrage im mittleren Preissegment zu beobachten. Diese Entwicklung wird auch als „hybride Märkte“ bezeichnet. Ein weiterer wichtiger Trend, der insbesondere dem deutschen Inlandstourismus zugute kommt, ist die Suche nach Authentizität durch die Touristen. Das bedeutet, dass tendenziell eher überschaubare, verständliche und räumlich näher gelegene Angebote nachgefragt werden, bei denen eine Verwurzelung der Beschäftigten in ihrer Destination von Vorteil ist.

Dieser Trend scheint gegen die Neigung der Touristen, inszenierte Events zu suchen, zu stehen; auf den ersten Blick han-



**Prof. Dr. Ralf Bochert**

(geb. 1961 in Bremen) ist Studiendekan für die Bachelorstudiengänge der Fakultät für Wirtschaft 2. Er lehrt Destinationsmanagement und Volkswirtschaftslehre vor allem in den tourismuswirtschaftlichen Programmen der Hochschule. Bochert berät seit Jahren touristische Zielgebiete in Marketing- und Planungsfragen. Prof. Dr. Bochert ist Verfasser mehrerer tourismuswirtschaftlicher Bücher und Herausgeber der Heilbronner Reihe Tourismuswirtschaft.

Buchveröffentlichungen Bocherts: „Tourismus in der Marktwirtschaft“, München 2001, „Incomingtourismus“, Wiesbaden 2006, „Tourismuspolitik“, Berlin 2007 und „Politik der Destination“, Berlin 2010.

(Quelle: Huber, HHN)

delt es sich hier wirklich um einen Widerspruch. Dass jedoch Inszenierung und Authentizität nebeneinander zunehmende Bedeutung auf den Märkten haben können, erklärt sich durch im Wesentlichen unterschiedliche Zielgruppen; teilweise lässt sich jedoch auch hybrides Verhalten von Einzelpersonen bzw. speziellen Haushalten beobachten: Man fährt an einem Tag Indoorski, was alles andere als authentisch ist, und das nächste Wochenende verbringt man auf einem Bauernhof und hilft dabei den Stall auszumisten. (Es lässt sich auch gleichzeitig eine Zunahme von Fastfood- und von Naturläden-Absätzen beobachten, was in etwa den gleichen scheinbaren Widerspruch darstellt.)

Sehr wichtig bei der Definition von Angeboten ist die Tendenz des veränderten Informationsverhaltens der Konsumenten. Es ist wichtig, dass – vor allem wenn die Sprachbarriere fehlt, wenn also der potenzielle Kunde die einfache Möglichkeit hätte, sich selber schlau zu machen – die Pauschale sehr ausführlich beschrieben wird. Andernfalls wird der Tourist über die Neigung zur Einholung von Zusatzinformationen auch beim Buchungsverhalten umgelenkt.

Wenn sich die Tourismusstelle als Vertriebsbeteiligter etablieren will, muss das zu einem Umdenken in der Destination führen; eine entsprechende Buchungsstruktur muss etabliert werden. Dazu reicht es in der Regel nicht allein, die technischen Voraussetzungen zu erfüllen – es müssen auch die Personen mit Kundenkontakt entsprechend geschult werden. Diese Aufgabe wird tendenziell unterschätzt, vor allem dann, wenn die Beschäftigten

in den kommunalen Tourismusstellen bisher gar keine Verkaufstätigkeit auszuführen hatten.

Möglichkeiten für interessante Produktkombinationen bieten sich oft sehr viele. Wandern und Wein; Rad und Wellness; Museum und Gastronomie; Event und Hotelresort; Kloster und Shopping; Stadt und Fluss; Historische Transportform und Freizeitpark; Beauty und Musical – zusammenführen lässt sich vieles. Und natürlich können auch drei oder mehr Bestandteile gewählt werden.

Aus kommunikativer Sicht ist die Pauschale in der Lage, das Leistungsspektrum darzustellen. Dies ist ein wesentlicher Aspekt, wenn die strategische Entscheidung zugunsten von Pauschalen gefällt wird. (Auf die strategische Ebene wird im Folgenden noch einzugehen sein.) Die Pauschale kann Ideengeber für den Gast sein – d. h.: möglicherweise zielt man gar nicht darauf ab, dass der Gast die angebotene Pauschale bucht, sondern die dargestellte Kombination so attraktiv findet, dass er selber sich etwas Entsprechendes in dem beworbenen Zielgebiet zusammenstellt. Pauschalen können die Vielfältigkeit einer Destination darstellen: insbesondere wenn eine kommunale Tourismusstelle sich entscheidet, viele Angebote zu machen, hängt dies meist damit zusammen, dass man vor allem die Breite der Attraktivität des Zielgebiets in den Mittelpunkt rücken möchte. Hier ist bisweilen freilich Vorsicht geboten: Die Grenze zur Beliebigkeit ist kritisch; manchmal werden durch eine solche Strategie wichtige und herausragende Angebote mit solchen vermengt, die nur durchschnittlichen Charakter haben und keine Gravitation auf potenzielle Touristen ausüben. Dadurch verwässert man das Angebot und nimmt denjenigen Produkten die Aufmerksamkeit, die nötig wäre, um die Anzahl von Reisen in die Region deutlich zu steigern. Leicht gehen die wirklichen Highlights eines Zielgebiets dann unter, wenn alle Beteiligten einen (möglichst noch gleich großen) Anteil am Kommunizierten verlangen.

Das für die Angebotsdarstellung natürlich am besten geeignete Medium ist das Internet, weil hier die Kosten, die Printmedien zusätzlich zur redaktionellen Arbeit haben, komplett entfallen. Bisweilen werden zwar die (Personal-)Kosten, welche eine gute, stets aktualisiert gehaltene Online-Vermarktung hat, deutlich unterschätzt – schlussendlich entfallen aber die Druck- und Versandkosten (und auch der Personalaufwand, der mit dem Versand verbunden ist). Insbesondere in öffentlichen Stellen, die sich nicht selten durch eine unklare Kostenträgerrechnung auszeichnen, sollte zumindest ein Bewusstsein für diese Problematik unterstellt werden.

Nach der operationalen Darstellung, die hier voran gestellt war, um das Verständnis für die Art des Angebots zu wecken, soll nun der strategischen Ebene der ihr gebührende Raum gelassen werden.

Nicht wenige schlechte Erfahrungen mit dem Setzen von touristischen Pauschalangeboten in Destinationen rühren von Umsatz-Enttäuschungen der Beteiligten her. Die in den kommunalen Tourismusstellen Handelnden müssen, um eine Langfristigkeit der Kooperation zu gewährleisten, realistische Erwartungen bewirken: Nichts ist schädlicher für die Nachhaltigkeit dieser Form des

Tourismusmarketings als überhöhte Ansprüche insbesondere der Leistungsträger, die durch das Destinationsmanagement im Voraus geschürt wurden. Schnell wird dann das Destinationsmanagement an dem „Versprochenen“ gemessen und eine Neigung zum Rückzug der Leistungsträger entsteht.

Unter Umständen sollten tatsächlich ausschließlich die Kommunikationsziele in den Vordergrund gestellt werden. Die Beteiligten können auch motiviert werden, indem man den nach Information durch das Pauschalangebot wahrgenommenen direkten Buchungsweg durch die Gäste unterstellt. Das heißt, dass der Kunde durch die Vielfältigkeit der Pauschale motiviert wird, sich eine entsprechende Reise in das Zielgebiet selber zusammenzustellen.

Dann kommt der Tourist schlussendlich auch in der Destination an, wenngleich er die Reise nicht so gebucht hat, wie sie angeboten wurde. Alternativ können privatwirtschaftlich organisierte Reiseveranstalter eingeschaltet werden, für die dieses Geschäft Routine darstellt.

Diese strategische Entscheidung ist vor allem in kleineren Destinationen und bei nicht verkaufsorientierten Beschäftigten sinnvoll. Allerdings muss durch den Einsatz geeigneter Marktforschungsmethoden dennoch der Erfolg der Pauschale darzustellen sein. Hier könnten zum Beispiel Umfragen („Wodurch haben Sie Kenntnis von dem Angebot erhalten?“) eingesetzt werden.

Sehr wichtig ist bei der Zusammensetzung der Angebotsbestandteile, vor allem dann, wenn die Destination eine zentrale Rolle bei der Umsetzung einnehmen will, dass eine einfache Durchführbarkeit protegiert wird, damit man sich nicht über Bucher ärgert. Dies passiert insbesondere dann, wenn laut Angebot komplizierte Vorgänge für den Touristen individuell erledigt werden können. Gepäck- oder Sportgerätransporte gehören zu dieser Kategorie. Da in diesem Segment die zeitliche Flexibilität eine große Rolle spielt, wird ein solches Angebot dazu führen, dass – oft mit hohen Kosten verbunden – sehr schwer abzustimmende Vorgänge dann für einzeln reisende Personen, Paare oder kleinere Gruppen individuell organisiert werden müssen.

Vorsichtig sollte mit Rabattanreizen umgegangen werden: nur wenn die Umsatz- und Ertragsfunktion im Mittelpunkt steht, dann ergeben diese Sinn. Vor allem muss der negative Effekt bei den Leistungsträgern gesehen werden, der durch abnehmende Direktbuchungen zu verzeichnen ist; außerdem setzt diese Funktion einen größeren Verhandlungsaufwand für das Destinationsmanagement voraus: Die Leistungsträger müssen davon überzeugt werden, dass die von ihnen gewährten Rabatte durch Masse kompensiert werden. Natürlich muss dann bei dieser Strategie eine entsprechende Kommunikation des Preisvorzugs vorgenommen werden.

Wenn jedoch ein Kommunikationsfokus gesetzt wird, dann sollten keine komplizierten Regelungen für die Pauschale eingeführt werden. Die negativen Konsequenzen des Rabattanreizes können hier einbezogen und vermieden werden.



Nicht zu vergessen ist auch, dass dies möglicherweise nicht mehr mit dem in der kommunalen Tourismusstelle bestehenden Personalstamm durchzuführen ist. Hier handelt es sich um „sprungfixe“ Kosten, die dem zusätzlichen Angebot zugeordnet werden müssten. (Eine solche Betrachtung würde sowieso vieles in Destinationen infrage stellen.)

Insgesamt wird für die überwiegende Zahl von Zielgebieten empfohlen, eher den kommunikativen Nutzen als direkt der Pauschale zuzuordnende kommerzielle Erfolge in den Mittelpunkt der Strategie zu stellen.

Diese Empfehlung korrespondiert mit den ordnungspolitischen Bedenken, die mit Incomingreiseveranstaltung zusammenhängen. Im Rahmen der Privatisierungsbestrebungen wurden in den letzten Jahrzehnten vor allem diejenigen Tätigkeiten staatlicher Stellen entstaatlicht, die sich durch Marktfähigkeit auszeichnen. Gewinnbringende Pauschalangebote wären aber ebendies und dementsprechend besteht eine Skepsis, inwieweit diese Tätigkeit nicht privaten Anbietern zu überlassen sind. Die bekannten Argumente, dass auf diese Art Beschäftigung und Umsätze aus dem privaten Bereich verdrängt werden, sind stichhaltig. Dies gilt allerdings nicht für Pauschalangebote, die zuvörderst kommunikatives Destinationsmarketing sind – deren Ziel also vor allem ist, Menschen für das Zielgebiet zu interessieren, ihnen die Vielfältigkeit vor Augen zu führen. Solche defizitär betriebenen Produkte sind uninteressant für die Privatisierung.

Außerdem können, speziell bei einem solchen Vorgehen, auch private Reiseveranstalter einbezogen werden, zu denen bei einer entsprechenden, sicherzustellenden Öffentlichkeitswirkung auf der Homepage der Destination verlinkt wird.

Als besonderer Vorteil einer solchen Strategie erweist sich, dass die Besonderheiten des Reisevertragsrechts damit für die Destination umgangen werden. Die Tourismusstelle schließt im Falle der einfachen Vermittlung nur einen für sie unriskanten Geschäftsbesorgungsvertrag mit dem Touristen, wenn eine normale Leistung vermittelt wird; sie wird zum Handelsvertreter im Geschäftsverhältnis mit dem Leistungsträger. Auch hieraus ergeben sich in der Regel keine Belastungen für die Destination.

Im Falle des Verkaufs von Pauschalen jedoch schließt die Tourismusstelle einen Reisevertrag direkt mit dem Kunden ab, aus dem dieser einseitige Forderungsrechte für die zu erbringende Leistung erhält. Diese bestehen gegenüber dem Reiseveranstalter, also gegenüber der Tourismusstelle. Der Reiseveranstalter schuldet dem Touristen die Gesamtheit der Reise und ist für die mangelfreie Erbringung verantwortlich. Dies erfordert natürlich eine entsprechende Absicherung der Tourismusstelle.

Nicht zuletzt diese Tatsachen sprechen in vielen Fällen, vor allem bei kleineren Kommunen, dafür, die kommunikative Komponente der Strategie in den Vordergrund zu stellen und im Bereich der Buchungen mit kommerziellen Reiseveranstaltern zu kooperieren. Den zentralen Nutzen, die Darstellung der Vielfältigkeit des Zielgebiets in einer reiseberechtigten Form, kann auch so jede Kommune nutzen.

## Weltweit präsent, in Wertheim zu Hause.

**Lutz**<sup>®</sup>  
Holding GmbH

Zur Lutz-Holding GmbH gehören leistungsfähige Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen. Die Schwerpunkte der Firmen liegen im Bereich der Pumpen-, Dosier- und Antriebstechnik. Alle Marken genießen einen weltweit guten Ruf und einen hohen Bekanntheitsgrad mit Standorten im In- und Ausland.



### Eine starke Gruppe

#### Lutz Holding GmbH

Erlenstraße 5-7  
D-97877 Wertheim  
Tel. +49(0)9342 / 879-0

Pumpen • Mischen • Messen • Dosieren • Regeln

## Wir sind offen für Ihre Fragen.



Unsere Kernkraftwerke in Baden-Württemberg pflegen seit ihrer Errichtung vertrauensvolle Beziehungen zu ihren Nachbargemeinden. Wir sind stolz auf die breite, jahrzehntelange Akzeptanz von KWO, GKN und KKP.

Wir wissen aber auch, dass der Betrieb der Kernkraftwerke immer wieder Fragen aufwirft und für Diskussionen sorgt. Dem stellen wir uns. Wenn Sie etwas wissen möchten über Stromerzeugung, über Sicherheit und Strahlenschutz oder über Entsorgung, dann sprechen Sie uns an.

Wir informieren Sie gerne.

Kernkraftwerk Neckarwestheim – GKN  
Im Steinbruch  
74382 Neckarwestheim  
Telefon 0 71 33 / 13-23565  
infocenter-neckarwestheim@enbw.com  
[www.enbw.com/gkn](http://www.enbw.com/gkn)

**EnBW**

Energie  
braucht Impulse

# Managementdiagnostik: Persönlichkeitstests unter der Lupe

„Nachdruck“ mit freundlicher Genehmigung der Zeitschrift für Personalführung

Daniela Eisele

Persönlichkeitstests werden bei der Auswahl, Platzierung, Potenzialeinschätzung und Entwicklung von Führungs- und Führungsnachwuchskräften (Sarges, W. (Hrsg.)) in Deutschland im Vergleich zu anderen Ländern nach wie vor zögerlich genutzt (vgl. Schuler, H., S. 20). Für eine weitere Verbreitung sprechen gute Gründe (vgl. Kimmerer, M.; Neef, M., S. 31 f.). Demgegenüber stehen immer noch zahlreiche Vorbehalte, wie z. B. von Nachtwei, J. und Schermuly, C. anschaulich beschrieben.

Vorbehalte sind in der beruflichen Eignungsdiagnostik gegenüber projektiven Verfahren, wie Rohrschach Test (RT) oder Thematischer Apperzeptionstest (TAT) Bedenken durchaus angezeigt. Diese Verfahren, mit denen ein möglichst umfassendes Bild der Persönlichkeit abgebildet werden soll, sind schon aufgrund rechtlicher Bedenken eher ungeeignet. Anders sind dagegen psychometrische Persönlichkeitstests zu beurteilen, wobei vorliegend Persönlichkeitsstruktur- und Typentests betrachtet werden. Bei Persönlichkeitsstrukturtests werden Eigenschaftsausprägungen in Relation zu Ergebnissen einer Normstichprobe mittels Zahlenwerten und Diagrammen abgebildet (vgl. Hossiep, R.; Mühlhaus, O., S. 30). Aus meist umfangreichen Abfragen werden differenzierte Aussagen abgeleitet. Bei den Typentests dagegen werden die Teilnehmer meist anhand weniger ausgewählter Skalen verschiedenen Typen zugeordnet. Wie aus der Abbildung ersichtlich, sind die Einsatzbereiche von Persönlichkeitstests im Personalmanagement vielfältig (vgl. Hossiep, R., Mühlhausen, O., S. 94 f.). Nicht jeder Test eignet sich jedoch für jede Zielstellung gleich gut (vgl. Sarges, W., Wottawa, H.).



**Prof. Dr. Daniela Eisele**

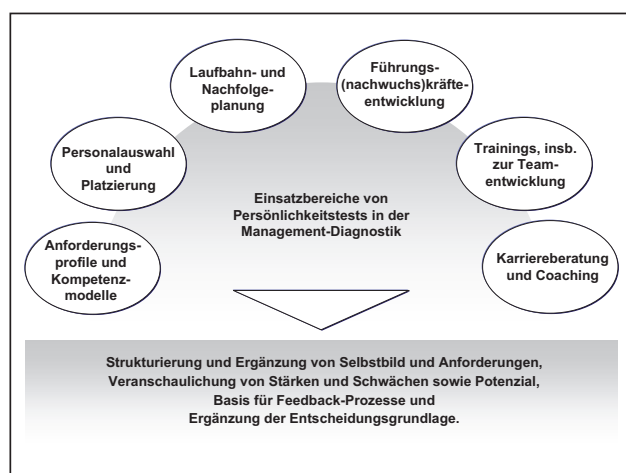
ist als Professorin an der Hochschule Heilbronn im Rahmen der Bachelor- und Masterstudiengänge BWL und Unternehmensführung für Personalmanagement zuständig und berät darüber hinaus Unternehmen bei personalpolitischen Themenstellungen.

(Quelle: Eisele)

- Persönlichkeitsstrukturtests, darunter das Bochumer Inventar zur berufsbezogenen Persönlichkeitsbeschreibung (BIP), CAPTain (Computer Aided Personnel Tests answers inevitable) und der Reflector Big Five Personality, vormals Workplace Big Five Personality.
- Als Vertreter der Typentests das persolog® Persönlichkeits-Profils, besser bekannt unter den abgebildeten Verhaltensdimensionen D-I-S-G (dominant, initiativ, stetig und gewissenhaft), und das Team Management Profil (TMP).

In vier Kategorien wurden dazu zahlreiche Kriterien geprüft, wobei unter anderem die Anforderungen der DIN 33430 einfließen:

- Fundierte Konzeption des Verfahrens
- Angemessene Durchführung, Auswertung und Interpretation des Tests
- Erfüllung der klassischen Gütekriterien der Psychologie
- Entsprechung betrieblicher Anforderungen, wie gute Praktikabilität, Aufwand vs. (zusätzlicher) Nutzen, Akzeptanz und Rechtstreue



**Abbildung:** Einsatzbereiche von Persönlichkeitstests in der Management-Diagnostik (Quelle: Eisele)

Exemplarisch wurden die folgenden Verfahren im Rahmen eines Seminars im Masterstudiengang Unternehmensführung an der Hochschule Heilbronn geprüft:

Im Rahmen der Konzeption interessierte, ob der Test für den beruflichen Kontext, zielgruppenspezifisch und für konkrete Aufgabenstellungen (Selektion, Platzierung, Laufbahnplanung, Beratung oder Team-/Entwicklung) entwickelt wurde. Betrachtet wurden auch erfasste Konstrukte und deren theoretisch und empirische Fundierung. Außerdem wurden Erfahrungen von Autor/en und Referenzen der Anbieter sondiert.

Umfang und Bestandteile des Testmaterials, ergänzende Angebote, z. B. Schulungen, sowie elektronische und manuelle Auswertungsformen standen bei der Betrachtung der Durchführung, Auswertung und Interpretation im Fokus. Augenmerk lag hier auf genauen Instruktionen in allen drei Schritten. Es wurde zudem recherchiert, ob und welche zusätzlichen (objektiven) Informationen zum Test am deutschen Markt zugänglich sind. Mit Blick auf den Test selbst flossen, neben dessen Aufbau, die Anzahl der erfassten Skalen in Relation zur Zahl der Items (Fragen/Aufgaben) sowie eine verständliche und berufsnahe Formulierung der Fragen/Aufgaben und die Verwendung gängiger Antworttechniken in die Betrachtung ein. Auch eine sorgfältige Auswahl der Items, anhand von Verteilungen, Itemschwierigkeit, Trennschärfe und

Homogenität, wurde geprüft. Dabei sollen möglichst Fragen/Aufgaben, deren Ergebnisverteilung extrem weit oder wenig streut und deren Ergebnisse anderen Items der Skala zuwiderlaufen, eliminiert werden.

Basis der klassischen Gütekriterien ist eine hohe Objektivität im Rahmen der Durchführung, Auswertung und Interpretation. Eine entscheidende Rolle spielen auch hier Vollständigkeit und Anschaulichkeit der Instruktionen. Nur ein objektiver Test kann auch zuverlässig, reliabel, sein. Dies wird anhand von möglichst hohen Reliabilitätskoeffizienten (> 0,7) festgestellt. Ermittelt werden die Werte mittels Retest (Testwiederholung), Paralleltest, Testhalbierung oder Berechnung der inneren Konsistenz/Homogenität. Der Aussagegehalt eines Tests dagegen hängt letztlich vom konkreten Einsatz ab. Über die generelle Aussagekraft können Validitätsziffern Auskunft geben (> 0,25). Unterschieden werden auch hier verschiedene statistische Verfahren: Im Vergleich mit einer (zukünftigen) Fremdeinschätzung wird von (prognostischer) Kriteriumsvalidität oder Übereinstimmungsvalidität gesprochen. Im Rahmen der (konvergenten oder divergenten) Konstruktvalidität werden die Ergebnisse des Verfahrens mit den Werten anderer Verfahren verglichen. Auf qualitativen Einschät-

zungen von Laien bzw. Experten beruhen dagegen Augenschein- bzw. Inhaltsvalidität, die ebenfalls eingehen. Zur fundierten Interpretation von Testergebnissen ist außerdem der Abgleich mit einer Norm oder vorformulierten Anforderungen notwendig. So ist bspw. das Ergebnis einer Zuverlässigkeit in Höhe von drei erst aussagekräftig, wenn ein Durchschnittswert von vier oder gar eine Forderung nach fünf Punkten bekannt ist. Daher wurde geprüft, ob ausreichend große und passende Normgruppen vorhanden sind oder ob zumindest Aussagen zu Zielnormen getätigt werden. Ein weiterer Punkt ist der Umgang mit einer möglichen Verfälschung der Ergebnisse durch die Teilnehmer, insbesondere in Folge der Tendenz, sozial erwünscht zu antworten. Daher wurde untersucht, ob sich hierzu Aussagen finden und welche Strategien ggf. zur Minimierung vorgeschlagen werden. In der betrieblichen Realität ist die Praktikabilität in der Handhabung mindestens ebenso wichtig. Diese wurde durch Befragung einzelner Anwender sowie im Selbstversuch eingeschätzt. Zudem wurden Kosten und Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Ergebnisinterpretation in Relation zur Informationsausbeute gesetzt. Der (zusätzliche) Nutzen wurde dabei generell eingeschätzt, wobei so nur Tendenzaussagen

Test	Beurteilung im Überblick		
	Stärken	Schwächen	Empfehlung
BIP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wissenschaftliche Begleitung, Forschung, aktuelle Normierung und konstante Weiterentwicklung</li> <li>Speziell für die (deutsche) Berufseignungsdiagnostik entwickelt (mittlerweile auch international)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relativ umfangreiche Befragung</li> <li>Tendenz zur sozialen Erwünschtheit</li> <li>Anschaulich normiertes Profil, aber kein Auswertungsbericht; die allg. Interpretationshilfen sind vom Anwender fallweise zu übertragen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fundierte Unterstützung für versch. Zwecke des (internationalen) PM, insb. bei höheren Fallzahlen; für den Einsatz bei Trainings zur Teamentwicklung nicht das richtige Verfahren</li> </ul>
CAPtain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komfortable Handhabung</li> <li>Test/Auswertung vielsprachig</li> <li>Verschiedene Versionen mit unterschiedlichem Umfang und Möglichkeit der modularen Anpassung auf ein konkretes Profil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswertung und Bezeichnung als „Messung des objektiven Verhaltensstils“ schwer durchschaubar</li> <li>Hoher Umfang der Vollversion in Kombination mit dem Forced-Choice-Verfahren verringert die Akzeptanz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz der unterschiedlichen Versionen für versch. Zwecke des internationalen PM, insb. wenn die Anwendungszahlen die Anpassung auf ein konkretes Profil lohnenswert erscheinen lassen</li> </ul>
Reflector Big-Five	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basis bildet das akzeptierte Persönlichkeitsmodell Big-Five</li> <li>Neben einem (spezifisch) normierten Persönlichkeitsprofil gibt es einen Kompetenzbericht</li> <li>Ausführliches Feedbackgespräch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auswertung des Kompetenzberichts intransparent</li> <li>Fehlende Aussagen zur Testverfälschung</li> <li>Zeitlicher und materieller Aufwand des Feedbacks</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empfehlenswert erscheint der Einsatz auf Grund des Kompetenzberichts insb. für die Karriereberatung und Laufbahnplanung; für Trainings eher weniger geeignet</li> </ul>
DISG	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hoher Bekanntheitsgrad</li> <li>Nachvollziehbarkeit der Auswertung, die (mühsam) auch selbst vorgenommen werden kann</li> <li>Anschaulichkeit der simplen Vierfelder-Typologisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlende Aussagen zur Testverfälschung</li> <li>Verhältnis von geringem Testumfang und Auswertungslänge unstimmtig</li> <li>Der Auswertungsbericht ist teilw. platitudenhaft formuliert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In der Entwicklung und im Coaching vor allem zur Selbstreflektion empfehlenswert; Insb. für die Auswahl nicht wirklich geeignet</li> </ul>
TMP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anschaulichkeit des Team Management Systems</li> <li>Umfangreiche Normierung</li> <li>Gute Nachvollziehbarkeit der Auswertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fehlende Aussagen zur Testverfälschung</li> <li>Validitätswerte werden nicht berichtet</li> <li>Verhältnis von geringem Testumfang und Auswertungslänge unstimmtig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besonders sinnvoll für die Teamzusammenstellung und -entwicklung; Insb. für die Auswahl nicht wirklich geeignet</li> </ul>

**Tabella 1:** Beurteilung der Testverfahren im Überblick

möglich sind. Als besonders kritischer Punkt wird die Akzeptanz von Testverfahren durch die Probanden, aber auch durch die Unternehmensvertreter, die Anwender, genannt (vgl. Nachtwei, J.; Schermuly, C., S. 8). Um diese Aspekte abzubilden, wurden die Verbreitung des Tests und konkrete Aussagen zur Akzeptanz erhoben. Hinter dem Begriff der Rechtstreue, Compliance, stehen beim Testeinsatz auf Managementebene in erster Linie die Wahrung von Persönlichkeitsrechten und die Vermeidung von Benachteiligungen im Sinne des Allgemeinen Gleichbehandlungsgesetzes. Damit war die Punkteliste komplett.

Anhand von Informationsmaterial der Autoren und Anbieter, Testunterlagen und Verfahrensdurchläufen, ergänzender Literaturrecherche und Befragungen wurden dann diese Kriterien durch jeweils ein studentisches Team abgeprüft. Mit Ausnahme des BIP wurden den Studierenden alle Verfahren (teilweise online) zur Verfügung gestellt. Der BIP wurde beim Hogrefe Verlag zum Preis von rund 500 € für die schriftliche Grundausrüstung, inklusive Testmanual, mittels Studiengebühren erworben. Alle deutschen Testanbieter bzw. im Falle des BIP das Projektteam Testentwicklung, standen den Studierenden für Fragen zur Verfügung. In fast allen Fällen konnten zudem Anwender zu ihren teils langjährigen Erfahrungen befragt werden.

Die Tabelle 1 bietet einen ersten Überblick über besondere Stärken, aber auch Grenzen der genannten Tests. Weitere Ergebnisse werden nachfolgend pro Verfahren zusammengefasst. Zu betonen ist dabei, dass im Rahmen des Seminars der Einsatz in der betrieblichen Management-Diagnostik im Fokus stand. Unbenommen ist, dass einige der Verfahren ihre Stärken besser in anderen Bereichen entfalten können (z. B. CAPtain im Vertrieb oder im persönlichen Coaching).

Das BIP wurde in den 1990er Jahren basierend auf umfangreichen Recherchen und umfassenden Expertenbefragungen unter der Leitung des promovierten Psychologen Rüdiger Hosiep aufgestellt. Seit dieser Zeit wird das von Hogrefe vertriebene Verfahren vom Projektteam Testentwicklung an der Ruhr-Universität Bochum beforscht, entwickelt und durch weitere Verfahren ergänzt. Mit 210 Items werden 14 Skalen und vier Zusatzindizes, in den folgenden Bereich abgefragt:

- Berufliche Orientierung, darunter Leistungs-, Gestaltungs- und Führungsmotivation
- Arbeitsverhalten, darunter Gewissenhaftigkeit, Flexibilität und Handlungsorientierung
- Soziale Kompetenz, darunter Sensitivität, Soziabilität, Kontaktfähigkeit Teamorientierung und Durchsetzungsstärke
- Psychische Konstitution, darunter emotionale Stabilität, Belastbarkeit und Selbstbewusstsein

Den geschlossenen Statements (Beispiel: „Ich rücke nur ungern von einem festen Tagesablauf ab“) ist auf einer sechsstufigen Skala mehr oder weniger zuzustimmen. Die damit verbundene Gefahr der Testverfälschung wird von den Autoren aufgegriffen und es finden sich Gegenmaßnahmen, wie eine offene Kommunikation und die Einbindung der Testergebnisse in den weiteren Prozess sowie deren zielorientierte Ergänzung. Der Tendenz zur sozialen Erwünschtheit kann damit jedoch nicht in allen Fällen beigegeben werden, was im Einzelfall zu Einschränkungen

der Aussagekraft führen kann. Die mit verschiedenen Verfahren (Retest, Testhalbierung und innere Konsistenz) ermittelte Reliabilität wird als gut angegeben. Auch die Validität ist gut beforscht, das gilt insbesondere für die Konstruktvalidität. Die Zusammenhänge mit Skalen des Eysenck-Persönlichkeits-Inventar (EPI), des NEO-Fünf-Faktoren Inventar (NEO-FFI) und der revidierten Fassung des 16-Persönlichkeits-Faktoren-Tests (16 PF-R) werden als hoch bis sehr hoch angegeben. Die Kriteriumsvalidität erzielt ausreichende Werte. Mit Investitionen in Höhe von 500 € (schriftliche Version) bzw. 2000 € (PC Version) ist für eine Grundausrüstung zu kalkulieren. Bei hohen Fallzahlen kostet der einzelne Test dann allerdings nur noch wenige Euro. Die schriftliche Auswertung mittels Schablone ist gerade bei vielen Anwendungen allerdings unpraktisch, wobei das Vorgehen an sich Schritt für Schritt nachvollziehbar wird. Dagegen geht die Beantwortung trotz des Fragenumfangs mit rund 30 Minuten einigermaßen zügig. Die Ergebnisse werden als (relative) Zahlenwerte in einem Profilblatt anschaulich dargestellt. Die Interpretation der Ergebnisse auf die spezifische Fragestellung hin ist allerdings vom Anwender selbst zu leisten. Dazu werden ihm vielfältige Informationen und Interpretationshilfen angeboten. Es muss jedoch mit zusätzlichem Aufwand zur Einarbeitung gerechnet werden, wobei Grundlagenkenntnisse vorausgesetzt werden. Positiv hervorzuheben ist, dass sich diese intensive Auseinandersetzung regelmäßig förderlich auf die Qualität des Gesamtprozesses auswirkt.

Das Verfahren CAPtain liegt in verschiedenen computerbasierten Versionen vor, die unterschiedliche Skalen umfassen. Unter anderem werden auch eine Management-Version und darüber hinaus sogar eine Anpassung an spezifische Anforderungen angeboten. Der CAPtain baut auf der Persönlichkeitstheorie von Henry Murray (1938) auf und wurde von der promovierten Psychologin Ulla Petäjävaara in den 1980ern in Finnland konzipiert. Ins Deutsche übernommen und weiter entwickelt wurde der Test von Christoph Nagler, der ebenfalls Psychologe und geschäftsführender Gesellschafter der CNT Gesellschaft für Personal- und Organisationsentwicklung ist. Dieser ist in Deutschland Alleinanbieter und bietet zahlreiche Informationen sowie Schulungen zum Verfahren an. Die im Test-Retestverfahren gewonnenen Reliabilitätswerte sind demnach ausreichend, die Validitätswerte werden als gut angegeben. Angegeben werden neben Konstrukt- auch hier Kriteriumsvaliditäten. Während der Test zwar in einigen Abschlussarbeiten und Dissertationen beforscht wird, findet er in deutschsprachigen Veröffentlichungen nur selten Erwähnung. In den Bereichen Arbeitsleistung, Führungseigenschaften, Entscheidungsfreude, Persönlichkeit, Teamfähigkeit und Potenziale werden maximal 38 Skalen abgebildet. Als Beispiel sind dem Bereich Führungseigenschaften wiederum fünf Skalen, darunter Führungsstärke, Autoritätsorientierung, Einflussnahme und Delegation, zugeordnet. Abgebildet werden alle 38 Skalen zusammengenommen mit 183 Aussagepaaren. Nach dem Forced Choice Verfahren ist von jeweils zwei Aussagen (Beispiel: „Mir fällt es leicht andere zu aktivieren“ und „Ich komme pünktlich zu Terminen“) die jeweils eher Zutreffende zu wählen. Mit diesem Vorgehen wird der Tendenz zur sozialen Erwünschtheit sehr gut entgegengewirkt. Die Bezeichnung als Messung des „objektiven Verhaltensstils“ erscheint dennoch etwas irreführend. Auch dass die Auswertung für den Anwender nicht nachvollziehbar

wird, wirkt sich zwar positiv auf eine mögliche Verfälschung, auf die Beurteilung jedoch negativ aus. Dieser Teil des Tests wird durch einen zweiten Teil, die subjektiven Idealvorstellungen, ergänzt. Hier gibt der Proband auf einer 10-stufigen Skala mit fünf Verhaltensankern bis zu 38 mal seine Selbsteinschätzung ab (z. B. von „Detailarbeit meide ich“ bis hin zu „Details sind das Wichtigste; nach diesem Grundsatz handle ich“). Aus Probandensicht kritisch beschrieben wird der Umfang der Befragung in Kombination mit der Forced Choice Methode: Zu viele, teilweise als unabhängig empfundene Aussagenpaare reihen sich aneinander. Dafür enthält der sieben Reports umfassende Auswertungsbericht neben Skalenbeschreibungen und Interpretationshinweisen eine Zusammenfassung, Ergebnisse zu beiden Teilen, eine Gegenüberstellung sowie den konkreten Bezug auf den Einsatzbereich. Insbesondere Letztes ist positiv hervorzuheben. Um mit der umfangreichen Auswertung zurechtzukommen, wird die Vollversion im Paket mit einer entsprechenden Schulung angeboten. Die Vielzahl der kombinierbaren Angebote ist generell attraktiv, erschwert aber auch die Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen im Anwendungsfall. Alleine die Preisspanne startet bei 60 Euro für die kurze Version des Tests und geht bis zu mehreren tausend Euro für die Einrichtung eines kundenge-rechten Komplettpaketes inklusive Schulungen.

Der Ende der 90er vom US-amerikanischen Beratungs- und Weiterbildungsinstitut Centacs entwickelte Vorgänger des Reflector Big Five Personality beruht auf dem wohl bekanntesten Modell zur Abbildung der Persönlichkeit, dem Fünf-Faktoren-Modell (FFM):

- Neurotizismus/Emotionale Instabilität
- Extraversion
- Offenheit für Erfahrungen/Kultur/Intellekt
- Verträglichkeit/Soziabilität/Liebenswürdigkeit
- Gewissenhaftigkeit

Diese fünf Merkmale werden im Test über 24 Skalen abgebildet. Das Verfahren wird in Deutschland von der Firma Wildenmann Tools & Services GmbH & Co KG in Kooperation mit der niederländischen PI Company webbasiert vertrieben. Es umfasst 144 Aussagen im Stil von „Unterstützt andere nur dann, wenn er/sie selbst etwas davon hat“. Die Einschätzung aller Aussagen benötigt ca. 20 Minuten und erfolgt auf einer fünfstufigen Skala von -2 (trifft gar nicht zu) bis +2 (trifft vollkommen zu). Auch wenn die Aussagen in der dritten Person und teilweise negativ formuliert sind, sind Tendenzen der sozialen Erwünschtheit nicht vollständig zu vermeiden. Leider macht der Anbieter hierzu keine Aussagen. Bezüglich der Reliabilität wird lediglich der sehr hohe Wert der inneren Konsistenz angeführt. Mit hohen Korrelationen glänzen die Vergleiche mit der revidierten Fassung des NEO-PI-r (revidierte Fassung des NEO Persönlichkeitsinventars) und dem „Schwestertest“ Connector P. Außerdem werden dessen Ergebnisse zur Kriteriumsvalidität als weitgehend übertragbar auf den RBFP angegeben. Zumindest im deutschen Sprachraum finden sich sonst kaum weitere Informationen zum Verfahren. Neben dem normierten und sehr anschaulichen Persönlichkeitsbericht mit 10 Seiten umfasst die Auswertung als Besonderheit einen 20-seitigen Kompetenzbericht. In diesem wird für 43 ausgewählte

Kompetenzen der Bereiche Management und Führung, Business, Analyse und Entscheidung, Kommunikation, Persönlichkeit und Motivation angegeben, wie leicht bzw. wie schwer die Kompetenzentwicklung dem Kandidaten aufgrund des ermittelten Profils fällt. Während die Auswertung des Persönlichkeitsprofils nachvollziehbar ist, bleibt die Übertragung auf die Kompetenzen intransparent. Es wird lediglich auf eine fundierte Experteneinschätzung verwiesen. Die Interpretation der Ergebnisse erfolgt typischerweise in einem ausführlichen (telefonischen) Gespräch, durch Mitarbeiter von Wildenmann oder zertifizierte Trainer. Dies schlägt sich auch in den Kosten (bei Wildenmann rund 150 €) nieder. Eine eigene Interpretation setzt ein Anwendertraining voraus, das einmalig höheren Aufwand verursacht.

Mit dem persolog® Persönlichkeits-Profil werden vier Verhaltens-Grundtypen D-I-S-G unterschieden, denen die Farben Rot für Dominanz, Gelb für Initiative, Grün für Stetigkeit und Blau für Gewissenhaftigkeit zugeordnet sind. Das Profil wurde in den 1970ern vom amerikanischen Verhaltenswissenschaftler John G. Geier im Rahmen seiner Dissertation auf Basis der Erkenntnisse von William M. Marston (1928) entwickelt. Dieser hat zwar selbst weder Messungen noch empirische Prüfungen vorgenommen, dennoch ist das eingängige Modell äußerst bekannt geworden. Ausgehend von dem ursprünglichen Zweck der Selbsteinschätzung mit Blick auf die weitere Hochschullaufbahn werden heute Zielgruppe und Einsatzbereiche des persolog® Persönlichkeits-Profiles sehr breit beschrieben. Neben dem berufsbezogenen Einsatz findet das Verfahren insbesondere auch im privaten Bereich Anwendung. Darin begründet liegt wohl auch der hohe Bekanntheitsgrad des D-I-S-G Profils, es bietet sich aber auch ein Ansatzpunkt für manche Kritik. Der einzige Anbieter im deutschsprachigen Raum, die persolog GmbH, ist seit Anfang der 1990er Jahre auf dem Markt und hat bereits über 3000 Trainer für die Anwendung der letzten Version von Geiers Persönlichkeits-Profil zertifiziert. Zur weiteren Etablierung des Verfahrens wird das Verfahren vom Anbieter regelmäßig beforscht und auch weiterentwickelt. Seit mehr als einem Jahrzehnt werden Reliabilitätskennzahlen im guten oder sogar sehr guten Bereich veröffentlicht. Auch die Konstruktvalidität (mit den Skalen des NEO-PI-r) wird vom Anbieter als gut bewertet. Mehr als generalisierende Aussagen und Verweise von dritter Seite sowie Werbebeiträge der Trainer finden sich dagegen im deutschen Sprachraum nicht. Der Test selbst ist äußerst übersichtlich. Anzukreuzen ist 24-mal der Begriff von vieren (bspw. freundlich, überzeugend, bescheiden oder einfallsreich), der am ehesten auf einen zutrifft. Ebenfalls 24-mal ist die Aussage zu kennzeichnen (ich bin schüchtern, ich bin entschlossenkräftig, es fällt mir leicht andere zu begeistern und ich gebe leicht nach), die am wenigsten auf einen zutrifft. Die Beantwortung ist damit intuitiv und zügig. Das Verfahren selbst kostet in der schriftlichen Version mit Hilfe des Buches weniger als 35 €, wobei dann die etwas aufwendige Auswertung selbst vorgenommen wird. Auch die Interpretation ist in dieser Form auf Grundlage der Buchinformationen selbst vorzunehmen, was Zeit für die Einarbeitung und Durchführung erfordert. Wird die Online-Version durchgeführt, wird der elektronische Bericht direkt zugesendet. Er erscheint in Relation zum Fragenkatalog sehr umfangreich und bleibt damit (gezwungenermaßen) teilweise oberflächlich. Er wird jeweils in einem (telefonischen) Gespräch von einem Trainer

erläutert, wobei die Kosten in Abhängigkeit von Trainer, Einsatzgebiet und weiteren Faktoren zwischen 50 und 200 € pro Stunde stark variieren. Das Beratungs- und Weiterbildungsunternehmen bietet darüber hinaus viele Informationen und zahlreiche (kostenpflichtigen) Zusatzleistungen rund um das Persönlichkeitsprofil an. Werden Zusatzleistungen gewählt, ist mit entsprechend höheren Kosten zu rechnen.

Das Team Management System (TMS) und das darauf aufbauende Team Management Profil (TMP) wurde Mitte der 1980er von den britisch-australischen Wissenschaftlern Charles Margerison und Dick McCann entwickelt. Im deutschsprachigen Raum wird das Verfahren vom TMS-Zentrum unter der Leitung des Ökonomen Marc Tscheuschner vertrieben. Ziel des Tests ist es, die Arbeitspräferenzen von Mitgliedern in einem Team zu definieren, sodass die entsprechenden Teamrollen best möglich ausgefüllt werden können: Beraten (informierter Berater), innovieren (kreativer Innovator), promoten (entdeckender Promotor), entwickeln (auswählender Entwickler), organisieren (zielstrebigem Organisator), umsetzen (systemischer Umsetzer), überwachen (kontrollierender Überwacher) oder stabilisieren (unterstützender Stabilisator). Die Präferenzen werden über vier sogenannte Schlüsselbereiche ermittelt:

- Beziehungen: extrovertiert vs. introvertiert
- Informationen: praktisch vs. kreativ
- Entscheidungen: analytisch vs. begründet auf Überzeugungen
- Organisation: strukturiert vs. flexibel

Jeder dieser Schlüsselbereiche wird durch 15 Items repräsentiert: Bei einem Aussagenpaar, wie „Bei mir ist Logik das Wichtigste“ vs. „Bei mir sind Gefühle das Wichtigste“, ist eine mittlere oder starke Präferenz in die eine oder andere Richtung anzugeben. Die insgesamt 60 Aussagenpaare sind in rund 15 Minuten schriftlich oder online zu bearbeiten. Jeder Präferenzkombination, z. B. IPAS (introvertiert, praktisch, analytisch, strukturiert), wird plakativ eine Rolle, hier „systematischer Umsetzer“, zugeschrieben. Anschaulich ist auch der Auswertungsbericht. Mit 30 Seiten erscheint er trotz Visualisierung der (normierten) Ergebnisse und ergänzender Informationen, z. B. zum Kommunikations- und Führungsverhalten sowie zur Arbeitsweise des Typs, in Relation zum Testumfang etwas lang. Das Verfahren TMS wird im deutschen Sprachraum insbesondere in zwei Werken des Anbieters anschaulich erläutert. Hier werden auch Reliabilitätswerte der inneren Homogenität, der Testhalbierung und des Retests angegeben. Diese sind, von einer Ausnahme abgesehen, alle gut bis zufriedenstellend. Zur Validität finden sich dagegen lediglich zur Konstruktvalidität, u. a. mit dem Meyer-Briggs Typenindikator, Hinweise, jedoch keine konkreten Angaben. Ergänzend wird berichtet, dass die Auswertungsprofile mittels Probanden Feedback rollierend verbessert wurden, was der Augenscheinvalidität zu Gute kommt. Zur Anfälligkeit mit Blick auf die soziale Erwünschtheit finden sich wiederum keine weiteren Angaben. Von Dritten wurde der Test bislang nicht auf den Prüfstand gestellt, zumindest wurden bei der Recherche keine deutschsprachigen Veröffentlichungen ermittelt. Die Auswertung, durch TMS für 150–200 €, ist gut nachvollziehbar (teilweise in Englisch erläutert) und wird in einem (telefonischen) Gespräch durch Mit-

arbeiter oder zertifizierte Trainer interpretiert. Angeboten wird zudem die Einbindung in Coachings und Team-Workshops, was entsprechenden Mehraufwand nach sich zieht.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass alle der begutachteten Testverfahren einen durchaus aufschlussreichen Informationsbeitrag für verschiedene Einsatzbereiche im Personalmanagement liefern können. Im optimalen Fall werden jedoch alle drei mögliche Zugänge zu einer Person kombiniert (Hossiep, R.; Paschen M., S. 46):

- Objektive Informationen, wie Ausbildungsabschluss oder Auslandserfahrungen, bilden die Basis.
- Das Fremdbild einer Person wird über Referenzen oder Beobachtung im Assessment Center etc. erfasst.
- Das Selbstbild wird mittels Selbstbeschreibung im Interview und mit Hilfe von Testverfahren erhoben und rundet die Gesamteinschätzung ab.

Hohe (zusätzliche) Aussagekraft liefert ein Test allerdings nur auf Basis der formulierten Anwendungsziele im Unternehmen und einer darauf abgestimmten gezielten Auswahl eines Verfahrens. Um eine intensive Beschäftigung mit den Anforderungen und möglichen Tests für den jeweiligen Einsatz kommen Anwender nicht herum. Der vorliegende Beitrag kann eine generelle Struktur und gebündelt Informationen für eine solche Verfahrensentscheidung bieten.

## Literatur

- Berufsverband Deutscher Psychologinnen und Psychologen (Hrsg.): DIN 33430 Berufsbezogene Eignungsdiagnostik, Berlin 2002
- Hossiep, R., Paschen M.: BIP – Das Bochumer Inventar zur berufsbezogenen Persönlichkeitsbeschreibung, 2. Aufl., Göttingen 2003
- Hossiep, R., Mühlhaus, O.: Personalauswahl und -entwicklung mit Persönlichkeitstests, Göttingen et al. 2005
- Kimmerer, M.; Neef, M.: Einsatz von Persönlichkeitstypologien in der deutschen Wirtschaft, in: Wirtschaftspsychologie aktuell, 03/2005, S. 31–36
- Nachtwei, J.; Schermuly, C.: Acht Mythen über Eignungstests, in: Harvard Business Manager, 04/2009, S. 6–9
- Sarges, W. (Hrsg.): Management-Diagnostik, 3. Aufl. Göttingen et al. 2000
- Sarges, W., Wottawa, H.: Handbuch wirtschaftspsychologischer Testverfahren, 2. Aufl., Stuttgart 2004
- Schuler, H. (2008): Das Bewusstsein für mehr Qualität schärfen, in: Personalwirtschaft, 06/2008, S. 17–20
- [www.cnt-gesellschaften.com](http://www.cnt-gesellschaften.com), Stand: 20.03.2010
- [www.persolog.de](http://www.persolog.de), Stand: 20.03.2010
- [www.tms.de](http://www.tms.de), Stand: 20.03.2010
- [www.testentwicklung.de](http://www.testentwicklung.de), Stand: 20.03.2010
- [www.wildenmann.com](http://www.wildenmann.com), Stand: 20.03.2010

## Abstract

Die möglichen Einsatzbereiche von Persönlichkeitstests im Personalmanagement sind in der Auswahl, Platzierung, Potenzialeinschätzung und Entwicklung von Führungs- und Führungsnach-

wuchskräften vielfältig. Dennoch werden sie in Deutschland nach wie vor eher zögerlich eingesetzt. Dabei lassen sich zahlreiche Vorbehalte mit einem verantwortungsvollen Einsatz eines jeweils passenden Verfahrens durchaus entkräften. Passend, d. h., ein Anwendungsziel ist definiert und entspricht dem des Tests. Eine fundierte Entscheidung für einen Test erfordert Zeit und Know-how. Diese Investition ist für einen sinnvollen Einsatz unabdingbar. Als alleiniges Instrument sind Tests allerdings selbst dann regelmäßig ungeeignet. Aber sie können neben objektiven Infos und Ergebnissen einer Fremdeinschätzung strukturiert und zuverlässig wertvolle oder gar entscheidende Informationen liefern.

Das gilt zumindest wenn Verfahren grundlegende Anforderungen an eine fundierte Testentwicklung erfüllen und sich mit Blick auf die klassischen Gütekriterien als zumindest zufriedenstellend bewährt haben. Test und Auswertungsmaterial wie weitere Infos müssen verständlich sein, die Handhabung sollte möglichst einfach fallen und rechtlichen Vorgaben muss entsprochen werden. Schlussendlich ist dann der Zusatznutzen dem Aufwand gegenüber zu stellen. Auf lange Sicht wird sich der Einsatz in vielen Fällen rechnen.

Im vorliegenden Artikel werden fünf Persönlichkeitstests mit Blick auf diese Aspekte genauer unter die Lupe genommen.

## Open Source Business Applications – Customizing der Softwarevtiger CRM bei einem mittelständischen Treppenbauer

### Open Source Business Applications – Customizing of vtiger CRM at a medium-sized stair constructor

M. Gröschel, D. Amruth

#### Open Source auf dem Vormarsch

Die Etablierung von Open Source Software im Unternehmensinsatz beschränkte sich in der Vergangenheit primär auf den Bereich der Systemsoftware [1]. Open Source basierte Betriebssysteme wie Linux werden schon seit Jahren gerne eingesetzt. Neben Infrastrukturkomponenten werden oft weitere Open Source Produkte, wie der JBoss Application Server, das Eclipse Framework, die Skriptsprache PHP oder Datenbanksysteme wie MySQL und PostgreSQL eingesetzt.

Darüber hinaus konnten sich Open Source Produkte in jüngster Zeit auch vermehrt im Umfeld der Anwendungssoftware etablieren [2]. Ein prominenter Vertreter ist Open Office mit den typischen Büroanwendungen als Konkurrenz zu Microsoft Office. Daneben entwickelten sich zahlreiche Open Source Projekte, die sich im Themenkomplex geschäftsunterstützender Applikationen ansiedeln. Diese sogenannten Open Source Business Applications bieten Funktionalitäten, die die betriebswirtschaftlichen Prozesse direkt unterstützen. Im Gegensatz zu ihren kommerziellen Vertretern fehlt es den Open Source Produkten allerdings häufig an Funktionalität, Support und Referenzinstallationen. Aktuelle Projekte im Business Application Umfeld sind u. a. BusCompiere (Enterprise-Resource-Management), Pentaho (Business Intelligence), Mondrian (Data Warehousing) oder Jasper Reports (Reporting).

Open Source Produkte in den genannten Bereichen laufen stabil, bieten einen zunehmenden Umfang an Funktionalität und sind nicht zuletzt wegen der fehlenden Lizenzkosten attraktiv. Dennoch sind bei der Auswahl solcher Produkte einige zusätzlich Kriterien gegenüber der Auswahl kommerzieller respektive proprietärer Software zu berücksichtigen [3]. Insbesondere die Dokumentation des Produkts und die Verfügbarkeit von Services durch Aufbau von internem Know-how oder durch

externe Dienstleister sind wichtige Prüfkriterien. Im selben Zuge sollte zudem auch eine Analyse der auf den ersten Blick versteckten Total Cost of Ownership (TCO) gehören, die durch eventuelle Hardware- und Dienstleister- oder Schulungskosten und Wartung anfallen [4].

Der Bereich der Systeme für Kundenbeziehungsmanagement (Customer Relationship Management, CRM) nimmt bei den Open Source Business Applications eine führende Stellung ein. Produkte wie SugarCRM, vtiger oder XRMS CRM bieten ein großes Funktionsportfolio sowie eine hohe Qualität und bilden somit die Grundlage für effizientes und professionelles CRM, die für viele Anwender – primär im Bereich der kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) – ausreichend sind.

#### CRM bei kleinen und mittleren Unternehmen

Dass die professionelle Pflege der Kundenbeziehungen mit der wichtigste Bestandteil eines erfolgreichen Unternehmens ist,



**Prof. Dr. Michael Gröschel**

Studiengang Electronic Business an der Hochschule Heilbronn und forscht als Direktor am Electronic Business Institut EBI u. a. im Bereich Open Source Business Applications und Softwarearchitektur.



**Dipl.-Ing. FH Daniel Amruth**

ist Absolvent des Studiengangs Electronic Business an der Hochschule Heilbronn. Der Diplom-Wirtschaftsinformatiker arbeitet derzeit als Consultant bei der Logica Deutschland GmbH & Co. KG.

(Quelle: Gröschel, Amruth)

wurde längst nicht nur von Großkonzernen erkannt. Insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen sind die Nähe zum Kunden und das Wissen über seine Bedürfnisse meist wichtiger und individueller, was auch mit der Größe des Kundenstamms einhergeht. Somit ist der Einsatz von CRM-Systemen in KMUs mittlerweile ein wesentlicher Bestandteil des Vertriebs [5].

Für KMUs dient der Einsatz eines CRM-Systems insbesondere dazu interessante Kunden zu identifizieren, diese langfristig zu binden und somit den Kundenwert auf lange Sicht zu erhöhen [6]. KMUs unterscheiden sich meist in ihrer Organisationsstruktur zu großen Unternehmungen. Folglich haben sie auch andere Anforderungen an CRM-Systeme, deren Einführung und anschließende Wartung. Hinzu kommt, dass sie abgesehen von den geringeren finanziellen Mitteln auch andere Vorgehensweisen bei der Evaluierung und Einführung von Software einsetzen. Oft ist in kleinen und mittleren Unternehmen kurzfristig kein spezielles IT-Know-how vorhanden, so dass auf externe Dienstleister zurückgegriffen werden muss [4]. Sobald ein CRM in KMUs jedoch eingeführt wurde und die Mitarbeiter damit umzugehen wissen und es nutzen, können in kurzer Zeit Erfolge verbucht werden, die sich in einer gestärkten Kundenbeziehung niederschlagen und somit den Unternehmenswert langfristig steigern [5].

### Vtiger CRM

Vtiger CRM ist ein webbasiertes Open Source CRM-System, welches frei verfügbar ist. Die erste Version von vtiger basierte auf dem CRM-System Sugar-CRM. Diese erste Version wurde 2006 jedoch völlig überarbeitet und im September desselben Jahres unter der Version 5 veröffentlicht. Hauptneuerungen dieses Releases waren die AJAX-Unterstützung und die Möglichkeit der Anbindung von Webservices wie beispielsweise Google Maps. Die derzeit aktuelle Version von vtiger in der Version 5.0.4 steht auf <http://www.vtiger.com> zum Download zur Verfügung.

Technologisch gesehen basiert vtiger auf der weit verbreiteten Skriptsprache PHP. Als Datenbank wird MySQL empfohlen, allerdings lassen sich auch Oracle und PostgreSQL anbinden. Als darunter liegendes Betriebssystem können Windows, Linux sowie andere Unix-Systeme eingesetzt werden.

Der Funktionsumfang von vtiger umfasst die folgenden Themengebiete: Marketing und Vertrieb, Produktverwaltung, Management (Reporting), Support und das Tracking von Aktivitäten [7]. Somit kann vtiger in KMUs für den Verkaufsprozess, beginnend vom Erstkontakt zu einem potentiellen Kunden über die Angebotserstellung hin zur Rechnungsstellung nach erfolgreichem Geschäftsabschluss eingesetzt werden. Zudem können über Administrationsfunktionen die Rechte der Benutzer sehr gezielt eingeschränkt werden. Das System unterstützt auch Mehrsprachigkeit.

Vtiger lässt sich in bestehende Office-Infrastrukturen integrieren. Eine Synchronisierung von Daten mit Microsoft Outlook und Mozilla Thunderbird wird über Plug-Ins ermöglicht [7]. Auch die Erzeugung von Serienbriefen kann über ein Plug-In für vtiger weiterhin in Microsoft Word erfolgen, wobei die in vtiger gepflegten Kontakte herangezogen werden. Vtiger lässt sich durch seinen breiten Funktionsumfang und seiner intuitive Bedienung durchaus mit kommerziellen CRM-Lösungen messen. Hinzu kommt, dass das Lizenzmodell (Mozilla

Public License) sowie die technologische Basis es ermöglichen vtiger ohne großen finanziellen Aufwand einzusetzen.



**Bild 1:** Der Funktionsumfang von vtiger

### Das Projekt CRM@Kenngott

Kenngott ist ein international tätiges produzierendes Unternehmen, welches Treppen in vielen Formen und aus vielfältigen Materialien anbietet. Das mittelständische Unternehmen mit etwa 400 Mitarbeitern benötigte durch seine rasante Expansion ins Ausland eine Vereinheitlichung seiner Vertriebs- und Kundenmanagementprozesse. Eine bereits im Vorfeld erfolgte Evaluierung verschiedener kommerzieller und Open Source CRM-Systeme ließ die Wahl auf vtiger CRM fallen, da es die fachlichen Anforderungen am besten abdeckte und als Open Source System keine direkten Lizenzkosten anfallen.

In einer frühen Projektphase wurden die Bereiche identifiziert, die im Rahmen des Customizing zu bearbeiten waren. Zu den allgemeinen Anforderungen gehörten insbesondere [8]:

- Mehrsprachigkeit
- Anpassung der Oberfläche an das Corporate Design von Kenngott
- Anpassung der erzeugten Dokumente an das CD von Kenngott (Angebote, Rechnungen)
- Verwaltung unterschiedlicher Preislisten (Vertriebspartner- und landesabhängig)
- Konzeption und Umsetzung der Rechtsverwaltung

Eine Anpassung vtigers bezüglich des Corporate Designs des Unternehmens erfordert ausgeprägtes Wissen über Cascading Style Sheets (CSS), ist aber vergleichsweise einfach zu realisieren. In den folgenden Kapiteln werden die Anforderungen und gewählten Lösungen bezüglich Mehrsprachigkeit und Anpassung der Dokumentenerzeugung sowie die Integration in das ERP-System detaillierter erläutert.

### Internationalisierung

Die Internationalisierung betraf mehrere Aspekte des Systems. Neben der einfach zu realisierenden Mehrsprachigkeit der Benutzeroberfläche war die Erzeugung von Dokumenten (Angebote, Rechnungen) in verschiedenen Sprachausprägungen erforderlich. Die größte Herausforderung bestand in der Anforderung, dass je nach Land individuelle Produkte, Produktbeschreibungen und Preise zu verwalten waren.



Eine Internationalisierung von vtiger im Sinne der Mehrsprachigkeit kann über so genannte Language Packs erfolgen. Dabei bietet vtiger eine breite Palette an Sprachenpaketen an, welche unter <http://forge.vtiger.com/> heruntergeladen und auf einfache Art und Weise installiert werden können.

Da das System vorrangig von Vertriebspartnern im Ausland benutzt wird, mussten auch die Dokumente wie Angebote und Rechnungen an die jeweilige Landessprache angepasst und mit den entsprechenden Landeslogos versehen werden. Vtiger exportiert Dokumente standardmäßig als PDF und verwendet dazu eine frei verwendbare Komponente, welche jedoch keine kyrillischen Zeichen unterstützt. Da das System aber auch im russischsprachigen Raum eingesetzt wird, musste die bestehende Komponente durch die ebenfalls frei verfügbare Klasse TCPDF ersetzt werden. Mittels dieser Komponente können UTF8-konforme Dokumente erzeugt werden. Ein Austausch der Komponenten bedarf nur eines geringen Eingriffs in den Sourcecode [8].

Kenngott vertreibt seine Produkte sowohl über direkte Vertriebsgesellschaften im Ausland, aber auch über unabhängige Vertriebspartner. Diese haben unterschiedliche Preise für die Produkte. Hinzu kommt, dass jedes Land einen individuellen Produktstamm, landesabhängige Preise und Produktbeschreibungen sowie steuerrechtliche Bedingungen mit sich bringt. Vtiger sieht eine solche Konstellation im Standard nicht vor. Weder Softwarearchitektur noch Datenbankmodell sind auf eine solche Anforderung hin ausgerichtet. Daher würde daraus ein erheblicher Anpassungs- und Implementierungsaufwand entstehen, der zudem bei neuen Versionen größere Wartungsarbeiten verursacht hätte. Daher wurde entschieden, für jede Landeseinheit ein eigenes System aufzusetzen und parallel dazu Maßnahmen ergriffen, die eine Synchronisierung der Daten erlaubt, die für alle Ländersysteme gleich sind [8]. Weitere landesspezifische Anpassungen wurden mit der Erstellung von Konfigurationsdateien, Änderungen an der Datenbankabfrage sowie dem Einfügen von Landeslogos ermöglicht. Zudem wurde das Administrationsmenü um Freitextfelder erweitert, welche von den lokalen Administratoren mit Texten versehen werden können. Die Freitexte sowie eine eigens für Kenngott formatierte Auftragsnummer werden bei der PDF-Erzeugung in den jeweiligen Dokumenten herangezogen.

Das in vtiger integrierte Rechtekonzept erlaubt das Anlegen von Benutzern. Diese können Rollen zugewiesen werden, wobei jede Rolle durch ein Profil verkörpert wird. Ein Profil wiederum kann in seinen Rechten bezüglich des Erstellens, Bearbeitens, Betrachtens und Löschens von Moduldaten eingeschränkt werden. Rollen werden hierarchisch organisiert, was beispielsweise dem Geschäftsführer ermöglicht, alle Daten seiner Mitarbeiter einzusehen und aggregierende Reports zu erzeugen; die Mitarbeiter unter sich können hingegen nur ihre Daten einsehen [8].

Zusammenfassend ermöglicht vtiger in seiner Basisauslieferung eine intuitive Möglichkeit der Einführung der Mehrsprachigkeit, wobei die Language Packs regelmäßig an neue Releases angepasst werden. Eine Anpassung der Dokumente für unterschiedliche Zeichensätze ist nicht ohne Codeanpassungen möglich und widerspricht somit dem Feature der standardmäßig unterstützten Mehrsprachigkeit. Eine Verwaltung von unterschiedlichen Produktstämmen hinsichtlich Preis, Sprache und steuerrechtlichen Rahmenbedingungen ist nicht ohne Codeanpassungen oder der

Verteilung auf unterschiedliche Applikationen möglich. Zudem geht mit dem Aufsetzen verschiedener Systeme die Möglichkeit des direkten Vergleichs im Reporting verloren.

### ERP-Integration

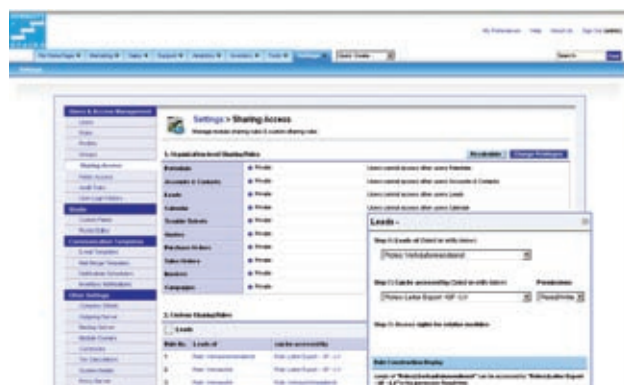
An die Möglichkeit der Einbindung von Produktdaten aus einem ERP-System wurde bereits bei der Entwicklung von vtiger gedacht. Der Datenimport ist über eine csv-Datei möglich. Beim Upload dieser Datei kann eine Zuordnung der Felder in der csv-Datei zu den Datenbankfeldern in vtiger erfolgen. Diese Zuordnung kann für weitere Importvorgänge gespeichert werden und muss somit nur initial einmal angelegt werden. Dieser Import ist statisch und bei Änderungen am Produktstamm oder dessen Aufbau muss der Vorgang wiederholt werden.

Um vtiger produktiv nutzen zu können wäre für viele KMUs eine Live-Schnittstelle zum hausinternen ERP-System durchaus interessant. In vtiger ist eine solche Funktionalität bisher nicht enthalten, und es sind bislang keine Konnektoren bekannt. Eine standardisierte Live-Schnittstelle wird es somit zunächst nicht geben, insbesondere keine bidirektionale, welche nach erfolgreicher Rechnungsstellung eine Meldung mit Verringerung des Bestands an das ERP-System sendet.

Da das Datenmodell von vtiger nach einer kurzen Einarbeitungszeit jedoch überschaubar ist könnte diese Problematik mit einem zyklischen oder manuell gesteuerten Batch-Job gelöst werden. Insbesondere in Unternehmen, in denen sich der Produktstamm in absehbaren Zeiträumen ändert, kann von einem solchen Prozess Gebrauch gemacht werden.

Im Projekt ergab sich aber neben dem nicht automatisierten Import darüberhinaus die Schwierigkeit der Versorgung aller Ländersysteme. Um diesen Import dennoch von einer zentralen Stelle aus zu ermöglichen wurde ein Import-Werkzeug implementiert, welches alle in einer Konfigurationsdatei hinterlegten Systeme mit aktuellen Produktdaten versorgt und dabei auch die Preislistenkoeffizienten mit in die Berechnung der Preise einfließen lässt. Durch die Vereinigung mit den bestehenden Preislisten wurde zudem sichergestellt, dass die referentielle Integrität der Landespreislisten erhalten bleibt [8].

Der Prozess des Preislistenimports könnte durch den automatisierten Export aus dem ERP-System heraus noch verbessert werden. Der dort generierte Export könnte dann in zyklischen Abständen in die Systeme geladen werden.



**Bild 2:** Auszug der Rechteverwaltung in vtiger mit Anpassung an das Corporate Design

Eine direkte Anbindung an ein ERP-System ist von vtiger auch in nächster Zukunft nicht geplant. Somit wird der Import von Produktstämmen und -preisen nur über den Datenimport oder einen (halb)automatischen Prozess in die Datenbank möglich sein. Eine flexiblere Anbindung beispielsweise über einen Webservice wäre wünschenswert und würde die Attraktivität von vtiger weiter erhöhen.

### Fazit

Die in diesem Artikel vorgestellte und in einem Projekt eingesetzte Open Source Business Applications vtiger eignet sich für den produktiven Einsatz in KMUs. Angefangen bei den nicht vorhandenen Lizenzkosten, über die intuitive Bedienung des Systems sowohl für den Administrator als auch für den Benutzer hin zu dem breiten Dienstleister- und Dokumentationsangebot ist vtiger in jeder Evaluation eines Open Source CRM-System mit aufzunehmen. Zudem verfügt vtiger über alle an ein Standard CRM-System gestellte Funktionalitäten. Vtiger lässt sich darüberhinaus einfach in seinem Erscheinungsbild und Mehrsprachigkeit der Benutzungsoberfläche anpassen.

Bezüglich des Customizing und der Erweiterung des Systems müssen jedoch noch entsprechende Schnittstellen und Dokumentationen geschaffen werden, damit auch eine breite Community rund um das Produkt wachsen kann. Insbesondere die Bereitstellung einer Schnittstelle für ein ERP-System wäre eine wünschenswerte Erweiterung ebenso wie die Unterstützung der Generierung von Dokumenten im UTF8-Zeichensatz.

### In diesem Beitrag lesen Sie

- Welche Kriterien bei der Auswahl von Open Source Software für Geschäftsanwendungen eine Rolle spielen.
- Erfahrungen aus einer Einführung der Open Source CRM-Software vtiger in einem mittelständischen produzierenden Unternehmen.
- Welche Herausforderungen vtiger in Bezug auf Internationalisierung und ERP-Integration mit sich bringt.

### Zusammenfassung

Open Source Software dringt nach der Verbreitung als Systemsoftware verstärkt in den Bereich der Applikationen zur Unterstützung von Geschäftsprozessen ein. Durch die niedrigen Lizenzkosten, die meist große Community, die oftmals ausgefeilte Dokumentation und Softwarearchitektur sowie ein großes Angebot an Dienstleistern finden Open Source Business Applications vor allem in kleinen und mittleren Unternehmen regen Anklang. Zu dieser Gattung gehört auch vtiger, ein webbasiertes Open Source Customer Relationship (CRM) System, welches sich seit 2006 auf dem Markt befindet. Der Beitrag beschreibt die Herausforderungen bei der Anpassung von vtiger für ein mittelständisches Unternehmen und fokussiert sich auf die Themen Internationalisierung und ERP-Integration.

### Abstract (english)

Open source software has been a strong player in system software. Recently open source has entered the market of software supporting business processes. Missing licence fees, a usually broad community, mature documentation and software architecture as well as a wide array of service providers are factors that attract small and medium-sized enterprises to so called open source business applications. Vtiger is an open source customer relationship management system that has been on the market since 2006. This paper describes the challenges a medium-sized company was faced with and focuses on the issues of internationalization and integration with ERP systems.

### Literatur

- [1] LISoG: Einsatz von Open Source Software, 13. Juni 2007. [http://www.lisog.org/publikationen/MarketingLobbying\\_ProContra-Praesentation/download](http://www.lisog.org/publikationen/MarketingLobbying_ProContra-Praesentation/download) (zuletzt abgerufen: 20.11.2008)
- [2] Vetter, M./ Renner, T./ Kett, H./ Rex, S.: Open-Source-Software – Einsatzstrategien, Reifegrad und Wirtschaftlichkeit, in: Lutterbeck, B./ Bärwolff, M./ Gehring, R. A. (Hrsg.): Open Source Jahrbuch 2007, Berlin: Lehmanns Media 2007, S. 195–207
- [3] Beckmann, H./ Gröschel, M.: Auswahl von Standardsoftware - Pragmatisches Vorgehensmodell, in: Digital Business Magazin 5/2008, S. 24–27
- [4] Lin, L.: Impact of user skills and network effects on the competition between open source and proprietary software, in: Electronic Commerce Research and Applications 7 (2008), S. 68–81



- [5] Rajola, F.: Customer Relationship Management – Organization and Technological Perspectives, Berlin: Springer Verlag, 2004
- [6] Ott, H.-J.: Customer Relationship Management (CRM): Viele Chancen, viele Risiken, aber ohne Alternative, März 2006 [http://www.crmmanager.de/magazin/artikel\\_926\\_customer\\_relationship\\_management\\_crm.html](http://www.crmmanager.de/magazin/artikel_926_customer_relationship_management_crm.html) (zuletzt abgerufen: 20.11.2008)
- [7] Piepiorra, F.: vtiger CRM v5.x, Eigenverlag, 2007
- [8] Gröschel, M./ Amruth, D./ Pfahl, T./ Reinisch, S./ Zeilinger, M.: Open Source Business Applications im Mittelstand – Architektur und Einsatz des CRM-System vtiger, Aachen: Shaker-Verlag, 2008

### Schlüsselwörter

Vtiger CRM, Open Source Business Applications, Customer Relationship Management, Open Source Software

### Kontakt

Prof. Dr. Michael Gröschel  
Hochschule Heilbronn, Institut für Electronic Business (IfEB)  
Max-Planck-Straße 39  
74081 Heilbronn  
WWW: <http://ifeb.hs-heilbronn.de/>  
[groschel@hs-heilbronn.de](mailto:groschel@hs-heilbronn.de)

## Compliance – durch bestmögliche Organisation Haftung im Vorfeld vermeiden

Oliver Haag

### Einleitung

Der Begriff „Corporate Compliance“, ursprünglich vor allem bei Aktiengesellschaften im Zusammenhang mit der Einhaltung börsenrechtlicher Vorgaben von Belang, prägt verstärkt auch in mittelständischen Unternehmen das Tagesgeschäft. Compliance gehört zu den national wie international anerkannten Regeln für eine ordnungsgemäße Unternehmensführung. Ein ordnungsgemäßes Compliance-Management ist für den Erhalt des dauerhaften Erfolgs mittelständischer Unternehmen unabdingbar.

### Begriff „Corporate Compliance“

Der Begriff Corporate Compliance entstammt dem angloamerikanischen Rechtskreis und kann allgemein mit „Handeln in Übereinstimmung mit allen jeweils anwendbaren Regeln“ übersetzt werden. Die jeweils anwendbaren Regeln sind zuvorderst die gesetzlichen Rahmenvorgaben für das unternehmerische Handeln, die je nach Rechtsform, Branche und Geschäftsaktivität unterschiedlich sein können. Hinzu treten die Vorgaben durch Gesellschaftsvertrag bzw. Satzung ebenso wie unternehmensinterne Vorgaben wie beispielsweise interne Richtlinien und Dienstanweisungen.

Damit bleibt das Begriffsverständnis aber nicht stehen, sondern hat sich dahin gehend etabliert, dass Corporate Compliance heute im Sinne einer Unternehmensorganisation zu verstehen ist, die präventiv und haftungsminimierend alle Maßnahmen umfasst, die das rechtmäßige, d. h. gesetzes- und satzungskonforme Verhalten des Unternehmens sicherstellen sollen.

Hierzu bestimmt die Geschäftsleitung regelmäßig eine Person, den sogenannten „Compliance Officer“, welcher Vorschläge für



**Prof. Dr. Oliver Haag**

Geschäftsführender Direktor des Instituts für Unternehmensrecht, lehrt am Campus Heilbronn in den Studiengängen Verkehrsbetriebswirtschaft und Logistik sowie Business Administration in Transport and Logistics die Themen Wirtschaftsrecht, Corporate Governance und Leadership.

(Quelle: Haag)

ein Compliance-System des Unternehmens unterbreitet, dieses System implementiert und weiterentwickelt sowie regelmäßig über seine Erfahrungen berichtet und diese dokumentiert.

**Handeln in Übereinstimmung mit allen für das jeweilige Unternehmen einschlägigen Regeln und Vorschriften**

**Kurzum: Rechtstreue des unternehmerischen Handelns**

**Heute: Unternehmensorganisation, die präventiv und haftungsmindernd alle Maßnahmen ergreift, um regelkonformes Handeln sicherzustellen**

**Abb. 1: Begriff Corporate Compliance (Quelle: Haag)**

### Ziel der Corporate Compliance

Rechtliches Ziel der Corporate Compliance ist letztlich die Haftungsvermeidung durch bestmögliche Organisation. Das Unternehmen selbst, aber auch alle Mitglieder der Geschäftsleitung und Führungskräfte sind im Tagesgeschäft zahllosen Haftungsrisiken

ausgesetzt, deren vollumfassende Kenntnis zwar theoretisch eingefordert wird, praktisch aber nahezu unmöglich erreichbar ist. Denn neben der Kenntnis sämtlicher einschlägiger gesetzlichen Regelungen, der Vorgaben durch Satzung und interne Richtlinien gibt es eine nur schwer überschaubare Rechtsprechung, die von einer im Tagesgeschäft agierenden Führungskraft kaum dauerpräsent erwartet werden können.

Hier setzt das Ziel der Corporate Compliance auf, durch die Klärung von Zweifelsfragen bereits im Vorfeld, die Kontrolle und die Überwachung von Entscheidungsprozessen sowie deren Dokumentation etwaiges haftungsbegründendes Fehlverhalten möglichst zu vermeiden.



Abb. 2: Ziel Corporate Compliance (Quelle: Haag)

### Einführung in die Haftungsproblematik

Bei Haftungsfragen ist zwischen der Innenhaftung und der Außenhaftung zu unterscheiden. Innenhaftung betrifft das Verhältnis zur eigenen Gesellschaft; Außenhaftung dagegen das Verhältnis zu gesellschaftsfremden Dritten.

#### Innenhaftung

In der im Mittelstand mit großem Abstand häufigsten Rechtsform der GmbH ist Ausgangspunkt jeglicher Innenhaftung der Geschäftsführung § 43 GmbHG. Ansatzpunkt für eine persönliche Haftung des Geschäftsführers gegenüber der Gesellschaft ist die schuldhaft Verletzung der Sorgfaltspflichten eines ordentlichen Geschäftsmannes. Verletzt also der GmbH-Geschäftsführer schuldhaft seine Pflichten und entsteht der Gesellschaft hierdurch ein Schaden, so ist dieser vom Geschäftsführer auszugleichen.

Die Sorgfaltspflicht des Geschäftsführers besteht – allgemein formuliert – in der Sorgfalt, die ein ordentlicher Geschäftsmann in verantwortlich leitender Position bei selbstständiger Wahrnehmung fremder Vermögensinteressen einzuhalten hat. Der Geschäftsführer ist Verwalter fremden Vermögens und nicht selbst Unternehmer. Folglich werden an den Geschäftsführer höhere Anforderungen gestellt als an einen ordentlichen Geschäftsmann, da er mit fremdem, ihm anvertrauten Vermögen umgeht: Der Geschäftsführer hat die wirtschaftlichen Vorteile des Unternehmens zu wahren, das Unternehmen unter Berücksichtigung gesicherter und bewährter betriebswirtschaftlicher

Erkenntnisse zu führen und alle maßgeblichen Rechtsvorschriften einzuhalten. Er hat sich über alle für die Gesellschaft relevanten unternehmenspolitischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Umstände und Entwicklungen auf dem Laufenden zu halten und muss in der Lage sein, sich stets und jederzeit ein genaues Bild von der Lage der Gesellschaft zu machen. Art, Größe und Branche der Gesellschaft sind dabei zu berücksichtigen; nicht aber die individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten des Geschäftsführers, sodass ein Hinweis auf mangelnde Kenntnisse oder unzureichende Erfahrungen den Geschäftsführer nicht entlasten kann.

Methodisch lassen sich daraus insbesondere folgende Grundsätze ordnungsgemäßer Unternehmensführung ableiten:

- Angemessene Vorbereitung von Entscheidungen, insbesondere aller Entscheidungen, die für die Gesellschaft von grundsätzlicher Bedeutung sind oder größeren Einfluss auf ihre wirtschaftliche Situation haben können. Je höher das mit der Entscheidung einhergehende Risiko zu beurteilen ist, je umfangreicher muss die Vorbereitung der Entscheidung erfolgen (und für einen etwaigen Streitfall dokumentiert werden)
- Umsetzung und Durchführung getroffener Entscheidungen anhand gesicherter Erkenntnisse und Erfahrungen innerhalb der Grenzen unternehmerischen Verhaltens
- Kontrolle der durch die Entscheidungen in Gang gesetzten Abläufe

Delegiert der Geschäftsführer die Wahrnehmung von Aufgaben, so muss er die beauftragten Mitarbeiter kontrollieren bzw. durch entsprechende Organisation der Abläufe eine Kontrolle sicherstellen. Seine Sorgfaltspflicht wird zu einer Aufsichtspflicht, die im Wesentlichen darin besteht, dass er die beauftragten Mitarbeiter sorgfältig auswählt, in die Aufgabe einweist und überwacht bzw. durch entsprechende Organisation überwachen lässt.

#### Außenhaftung

Zudem kann durch das Agieren des Geschäftsführers auch bei außenstehenden Dritten, d. h. gesellschaftsfremden Personen, ein Schaden entstehen.

Grundsätzlich führt das Auftreten des Geschäftsführers im Namen der Gesellschaft zwar ausschließlich zu einer Verpflichtung der GmbH und nicht des Geschäftsführers selbst. Allerdings gibt es verschiedene Fallkonstellationen, in denen dieser Grundsatz ausnahmsweise durchbrochen wird.

• *Haftung aus Delikt, insbesondere Organisationsverschulden*  
Kommt durch die unternehmensbezogene Tätigkeit des Geschäftsführers ein Dritter zu Schaden, so haftet dafür die GmbH. Daneben haftet auch der Geschäftsführer, sofern er den Schaden schuldhaft verursacht hat.

Für die unerlaubten Handlungen der nachgeordneten Mitarbeiter der Gesellschaft haftet der Geschäftsführer grundsätzlich nicht. Deren Verschulden wird ihm nicht zugerechnet. Allerdings kann

ihn hier ausnahmsweise eine Haftungspflicht aus seiner Stellung als Garant der ordnungsgemäßen Organisation der Gesellschaft treffen. Dies ist dann der Fall, wenn keine oder nur mangelhafte Vorkehrungen getroffen wurden, um Schäden von Dritten fernzuhalten. Der Geschäftsführer hat also durch ordnungsgemäße Unternehmensorganisation sicherzustellen, dass keine Schäden an Rechtsgütern Dritter eintreten.

Zur Verringerung der Haftung aufgrund Organisationsverschuldens ist neben der entsprechenden Einweisung der Mitarbeiter eine hinreichende Dokumentation sicherzustellen, die nachweist, dass der Geschäftsführer durch organisatorische Maßnahmen wie

- Zuweisung von Aufgaben und Zuständigkeitsbereichen
- Zuweisung von Kontrollfunktionen
- Überwachung und Berichtspflichten der durchgeführten Kontrollen

schadensverursachende Vorkommen zu vermeiden versucht und die jeweiligen Mitarbeiter auf ihre Zuverlässigkeit hin überwacht werden.

Gleiches gilt für die Überwachung der ordnungsgemäßen Konstruktion, Fabrikation, Belehrung und Beobachtung der hergestellten Produkte. Diese Produktverantwortung obliegt zwar primär der Gesellschaft, kann sich jedoch auf den Geschäftsführer erstrecken, wenn dieser es im Rahmen seiner Garantenstellung hinsichtlich Überwachung und Organisation des Herstellungsprozesses schuldhaft unterlassen hat, diesen Prozess hinreichend zu gestalten.

Zur Verringerung dieses Haftungsrisikos kann ein Mitarbeiter zum sogenannten Produktsicherheitsbeauftragten geschult und bestellt werden. Dessen Tätigkeit ist dann natürlich laufend auf ordnungsgemäße Aufgabenerfüllung und Zuverlässigkeit zu überwachen.

• *Haftung aus Vertragsverhandlungen*

Eine Eigenhaftung des Geschäftsführers kann ausnahmsweise in Betracht kommen, wenn dieser beim Vertragsabschluss besonderes persönliches Vertrauen in Anspruch genommen hat. Dies liegt im Wesentlichen nur dann vor, wenn der Geschäftsführer den Geschäftspartner dadurch zum Vertragsabschluss mit der GmbH bewegt hat, dass er dem Geschäftspartner zugesichert hat, er persönlich werde die ordnungsgemäße Vertragsabwicklung auch dann gewährleisten, wenn die Gesellschaft dazu nicht in der Lage ist. Der Geschäftsführer muss also eine „garantieähnliche“ Erklärung abgeben, um hier persönlich in Haftung genommen werden zu können.

• *Haftung aufgrund Verletzung spezialgesetzlicher Regelungen*

Der Vollständigkeit halber ist kurz auf die Pflichten des Geschäftsführers hinzuweisen, für die ordnungsgemäße Abgabe der Steuern und Sozialversicherungsbeiträge Sorge zu tragen. Auch dies ist durch eine entsprechende Organisation sicherzustellen und zu überwachen.

**Grundlegende Unterscheidung zwischen Innenhaftung und Außenhaftung:**

Innenhaftung	Außenhaftung
<p><b>Haftung des Managers gegenüber „seinem“ Unternehmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unterscheidung Mitarbeiter/Organ</li> <li>■ „Reserved Matters“ nach Satzung/Gesellschaftsvertrag/Anstellungsvertrag</li> <li>■ Haftung GmbH-Geschäftsführer für Sorgfaltspflichtverletzung – Haftung aufgrund spezial-gesetzlicher unternehmensbezogener Regelungen</li> </ul>	<p><b>Haftung des Managers gegenüber Dritten (unternehmensfremden Personen)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ grds. keine Haftung</li> <li>■ Ausnahmen aufgrund spezial-gesetzlicher Regelungen (insbesondere Sozialversicherung- und Steuerrecht) sowie Organisationsverschulden</li> </ul>

Abb. 3: Haftungsproblematik

**Haftungsbegrenzung durch Corporate Compliance**

Zur Minimierung der vielfältigen Haftungsrisiken ist die Implementierung einer Corporate Compliance-Organisation nicht nur hilfreich, sondern geboten. Da es zu den zentralen Verpflichtungen der Geschäftsleitung gehört, für ein vollumfassend rechtmäßiges Verhalten des Unternehmens und aller seiner Mitarbeiter Sorge zu tragen und dies aufgrund des Umfangs der einschlägigen zu beachtenden Regelungen im Tagesgeschäft nur schwer fokussierbar ist, kann nur eine entsprechend versierte Organisation zur Risikominimierung beitragen.

Der Einsatz eines Compliance Officers, der abhängig von Unternehmensgröße, Branche und nationaler oder internationaler Ausrichtung des Unternehmens als Ansprechpartner und Know-how-Träger für alle rechts- und damit haftungserheblichen Fragestellungen zuständig ist und ein entsprechendes Corporate Compliance System implementiert sollte, daher gerade in kleineren und mittleren Unternehmen „Chefsache“ sein.

Denn nicht zuletzt kann durch entsprechende organisatorische Maßnahmen neben der Verminderung von Haftungsrisiken die Corporate Compliance auch zur Abwendung von Schäden und zu einer Verbesserung des Unternehmens-Image sowohl bei Mitarbeitern als auch Außenstehenden beitragen.

Dabei bietet sich folgendes Vorgehen an:

1. Benennen eines Compliance-Officers mit direkter Berichtslinie zur Geschäftsleitung – „Compliance ist Chefsache“
2. Durchführung eines Compliance-Audits; ggf. aufgeteilt z. B. in:
  - IT-Compliance
  - Arbeitsrecht-Compliance
  - Umweltrecht-Compliance
  - Produkthaftungsrecht-Compliance
3. Implementierung einer Compliance Organisation

## Winefly® – Ein patentiertes Neuprodukt auf Weinbasis wird zum Renner in China

Siegfried Kling, Andreas Unser

Andreas Unser studierte zunächst Weinbetriebswirtschaftslehre an der Hochschule Heilbronn. Familiäre Umstände zwangen ihn das Studium im 5. Semester abzubrechen, um den elterlichen Weinbaubetrieb fortzuführen. Um neben dem Weinanbau ein zweites Standbein für die Familie zu schaffen, gründete er 2007 die Firma Weinhaus Dr. Kling AG mit Sitz in Leingarten. Als Namensgeber hierfür konnte er den BWL-Professor Siegfried Kling gewinnen, den er auch zu einer Beteiligung und der Übernahme des Aufsichtsratsvorsitzes überreden konnte. Das Weinhaus sollte als Basis zur Entwicklung und zum überregionalen Vertrieb neuer Weinmarken dienen. Doch es kam anders.

Wenn junge Frauen heutzutage abends ausgehen, dann wollen sie lange und ausgiebig feiern, darin unterscheiden sie sich nicht von den jungen Männern. Worin sie sich jedoch unterscheiden, das sind die nächtlichen Konsumwünsche. Während die jungen Männer eindeutig Bier und harte Mixgetränke (z. B. Vodka mit Red Bull) vorziehen, zeigen viele junge Frauen häufig eine Vorliebe für Schaumwein, Wein und weiche Mixgetränke (z. B. Campari Orange). Doch das heutige Nachtleben geht länger als früher, weshalb die Nachtschwärmer mehr und mehr Energy-Getränke bzw. -mischungen konsumieren. Einschlägigen Untersuchungen (vgl. repräsentative unveröffentlichte Befragungen der Arte Gastronomie-Betriebs-AG Nürnberg) belegen, dass viele Frauen Vorbehalte dagegen haben, harte Mixgetränke auf Energy-Basis zu trinken. Als Gründe werden Vorbehalte gegen die darin enthaltenen harten Alkohole vorgebracht sowie der hohe Kaloriengehalt der meisten Energy-Getränke. Deshalb – so folgerten Andreas Unser und Siegfried Kling – fehlt ein Getränk auf dem Markt, das weibliche Alkoholvorlieben mit Energy kombiniert. So wurde die Idee zur Entwicklung des Winefly® als weinbasiertes Energygetränk geboren.

In wochenlangen Testreihen mit Hilfestellung des größten deutschen Aromaproduzenten wurde anschließend ein Getränk entwickelt, das den gestellten Anforderungen entsprach. Diese Anforderungen waren:

- Das Getränk sollte eindeutig als weinbasiert erkennbar sein.
- Es sollte eine hohe „Wachmachwirkung“ aufweisen, die den marktführenden Energizern nicht nachsteht.
- Es sollte einen als wohlschmeckend empfundenen Trinkgenuss bieten.

Das Resultat der Entwicklungsarbeiten war ein in der Lebensmittelklassifizierung als „weinhaltiges Getränk“ qualifiziertes Produkt, das zu ca. 95 % aus Württemberger Wein besteht. Als Energy-Komponenten dienen Koffein, Taurin und Guarana, ein in Brasilien als „Wachmacher“ und Aphrodisiakum angesehenes



### Andreas Unser

absolvierte seine Winzerausbildung in verschiedenen renommierten deutschen Weinbaubetrieben. Es folgte ein Studium der Weinbetriebswirtschaft an der Hochschule Heilbronn, das er aber im 5. Semester abbrechen musste, um den elterlichen Weinbaubetrieb alleinverantwortlich zu übernehmen. Seither haben die von ihm ausgebauten Weine zahlreiche Preise bei den Landesweinprämierungen erhalten. Seit Oktober 2007 ist Andreas Unser Alleinvorstand und Teilhaber der Weinhaus Dr. Kling AG, die er zusätzlich zu seinem Weinbaubetrieb leitet.



### Prof. Dr. Siegfried Kling

ist seit 1996 Professor für Betriebswirtschaftslehre an der Hochschule Heilbronn. Er lehrt am Campus Reinhold-Würth-Hochschule im Studiengang Betriebswirtschaft und Kultur-, Freizeit- und Sportmanagement zum einen Rechnungswesen und Controlling und zum anderen die konstitutiven Rahmenbedingungen und Betriebs- und Finanzierungsformen der Kultur- Freizeitwirtschaft und Sportwirtschaft. Seit Oktober 2007 ist er Aufsichtsratsvorsitzender und Teilhaber der Weinhaus Dr. Kling AG.

(Quelle: Unser, Kling)

aus Wurzeln gewonnenes Extrakt. Die Geschmacksmodulation erfolgt durch eine komplexe Mischung von ca. 40 standardisierten Aromen.

Nachdem ein Prototyp in einem Los von ca. 3.000 Litern entwickelt worden war, folgten monatelange Testreihen mit repräsentativ ausgesuchten Versuchsgruppen. Diese erbrachten in Deutschland eine Zustimmungquote von 48 % der männlichen Testpersonen und 55 % der weiblichen Testpersonen. Aufgrund persönlicher Geschäftskontakte der Entwickler wurden gleichzeitig in Brasilien Testreihen gefahren. Diese erbrachten überraschenderweise Zustimmungquoten von über 70 % der Testpersonen.

Entgegen den Ankündigungen zahlreicher Branchenkollegen und Experten gelang es die Erfindung durch ein deutsches Gebrauchsmuster patentrechtlich zu schützen. Die Neuheit und Schutzwürdigkeit wurde durch das Deutsche Patentamt am

9.1.2009 bestätigt. Es folgte eine internationale Patentanmeldung im Wege des PCT-Verfahrens, auf dessen Basis bislang weitere nationale Patentanmeldungen in Brasilien, China und Indien in die Wege geleitet wurden.

Es ist eine besondere Schwierigkeit, ein wirklich neues Getränk zu entwickeln, eine noch größere Schwierigkeit ist es, die Neuentwicklung erfolgreich zu vermarkten. Die großen Lebensmittelkonzerne geben für Einführungskampagnen Millionenbeträge aus. Diese Strategie schied für die Weinhaus Dr. Kling AG von vorneherein aus. So wurde zunächst versucht, durch eigene Verkaufsanstrengungen auf Low-Budget-Basis den Verkauf des Produktes anzukurbeln. Dies hatte zunächst nicht den großen Erfolg. Dann kam ein Zufall zu Hilfe. Bei einem privaten Anlass bot Prof. Kling dem CEO der A&J Acquisition & Joint Venture Capital Group Incorporation, Florida, ein Fläschchen Winefly® zum Test an. Der Manager war sofort begeistert und äußerte, dieses Produkt wäre für den chinesischen Markt prädestiniert. Dies könne er sehr gut beurteilen, da seine Firma bereits jährlich viele Millionen Liter deutsches Weißbier nach China exportiert. So wurden einige Tausend Einheiten Winefly® per Luftfracht nach China verbracht. Binnen weniger Wochen kündigten 18 Großhändler aus 8 wichtigen wirtschaftlich bedeutsamen chinesischen Provinzen Kaufinteresse an.

Am 31. März 2010 wurde ein mehrjähriger Export-Liefervertrag zwischen der A&J Incorporation und der Weinhaus Dr. Kling AG geschlossen, demgemäß sich die amerikanische Firma verpflichtet hat, mehrere Millionen Einheiten in den nächsten Jahren ab Werk in Deutschland zu erwerben und nach China zu exportieren. Im Gegenzug wurden der Firma die Allein-Vertriebsrechte eingeräumt. Aber auch in Deutschland, Brasilien und Indien gibt

es mittlerweile Licht am Vermarktungshimmel. In allen genannten Ländern wird mit namhaften nationalen Firmen über die Produktions- bzw. Importrechte verhandelt.

Der Vermarktungserfolg in China wird nicht nur der Weinbau Unser GbR und der Weinhaus Dr. Kling AG gewaltigen Auftrieb geben, sondern der gesamten regionalen Weinwirtschaft, die als Lieferant für den benötigten Qualitätswein an erster Stelle steht und auf diese Weise eventuell teilweise drückende Übermengen ertragbringend vermarkten kann. Auf diese Weise wird die Produktinnovation Winefly® dabei helfen, die Vielfalt an Weinbaubetrieben in der Rhein-Neckar-Region zu erhalten.



**Bild 1:** Erste Versuche der Winefly®-Entwicklung im Weinbaubetrieb Unser (v. l. n. r. Prof. Dr. Kling, Frau Weissert, Aromaexpertin, Andreas Unser) (Quelle: Unser)

## Strategien zur Erfolgsgenerierung bei Dienstleistungsinnovationen

### Michael Ottenbacher

„Es gibt nichts Neues unter der Sonne“, sagen manche Leute. Manche von ihnen glauben es auch. Glücklicherweise gibt es einige Leute unter der Sonne, die ihren Lebensunterhalt durch die Entwicklung neuer Produkte und neuer Dienstleistungen verdienen. Wahrhaftig sind manche innovative Produkte oder Dienstleistungen nicht völlig neu, sondern stellen eher eine Optimierung dar. Man kann nicht jedes Jahr den internen Verbrennungsmotor neu erfinden, aber man kann dafür sorgen, dass Autos im Vergleich zu ihrem vorherigen Modell ständig verbessert werden. Auch kann man das Konzept der Hotelindustrie nicht andauernd neu erfinden, aber man kann fortwährend die höheren Erwartungen des Kunden erfüllen – zumindest strebt man dies an. Das Lebensblut vieler Organisationen demonstriert, dass es unter der Sonne immer etwas Neues gibt. Innovationen



### Prof. Dr. Michael Ottenbacher

lehrt am Campus Heilbronn im Studiengang Tourismusbetriebswirtschaft das Thema Hospitality Management.

(Quelle: Ottenbacher)

sind das Ergebnis eines professionell organisierten Entwicklungsprozesses, in dem Forschung, Entwicklung und Unternehmenschaft mit Qualität, effektiver Führung, intaktem Mitarbeiter-Management und kritischen Markt Betrachtungen kombiniert werden.

Angesichts der Tatsache, dass die Industrieländer ihren Fokus von Produktionsorientiertheit zu Dienstleistungsdominanz verschoben haben, nehmen Dienstleistungsinnovationen eine zunehmende Rolle genau am Kern der Wettbewerbsstrategie ein. Das Bedürfnis, die neuen Dienstleistungsentwicklungen zu verstehen, wird für den Fortbestand von Unternehmen immer entscheidender.

Im Vergleich zu neuen Produktentwicklungen müssen Firmen, die auf neuartige Dienstleistungsentwicklungen spezialisiert sind, dem Faktor Mensch größere Bedeutung beimessen. Dieses betrifft Bereiche wie Training, Recruitment sowie Prozessfaktoren, die sich in Aktivitäten wie Marketing, Kommunikation und Prozessmanagement äußern. Da Neuheiten potenziell mit Unsicherheit, Risiko, Vieldeutigkeit, nötigen Ressourcen und Komplexität verbunden sind, ist es von essenzieller Notwendigkeit, dass Manager und Forscher die Herangehensweise auf die neue Dienstleistung abstimmen.

Schrittweise entwickelte Innovationen werden vor allem mit dem befristeten Fortbestand des Unternehmens in Beziehung gesetzt. Aufgrund von lediglich kleineren Veränderungen und der Optimierung des bereits existenten Angebots zielen sie eher auf kurzfristige Ergebnisse ab. Im Gegensatz dazu beziehen sich radikale Innovationen – die ein völlig neues Produkt oder Dienstleistung umfassen – auf den langfristigen Erfolg, da sie ein breiteres Spektrum von Trends berücksichtigen und pionierartige Vorteile verschaffen, wie z. B. der Vorreiter auf dem Markt zu sein.

Faktoren, die zum Erfolg bei Projekten der neuen Dienstleistungsentwicklung beitragen, wurden von Michael Ottenbacher (Hochschule Heilbronn) und Robert J. Harrington (University of Arkansas, USA) in dieser Studie erforscht und im renommierten *Journal of Services Marketing* kürzlich veröffentlicht. Darin werden die Einflüsse auf Erfolg und Misserfolg in der Entwicklung neuer Hoteldienstleistungen ermittelt und hinterfragt, wie und auf welchen verschiedenen Strategien die Manager sich fokussieren sollten, um Erfolg in der radikal und schrittweise durchgeführten Dienstleistungsinnovation zu generieren.

Insgesamt weisen die Erkenntnisse darauf hin, dass der Markt und organisatorische Dimensionen besonders kritisch zu betrachten sind. In Bezug auf sehr innovative neue Hoteldienstleistungen zeigten Marktreakibilität, Marktattraktivität und strategisches Personalmanagement einen Zusammenhang zu Erfolg und Misserfolg auf. Zusätzlich zu Faktoren wie Marktattraktivität und strategischem Personalmanagement ruht der Erfolg der schrittweise durchgeführten Dienstleistungsinnovation auf ergänzenden Elementen wie Training der Angestellten und Synergien im Marketingbereich.

Bezüglich der Dimension „Dienstleistungsprodukt“ beeinflussen besonders zwei Faktoren lediglich den schrittweisen Erfolg

(Dienstleistungsvorteil und tangible Qualität). Die Nicht-Bedeutung für innovative Dienstleistungsentwicklung bedeutet nicht, dass die dienstleistungsbezogenen Aspekte nicht wichtig für innovative Neuerungen im Hospitality Bereich sind. Es könnte vielmehr ein grundlegendes Erfordernis bei jeglichen innovativen Projekten im Dienstleistungsbereich sein.

Nur ein Faktor der Prozessdimension (Aktivitäten vor Produkteinführung) war von entscheidender Bedeutung für innovative Dienstleistungsentwicklung. Jedoch stand keiner in bedeutsamer Beziehung zur schrittweisen Dienstleistungsentwicklung. Diese Erkenntnis könnte dadurch erklärt werden, dass Dienstleistungsfirmen während der Entwicklung von schrittweise durchgeführten neuen Dienstleistungen oft eher einen flexibleren, informellen Prozess nutzen, als einen systematischen, formell definierten Prozess. Flexibilität ist ein wichtiges und fundamentales Charakteristikum von Unternehmerschaft, da erfolgreiche, tangible Güter und Innovationen im Dienstleistungsbereich oft Reaktionsfreudigkeit auf umfeldbedingte Veränderungen verlangen. Formlosigkeit während des Prozesses erhöht die Tendenz zu Misserfolg, jedoch beschleunigt es den Prozess, so dass nicht nur die Dienstleistung frühzeitiger angeboten werden könnte, sondern auch die Kosten reduziert werden könnten.

Nichtsdestotrotz, sehr innovative und schrittweise durchgeführte Dienstleistungsentwicklung weisen gemeinsame Erfolgscharakteristiken mit zwei übergreifenden Faktoren auf; diese verschiedenen Innovationstypen benötigen unterschiedliche Strategien und Annäherungen wenn sie Erfolg generieren sollen. Innovative Dienstleistungsentwicklung bezieht sich auf nur vier Schlüsselfaktoren, während schrittweiser Erfolg mit acht Faktoren in Verbindung steht.

Aus strategischer Perspektive gesehen verlangt die Entwicklung von sehr innovativer Dienstleistungsentwicklung eine höhere Risikobereitschaft und den Willen, einen größeren Ressourceneinsatz zu erbringen und daher höhere potenzielle Erträge zu ermöglichen, um Aufmerksamkeit hervor zu rufen und ein organisatorisches Umfeld zu entwickeln, und um radikale neue Dienstleistungen zu entwickeln, zu formulieren, zu testen und einzuführen. Diese Konzepte scheinen mit den Ergebnissen verflochten zu sein, dass innovative Dienstleistungsentwicklung im Hotelbereich mehr Aufmerksamkeit in den Bereichen Marktattraktivität, strategischem Personalmanagement, Marktreakibilität und Aktivitäten vor Produkteinführung benötigt.

Dienstleistungen im Hotel sind oft komplexe Dienstleistungsprozesse und stehen in Zusammenhang mit einem hohen Grad an Kundenkontakt. Demzufolge ist der Ansatz von strategischem Personalmanagement nicht nur mit hoch innovativer, sondern auch mit schrittweise durchgeführter Dienstleistungsentwicklung verbunden.



# ERP-Systeme der SAP AG für den Einsatz in der Lehre – SAP ERP vs. SAP Business ByDesign

Gabriele Roth

## 1 Pilotprojekt „SAP Business ByDesign für Hochschulen“

Die SAP AG hat über ihre Abteilung zur Koordination der Hochschulaktivitäten, SAP University Alliances (UA), Ende 2009 ein Pilotprojekt zur Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten ihrer neuen On-Demand ERP-Mittelstandlösung SAP Business ByDesign (ByD) an Hochschulen gestartet. Ziel des Projektes ist es, ein Curriculum zu entwickeln, das ab Herbst 2010 Hochschulen weltweit zur Verfügung stehen soll, die Mitglied im SAP UA-Programm sind. Neben der TU München, der Universität Magdeburg und der Hochschule RheinMain in Wiesbaden nimmt auch die Hochschule Heilbronn an diesem Pilotprojekt teil und ist damit eine der ersten vier Hochschulen, die die Software SAP ByD im Hochschuleinsatz testen können. Für die Hochschule Heilbronn arbeiten Frau Prof. Dr. Gabriele Roth und Herr Joachim Bethke im Pilotprojekt mit.

Das Pilotprojekt begann mit einem 5-tägigen Workshop in Walldorf, der Go-Live Experience Week (GLX-Woche), in der die teilnehmenden Hochschulen unterstützt durch einen erfahrenen ByD Service Adviser die Software kennenlernen und ein System für die fiktive Modellfirma Global Bike Inc. vollständig einrichten und am Ende der Woche produktiv setzen konnten. Dabei teilten sich die Teilnehmer nach Modulen bzw. Abteilungen auf – der Hochschule Heilbronn fielen die Module SRM und SCM zu – und führten alle Arbeitsschritte vom Festlegen des gewünschten Lösungsumfangs, über die notwendigen Customizing-Einstellungen, die Übernahme von Stammdaten aus einem imaginären Altdatensystem bis zum Durchspielen von Geschäftsprozessen über alle eingerichteten Module hinweg.

## 2 Vergleich von SAP ByD mit SAP ERP

In der GLX-Woche fielen bei der Arbeit mit SAP ByD zum Teil gravierende Unterschiede im Vergleich zu SAP ERP (früher R/3) auf, die sich auch auf die Einsatzmöglichkeiten an Hochschulen auswirken. Die Autorin hat einige dieser Divergenzen bezüglich Customizing und Organisationsdatenpflege, Stammdatenanlage, Geschäftsprozessdurchführung gemäß bereitgestelltem Lösungsumfang, Nutzung von Hilfefunktionen sowie Art der Softwarebereitstellung zusammengetragen und auch auf der Cebit Hannover im März 2010 im Rahmen der SAP World Tour 2010 präsentiert. Einige der gefundenen Unterschiede sind im Folgenden zusammengefasst.

### 2.1 Customizing

Das Customizing – also das Einrichten eines Unternehmens in einer Software mit Bekanntmachen der Organisationsstrukturen und Setzen verschiedener Voreinstellungen – gestaltet sich in SAP ERP grundlegend anders als in SAP ByD. SAP ERP bie-



**Prof. Dr. Gabriele Roth**

lehrt am Campus Heilbronn im Studiengang Betriebswirtschaft und Unternehmensführung das Thema Wirtschaftsinformatik.

(Quelle: Roth)

tet den IMG (Implementation Guide) mit einer nach Modulen gegliederten Aktivitätenliste, die in Muss- und Kann-Aktivitäten unterteilt sind. Für eine Softwareeinführung wird ein Customizing-Projekt angelegt, das die zu bedienenden Länder und die gewünschten Module eingrenzt und letztlich eine Teilmenge des IMG herausgreift. Unerfahrenen Anwendern ist es jedoch in der Praxis trotz dieser Vorauswahl nicht möglich, die Aktivitätsliste eigenständig abzuarbeiten, da diese mit SAP-spezifischen, eher technisch orientierten Begriffen arbeitet.

In SAP ByD ist der gesamte Einführungsprozess als Phasenabfolge dargestellt. Die erste Phase des Scoping ermittelt durch Beantwortung betriebswirtschaftlich orientierter Fragen die benötigten Module und Funktionen. Beispielsweise muss der Anwender spezifizieren, ob er Marketing-Kampagnen nutzen und mit Leads arbeiten möchte. An das Scoping schließt sich die Fine Tuning-Phase an, die die für die gewählten Module und Funktionen notwendigen Einstellungen abfragt, etwa müssen, wie Abbildung 1 zeigt, die Einstellungen zu Leads überprüft und ggf. angepasst werden. Die dritte Phase beschäftigt sich mit den benötigten Stammdaten, die entweder aus Altsystemen über xml-Files eingespielt oder manuell angelegt werden können. Phase vier enthält eine Reihe von Testaktivitäten, während die letzte Phase die Vorbereitung des Produktivstarts und das Umlegen des Produktivschalters enthält. Die Aufgaben aller Phasen können über Zuordnung von Verantwortlichen verteilt werden. Der Status jeder Aufgabe ist als Ampelfunktion, der Bearbeitungsgrad einer Phase in Form einer Prozentangabe visualisiert.



**Abb.1:** Fine Tuning-Einstellung für das Marketing-Modul in SAP ByD  
(Quelle: Roth)

Vor allem die betriebswirtschaftliche Formulierung der Fragestellungen und Aufgaben hilft bei der eigenständigen Abarbeitung der Einführungsaktivitäten. Technisches Vorwissen ist für die meisten Aufgaben nicht notwendig. So ergibt sich eine Situation, in der auch Studierende kleinere Customizing-Aufgaben bearbeiten könnten, etwa im Master-Studium, etwas das bei SAP ERP nur mit längerer Einarbeitung und engmaschiger Betreuung vorstellbar ist.

## 2.2 Organisationseinheiten

Ein Teil der Customizing-Aufgaben bezieht sich auf das Anlegen der Organisationsstruktur des Unternehmens. In SAP ERP existieren dazu knapp 100 Organisationseinheiten, die die Unternehmensstruktur als Ganzes sowie die benötigten Teilstrukturen für Logistik, Rechnungswesen und Personalwesen abbilden. Alle Organisationseinheiten müssen zuerst angelegt und dann zueinander in Beziehung gesetzt werden. Beispielsweise benötigt die Logistik Informationen über die vorhandenen Produktionsstätten, im SAP-Jargon Werke, und die genutzten Lager, bei SAP Lagerorte, wobei jedem Werk Lagerorte zugeordnet werden müssen.

SAP ByD verfolgt einen anderen Ansatz. Die Unternehmensteile werden einmal angelegt, z. B. die Organisationseinheit Heilbronn, und dann mit Funktionen und Aufgaben ausgesteuert. So könnte etwa Heilbronn kein eigenes Unternehmen, sondern nur eine Betriebsstätte sein, außerdem eine Abteilung, der Mitarbeiter zugeordnet sind, eine Kostenstelle mit Kostenverantwortung usw. (siehe Abbildung 2). Heilbronn könnte beispielsweise für Vertrieb und Produktion zuständig sein, aber keinen eigenen Einkauf durchführen. Alle diese Merkmale können an einer zentralen Stelle hinterlegt und übersichtlich abgerufen werden.



Abb. 2: Pflege von Organisationseinheiten in SAP ByD (Quelle: Roth)

Im Vergleich zu SAP ERP wirkt die Pflege von Organisationseinheiten in SAP ByD sehr elegant, übersichtlich und benutzerfreundlich. Durch die zentrale Pflege der Organisationsstruktur ist das Gesamtbild des Unternehmens leicht im Überblick zu behalten. Dies vereinfacht auch die Durchführung von Geschäftsprozessen, da zur Erzeugung von Bewegungsdaten üblicherweise Organisationseinheiten eingegeben werden müssen, die den neuen Datensatz in der Organisationsstruktur verorten, etwa um zu spezifizieren, in welcher Produktionsstätte und welchem Lager ein Wareneingang erfolgt. Anstatt einer Vielzahl von Angaben in SAP ERP kommt SAP ByD mit der Nennung von Heidelberg als Organisationseinheit aus.

## 2.3 Stammdaten

Für den Vergleich der Stammdatenpflege soll als konkretes Beispiel die Produktdatenpflege, in SAP ERP Materialstammda-

tenpflege genannt, herangezogen werden. Üblicherweise stellt das Anlegen eines Materialstammdatensatzes für ungeübte Anwender eine Herausforderung dar. Es müssen zunächst die Organisationseinheiten ausgewählt werden, für die das Material anzulegen ist, danach sind die anzulegenden Sichten (d. h. die Abteilungen) einzuzugrenzen, schließlich erscheint ein Bildschirmbild mit Registern, die nacheinander abzuarbeiten und mit Werten zu füllen sind.

Im Folgenden sind drei typische Fallstricke dargestellt, die bei Studierenden häufig zu Fehlern führen. Fallstrick 1 entsteht bei der Auswahl von Organisationseinheiten, etwa der Werke, die zwar einen eindeutigen Schlüssel, aber eventuell mehrfach vorkommende Texte tragen. Zum Beispiel gibt es in den üblichen Schulungssystemen in der voreinstellten Modellfirma IDES mindestens fünf Werke mit der Bezeichnung Hamburg. Achten Studierende nicht auf die Nummer des Werks, die in den Fallstudien meistens 1000 lautet, wird der Materialstammdatensatz im falschen Werk angelegt, ist nicht löscht-, sondern nur für eine Art Archivierungslauf vormerkbar und bleibt als Datenleiche im System.

Der zweite Fallstrick der Lagerortwahl hängt eng mit der Werkauswahl zusammen. Ein bereits richtig ausgewähltes Werk wird wieder überschrieben, wenn der Anwender bei der Lagerortwahl nicht auf das mit angezeigte Werk achtet. Dies hängt technisch damit zusammen, dass die Lagerortnummer nicht allein, sondern nur zusammen mit dem Werk eindeutig ist.

Der dritte Fallstrick tritt bei der Datenpflege in den einzelnen Registerkarten auf. Solange es auf einem Register noch leere Pflichtfelder gibt, kann dieser nicht verlassen werden. Versucht ein Anwender dieses, erscheint eine Fehlermeldung zum auszufüllenden Mussfeld. Dabei werden alle Bildschirmfelder, die mit der Meldung nichts zu tun haben, auf einen nicht eingabebereiten Status gesetzt. Verschwindet nun durch weiteres Klicken auf dem Bildschirm die anfangs angezeigte Fehlermeldung, tappt der Anwender völlig im Dunkeln und vermutet häufig, dass das System abgestürzt sei und überhaupt keine Reaktion mehr zeige.



Abb. 3: Materialstammdatenpflege in SAP ByD (Quelle: Roth)

In SAP ByD scheint die Stammdatenpflege fehlertoleranter programmiert, obwohl das Registerkonzept der Felddarstellung beibehalten wurde, wie Abbildung 3 zeigt. Die Auswahl der Organisationseinheiten gestaltet sich erwartungsgemäß einfacher, da jeder

Unternehmensteil nur noch einmal als Organisationseinheit existiert. Außerdem sind fehlende Eingaben zwar an einem Ampelsymbol erkennbar, das Produkt kann aber trotzdem gesichert und zu einem späteren Zeitpunkt ergänzt werden.

Insgesamt zeigt sich ein großer Unterschied bezüglich der notwendigen Einarbeitung der Anwender. Während bei SAP ERP üblicherweise der Erstkontakt mit einer Navigationsschulung beginnt und gerade Materialstammdatenanlagen am besten vom Dozenten am Beamer vorgeführt und auftretende Fehlermeldungen im Einzelfall betrachtet und korrigiert werden müssen, können Anwender ohne Vorkenntnisse problemlos SAP ByD nutzen und die Stammdaten eigenständig anlegen. Dies garantiert ein frühes Erfolgserlebnis beim Durchführen von Stammdaten und motiviert die Teilnehmer zum selbständigen Arbeiten.

#### 2.4 Geschäftsprozesse gemäß bereitgestelltem Lösungsumfang

Obwohl sowohl SAP ERP als auch SAP ByD zunächst als ERP-System positioniert werden, die sich lediglich in der vorgesehenen Anzahl Benutzer – mehr als 2500 bei SAP ERP, 100 – 500 bei SAP ByD – unterscheiden, differiert der Lösungsumfang und damit die Vielfalt abbildbarer Geschäftsprozesse bei näherer Betrachtung beträchtlich. Während SAP ERP die drei ERP-Hauptmodule Logistik und Produktion, Rechnungswesen sowie Personalwesen vollumfänglich mit einer Vielzahl von Unterkomponenten abdeckt und auch abteilungsübergreifende Themen z. B. mit einer Projektmanagementanwendung aufgreift, zeigt SAP ByD im Vergleich hierzu einige Lücken, etwa fehlt eine Personalabrechnungskomponente. Dies liegt in der unterschiedlichen zu bedienenden Kundenklientel begründet, da KMUs die Personalabrechnung eher fremdvergeben.

Auf der anderen Seite finden sich in SAP ByD Funktionen zu Customer Relationship Management (CRM) – etwa Kampagnenmanagement und Contact- sowie Activity-Management –, Supplier Relationship Management (SRM) – beispielsweise Elektronische Ausschreibungen – und Business Intelligence-Anwendungen (BI) mit Auswertungsmöglichkeiten für das Management, alles Komponenten, die in SAP ERP fehlen und durch Anbinden und Integrieren von SAP SRM, SAP CRM und SAP BW in einer Business Suite ergänzt werden. Von diesem Blickwinkel aus handelt es sich bei SAP ByD nicht nur um ein ERP-System, sondern eher um eine Business Suite für den Mittelstand.

Dieser Business Suite-Charakter von SAP ByD eröffnet vielfältige Möglichkeiten für den Einsatz an Hochschulen. Um etwa das Zusammenspiel von Systembausteinen in der Business Suite zu demonstrieren, können Business Suite-Prozesse von der Gewinnung eines Marketing-Leads und der Konkretisierung der Kaufabsicht des Kunden in Form einer Opportunity bis zur Beschaffung für den gewonnenen Kundenauftrag mit Vergleich verschiedener Lieferantenangebote in einem RFQ-Arbeitsschritt (Request for Quotation) und der Einplanung in die Produktion, der Fertigung, Abrechnung und Verbuchung quasi Out-of-the-Box dargestellt und demonstriert werden. Es muss dazu nur ein einziges System vorgehalten werden, und die Einrichtung und Pflege von Schnittstellen ist obsolet. Auf der anderen Seite stellen die im Detail fehlenden Untermodule von SAP ByD für Hochschulen in

der Regel kein Manko dar, da sich viele Lehrveranstaltungen auf Fallstudien in den Hauptmodulen konzentrieren und beispielsweise die Personalabrechnung im Nutzungsumfang deutlich hinter Logistik, Rechnungswesen und auch Personaladministration und Organisationsmanagement zurücktritt.

#### 2.5 Hilfsfunktionen

Die Hilfsfunktionen in SAP ERP umfassen feldbezogene, anwendungskorrelierte und allgemeine Hilfen. Die feldbezogene Hilfe bietet eine Felddokumentation, die die Bedeutung des Eingabe- oder Anzeigefeldes erläutert (F1-Taste), sowie die Eingabehilfe (F4), die eine Liste möglicher Eingabewerte auswirft. Hilfe passend zur derzeit laufenden Anwendung kann über ein Menü aufgerufen werden und verzweigt in den passenden Ast der SAP-Online-Dokumentation auf <http://help.sap.com>. Die allgemeine Hilfe verweist auf die gleiche URL, startet aber mit dem Top-Knoten der Dokumentation oder listet das Glossar aller SAP-Fachbegriffe auf. E-Learning-Möglichkeiten sind nicht eingebunden und können nur kostenpflichtig über den SAP Service Marketplace geordert werden.



Abb. 4: Videoanleitung zur Bearbeitung von Bestellungen in SAP ByD (Quelle: Roth)

SAP ByD setzt auf ein umfangreiches Hilfesystem mit integriertem E-Learning-Center, das von jedem Bildschirm aus erreicht werden kann. Es enthält u. a. eine betriebswirtschaftliche Prozessdarstellung, Informationen über die durchzuführenden Arbeitsschritte, Videoanleitungen, interaktive Demos und die Möglichkeit, das selbständige Durchführen von Geschäftsprozessen zu üben und als erfolgreich bestandenen Test zu dokumentieren. Ein Beispiel für eine Videoanleitung zum Umgang mit Bestellungen zeigt Abbildung 4.

Die vielfältigen E-Learning-Angebote bieten für Hochschulen die Möglichkeit, stärker auf Gruppen- oder Einzelarbeiten zurückzugreifen und den Anteil des Frontalunterrichts zu reduzieren. Möglicherweise eignen sich die elektronischen Tests sogar als Bestandteil der Bewertung der Studierenden.

#### 2.6 Art der Softwarebereitstellung

SAP ERP wird üblicherweise On-Premise, d. h. für das Selbst-Hosting, bereitgestellt. Auf Wunsch können SAP-Kunden jedoch auch Hosting-Dienstleister einbinden. Für Hochschulen ist die Standardform der Bereitstellung die Anbindung an eines der

University Competence Center (UCC), den Rechenzentren an der Universität Magdeburg oder der TU München, die Hosting, Wartung und Support für alle Hochschulen in Deutschland zentral übernehmen. SAP ByD ist derzeit nur als On-Demand Lösung mit Hosting durch SAP geplant. Wird die Software für Hochschulen freigegeben, soll das UCC-Hosting-Konzept übernommen werden. Insofern könnten die Hochschulen auf eine bereits bekannte und bewährte Bereitstellungsform zurückgreifen und müssten weder eigene Hardware noch Personalressourcen für Serverbetrieb und Systemadministration bereitstellen.

### 3 Fazit

Insgesamt hinterließ SAP ByD bei den GLX-Teilnehmern einen sehr positiven Eindruck. Es wurden bereits während der Woche Einsatzszenarien für Bachelorgrund- und -hauptstudium sowie für Masterstudierende diskutiert. Im Grundstudium ist SAP ByD als einfacher Einstieg für Teilnehmer ohne ERP-Vorkenntnisse besser als SAP ERP geeignet, da die Studierenden sich auf die vorgegebenen abzubildenden Geschäftsprozesse konzentrieren können. Im Hauptstudium könnten kleinere Gruppen von Studierenden mit deutlich weniger Dozentenunterstützung als bei SAP ERP eigene Geschäftsprozesse entwerfen und durchführen. Im Master schließlich ist sogar denkbar, weitere Module in das Scoping aufzunehmen, zu customizen und durchzuspielen, z. B. um eine Produktweiterentwicklung mit Entwurf, Prototyping, Produktionsplanung, Fertigung und passenden Marketingmaß-

nahmen zu simulieren. Die Nutzungsmöglichkeiten scheinen im Vergleich zu SAP ERP aufgrund der einfacheren Handhabung viel zahlreicher, und auch hochschulindividuelle Einsatzmöglichkeiten sind denkbar. Dabei ergänzt SAP ERP die ERP-Ausbildung für fortgeschrittene Nutzer, die sich schwerpunktspezifisch auf Teilmodule, etwa auf die Logistik, konzentrieren, um gemäß ihrer gewählten Vertiefung spezielle Abläufe in diesem Unternehmensbereich zu untersuchen.

### 4 Weiteres Vorgehen im Pilotprojekt

Das Pilotprojekt wurde nach dem Abschluss der GLX-Woche zügig fortgesetzt. Mittlerweile konzentrieren sich die teilnehmenden Hochschulen auf die von ihnen zu verantwortenden Module, entwerfen Konzepte für einfache Übungen und eine komplexe modularisierbare Fallstudie. Das gesamte Curriculum wird gemäß dem internationalen Projekthorizont in englischer Sprache sowie mehrbenutzerfähig für bis zu 999 Studierende erstellt. Die einfachen Übungen beginnen mit Anzeigeaktivitäten bereits vorbereiteter Stamm- und Bewegungsdaten und dem Anlegen einzelner von der Fallstudie losgelöster Objekte. Die Fallstudie soll die Prozesse Order-to-Cash, Procure-to-Pay und Manufacture-to-Inventory abdecken. Darüber hinaus ergänzten die Teilnehmer Prozesse, die spezifisch für ihre Module sind, im CRM-Bereich etwa die Organisation einer Marketingkampagne oder im SRM die Durchführung einer elektronischen Ausschreibung. Die Arbeiten werden bis Sommer 2010 abgeschlossen sein.

# Business Intelligence für die Unternehmensführung im Kontext der Finanzkrise

Gabriele Roth

Seit der Großen Tulpenmanie, der ersten Spekulationsblase der Wirtschaftsgeschichte, bei der im Holland des 17. Jahrhunderts Tulpen zum Spekulationsobjekt wurden, ist bekannt, dass fundierte Informationen als Entscheidungsgrundlage für alle Handelspartner überlebenswichtig sein können (vgl. für eine ausführliche Darstellung Goldgar, A.: (2007)). Im Kontext der Finanzkrise stellt sich daher die Frage, ob Managementinformationssysteme in einer besonderen Beziehung zur aktuellen wirtschaftlichen Situation stehen und welche Anforderungen an Business Intelligence-Systeme (BI) daraus abgeleitet werden können.

## 1. BI-Systeme

Business Intelligence fasst die verschiedenen Werkzeuge und Systeme zur betrieblichen Entscheidungsunterstützung als unternehmensspezifischen integrierten IT-basierten Ansatz zusammen (vgl. Kemper, H.-G.; Mehanna, W.; Unger, C.: (2004), S. 8). BI-Systeme sind Bestandteil eines Closed-Loop Business Analytics Process (vgl. Inmon, W. H. u. a.: (2000)). Dieser besteht, wie in Abbildung 1 ersichtlich, aus fünf Schritten, die mit dem Verfolgen der Unternehmensaktivitäten in den operativen Systemen beginnen (vgl. für eine ausführliche Darstellung beispielsweise Egger, N.: (2006), S. 27 ff.). Zuerst werden Daten der transaktionsorientierten Systeme entweder periodisch oder in Quasi-Echtzeit extrahiert, aggregiert und angereichert. Schritt zwei umfasst die Analyse der Daten sowie die Verteilung und Präsentation der Information. Der folgende Modellierungsschritt stellt Advanced Analytics-Werkzeuge – darunter Entscheidungsmodellierung, Prognostik, Simulation, Optimierung und Risikoanalyse – bereit, die aus Regeln und Klassifizierungen Modelle aufbauen, welche den Entscheidungsprozess unterstützen sollen. Im vierten Schritt nutzt ein Unternehmen Informationen zur

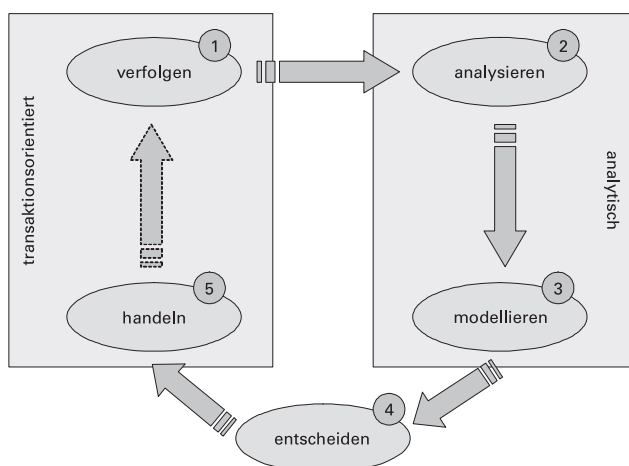


Abb. 1: Der Closed-Loop Business Analytics Process

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Vesset, D.: (2003), S. 1 f.



Prof. Dr. Gabriele Roth

lehrt am Campus Heilbronn im Studiengang Betriebswirtschaft und Unternehmensführung das Thema Wirtschaftsinformatik.

(Quelle: Roth)

Entscheidungsfindung, bevor es schließlich Handlungen ableitet, um Entscheidungen umzusetzen. Dieser letzte Schritt vollzieht – teils vollautomatisch, teils manuell – eine Rückkopplung zu den operativen Systemen.

So können BI-Systeme zu einer Verbesserung der Unternehmensführung mit allen ihren Aufgaben und Handlungen der Planung, Steuerung und Kontrolle eines Unternehmens beitragen, die die zielorientierte Gestaltung, Lenkung und Entwicklung des Unternehmens fördern (zu den Aufgaben der Unternehmensführung vgl. Dillerup, R.; Stoi, R.: (2008), S. 7). Eine BI-Umgebung stellt Daten bereit, um die handelnden Personen eines Unternehmens besser zu informieren und sie in die Lage zu versetzen, fundierte Entscheidungen treffen zu können (Kemper, H.-G.; Mehanna, W.; Unger, C.: (2004), S. 8 ff.).

## 2. Nutzen von BI-Systemen für die Unternehmensführung

Der hauptsächliche Nutzen von BI-Systemen für die Unternehmensführung liegt darin, dass sie entscheidungsrelevante Informationen über Status, Potenziale und Perspektiven der Unternehmung bereithalten. Softwarehersteller bieten unterschiedliche Systeme zur strategischen Unternehmensführung an, die auf Data Warehouse-Daten des BI-Systems aufsetzen und Anwendungen für verschiedene Planungsbereiche umfassen, etwa für das Risikomanagement oder die Konzernkonsolidierung, für die Unternehmensplanung oder für die elektronische Version einer Balanced Scorecard (BSC).

Solche BI-Systeme mit strategischen Planungsanwendungen sind in der Lage, sämtliche Erfolgsfaktoren eines Unternehmens zu beeinflussen, seien es Faktoren zur Gewinnung von Marktanteilen oder solche zur Kostensenkung. Um positive Effekte zu erzielen, muss sich ihr Einsatz jedoch an der individuellen Unternehmenssituation ausrichten (vgl. Pietsch, T.; Martiny, L.; Klotz, M.: (2004), S. 97 ff.). In der Unternehmenspraxis finden sich vor allem Einsatzmängel, die mit Wirksamkeitsdefiziten einhergehen. Unternehmen führen lediglich einen Medienwechsel von papiergebundenen zu elektronischen Berichten durch oder passen bei Anpassungen der Ablauforganisation das BI-Konzept nicht an (vgl. Kemper, H.-G.: (1999), S. 291). Dies liegt oft in einer

unzureichenden Abstimmung mit dem strategischen Management des Unternehmens begründet. Denn nur bei langfristiger Integration des BI-Konzepts in die strategische Unternehmensführung können die BI-Systeme so geplant, konzipiert und realisiert werden, dass sie dem Erreichen der Unternehmensziele bestmöglich dienen.

### 3. Schwächen von BI-Systemen im Bezug zur Finanzkrise

Um die Ziele eines BI-Projekts erfolgreich umzusetzen, müssen die Schwächen und Herausforderungen von BI-Systemen kritisch betrachtet und projektspezifisch bewältigt werden. Die folgenden Ausführungen erläutern unterschiedliche Mängel von BI-Systemen und untersuchen mögliche Wechselwirkungen mit der Finanzkrise.

#### 3.1 Allgemeine Hemmnisse für eine erfolgreiche BI-Nutzung

Die Schwachstellen von BI-Systemen verteilen sich auf unterschiedliche Systembestandteile. Ein weithin bekanntes Problem im Bereich der Analysefunktionen stellt die schlechte Performance, d. h. eine zu hohe Laufzeit bei Auswertungen aus den riesigen Datenmengen, dar. Die Hersteller bieten hierzu unterschiedliche Lösungen mit Beschleunigungsmechanismen oder alternativen Datenhaltungsmethoden im Hauptspeicher statt relationaler Datenbanken an. Dem Anwenderunternehmen verbleibt die Aufgabe, das zu erwartende Datenvolumen frühzeitig abzuschätzen und geeignete Werkzeuge auszuwählen, um eine gute Laufzeit zu gewährleisten.

Auch fehlende komfortabel erstellbare Ad-hoc-Auswertungen, hohen Aufwand zur Metadatenerstellung und ungenügende Transparenz der Datenpräsentation am Frontend bemängeln Manager immer wieder. Als Lösung offerieren die Anbieter hier etwa flexible Auswertungswerkzeuge, vordefinierten Data Warehouse Content mit voreingestellten Data Cubes, Dashboard- bzw. Cockpitdarstellungen mit stark verdichtetem Informationsgehalt und separate Datenpräsentationsanwendungen, die an das Data Warehouse angebunden werden können. Auch hier entscheidet sich der Projekterfolg daran, vorab bei allen Projektbeteiligten die Erwartungen an die BI-Lösung abzufragen und diese bei der Lösungsauswahl sowie während der Implementierung zu berücksichtigen.

In der Praxis nutzen viele Unternehmen jedoch die am Markt verfügbaren Lösungen erst nach und nach, weil ihnen der Überblick über die Neuentwicklungen fehlt oder sie sich der immensen Vorteile der neuen Technologien und Werkzeuge nicht bewusst sind. Auch in der Bankenbranche ist fraglich, ob alle BI-Systeme die neuen Techniken einsetzen, wenngleich der Sektor hier vermutlich nicht schlechter als andere dasteht und daher wohl kein besonderer sachlogischer Zusammenhang zur Finanzkrise postuliert werden kann.

#### 3.2 Data Governance und Datenqualitätsmanagement gegen schlechte Datenqualität

Als weiteres zentrales Problem erweist sich die Datenqualität. In einer Capgemini-Studie zu IT-Trends aus dem Jahr 2008 bewerteten

84 % der Befragten, die Business Intelligence als eines der drei wichtigsten IT-Themen nennen, die Datenqualität als bedeutendsten Aspekt (vgl. Capgemini: (2008), S. 30 f.). Insbesondere gesetzliche und behördliche Auflagen, die die Nachweispflicht der Unternehmen festschreiben, setzen eine hohe Datenqualität voraus. Unternehmen leiten Compliance-Maßnahmen ein, um die Einhaltung von Gesetzen und Richtlinien wie IFRS, Sarbanes-Oxley Act oder Basel II zu belegen (vgl. Apel, D. u. a.: (2009), S. 48 ff.). Schlechte Datenqualität verursacht darüber hinaus Kosten in immenser Höhe. Eine Studie von Agens Consulting beziffert diese für Unternehmen im Bankensektor auf bis zu 25 % des jährlichen Unternehmensumsatzes (vgl. Agens Consulting: (2008), S. 1).

Die Ursachen für schlechte Datenqualität setzen sich u. a. aus Fehlern bei der Datenerfassung, suboptimalen Geschäftsprozessen, inkonsistenten Metadaten und Datenverfall zusammen (vgl. Apel, D. u. a.: (2009), S. 36 ff.). In den letzten Jahren hat sich das Problem indes schleichend verschärft. Unternehmen setzen eine immer höhere Anzahl – teilweise mehrere Hundert – LuK-Systeme in einer Systemlandschaft ein, die alle Quelldaten für die BI-Umgebung liefern, aber unterschiedliche Datenfelder und Datentypen oder Semantiken für betriebswirtschaftliche Fachbegriffe und Kennzahlen verwenden. Auch die Dynamik der Unternehmensstrukturen hat sich aufgrund von Fusionen, Kooperationen, Übernahmen, virtuellen Projektstrukturen, Unternehmensnetzwerken usw. erhöht und führt zu immer mehr Datenquellen, die im BI-System wieder neu abgestimmt werden müssen.

Bei Data Governance, dem aktuellen Forschungsfeld der Datensteuerung, geht es u. a. um die Spezifikation von Rollen, Verantwortlichkeiten und Entscheidungsregeln sowie die Festlegung von Standards und Richtlinien für datenbezogene Prozesse (vgl. Thomas, G.: (2009), S.3 f. und S. 7; Baudisch, D.; Wolter, J.: (2008), S. 1). Einen wichtiger Teil des Data Governance-Konzepts bildet das Datenqualitätsmanagements, das sich, wie in Abbildung 2 gezeigt, mit Steuerungs- und Regelungssystemen der Aufbau- und Ablaufstrukturen der Datenhaltung im BI-System beschäftigt und dabei sowohl die Entwicklungs- als auch die Nutzungsphase der BI-Umgebung berücksichtigt (vgl. Apel, D. u. a.: (2009), S. 53 und S. 71 ff.).

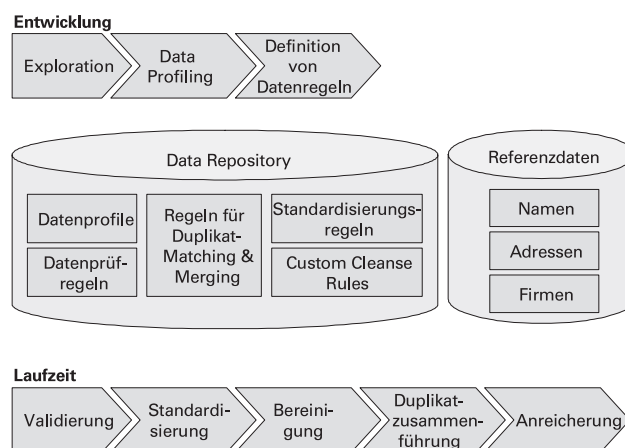


Abb. 2: Architektur für das Datenqualitätsmanagement

Quelle:

Eigene Darstellung in Anlehnung an Apel, D. u. a.: (2009), S. 71 f.

In der Entwicklungsphase stehen die Exploration der vorhandenen Daten und das Data Profiling an, das einen Überblick über den Datenzustand, d. h. ein Datenprofil, und Ansätze für neue Regel- und Metadatendefinitionen mit sich bringt. Das Data Profiling enthält ein Sortiment verschiedener Analysemethoden, darunter Standardmethoden auf Spalten- oder Tabellenebene, die die Daten auf formale Korrektheit prüfen, aber auch unternehmensindividuelle Datenprüfungen (vgl. Apel, D. u. a.: (2009), S. 112 ff.).

In intensiver Arbeit unter Einbeziehung der Fachabteilungen werden die Standardregeln in einem iterativen Prozess konkretisiert und die individuellen Prüfregele spezifiziert. Der Data Profiling-Analyst wählt dabei Prüfregele aus und konfiguriert sie, startet sie als automatisches Suchverfahren, begutachtet mit seinem Projektteam die Ergebnisse, findet Auffälligkeiten sowie neue Fragen, denen er mit detektivischem Spürsinn nachgeht. Danach wählt er neue Prüfregele aus und startet das Suchverfahren wieder. Das Ergebnis ist ein Set von Datenprüfregele, die das Data Warehouse zur Laufzeit bei der Übernahme der Quellsystemdaten anwendet, um diese zu validieren, zu standardisieren, zu bereinigen und schließlich anzureichern (vgl. Apel, D. u. a.: (2009), S. 71 f. und S. 110).

Einen interessanten Lösungsansatz des Datenqualitätsproblems liefert ein Master Data Management-System, ein separates luK-System, das Stammdaten aller Quellsysteme aufnimmt, Daten konsolidiert und harmonisiert und sie danach dem Data Warehouse in bereits hoher Qualität zur Verfügung stellen kann. Damit wird die Problematik des Datenqualitätsmanagements zwar zunächst einmal nur in ein anderes System verlagert, allerdings hat dieses die Möglichkeit, die ergänzten, abgestimmten, von Dubletten bereinigten und konsistenten Datensätze an die Quellsysteme zurückzuspielen. Im besten Fall kann das Master Data Management-System die Stammdatenpflege zentral übernehmen und an jedes Quellsystem nur die benötigten Stammdatenfelder zurückgeben. Diese Stammdatenzentralisierung bereinigt die Daten nicht nur für die BI-Umgebung, sondern in der gesamten luK-Landschaft des Unternehmens.

Könnte die unzureichende Datenqualität im Banken- oder Immobiliensektor das Ausmaß der Finanzkrise beeinflusst haben? Gerade der Bankensektor verfügt über sehr komplexe Risikomess- und -steuerungssysteme, die hohe Datenverfügbarkeit und exzellente Datenqualität voraussetzen, mit anspruchsvollen, aber wenig durchschaubaren Rechenmodellen arbeiten und unter Umständen irrtümlicherweise einen gesunden Systemzustand anzeigen. Die Korrektheit der Modellergebnisse hängt eng mit der Datenqualität zusammen, die in allen Branchen noch verbesserungsfähig ist. Heute wird lautstark mehr Transparenz gefordert. Vielleicht wird die Risikomanagemententwicklung zu einfacheren, aber robusteren Systemchecks zurückfinden müssen (vgl. Rudolph, B.: (2009), S. 15, sowie Dockner, E. J.: (2009), S. 15).

### 3.3 Erhöhung der BI-Durchdringung mit Embedded Analytics

In der Praxis hat jedoch nicht jeder Verantwortungsträger im Unternehmen Zugriff auf BI-Daten. Simulations- und Analyseverfahren existieren in einer getrennten BI-Welt, zu der nur eine

Handvoll Top-Manager Zugang hat. In viele tägliche Entscheidungsprozesse fließen Informationen des Data Warehouse nicht ein, weil Mitarbeiter keine Berechtigung zum Aufruf einer Auswertung haben oder weil es ihnen zu zeitraubend erscheint, die Arbeitsumgebung zu verlassen, um sich in ein anderes System einzuloggen.

Auch Banken überlassen Analysen und Simulationen meist der strategischen Controlling-Abteilung oder dem Risk-Management und entkoppeln sie von der eigentlichen operativen Entscheidungsfindung (vgl. Vaske, M.: (2009), S. 1). In Zukunft könnten sich BI-Auswertungen jedoch zu einem integralen Teil der operativen Bankenprozesse entwickeln, wo Anwender für die Entscheidungsfindung im Tagesgeschäft, etwa für die Risikoabschätzung bei Kreditvergabe und Wertpapierhandel oder bei der Anlageberatung, aus ihren transaktionalen Systemen heraus Zugriff auf BI-Daten hätten und den Systemwechsel vielleicht nicht einmal merken würden. Dieses Konzept der allgegenwärtigen BI-Durchdringung, Embedded Analytics genannt, ist in vielen Unternehmen noch weit von der Umsetzung entfernt (vgl. Eckerson, W.: (2006a), S. 4 f., Eckerson, W.: (2006b), S. 1). Es ist möglich, dass in einer zunehmend regulierten Zukunft Embedded Analytics für alle Managementebenen und bis hinein in die Fachabteilungen gefordert wird, um dokumentieren zu können, welche Entscheidungen wann und warum getroffen und ob alle Implikationen bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt wurden.

### 3.4 Moral Intelligence: Entscheidungsunterstützung vs. -übernahme

Die durch BI-Systeme produzierte Informationsflut birgt als weiteres Risiko die Gefahr einer zu großen Datengläubigkeit und kann die vernünftige Abwägung von Handlungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung individuellethischer und moralischer Werte verdrängen (vgl. Capurro, R.; Thorhauer, Y.: (2008), S. 1 f.). Die moralisch-ethischen Dimensionen des Informationszeitalters umfassen u. a. den Aspekt der Zurechenbarkeit und Kontrolle (vgl. Laudon, K.C.; Schoder, J.P.; Schoder, D.: (2006), S. 227), der in enger Beziehung zur Unternehmensführung steht und danach fragt, wer für Schäden verantwortlich bzw. haftbar gemacht werden kann.

BI-Technologien unterstützen die Frage nach der Übernahme von Entscheidungsverantwortung mit Expertensysteme, die die Spezialkenntnisse und die Schlussfolgerungsfähigkeit qualifizierter Fachleute auf eng begrenztem Aufgabengebiet nachbilden sollen. Erwartet wird dabei die transparente Erklärung der Problemlösung durch Angabe des genutzten Wissens. Die Unternehmensführung nutzt Expertensysteme etwa als Beratungssysteme zur Abgabe von Handlungsempfehlungen und zur Lösung und Bewertung bestimmter Problemstellungen (vgl. Stahlknecht, P.; Hasenkamp, U.: (2005), S. 433 f.). Auch Banken nutzen Expertensysteme, um beispielsweise Entscheidungen über die Kreditvergabe nicht subjektiv, sondern objektiv anhand von transparenten und nachvollziehbaren Entscheidungsvariablen zu fällen.

Offensichtlich konnte die Krisensituation vieler Banken dadurch nicht verhindert werden. Möglicherweise ist dies

darauf zurückzuführen, dass Banken zur Unternehmenssteuerung und Zielerreichung monetäre Anreizsysteme einsetzen, die dazu führen, dass übermäßige Kredite unter Akzeptanz hoher Risiken vergeben werden (vgl. Dockner, E. J.: (2009), S. 7). Vielleicht führen die vielen Reglementierungen in Kombination mit fehlleitenden Anreizsystemen dazu, BI-Systeme nicht nur zur Entscheidungsunterstützung, sondern zur Entscheidungsfindung heranzuziehen und individuelle ethische Überlegungen gänzlich außen vor zu lassen.

Auch andere Branchen experimentieren mit Expertensystemen. Etwa diskutiert die medizinische Informatik bereits seit den 1990er Jahre Scoring-Systeme und erprobt im Routinebetrieb von Diagnostik und Therapie bei der Errechnung von Punktskoren (Scores) aus einer Vielzahl an bepunkteten Merkmalen (vgl. o. V.: (2009), S. 1). Sie werden auch verwendet, um die Sterbewahrscheinlichkeit eines Patienten zu errechnen und die Kosten dem Nutzen einer Behandlung gegenüberstellen, sodass sie die Entscheidung pro oder contra Therapiedurchführung erleichtern oder sogar abnehmen. Nach emotionalen Diskussionen über „Todescomputer“ (Rotondo, R.: (1997), S. 11 f.) und die für Patienten lebensbedrohlichen Konsequenzen einer Falschentscheidung sind die Verantwortlichen im Gesundheitswesen an vielen Stellen zu der Ansicht gelangt, dass die individuelle ärztliche Therapieentscheidung wohl durch ein Scoring-System ergänzt, der medizinische Experte als Entscheidungsträger aber nicht zu ersetzen ist (vgl. Graessle, D.-H.; Burg, F.: (2004), S. 69 f.).

Möglicherweise muss auch die Bankenbranche zu einem Agreement über die Aufteilung der Entscheidungsfindung zwischen Software und Mensch finden und den Einsatz von Expertensystemen so begrenzen, dass diese Entscheidungsvariablen zwar offenlegen und bei der Entscheidungsfindung unterstützen können, dass aber größere Klarheit bezüglich der Verantwortungsübernahme besteht.

Hier ergibt sich ein Spannungsfeld zwischen Business Intelligence und Moral Intelligence, letzteres verstanden als moralisch-ethische Beobachtung unternehmerischen Handelns im Umgang mit eigenem und fremden Wissen. Die Einbettung von Moral Intelligence in ein Unternehmen entsteht nur durch eine gelebte Unternehmenskultur, in der das entscheidungsrelevante Wissen nicht allein auf ökonomischen Kennzahlen beruht (vgl. Capurro, R.; Thorhauer, Y.: (2008), S. 1 f.).

#### 4 Zusammenfassung

Wie konnte also die Weltwirtschaft in eine Krise historischen Ausmaßes stürzen, wenn es gleichzeitig an Überangebot an Informationen zur Unternehmenssteuerung bereitgestellt durch vielfältige Analyse- und Simulationstools gibt? Eine – vielleicht zu einfache – Antwort lautet, dass die IuK-Technologie lediglich ein Set von Werkzeugen bereitstellt, dass jedoch der richtige Einsatz der Werkzeuge für den Unternehmenserfolg entscheidend ist. Wahrscheinlich ist die Wahrheit komplexer. Eine Vielzahl von Analysesystemen im Bankensektor garantiert noch nicht, dass man sich Gedanken über Nutzungsmöglichkeiten und Aussagekraft der Daten macht. Je mehr Information vorhanden ist, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass

der Blick für das Wesentliche verloren geht. Der Anwender eines BI-Reports wird in der Regel nichts von den komplexen Zusammenhängen und Interdependenzen einer Datenwelt wissen, die aus mehreren Hundert Quellsystemen gefüttert wird. Auch mangelnde Datenqualität und die daher möglicherweise falschen Prognoseergebnisse sind ihm nicht zwangsläufig bewusst. Ebenso ist verständlich, dass er in zahlengeleiteten Anreizsystemen auf moralische Überlegungen verzichtet. Und natürlich kann ein Mitarbeiter nichts dafür, dass ihm nicht in allen Situationen ein direkter Zugriff auf BI-Daten möglich ist.

Bei den IuK-Experten bleibt die Verantwortung, die Transparenz ihrer Systeme weiter zu erhöhen, an einer Verbesserung der Datenqualität zu arbeiten und keine Verantwortungsabgabe an das BI-System zu suggerieren. Beide Seiten müssen gemeinsam an der Herausforderung arbeiten, den Aufruf von BI-Daten zur Entscheidungsunterstützung sowohl technisch als auch organisatorisch durch Anpassung der Geschäftsprozesse in die Arbeitsumgebung aller Entscheidungsträger einzubinden, um das Potenzial der BI-Welt unternehmensweit bestmöglich zu nutzen.

#### 5 Finanzkrise = BI-Krise?

Der Business Intelligence-Markt selbst wird wohl durch die Finanzkrise nur schwach getroffen werden. Die BARC-Analysten sehen weiterhin eine hohe Nachfrage nach BI-Lösungen, da gerade in wirtschaftlich turbulenten Zeiten die Steuerungsfähigkeit von Unternehmen, die Verbesserung der Informationsversorgung der Entscheidungsträger sowie die Analyse von Schwachstellen und Einsparpotenzialen wichtige Unternehmensinvestitionen darstellen und Verbesserungen sogar überlebenswichtig sein können. Außerdem beginnen viele BI-Projekte mit der Implementierung punktueller Lösungen, etwa mit der Etablierung neuer Planungsszenarien oder der Entwicklung einer Risk-Management-Lösung, und sind so weniger anfällig für Investitionsstopps als Großvorhaben wie eine ERP-Einführung (vgl. BARC: (2009), S. 15; Knoll, R.: (2008), S. 1). Auch das Gartner CIO Survey positioniert Business Intelligence im Jahr 2009 wie auch in den Vorjahren als Top-1-Thema für Unternehmen und setzt dieses Mal den Fokus auf die Transparenz (vgl. Gartner EXP: (2009), S. 1). Viele Unternehmen wissen, wie wichtig BI-Software ist, sodass die Branche wohl im schlimmsten Fall mit stagnierenden Umsätzen rechnen muss. Bei der Großen Tulpenmanie fehlte eine interessante Information, nämlich dass die teuersten und seltensten Tulpen, wie die Semper Augustus mit gemusterten Blättern, nur durch Läusebefall entstanden, den ein Virus übertrug, das für die eigentümliche Blätterfärbung verantwortlich war. Vielleicht hätten Expertensysteme diesen Zusammenhang zu Tage fördern können, wenn die Ausgangsdaten von guter Qualität gewesen, BI-Systeme im 17. Jahrhundert verfügbar und mittels Embedded Analytics in die Entscheidungsfindung der Tulpenhändler integriert gewesen wären. Vielleicht hätte auch schlicht das moralische Überdenken gewagter überteuerter Tulpenkäufe, bevor die Zwiebeln überhaupt in die Erde eingebracht worden waren, das Platzen der Tulpenblase verhindern können.



## Quellen

- Agens Consulting, Datenqualitätsmanagement in Banken, 2007, [http://www.agens.com/de/Unternehmen/Publicationen\\_und\\_News/Pressemeldungen/2007/studie\\_dqm.php](http://www.agens.com/de/Unternehmen/Publicationen_und_News/Pressemeldungen/2007/studie_dqm.php), Stand 09.09.2009
- Alpar, Paul u. a. Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik, 4. Aufl., Wiesbaden 2005
- Apel, Detlef Apel u. a., Datenqualität erfolgreich steuern, München und Wien 2009
- BARC, BARC-Marktstudie: BI-Softwaremarkt Deutschland 2008/2009, 2009, [http://www.barc.de/fileadmin/images/main/PDFs/BARC\\_Marktzahlenstudie\\_2009\\_210709.pdf](http://www.barc.de/fileadmin/images/main/PDFs/BARC_Marktzahlenstudie_2009_210709.pdf), Stand 09.09.2009
- Baudisch, Dirk und Jörg Wolter, Höhere Datenqualität durch Data Governance, 2008, <http://de.sap.info/hohere-datenqualität-durch-data-governance/11815>, Stand 28.09.2009
- Bauer, Andreas und Holger Günzel (Hrsg.), Data Warehouse Systeme, 2. Aufl., Heidelberg 2004
- Capgemini, Studie IT-Trends 2008, 2008, [http://www.de.capgemini.com/m/de/tl/IT-Trends\\_2008.pdf](http://www.de.capgemini.com/m/de/tl/IT-Trends_2008.pdf), Stand 09.09.2009
- Capurro, Rafael Capurro und Yvonne Thorhauer, Business Intelligence meets Moral Intelligence, 2008, [http://indaba-consulting.com/joomla/index.php?Itemid=84&id=69&option=com\\_content&task=view](http://indaba-consulting.com/joomla/index.php?Itemid=84&id=69&option=com_content&task=view), Stand 09.09.2009
- Dillerup, Ralf und Roman Stoi, Unternehmensführung, 2. Aufl., München 2008
- Dockner, Engelbert J., Ursachen und Folgen der Finanzkrise, 2009, [http://www.econ.tuwien.ac.at/events/vortrag\\_dockner\\_TU\\_17\\_03\\_2009.pdf](http://www.econ.tuwien.ac.at/events/vortrag_dockner_TU_17_03_2009.pdf), S. 15, Stand 09.09.2009
- Eckerson, Wayne, Embedded Analytics: Closing the Loop between Operational und Analytical Applications, 2006 (a), <http://download.101com.com/pub/tdwi/Files/TDWI%20Monograph%20Embedded%20Analytics.pdf>, Stand 09.09.2009
- Eckerson, Wayne, Embedded Analytics: The next wave in business intelligence, 2006 (b), [http://searchcio.techtarget.com/news/column/0,294698,sid182\\_gci1195529,00.html](http://searchcio.techtarget.com/news/column/0,294698,sid182_gci1195529,00.html), Stand 09.09.2009
- Egger, Norbert u. a., SAP Business Intelligence, Bonn 2006
- Gartner EXP, Gartner EXP CIO Survey 2009 – Meeting the Challenge, 2009, [http://www.gartner.de/fokus/090105\\_a\\_cio.html](http://www.gartner.de/fokus/090105_a_cio.html), Stand 09.09.2009
- Goldgar, Anne, Tulipmania: Money, Honor, and Knowledge in the Dutch Golden Age, Chicago 2007
- Graessle, Dieter-Hans und Florian Burg, Entscheidungsunterstützende Systeme (EUS), in: Karl Jähn und Eckhard Nagel, e-Health, Berlin und Heidelberg 2004, S. 65–70
- Inmon, William H., Corporate Information Factory, 2. Aufl., Weinheim 2000
- Kemper, Hans-Georg Kemper, Walid Mehanna und Carsten Unger, Business Intelligence, Wiesbaden 2004
- Kemper, Hans-Georg, Architektur und Gestaltung von Management-Unterstützungs-Systemen, Stuttgart und Leipzig 1999
- Knoll, Richard, Business Intelligence: Mittelstand hat dringenden Analysebedarf, 2008, <http://www.computerwoche.de/mittelstand/1879840>, Stand 09.09.2009
- Laudon, Kenneth C., Jane P. Schoder und Detlef Schoder, Wirtschaftsinformatik, München 2006
- o.V., Scoring-System, 2009, <http://de.wikipedia.org/Scoring-System>, Stand 09.09.2009
- Pietsch, Thomas, Lutz Martiny und Michael Klotz, Strategisches Informationsmanagement, 4. Aufl., München 2004
- Rotondo, Roberto, Score-Systeme für die Intensivmedizin, in: Intensiv – Fachzeitschrift für Intensivpflege und Anästhesie, Heft 5, 5. Jg. 1997, S. 210–212
- Rudolph, Bernd, Ziele von Ethics Education in der BWL an Hand der Diskussion um die internationale Finanzkrise: 2. Ethics Education Workshop, 2009, [http://www.controlling.bwl.uni-muenchen.de/eew/doku/fohlen/eew2\\_rudolph.pdf](http://www.controlling.bwl.uni-muenchen.de/eew/doku/fohlen/eew2_rudolph.pdf), S. 15, Stand 09.09.2009
- Stahlknecht, Peter und Ulrich Hasenkamp, Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11. Aufl., Berlin u. a. 2005
- Thomas, Gwen, The DGI Data Governance Framework, 2009, [http://datagovernance.com/dgi\\_framework.pdf](http://datagovernance.com/dgi_framework.pdf), Stand 28.09.2009
- Vaske, Heinrich, Finanzkrise: hat die IT versagt?, 2009, <http://download.101com.com/pub/tdwi/Files/TDWI%20Monograph%20Embedded%20Analytics.pdf>, Stand 09.09.2009
- Vesset, Dan, Overview of Business Analytics, 2003, [http://www.sas.com/technologies/architecture/idc\\_overview.pdf](http://www.sas.com/technologies/architecture/idc_overview.pdf), Stand 09.09.2009

# Audiovisuelle Markenkommunikation im Einsatz für das Hochschulmarketing – Anwendungsorientiertes Forschungsprojekt im Bereich Web 2.0:

Sonja Salmen

Im Sommersemester 2008 gestalteten Studierende des Studienganges Electronic Business an der Hochschule Heilbronn unter wissenschaftlicher Leitung von Prof. Dr. Sonja Salmen in Kooperation mit der European School of Design, der Filmakademie Baden-Württemberg sowie der Produktionsfirma @Cineteam einen Informations- und Erlebnisfilm mit integrierten Shuttle-Videos für das Web 2.0. Zielsetzung dieses Pionierprojektes war es, Schulabsolventen für das Studienfach Wirtschaftsinformatik zu gewinnen. In Zusammenarbeit mit der der Viral-Marketing-Agentur elbkind sowie der Fachhochschule Schwäbisch Hall, Hochschule für Gestaltung, entstand im WS 08/09 eine Social-Web-Kampagne zur strategischen Erstplatzierung des Films.

## Ideenfindung

Die Unsicherheit bei Schulabgängern, was ihren weiteren Ausbildungsweg betrifft, wächst und die Informationen über Studiengänge sind häufig wenig zielgruppengerecht gestaltet. Vor diesem Hintergrund entschloss sich die Hochschule Heilbronn für einen Pionierweg. Sie hat die oft fehlende Hilfestellung in das soziale Medium Nummer eins der Zielgruppe, das Web 2.0 übersetzt, um den Studiengang Electronic Business und die Hochschule ins Visier der potenziellen Studienbewerber zu bringen.

## Phase 1: Interaktiver Funktionsfilm zur authentischen Markenvermittlung

Zielsetzung der studentischen Projektstudie war, den digitalen Bekanntheitsgrad der Non-Profit Marke „Electronic Business“ an der Hochschule Heilbronn in der Netz-Generation sowie bei Meinungsbildern wie Eltern, Angehörige, Bekannte, Schulen, Arbeitsagenturen oder Journalisten zu erhöhen.

Die Positionierung dieser bundesweit noch relativ unbekanntes Bildungsmarke stellt an den Marketer auf Grund ihrer Vertrauensempfindlichkeit, Immaterialität, Intangibilität, hohen Erklärungsbedürftigkeit sowie der notwendigen Integration und Interaktion der potenziellen Studierenden vor besondere Herausforderungen. Das überwiegend konservative Wertesystem der Meinungsbildner verbietet schrille, bunte oder plakative Werbung im MTV-Style. Es galt komplexe sowohl sachlich als auch emotional relevante Informationen authentisch, in der Gefühls- und Erfahrungswelt der „Betroffenen“ zu kommunizieren. Die avisierte Zielgruppe gehört der sogenannten „Netz-Generation“ (Geburtsjahrgänge zwischen 1977 bis 1996) an. Für diese Generation ist virtuelle Mund-Propaganda ein mächtiges Vehikel zur bewussten Meinungsbildung und -verbreitung.

Der Trend im Social Commerce Kunst, Fotos, Geschichten, Videos und Dienstleistungen mit anderen zu tauschen, zu bewerten und



### Prof. Dr. Sonja Salmen

lehrt seit 2003 im Studiengang Electronic Business an der Hochschule Heilbronn Online Marketing sowie Digitales Relationship Management. Sie (<http://www.sonja-salmen.de>) verfügt über jahrelange Industrie- und Beratungserfahrung im Bereich des Marketing- und Vertriebsmanagements.

(Quelle: Salmen, S.)

eigene Kreationen zu schaffen wird durch den interaktiven Funktionsfilms aufgegriffen.

## „Making of“

Unter einem interaktiven Funktionsfilm versteht man einen über das Internet bereitgestellten Film oder eine Kombination mehrerer Filmausschnitte, mit einprogrammierten Funktionen, die in interaktiver Form vom User genutzt werden können. Möglich sind beispielsweise die Beeinflussung des Ablaufs und der Filmhandlung, die Auswahl eines speziellen Films oder einer spezifischen Aktion, die Anzeige von Informationen über ein Produkt, eine Kaufabwicklung direkt im Film, die Verlinkung auf andere Webseiten, die Einbindung von Daten aus einer Datenbank oder Ähnliches. Für die Videowiedergabe der einprogrammierten Interaktionen bietet sich die Software Adobe Flash an, da derzeit knapp 99 Prozent aller Internetbrowser das hierfür benötigte Plug-In bereits installiert haben. Auch andere Techniken, wie etwa Microsofts Flash-Konkurrenz „Silverlight“, sind als Plattform denkbar. Der Funktionsfilm selbst ist eine Mischung aus dem passiven Lean-Back-Medium Video bzw. Fernsehen und dem aktiven Lean-Forward-Medium Internet, wobei das Verhältnis von der jeweiligen Anwendung und dem Wunsch des Users zur Teilnahme abhängt.



Abbildung 1: Produktionsphasen des Funktionsfilms im Überblick (Quelle: Salmen, S.)

In der Phase der Vorproduktion wird ein Drehplan ausgearbeitet, mit dem alle Dreharbeiten der Produktionsphase festgelegt

sind. Mit dem Drehplan werden alle Drehorte (erst Außenaufnahmen, dann Innenaufnahmen und Studioaufnahmen) bestimmt. Als wichtigen Erfolgsfaktor in dieser Projektphase war die klare Differenzierung der Aufgabenbereiche in „Dreharbeiten“ und „Programmierung“, wodurch ein simultanes und weitgehend unabhängiges Arbeiten realisiert werden konnte. Die Erstellung des Story- und Shootingboards wurde als „Gemeinschaftsarbeit“ definiert. Die Entwicklung der Texte erfolgte in Abstimmung mit der professionellen Moderatorin, was sich als sehr eloquent erwies.

### Insider-Erlebnis als Mehrwert und Erfolgsgarant

Der interaktive Film mit der Markenbotschaft „**Study the Future – Study Electronic Business – Enjoy it**“ nimmt Interessenten auf eine abwechslungsreiche Erlebnisreise durch den Studiengang sowie das Leben in und um Heilbronn. Dabei werden ihnen gleichzeitig die nötigen rationalen Informationen für ihre Studienwahl vermittelt. Eingebettet in ein moderationsgeführtes Imagevideo sind einzelne Videosequenzen, das für Interessenten wichtige Aspekte des Studiums, wie die Studieninhalte, den Studienverlauf, die Zukunftsaussichten und das Leben in Heilbronn, enthält. Daneben sorgen interaktive Funktionen, wie beispielsweise einblendbare Zusatzinformationen, ergänzende Videos, hilfreiche Verlinkungen zu anderen Webseiten sowie der Abschluss in Form einer direkten Onlinebewerbung für einen nachhaltigen Eindruck beim Zuschauer. Die einzelnen Videosequenzen vermitteln, dass es sich um einen innovativen und modernen Studiengang handelt, der exzellente, in der Wirtschaft nachgefragte Ausbildungsinhalte vermittelt, persönliche Betreuung bietet, umfassende Wirtschaftskontakte pflegt, viele Praxisanwendungen bietet und über einen bemerkenswerten Zusammenhalt zwischen den Studenten verfügt. Da der „Spaß am Studieren“ nicht zu kurz kommen darf, wird explizit auf die Lebensqualität am Hochschulstandort Heilbronn eingegangen.

### User-generated Content machts authentisch

Bei der Wahl der Darsteller des Films wird bewusst auf eine Mixtur von professioneller Moderation sowie semiprofessionellen **Shuttle-Videos** mit den involvierten Professoren und Professorinnen, Unternehmen, Studierenden sowie Absolventen, die einen realistischen Einblick in das Hochschulleben ermöglicht, gesetzt. Die bewusste Einbindung dieses User Generated Content soll authentisch wirken und lässt die Produktionskosten weit unter der einer klassischen Mediaproduktion liegen. Die Shuttle-Videos als Emotionsträger, die die Aufmerksamkeit des Betrachters sichern und ihn für die dargestellten Inhalte begeistert. Der interaktive Teil sorgt dafür, dass der User mit nur einem Klick oder einer Mausbewegung direkt ins Geschehen eingreifen kann und so zum aktiv Beteiligten wird. Durch die Option, einzelne Szenen anzuzeigen oder zu überspringen, kann der User in die Rolle des „Regisseurs“ schlüpfen, in dem er zum Beispiel Ablauf und Content des Films seinen individuellen Interessen anpasst. Zur Sicherstellung der gewünschten auditiven Grundatmosphäre ist das Unterlegen der Filmsequenzen mit Hintergrundmusik oder Atmo-Ton für ein spannendes Infotainment empfehlenswert.

### Moderation 2.0 macht's humorvoll

Die lockere Ansprache durch die Moderatorin soll authentisch, sympathisch, unterhaltend und auf jeden Fall privater und humorvoller wirken als in klassischen Medien.



**Abbildung 2:** Diana Benz als Moderatorin des unter <http://www.eb.hs-heilbronn.de/film/> abrufbaren Funktionsfilms zum Studiengang Electronic Business an der Hochschule Heilbronn (Quelle: Salmen, S.)

Durch direkte Aufforderung des Zuschauers wird der Interessent immer wieder aus seiner passiven Konsumhaltung herausgeholt und zur Aktivität aufgefordert. Gelingt der Moderatorin das nicht auf Anhieb, versucht sie durch lustige sowie überraschende Gesten die Zeit des Nichtklickens zu überbrücken und noch einmal aktivierend zu wirken. Die Dreharbeiten verliefen nach folgendem Prinzip: erst die Stellproben der Darsteller am Drehort, dann Aufbau der Kamera und Lichttechnik sowie Maske für die Darsteller, Aufnahme der jeweiligen Szene. Bei Fernsehfilmen, ist es üblich die Szenen fünf bis acht Mal zu wiederholen. Nach den Dreharbeiten setzte die Phase der Postproduktion an. Der Film wurde geschnitten, mit speziellen digitalen Effekten versehen, synchronisiert und anschließend mit Sounds und Filmmusik vertont.

### Phase 2: Hochschulevent zur regionalen Bekanntmachung des Funktionsfilms

Auf der Primärenfeier am 28.10.2008 wurde im Rahmen des festlichen Events „Hochschulmarketing im Zeitalter des Web 2.0 – Mit dem Film ins Netz“ in der Aula der Hochschule Heilbronn der Film durch den Rektor Herrn Professor Dr. Jürgen Schröder der Öffentlichkeit vorgestellt.

Sowohl an der werblichen Bekanntmachung des Events, der Entwicklung von Merchandising-Produkten sowie der Durchführung der Veranstaltung waren die Studierenden des Studiengangs Electronic Business aktiv beteiligt. Frei nach dem Motto: Hier wird gelebt, was unterrichtet wird!

Der Event mit der Vorstellung und Ehrung aller Beteiligten sowie Fachvorträgen der teilnehmenden Unternehmen wurde auf der eLearning Plattform der Hochschule Heilbronn (ILIAS) als E-Learning-Tool aufbereitet und allen interessierten Hochschulangehörigen zur Verfügung gestellt.

### Phase 3: Social-Web-Kampagne zur strategischen Erstplatzierung des Films

In Zusammenarbeit mit der Viralen-Marketing-Agentur elkind wurde die strategische Erstplatzierung des Films durch eine Social-Web-Kampagne schrittweise mit den Studierenden des dritten Fachsemesters des Studienganges Electronic Business im WS 2008/2009 sowie SS 2009 realisiert.

#### Schritt 1: Video-Wettbewerb auf YouTube

Die Bekanntmachung der Bildungsmarke sollte kostensparend durch die Gewinnung eines User Generated Teaser-Videos im Rahmen eines Wettbewerbs auf der Plattform YouTube in der Net-Generation erfolgen. „Teaser“ heißt das Zauberwort, mit dem im Web der Kontakt mit Interessenten aufgenommen werden soll. Ein Teaser („to tease“ steht im Englischen für necken, reizen) ist ein sehr kurzer, origineller Film oder ein Spiel, der als „Appetithäppchen“ emotional berühren und Interesse wecken soll. Idealerweise verbreitet er sich durch Mund zu Mund Propaganda via virales Marketing im Web. Ein Virus, vor dem niemand Angst haben muss! Die weitreichende und zielsichere Verbreitung des Video-Clips durch persönliche Weitergabe hängt neben einem ansteckenden Inhalt von seiner strategischen Erstplatzierung im Social Web ab, wie es die elkind GmbH als Seeding („Aussäen“) anbietet. Auf Reichweiten starken Portalen mit hoher Entdeckerdichte erreicht der Film die junge, internetaffine Zielgruppe, die ihn weiterträgt. Durch Verbreitung auf themenspezifischen Foren kann er Eltern und Meinungsführer direkt ansprechen. Gewissermaßen „über die Bande“ spielt das Seeding so den Rich-Media-Content ins Visier von potenziellen Bewerbern. Das anschließende Tracking zeigt, wie viele Viewer von wo das Video angeklickt und vollständig gesehen haben. Die Social-Network-Analysis findet heraus, was online über Studiengangswahl und die Kampagne gesagt wird.

Um die Kreativität der Teilnehmer in die gewünschte Richtung zu lenken, wurde in Kooperation mit der Fachhochschule Schwäbisch Hall Hochschule für Gestaltung ein Video-Clip „Erzähl die Story weiter ...“ im Hauptgebäude der Hochschule Heilbronn gedreht. Die Studierenden des 3. Fachsemesters im Studiengang Electronic Business konnten am 29.11.2008 nach Erläuterung der Storyboard durch Prof. Dr. Salmen sowie dramaturgischer Unterweisung von Prof. Guido Kühn, Prodekan an der Hochschule für Gestaltung hautnah als Statisten gemeinsam mit dem Produktionsteam sowie der Hauptdarstellerin Frau Rebecca Röger, (1. Semester Mediengestaltung), die Filmproduktion mitgestalten und miterleben. Die Produktionszeit von sechs Zeitstunden spricht dafür, dass hier wahre Naturtalente im Einsatz waren. Die hier gewonnenen interdisziplinären Erfahrungen im Bereich der audiovisuellen Markenkommunikation stellen eine gute Vorbereitung der Studierenden auf die multimedialen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar.

### 1. Staffel des Video-Wettbewerbs auf der Plattform YouTube

Die 1. Staffel der Social Media Kampagne auf der Internetplattform YouTube mit dem Motto: „Entdecke den Supermann in Dir“ Erzähl die Story weiter!“ wies folgende Ergebnisse auf.



**Abbildung 3:** Gewinner der 1. Staffel des Video-Wettbewerbs auf der Plattform YouTube

Daniela Kern, Andreas Kleiner, Prof. Dr. Sonja Salmen und Daniel Böhm (von links nach rechts) (Quelle: Salmen, S.)

Es konnten 11 Video-Beiträge generiert werden. Über 4.000 Personen haben in der Zeitspanne vom 10.12.2008 bis 28.02.2009 die erste Staffel des Video-Wettbewerbs der Hochschule Heilbronn auf der Plattform zur Kenntnis genommen. Das Eröffnungsvideo wurde von 4.158 Personen gesehen. Davon waren 68% Männer und 38 % Frauen. 50 % aller Besucher waren im Alter von 13 bis 34 Jahren. Die Besucher der Kanalseite auf YouTube kamen ausschließlich aus Deutschland und Österreich.

In der ersten Staffel wurden keine Auflagen im Hinblick auf die Art und Weise der Gestaltung der Video-Clips vorgegeben, um die Kreativität der Teilnehmer nicht einzuschränken.

Von den 11 eingestellten Video-Clips kamen 8 in die engere Wahl. Mit Abstand der erfolgreichste Video-Clip war „On the other side of the line ... der Spion“ von Andreas Kleiner Student der Hochschule Heilbronn im Studiengang Electronic Business. Er hatte die meisten Views (13.168) sowie die beste Bewertung im Verhältnis zu den Nennungen sowie die meisten absoluten Kommentare (13). Andreas Kleiner gewann den Promoterpreis (Mini-Notebook ASUS EeePC 901), den Kreativpreis (Apple iPod classic 120 GB) sowie den Sozialpreis für die meisten Kommentare (Apple iPod nano 8 GB). Die Preise 4. bis 8. (Apple iPod shuffle 1 GB) wurden nach dem View-Rang vergeben und gingen an den Clip „Deutschländer Hochschule“ (Produzent bis dato nicht bekannt), an Daniel Böhm für „Hinter den Kulissen von Electronic Business, an Herrn Christian Kleibert für „Der Hausmeister“ sowie „Psycho“ an Daniela Kern für „Die Lizenz zum ...“. Die Preise 9. und 10. konnten leider nicht vergeben werden.

## 2. Staffel des Video-Wettbewerbs auf der Plattform YouTube

Am 15.04.2009 wurde die zweite Staffel des Video-Wettbewerbs auf der Plattform YouTube mit modifizierten Teilnahmebedingungen gestartet, sodass die Chance auf ein seeding-fähiges Video deutlich erhöht ist. Diesmal steht der Wettbewerb unter dem Motto: „Hochschule Heilbronn sucht den SuperVirus ... der alle infiziert!“



**Abbildung 4:** Plakat zur 2. Staffel des Video-Wettbewerbs auf der Plattform YouTube wurde mit der Pressestelle der Hochschule Heilbronn sowie den EB-Studierenden des 3. Fachsemesters im SS 2009 im Rahmen einer vorlesungsbegleitenden Online-Marketing-Übung entwickelt. (Quelle: HHN/Pressestelle)

Die Teilnahmebedingungen für diesen zweiten Wettbewerb wurden konkretisiert, da im 2. Versuch nun ein Handlungsrahmen für die Teilnehmer vorgeben werden sollte. Dies war zum einen aus juristischen Gründen notwendig und zum anderen sollte die Chance auf einen seeding-fähigen Video-Clip dadurch erhöht werden. Als Preise wurden in der 2. Staffel Geldpreise gesponsert vom Steinbeis Beratungszentrum Electronic Business an der Hochschule Heilbronn sowie die Bekanntmachung des Siegerevideos im Web 2.0 durch die Agentur elbkind ausgelobt. Das Motto lautete „Hochschule Heilbronn sucht den SuperVirus...der alle infiziert.“. Am 15.06.2009 endete auch die zweite Staffel, ohne, dass eines der drei eingereichten Video-Clips seedingfähig war. Warum wurde auch diesmal das anspruchsvolle Ziel, nämlich ein seeding-fähiges Video zu generieren, noch nicht erreicht? Wie erklärt sich dies? Einerseits war der Begriff „Supervirus“ durch das nicht vorhersehbare Aufkommen der Mexikanischen Grippe negativ besetzt und andererseits ist es im Web 2.0 leider nur bedingt im Voraus bestimmbar, welcher Art von User Generated Content entsteht.

## Schritt 2: Professionelle Aussaat und Spurenlese – Ausblick

Doch wie überprüft man die Effizienz einer solchen Kampagne? Wer hat wo und wann mit dem viralen Inhalt interagiert? Wie viele Benutzer haben den Teaser bis zum Ende angesehen und haben sich dann noch auf die Homepage des Studienganges Electronic Business an der Hochschule Heilbronn durchgeklickt?

In der Zeit der zweiten Staffel des Video-Wettbewerbs vom 15.04. bis 18.07. 2009 sind weitere 1.568 Aufrufe des Video-Wettbewerbskanal der Hochschule Heilbronn auf der Plattform YouTube registriert worden. Somit haben insgesamt 5.568 Interessenten den Video-Wettbewerb besucht. Durch die Aktivitäten der Hochschule Heilbronn auf der Video-Plattform YouTube sind 17 % der Interessenten auf den Funktionsfilm aufmerksam geworden. Sicherlich schon ein beachtlicher Erfolg in Sachen Bekanntheit im Social Web.

In der Zeitspanne vom 29.10.2008 bis zum 30.06.2009 konnten insgesamt 1.990 Besucher des Funktionsfilms auf der Website des Studienganges Electronic Business durch die von Wired Minds zur Verfügung gestellte Web-Controlling Software Enterprise Edition Version 5.7 verzeichnet werden. Pro Tag riefen durchschnittlich 9 Nutzer den Film auf. Die Mehrheit der User kam aus Deutschland (95,6%), und zwar überwiegend aus Baden-Württemberg, Hessen, Nordrhein-Westfalen sowie Bayern. Bemerkenswert ist, dass in den Großstädten Stuttgart, Frankfurt am Main, Mannheim, Hamburg, Berlin, München sowie Heidelberg vermehrt Interessenten auf den Funktionsfilm aufmerksam wurden. Die Besucher fühlten sich besonders angesprochen durch die Moderation der Propagandistin Diana Benz (42 %), die Ausbildungsprofile der Professorinnen und Professoren (6,8 %), die Meinung der Absolventen (4,7 %), Studierenden (7,1 %) sowie der kopierenden Unternehmen (4,1 %) zum Leistungsprofil des Studienganges. Immerhin 4,7 % der User haben sich über die Hochschule Heilbronn und 4,3 % über die Stadt Heilbronn informiert. 3,5 % der Interessenten schenken ihre Aufmerksamkeit den Forschungsaktivitäten des Electronic Business Institut in der Hochschule Heilbronn.

7 % der User haben weitere Informationen zum Studiengang sowie zu den Modalitäten der Online Bewerbung abgerufen. Dies ist schon ein beachtlicher Erfolg, vor allem in Anbetracht dessen, dass aufgrund des noch nicht generierten Teaser-Videos keine effektive Bekanntmachung des Films in der avisierten Zielgruppe im Social Web erfolgt ist.

# Integration interner Stakeholder in den Strategieprozess einer NPO

– Fallbeispiel Hilfsorganisation und Wohlfahrtsverband –

Christoph Tiebel

## 1 Interne Stakeholder bei Hilfsorganisationen und Wohlfahrtsverbänden

Non-Profit-Organisationen werden mit den vielfältigsten Anspruchsgruppen konfrontiert. Diese Stakeholder haben unterschiedlichste Interessen, aber auch unterschiedlichste Machtpositionen, um diese Interessen durchzusetzen. Die normativ ethische Orientierung der Stakeholder ist eine der beiden Möglichkeiten, unter denen man das Stakeholder Management betrachten kann.

Der Schwerpunkt der Ausführungen liegt hier in der zweiten möglichen Ausrichtung eines Stakeholdermanagements, nach der die Auffassung aufgegeben wird, dass alle Stakeholder dieselbe Beachtung verdienen. Stattdessen wird davon ausgegangen, dass die Beziehung zwischen verschiedenen Stakeholdern sowie die Beziehung zwischen Stakeholder und NPO höchst unterschiedlich sein können: Sie ist sowohl unterstützend als auch durch Interessengegensätze geprägt. Somit macht eine absolute Gleichbehandlung der Anspruchsgruppen keinen Sinn. Im Mittelpunkt des hier beschriebenen internen Stakeholdermanagements steht das Ziel, die Organisation langfristig auszurichten. Es müssen die wesentlichen Stakeholder in den Strategieprozess direkt oder indirekt eingebunden werden. Besonderer Fokus liegt dabei auf NPO's im Bereich der Wohlfahrtsverbände und/oder Hilfsorganisationen. Relevante interne Stakeholder der Wohlfahrtsverbände und/oder Hilfsorganisationen umfassen vor allem den Bereich der hauptamtlichen und der ehrenamtlichen Mitarbeiter. Die Besonderheit bei der Differenzierung nach dem Beschäftigungsverhältnis ist, dass einige Aufgabenfelder ausschließlich im ehrenamtlichen Bereich (z. B. Betreuungsdienste, Hospizarbeit) liegen, andere wiederum einen Mix darstellen (z. B. Rettungsdienst) und schließlich die dritte Gruppe fast ausschließlich hauptamtlich organisiert ist (ambulante Pflege).

Der Bericht fasst ein Forschungsprojekt des Institutes für Sozialmanagement der Reinhold-Würth-Hochschule am Campus Künzelsau der Hochschule Heilbronn zusammen. Er beruht auf dem Ansatz eines internen Stakeholdermanagements bei kirchlichen Einrichtungen sowie dem Deutschen Roten Kreuz (DRK) und der Arbeiterwohlfahrt (AWO). Insbesondere die im akademischen Lehrpflegeheim Haus Zabergäu in Brackenheim gewonnenen Ergebnisse liegen diesem Beitrag zu Grunde, der folgende Fragen aufgreifen möchte:

- Strategieprozess NPO: Was sind die Kernfragen des Strategieprozesses einer NPO? Wo liegt deren Schwerpunkt bei den Stakeholdern in Wohlfahrtsverbänden und Hilfsorganisationen?
- Erfolgsfaktoren im Stakeholdermanagement: Welche Erfolgsfaktoren liegen dem internen Stakeholdermanagement zu Grunde? Gibt es bestimmte Ausprägungen und Priorisie-



**Prof. Dr. Christoph Tiebel**

Leiter des Instituts für Sozialmanagement am Campus Künzelsau

(Quelle: Tiebel)

rungen für interne Stakeholder in Wohlfahrtsverbänden und Hilfsorganisationen?

- Methoden des Strategieprozesses: Welche Methoden des Strategieprozesses in NPOs sind geeignet den besonderen Anforderungen der Stakeholder gerecht zu werden? Wie lässt sich eine Strategie in Wohlfahrtsverbänden und Hilfsorganisationen zielgruppenorientiert entwickeln?
- Charakteristische Fehler: Welche Fehler können im internen Stakeholdermanagement im Rahmen des Strategieprozesses einer Hilfsorganisation und eines Wohlfahrtsverbandes gemacht werden?

## 2 Strategieprozess einer NPO

Aufgrund des strategischen Ziels einer NPO (Ben-Ner, 1994: S. 747) werden, im Vergleich zum 2. Sektor, höhere Anforderungen an ein aktives Stakeholdermanagement gestellt, wie beispielsweise:

- Feststellung der Subsysteme der Führung, sowie der Informationsbeziehungen, die Engpässe für die NPO bilden;
- Ermittlung materieller und immaterieller Größen, die ungenutzte Potenziale darstellen;
- Gestaltung des Organisationssystems entsprechend den Anforderungen der internen Stakeholder;
- Konkretisierung von Konzeptionen in Programmen und Maßnahmen;
- letztendlich: Sicherung einer Anleitung zur Umsetzung strategischer und operativer Zielsetzung und die Kontrolle der Ergebnisse.

Im Vordergrund stehen dabei die strategischen Positionierungen der NPO und die daraus abgeleiteten strategischen Ziele (Tiebel, 1998). Hierbei finden sich in der Praxis verschiedene Werkzeuge, die der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre entlehnt sind und für die Spezifika des 3. Sektors adaptiert wurden (Tiebel, 2006). Wesentliches Element der Strategiebildung und -umsetzung ist ein Instrument, welches mit hoher Verbindlichkeit die Ziele in konkrete Maßnahmen umsetzt und diese im Sinne eines Regelkreises plant und steuert.

Ausgangspunkt der Strategie ist die Festsetzung des momentanen Zustandes einer NPO. Hierbei hat sich eine zweidimensio-

nale Betrachtungsweise bewährt: der Betrachtung von (internen) Ressourcen wird die Umfeld(-attraktivität) gegenübergestellt. Aus dem bewertenden Abgleich beider Dimensionen entsteht die strategische Positionierung dann, wenn sowohl ökonomische als auch sozialpolitische Faktoren berücksichtigt werden. Wenn so die Ausgangslage festgelegt ist, kann die strategische Position in der Ist- und Ziel Ausprägung ermittelt werden. Im weiteren Vorgehen können sowohl Leistungsdifferenzierungs- als auch – im beschränkten Maße – Kostendifferenzierungsziele entwickelt werden. Die Strategie als Nischenanbieter ist durchaus auch eine Variante für einen Wohlfahrtsverband oder eine Hilfsorganisation. Wesentlich sind die daraus zu ziehenden Schlüsse: in welchen Bereichen wird die NPO ihr Betätigungsfeld einschränken müssen, ohne dabei die Identität zu verlieren? Wo können eventuell Aufgabenfelder ausgebaut werden? Letztendlich führt alles zu der Frage nach Kooperationen in Netzwerken.

Nach der so erfolgten Zielgenerierung muss mit Hilfe geeigneter Instrumente die Zielumsetzung operationalisiert werden. Gerade bei Hilfsorganisationen und Wohlfahrtsverbänden ist dieser Schritt einer der wesentlichsten Maßnahmen des Strategieprozesses. Die internen Stakeholder sind sehr wahrscheinlich mit hoher Skepsis jedweden betriebswirtschaftlichen Denken und Handeln gegenüber ausgestattet. Hier muss es den Prozessverantwortlichen gelingen, durch konkrete Erfolge die Stakeholder von der Nützlichkeit des Strategieprozesses zu überzeugen.

Diese sehr verkürzte Darstellung des strategischen Prozesses ist letztendlich unabhängig von der Mission einer Organisation. Insofern muss im folgenden Schritt noch genauer betrachtet werden, wer die Akteure eines Wohlfahrtsverbandes und/oder einer Hilfsorganisation sind, die diesen Prozess gestalten und die Umsetzung der Mission maßgeblich beeinflussen. Nur die Beachtung der Erfolgsfaktoren dieser internen Stakeholder kann den Prozess der Strategieentwicklung und -umsetzung erfolgreich werden lassen.

### 3 Basis des Stakeholder Managements:

#### Erfolgsfaktoren von NPO

Die Form des sozialen Einflusses (Macht) ist in der Strategieentwicklung von NPOs ein wesentlicher Faktor. Am Anfang des hier beschriebenen Strategieprozesses steht die Betrachtung der Erfolgsfaktoren einer NPO unter dem besonderen Focus der internen Stakeholder von Wohlfahrtsverbänden und Hilfsorganisationen. Vordergründig scheint nur die Unabhängigkeit vom Stakeholder (beispielsweise bei der Bewertung der Erfolgsfaktoren Kostenmanagement, Innovationskultur und Organisationsoptimierung) zu bewerten sein. In der näheren Betrachtung ist aber beispielsweise die Innovationskultur ganz entschieden geprägt von dem Wertesystemen und Haltungen dieser internen Stakeholder.

Ausgangspunkt des Erfolgsfaktorenkonzeptes ist die Unternehmensphilosophie mit den entsprechenden Zielsetzungen. Insbesondere bei NPOs muss der Themenkomplex Innovationskultur und Wege der ständigen Verbesserung nachhaltig bearbeitet werden. Größere Beachtung der internen Stakeholder treten auch bei den Erfolgsfaktoren Prozessorientierung und Professionalität des Managements auf. Je heterogener ein Wohlfahrtsverband

und eine Hilfsorganisation ihr Portfolio aufgestellt haben, desto heterogener im Sinne von Disjunktheit sind auch die internen Stakeholder. Das Schaffen von Synergien im Sinne von internem Netzwerkmanagement wird zu einer schwer lösbarer Aufgabe. Noch schwieriger ist diese Vernetzung im Bereich der ehrenamtlichen Stakeholder. Das weitaus größte Problem scheint aber die Professionalität des Managements als Erfolgsfaktor im Strategieprozess einer NPO zu sein. Nach wie vor ist die Fachkompetenz der Führungskräfte in einer NPO der des zweiten Sektors unterlegen. Mag dieses auch in der Schwierigkeit und Komplexität der Aufgabe begründet sein, so stellt die Ausprägung dieses Erfolgsfaktors ein wesentliches Hemmnis im Strategieprozess dar.

Traditionelle, erprobte Instrumente der Generierung und Umsetzung von Strategien sind in NPOs nur in adaptierter Form umzusetzen (Tiebel, 2006). Sei es die Komplexität der Aufgaben, die Heterogenität der Stakeholder sowie die spezifischen Potenziale der Führungs- und Leitungskräfte oder auch die strukturellen Voraussetzungen der Wohlfahrtsverbände und Hilfsorganisationen: traditionelle Instrumente des strategischen Management finden sehr schwer Akzeptanz und schrecken vor allem durch ihre hohe Komplexität und den hohen Ressourcenverzehr ab. Im Folgenden soll deswegen ein deutlich reduzierter Methodenmix dargestellt werden, der zumindest erste Schritte für einen Strategieprozess bei den internen Stakeholdern einleiten kann.

### 4 SWOT-Analyse als Moderationstechnik im Strategieprozess

Selbstverständlich muss der strategische Prozess einer NPO auf einem transparenten und umfassenden operativen Controllingprozess im Sinne eines Soll-Ist-Vergleiches basieren. Nur auf dieser Basis lässt sich strategische und operative Führung aufbauen: ausgehend von den Visionen bis hin zu konkreten, personalisierten Zielbewertungen lassen sich Instrumente, wie die modifizierte Portfolioanalyse oder die Balanced Scorecard auf die spezifischen Belange der internen Stakeholder adaptieren. Ein umfassendes Riskmanagement komplettiert den Strategieprozess. Der Nachteil dieses Vorgehens: Ohne umfassende Unterstützung von außen und ohne Zur-Verfügung-Stellen von internen Ressourcen sind die äußerst heterogenen Stakeholder eines Wohlfahrtsverbandes und einer Hilfsorganisation kaum in der Lage, den Prozess effizient und effektiv zu steuern und umzusetzen. Die Folge ist ein Ablehnen von Strategiezielen und Maßnahmen und somit die Gefahr des Scheiterns eines strategischen Prozesses.

Es muss eine Vorgehensweise gefunden werden, die versucht, die Grundgedanken des Strategieprozesses in einfache und handhabbare Teilprozesse umzusetzen. Ein weiteres Kriterium für diese Vorgehensweise ist das Postulat der Akzeptanz der Vorgehensweise bei den internen Stakeholdern.

Letztendlich sind es fünf Anforderungen der internen Stakeholder an das strategische Zielmanagement:

- wenige transparente, operationalisierbare Zielgrößen;
- systematische, einheitliche und akzeptierte Planungsmethodik;
- geeignete, transparente und akzeptierte Messverfahren;

- ableitbare systematische, flexibel steuerbare Budgetierung;
- systematischer NPO weit motivierender Ziel-Prozess.

Die SWOT-Analyse (Stärken-Schwächen- sowie Chancen-Risiko-Analyse) ist ein probates Hilfsmittel um die unterschiedlichen Stakeholder im haupt- und ehrenamtlichen Bereich einer NPO zusammenzuführen. Anhand von konkreten Fragen wird die Innensicht (Stärken und Schwächen) mit der Außensicht (Chancen und Risiken) verknüpft. So werden bereits auf dieser frühen Stufe interne Verbesserungsmöglichkeiten und ungenutzte Chancen aufgezeigt. Die SWOT-Analyse entwirft ein Bild der gegenwärtigen Organisation mit ihren Entwicklungsmöglichkeiten aus der Sicht der wichtigsten internen Stakeholder. Erfolgsfaktor bei der Anwendung und Umsetzung der SWOT-Analyse ist die Formulierung der Fragestellungen. Ein alleiniges Abheben auf die Erfolgsfaktoren würde sicherlich die Heterogenität der am Strategieprozess beteiligten Anspruchsgruppen nicht ausreichend berücksichtigen. Deswegen müssen differenzierte Zielfragen auch zu weichen Faktoren gestellt werden. In der Praxis haben sich Fragen nach beispielsweise Barrieren und Störungen oder auch nach sehr weichen Faktoren (zum Beispiel: was gibt uns Energie?) als effiziente Methode der Integration interner Stakeholder herausgestellt. Am Ende einer SWOT-Analyse muss eine Kategorisierung der Schwächen und Risiken nach Dringlichkeit und Schweregrad erfolgen, um so den knappen Ressourcen einer NPO gerecht zu werden, indem jetzt schon erste Ideen für Ziele und Maßnahmen generiert werden. Diese Priorisierungsmöglichkeit der SWOT-Analyse berücksichtigt die unterschiedlichsten Interessen der internen Stakeholder dadurch, dass diese je nach Repräsentanz und Machtposition ihre Ziele nicht nur im Wege der Verhandlungsstärke durchsetzen, sondern auch argumentativ begründen können und müssen. Deswegen ist es wichtig, dass die entsprechenden SWOT-Arbeitsgruppen (Strategiegruppen) nicht nach Zufallsauswahl sondern möglichst umfassend repräsentativ besetzt sind. Wichtig ist hierbei, daß die Auswahl möglichst frei vom Status erfolgt. Ein weiteres Auswahlkriterium sollte das Interesse an Zukunftsfragen der Organisation sein.

Dieser Analyseschritt, er kann je nach Entwicklungsstand der NPO auch Elemente der ressourcen- oder klientenzentrierten Wettbewerbsanalyse enthalten, ist wesentlich um Strömungen, Meinungen aber auch Ressourcen sowohl innerhalb der NPO als auch im Markt zu ermitteln. Nun folgt der Schritt der Zielfindung und -umsetzung. Hier sind modifizierte Portfolioanalysen als adaptierte Instrumente der Betriebswirtschaftslehre sehr gut geeignet, dennoch soll hier ein vereinfachtes System vorgestellt werden. Es umfasst Elemente der Portfolioanalyse und der Balanced Scorecard (Esslinger 2003).

## 5 Schnelle Umsetzung der SWOT-Analyse: Initiative schnelle Ergebnisse und Innovationsprojekte

Die Barrieren der Implementierung der Strategie lassen sich in vier Schwerpunkten aufzeigen:

- Visionsbarriere: nur wenige Mitarbeiter verstehen letztendlich die über die Vision entwickelte Strategie der NPO;

- operative Barriere: Strategie und operative Handlung (z. B. Budgetierung) sind nicht miteinander verbunden;
- Stakeholderbarriere: interne Stakeholder sehen keinen direkten Nutzen für ihr Aufgabenfeld in der NPO;
- Lernbarriere: NPO erkennen ihre Fehler nicht und lernen nicht aus diesen.

Unterstützend für den Strategieprozess einer NPO ist der zusammenfassende Schritt von Zielformulierung und traditionellem Projektmanagement. Es finden sich hier Elemente der Balanced Scorecard wieder: in einem moderierten Prozess (der die ganzheitliche, systemische Vorgehensweise im Auge behalten muss) werden konkrete Ziele, Maßnahmen, Kennzahlen und Adressaten definiert. Weitestgehend finden sich auch Elemente des klassischen Projektmanagements wieder.

Traditionelles Projektmanagement beinhaltet die Gefahr des Scheiterns bei internen Stakeholder in Wohlfahrtsverbänden und Hilfsorganisationen, da beispielsweise die persönlichen Präferenzen bei der Ressourcenallokation der Ehrenamtlichen fast immer zu Gunsten des aktiven Handelns in dem jeweiligen Bestätigungsfeld gesetzt werden! Letztendlich ist ein Verzetteln in langatmigen Projekten mit vielleicht unklaren Zielen und Maßnahmen oft die Ursache für das Scheitern: Ziele werden mit Maßnahmen verwechselt, das anzustrebende Ausmaß wird unzureichend beschrieben, der Zeitbezug ist undifferenziert und es erfolgt keine Priorisierung. Insbesondere werden Ziele ohne Bezug zum Zielempfänger formuliert.

Es werden jetzt vertikale Teams mit kurzen Prozesszeiten und kurzen Planungszyklen zur Entwicklung und Umsetzung von Strategien aus der SWOT-Analyse gebildet. Hier wurden bereits durch geeignete Fragen formelle und informelle Strukturen sowie harte und weiche Informationen integriert. Die Sicherstellung aller Stakeholderebenen in den Strategieentwicklungsprozess wurde durch ein bewusstes Auswahlverfahren der Strategiegruppen gesteuert. Es erfolgt die direkte Verbindung zwischen Strategie und operativen Tagesgeschäft durch eine feste Verankerung im Organisationsalltag und die schnelle Herbeiführung von Erfolgen. Hierbei ist es auch wichtig, kreative Ideen als Fundus neuer Strategieansätze zu berücksichtigen.

Methodisch erfolgt dies in einer Initiative schneller Ergebnisse (ISE): ISE-Projekte rufen bei allen Anspruchsgruppen ein Maß der Dringlichkeit hervor, da sie in vertikal zusammengesetzten Teams innerhalb von 50 Tagen bearbeitet werden müssen. Selbst wenn in einer Organisation ein Zielkompass im Sinne einer Balanced Scorecard vorliegen sollte, lassen sich ISE-Projekte in die BSC-Kategorien subsumieren. Im Sinne des Projektmanagement bleibt es jedoch bei den klassischen Kriterien eines Projektauftrages: spezifischer Zielinhalt, Messbarkeit, Zuständigkeit, Realistik und Zeitraum. Wichtig ist, dass gemischte Anspruchsgruppen-Teams in den ISE-Projekten kreativ und zielgerichtet zusammenarbeiten.

Die ISE-Projekte haben den Vorteil, dass sie unterschiedliche Anspruchsgruppen im Rahmen des Strategieprozesses integrieren können. Erfolgsfaktor ist, dass sie kurzfristig realisierbar sein müssen. Zweifelsohne werden aber auch mit Hilfe der SWOT-



Analyse langfristige und komplexe Projekte entstehen können. Diese werden unter der Begrifflichkeit der Innovationsprojekte subsumiert. Hier kann es sein, dass die Stakeholder sich weiterer (externer) Fachkräfte bedienen können und müssen. Durch die Einführung der Innovationsprojekte ist auf jeden Fall ein Instrument zum Abfangen komplexer Projekte, die die Ressourcen der Einflussgruppen sprengen können, ermöglicht.

## 6 Charakteristische Fehler im Stakeholder gestützten Strategieprozess

Der Erfolg des Strategieprozesses bei den internen Stakeholdern kann durch vier wesentliche Fehler gefährdet sein:

**Zeitdruck:** Die Ziele müssen solange erarbeitet werden, bis sie von allen Anspruchsgruppen überzeugend vertreten werden können. Dieser Punkt ist einer der kritischsten im Strategieprozess eines Wohlfahrtsverbandes und einer Hilfsorganisation, da die internen Stakeholder höchst unterschiedliche Voraussetzungen in einen solchen Strategieprozess einbringen. Abgesehen von Partikularinteressen sind unterschiedliche Bildungs- und Wissensstände die Einflussfaktoren.

**Verwechslungsgefahr:** ISE- und Innovations-Projekte müssen als Strategierealisierungs- und nicht als Generierungsinstrument verstanden werden. Einen sehr hohen Stellenwert hat die Steuerung des Strategieprozesses, die immer wieder für eine klare methodische Abgrenzung zu sorgen hat. Erfolgversprechend ist die Installation einer Lenkungsgruppe, die wesentliche Eckpunkte des Prozesses im Sinne eines Strategiecontrollings behandelt.

**Unrealistische Ziele:** Die Ziele müssen von den jeweils betroffenen Akteuren der NPO auch erreicht werden können. Gerade wenn, wie am Beispiel von Hilfsorganisation und Wohlfahrtsverband, die internen Stakeholder aus Haupt- und Ehrenamtlichen bestehen, ist hier immer wieder durch die Prozesssteuerung Rücksicht auf Potenziale und Ressourcen der Stakeholder zu nehmen.

**Mangelnde Objektivität:** Zur Beurteilung der Zielerreichung müssen objektive Bewertungsverfahren gefunden werden. Insbesondere die Forderung nach realistischen Zielen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor des Strategieprozesses in einer NPO. Hier sollten die am Strategieprozess beteiligten Anspruchsgruppen vorurteilsfrei und ohne Tabuthemen die Werthaltungen der weiteren Stakeholder beachten.

Wenn es gelingt, diese internen Stakeholder in den Strategieprozess mithilfe der hier vorgestellten Werkzeuge zu integrieren, können Macht, Legitimität und Dringlichkeit (Mitchell, Agle und Wood, 1997) als differenzierende Merkmale verschiedener Stakeholder sehr gut in die langfristige Entwicklung von NPOs integriert werden.

## Literatur

Ben-Ner, Avner (1994): Who Benefits from the Nonprofit Sector? Reforming Law and Public Policy Towards Nonprofit Organizations, in: *Yale Law Journal*, 104. Jg., 1994, S. 731–762

Esslinger, Adelheid Susanne (2003): Qualitätsorientierte strategische Planung und Steuerung in einem sozialen Dienstleistungsunternehmen mit Hilfe der Balanced Scorecard Wiesbaden 2003

Evan, William M./Freeman, R. Edward (1988): A Stakeholder Theory of the Modern Corporation: Kantian Capitalism, in: Beauchamp, Tom L./Bowie, Norman E. (Hrsg.): *Ethical Theory and Business*, 3. Aufl., Englewood Cliffs, NJ, S. 97–106

Tiebel, Christoph (1998): *Strategisches Controlling in Non Profit Organisationen*, München 1998

Tiebel, Christoph (2006): *Management in Non Profit Organisationen*, München 2006

Mitchell, Ronald K./Agle, Bradley R./Wood, Donna J. (1997): Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts, in: *Academy of Management Review*, 22. Jg., H. 4, 1997, S. 853–896

# Bildgestützte Detektion von Tumorbewegungen in der adaptiven Strahlentherapie

Rolf Bendl<sup>1,2</sup> Michael Schwarz<sup>2</sup> Simeon Nill<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hochschule Heilbronn, Studiengang Medizinische Informatik

<sup>2</sup> Abteilung Medizinische Physik, Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg

## Einleitung

Neue technische Entwicklungen im Bereich der externen Strahlentherapie ermöglichen es, die Dosisverteilung an sehr komplex geformte Zielvolumina mit hoher Präzision anzupassen. Damit ist prinzipiell die Grundlage gegeben, Tumore sehr exakt zu bestrahlen und die Heilungschancen bei lokal wachsenden Tumoren zu erhöhen sowie gleichzeitig schädliche Nebenwirkungen zu reduzieren. Aufgrund von Lagerungsungenauigkeiten, Organverlagerungen und -verformungen, kommt es während der Therapie häufig zu Abweichungen von der ursprünglichen Planungssituation. Da die meisten Behandlungen fraktioniert erfolgen, d. h., der Patient wird vier bis sechs Wochen lang täglich mit einer geringen Einzeldosis bestrahlt, ist die Wahrscheinlichkeit für eine Veränderung über die Gesamtzeit groß. Bei der Therapieplanung muss der Strahlentherapeut diese Unsicherheiten durch Sicherheitsbereiche berücksichtigen. Das heißt, um sicherzustellen, dass der Tumor auf jeden Fall vom Therapiestrahle erfasst wird, muss ein größerer Bereich bestrahlt werden. Dadurch nimmt die Dosisbelastung im gesunden Gewebe zu. Die Möglichkeit zur exakten Fokussierung der Dosis auf den Tumor wird dadurch eingeschränkt. Die adaptive Radiotherapie (ART) hat das Ziel, Abweichungen von der Planungssituation zu erkennen und zu kompensieren, um dadurch die technischen Möglichkeiten zu einer weiteren Fokussierung der Dosis auf den Tumor nutzen zu können.

## Material und Methoden

Neben der Entwicklung geeigneter Kompensationsverfahren ist die Erkennung von Lage- und Formveränderungen die zentrale Fragestellung in der adaptiven Strahlentherapie. Bei diesen Abweichungen muss unterschieden werden zwischen Fehllagerungen des Patienten, langsamen Veränderungen durch kontinuierlichen Gewichtsverlust oder unterschiedliche Füllungszustände der Hohlorgane und schnellen intrafraktionären Bewegungen z. B. aufgrund von Atembewegungen. Die Patientenposition relativ zum Therapiestrahle kann mit einer prätherapeutischen Bildgebung bereits erfasst und korrigiert werden. D. h. vor einer einzelnen Bestrahlung wird die Lage des Tumors relativ zum Therapiestrahle mithilfe von Röntgenbildern oder CT (Computertomografie) Aufnahmen kontrolliert. Wenn in diesen Bildern eine Abweichung von der vorgesehenen Position erkannt wird, kann die Lage des Patienten und damit die Lage des Tumors durch eine Verschiebung des Behandlungstisches korrigiert werden.



### Michael Schwarz

studierte Medizinische Informatik an der der Hochschule Heilbronn/Universität Heidelberg. Seit Dezember 2008 arbeitet er als Doktorand am Deutschen Krebsforschungszentrum in der Abteilung „Medizinische Physik in der Strahlentherapie“. In seinen Forschungsarbeiten beschäftigt er sich mit der Detektion von atembewegten Tumoren.



### Simeon Nill

ist Physiker und seit 1999 in der Abteilung „Medizinische Physik in der Strahlentherapie“ am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg tätig. 1999 war er Gastwissenschaftler am Massachusetts General Hospital in Boston. Er promovierte 2001 an der Universität Heidelberg. Gegenstand seiner Arbeit waren Dosisberechnungs- und inverse Planungsverfahren für die Protonentherapie. Seit 2002 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Adaptive und Image Guided Radiotherapy.



### Prof. Dr. Rolf Bendl

lehrt am Campus Heilbronn im Studiengang Medizinische Informatik, dem gemeinsamen Studiengang mit der Universität Heidelberg. Seine Schwerpunkte sind Bildverarbeitung sowie Diagnose- und Therapiesysteme. Er leitet in der Abteilung „Medizinische Physik in der Strahlentherapie“ am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg die Arbeitsgruppe „Therapieplanung – Entwicklung“.

(Quelle: Autoren)

Intrafraktionäre Veränderungen, d. h. Veränderungen, die sich während einer einzelnen Behandlung ergeben (Atembewegungen) sind wesentlich schwieriger zu erfassen und zu kompensieren. In Studien wurde versucht die Bewegung durch Messung von externen Surrogatparametern zu quantifizieren [1]. Dabei wird z. B. der Bauchumfang mithilfe eines Atemgurtes (z. B. ANZAI HW Respiratory Gating System) oder das Atemvolumen gemessen. Aufgrund dieser Messungen versucht man dann, auf die Lage des Tumors zu schließen. Dazu ist es notwendig,

eine Vorstellung über den Bewegungsspielraum des Tumors zu haben. Um diese Informationen zu erhalten, wird zuvor ein 4-D-CT aufgenommen. Im Unterschied zu konventionellen Schichtbildaufnahmen, die in sehr kurzer Zeit die Informationen in einem dreidimensionalen Bereich aufzeichnen können, wird der Patient dabei mehrfach gescannt. Da jede Messung mit einem Zeitsignal verknüpft wird, kann anschließend für jeden Zeitpunkt im Atemzyklus eine dreidimensionale Bildserie rekonstruiert werden. Anschließend kann die Bewegung in allen Raumrichtungen analysiert werden. Unter der Voraussetzung, dass die Tumorbewegung während der Therapie die gleiche Abhängigkeit von der Atembewegung hat, wie bei der 4-D-CT-Aufnahme, kann man dann die Atemkurve zur Steuerung der Therapie verwenden. Eine Möglichkeit ist das sogenannte Gating. Dabei wird der Strahl ausgeschaltet, wenn sich das Zielvolumen aus dem Strahlenfeld heraus bewegt und wieder eingeschaltet, wenn das Zielvolumen vollständig vom Strahl erfasst wird. Eine weitere Möglichkeit wäre das Tumor-Tracking, dabei wird der Strahl dem sich bewegenden Tumor nachgeführt.

Da es keine eindeutige Abhängigkeit zwischen Bewegungen im Inneren des Patienten und den externen Ersatzsignalen gibt, besteht nach wie vor eine große Unsicherheit über die Lage des Tumors und einer geeigneten Anpassung der Therapie [1].

In Kooperation mit der Abteilung Medizinische Physik am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg werden deshalb Methoden entwickelt, um die Tumorbewegungen künftig direkt mit Hilfe von Fluoroskopieaufnahmen erkennen zu können. Dabei sollen während der Therapie kontinuierlich Röntgenbilder aufgezeichnet werden. In diesen zweidimensionalen Projektionsbildern soll der Tumor automatisch detektiert werden. Die berechnete Lageveränderung gegenüber der Planungssituation kann dann direkt den Gating-Mechanismus steuern. Um eine kontinuierliche Bildgebung in guter Qualität zu ermöglichen, haben die Mitarbeiter der Abt. Medizinische Physik zusammen mit der Fa. Siemens, Oncology Care Systems eine neue Generation von Linearbeschleunigern (Artiste) entwickelt, die zusätzlich zum Therapiestrahl über eine konventionelle Röntgenröhre und ein Flat-Panel System (FPI) zur digitalen Aufzeichnung der Röntgenbilder verfügt [6]. Damit können Röntgenbilder entgegen der Therapiestrahldichtung aufgenommen werden und man kann erkennen, welche anatomischen Strukturen vom Strahl erfasst werden.

Die Berechnung der Abweichung von der Planungssituation muss möglichst schnell und automatisch erfolgen, um zeitnah auf die Veränderungen reagieren zu können. Eine Herausforderung ist deshalb die Entwicklung schneller Bildverarbeitungsmethoden.

Die Grundlage für eine Lagekontrolle ist die Berechnung künstlicher Röntgenbilder auf Basis der dreidimensionalen CT Bildserie, die für die Therapieplanung erstellt wird. Dabei werden ausgehend von der geplanten Position der Strahlenquelle sehr dünne Projektionsstrahlen durch das Bildvolumen verfolgt (Raytracing). Die Intensitätswerte der CT Bilder definieren dabei, wie stark der Strahl geschwächt wird. Abhängig davon, wie lang der Weg eines Strahls durch den Patienten war bzw. wie stark er vom Gewebe geschwächt wurde, kann er den virtuellen Röntgenfilm unterschiedlich stark belichten. Als Ergebnis erhält man ein Bild, das einem realen Röntgenbild, das aus der gleichen Position

aufgenommen wird, sehr genau entspricht.

Die Röntgenbilder, die während der Therapie aufgenommen werden, können mit diesen künstlichen digital rekonstruierten Röntgenbildern (DRR) mit Bildregistrierungsverfahren verglichen werden. Bildregistrierungsverfahren berechnen eine geometrische Transformation zwischen zwei Bildern. Diese Transformation definiert einen Verschiebungsvektor der notwendig ist, um das Kontrollbild möglichst exakt dem vorausberechneten DRR zu überlagern, so dass die entsprechenden anatomischen Strukturen zur Deckung kommen. Dabei wird für eine gegebene Position ein Ähnlichkeitsmaß zwischen beiden Bildern bestimmt. In einer Optimierungsphase wird das Kontrollbild solange verschoben, bis das Ähnlichkeitsmaß maximal wird. Der resultierende Verschiebungsvektor definiert dann, wie der Patient verschoben werden müsste, damit ein neues Röntgenbild exakt zum Planungsbild passt.

Da die Intensitätswerte der digital rekonstruierten Röntgenbilder sich von denen realer Fluoroskopieaufnahmen unterscheiden können, braucht man ein robustes Ähnlichkeitsmaß, das auch für den Einsatz bei multi-modalen Bildquellen geeignet ist. Die normierte Mutual Information hat sich als ein sehr robustes Maß etabliert und wird deshalb trotz der aufwendigeren Berechnung auch in unserem Konzept verwendet. Basierend auf dem Entropiebegriff wird dabei ein Maß für die wechselseitige Information berechnet.

Mutual Information:

$$I(A, B) = \sum_{a,b} p_{AB}(a, b) \log_2 \frac{p_{AB}(a, b)}{p_A(a)p_B(b)}$$

Die Mutual Information zwischen zwei Bildern A und B ist proportional der Häufigkeit dass eine gewisse Grauwertkombination (a, b) immer wieder an korrespondierenden Pixeln in beiden Bildern vorkommt, bezogen auf die Häufigkeiten, mit welcher Grauwert a in Bild A und Grauwert b in Bild B vorkommen. Diese Häufigkeiten werden über alle Grauwerte aufsummiert [2].

Bezogen auf die Aufgabenstellung gibt diese Information an, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, auf Basis eines Grauwerts a im Kontrollbild A den Grauwert an derselben Stelle im Referenzbild B vorherzusagen. Diese Wahrscheinlichkeit ist groß, wenn sich beide Bilder genau entsprechen. Sind die Bilder oder einzelne Bildinhalte gegeneinander verschoben, wird der Wert entsprechend kleiner.

Die Ermittlung des notwendigen Verschiebungsvektors bildet die Grundlage für die Entwicklung von Tracking Technologien, bei denen umgekehrt der Strahl relativ zum Patienten verschoben wird. Aufgrund der Qualitätsanforderungen ist eine Umsetzung der Tracking-Idee sehr aufwendig und erfordert weitere umfangreiche Entwicklungsarbeiten.

Für die Entwicklung von bildgestützten Gatingverfahren ist die Situation etwas einfacher. Zu Beginn der Behandlung wird eine kurze Serie von Fluoroskopieaufnahmen aufgezeichnet (3–4 Atemzyklen, im Folgenden als Trainingsmenge bezeichnet). Im

Gegensatz zu den 4-D-CT-Aufnahmen, die zur Planung gewonnen wurden, wird damit die Bewegungsmöglichkeit des Tumors am Behandlungstag erfasst. Auf Basis der Fluoroskopieaufnahmen kann direkt bestimmt werden, bei welcher anatomischen Situation das Gate geöffnet (der Strahl angeschaltet) werden kann, bzw. das Gate geschlossen (der Strahl ausgeschaltet) werden muss. Während der Therapie muss nur noch überprüft werden, welchem Bild der erfassten Trainingsmenge ein aktuell aufgenommenes Bild entspricht. Entspricht es einem Bild, das zuvor als Bild identifiziert wurde, bei dem das Gate offen sein darf, bleibt der Strahl eingeschaltet, sonst wird er ausgeschaltet. Aus Sicht der Bildverarbeitung vereinfacht sich damit die Aufgabe beträchtlich, da es nicht mehr notwendig ist, die tatsächliche Transformation in einem Optimierungsverfahren zu berechnen. Stattdessen ist es nur noch notwendig, das Bild mit einem oder wenigen Referenzbildern zu vergleichen. Damit wird der zeitliche Aufwand deutlich reduziert.

### Ergebnisse

Es wurde der Prototyp eines Steuerungsprogramms entwickelt, das zu bestimmten Zeitpunkten Bilder von einem FPI anfordert, das Ähnlichkeitsmaß mit einem vorgegebenen Referenzbild berechnet und abhängig vom Ergebnis ein Gating-Signal für eine Bestrahlungsanlage erzeugen kann. Zusätzlich zu den Bildern wird auch das Atemsignal über einen Atemgurt erfasst. Über einen Vergleich mit vorausberechneten DRRs kann direkt die Lage des Patienten kontrolliert werden und eine Abweichung vom Planungs-Setup korrigiert werden.

Mit optimierten Algorithmen kann die Berechnung des Ähnlichkeitsmaßes bereits mit handelsüblichen Rechnern in wenigen Millisekunden erfolgen. Das ist sehr wichtig, da unmittelbar auf eine Veränderung reagiert werden muss. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse eines Performance Tests für verschieden große Bildausschnitte. Die Tests wurden auf einem Rechner mit einem Core2Duo Prozessor mit 3.3 GHz durch geführt. Für den Transfer vom bildgebenden System über das Netzwerk werden zwischen 20 und 23 ms benötigt. Der Aufwand für die Berechnung des Ähnlichkeitsmaßes ist abhängig von der Größe des Ausschnitts. Inklusiv der Darstellung des Ergebnisses zur visuellen Kontrolle werden zwischen 39 und 69 ms benötigt [5].

Tabelle 1: Zeitbedarf in Abhängigkeit der Bildgröße				
Größe [pixel * pixel]	Transfer	MI-Berechnung	Visualisierung	Gesamtzeit
1024 * 1024	21 ms	34 ms	13 ms	69 ms
870 * 870	23 ms	24 ms	13 ms	61 ms
512 * 512	20 ms	10 ms	13 ms	43 ms
256 * 256	23 ms	4 ms	13 ms	39 ms

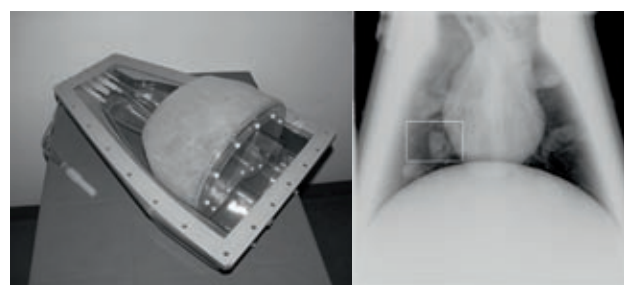


Abb. 1: Links: aufgeklapptes Phantom, im Zentrum sieht man das künstliche Zwerchfell, darüber wird eine echte Schweinelunge platziert. Im dicht verschlossenen Phantom wird das Zwerchfell über eine Kolbenpumpe bewegt. Die Schweinelunge, die über die Trachea mit der Außenluft verbunden ist, folgt passiv der Bewegung. Rechts: Fluoroskopieaufnahme des Phantoms, das Rechteck zeigt einen künstlich eingefügten „Tumor“. (Quelle: Moser, T. [DKFZ])

Zuvor konnte in einer Phantomstudie mit Schweinelungen gezeigt werden, dass der zeitliche Verlauf der Ähnlichkeitswerte zwischen den aufgezeichneten Kontrollbildern und einem definierten Referenzbild aus der Trainingsmenge sehr genau mit dem Verlauf einer Atemkurve übereinstimmt, die mithilfe eines Atemgurts aufgezeichnet wird [3, 4]. Damit ergibt sich weiteres Optimierungspotenzial.

Die Bildgebung wird als notwendig angesehen, um sicher zu wissen, wann der Tumor vom Strahlenfeld erfasst wird. Gleichzeitig ist es trotzdem wünschenswert, nur so wenige Bilder wie nötig aufzuzeichnen, um zu verhindern, dass mit der Bildgebung eine zusätzliche relevante Strahlendosis appliziert wird. Da es eine starke Korrespondenz zwischen dem Signal des Bauchgurts und dem berechneten Ähnlichkeitswert gibt (Abb. 2), kann auf Basis des Atemsignals die Bildgebung gesteuert werden.

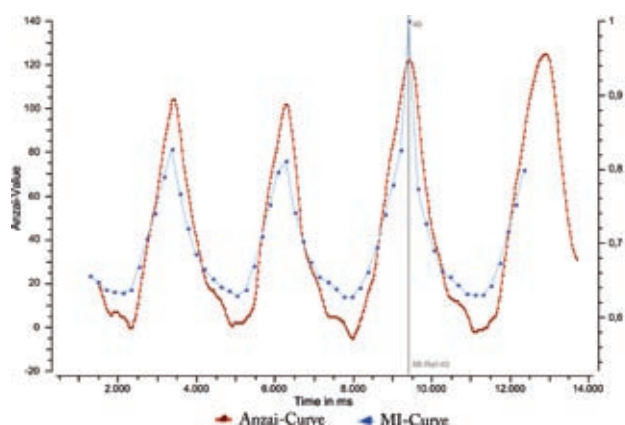
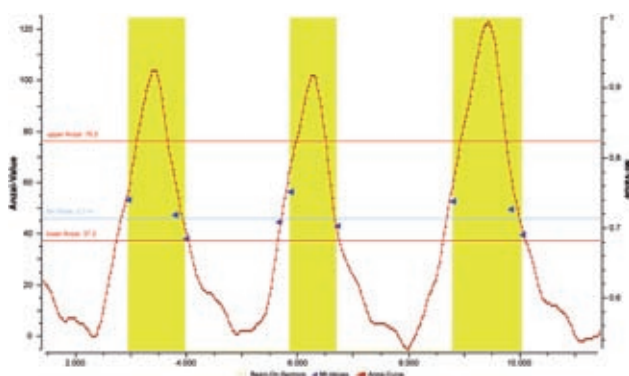


Abb. 2: Korrespondenz zwischen Atemkurve und Ähnlichkeitsmaß. Blaue Dreiecke: Ähnlichkeitswerte zwischen Bildern einer Trainingsmenge mit einem Referenzbild, das bei max. Einatmung aufgenommen wurde. Die schwarzen Punkte auf der roten Linie zeigen die Messwerte, die mit dem Atemgurt aufgenommen wurden. (Quelle: Schwarz, M. [DKFZ])

Bilder werden immer nur angefordert, wenn aus dem Atemsignal geschlossen wird, dass der Strahl eingeschaltet werden kann oder ausgeschaltet werden muss. Das Ergebnis der anschließenden Bildauswertung steuert das eigentliche Gating-Signal.

Abbildung 3 zeigt Ausschnitte aus der Kontroll-Software. Auf der linken Seite erfolgt die Darstellung der akquirierten Fluoroskopieaufnahmen. Da Lage und Orientierung des Patienten bekannt sind, kann aus dem Datensatz, der zur Therapieplanung verwendet wurde die Kontur des zu bestrahlenden Zielvolumens extrahiert und geometrisch korrekt auf die Fluoroskopieaufnahme projiziert werden. Die Fluoroskopieaufnahmen verändern sich relativ zu dieser Kontur und man kann sehen, inwieweit die aktuelle Position des Zielvolumens aus dem Fluoroskopiebild mit der geplanten Position übereinstimmt. Auf Basis der geplanten Kontur und der Bilder, die in der initialen Trainingssequenz aufgenommen wurden, werden die Gating-Schwellen festgelegt. Auf der rechten Seite wird das Signal aus dem Atemgurt dargestellt. Die blauen Dreiecke markieren die Zeitpunkte zu denen Fluoroskopieaufnahmen angefordert und ausgewertet worden sind. Die gelben Bereiche zeigen die Zeiträume, in denen das Gate geöffnet werden kann.



**Abb. 3:** oben: Fluoroskopieaufnahme eines Patienten mit einem Lungentumor, rot: Zielvolumen. Darunter: Atemkurve auf Basis des Signals des Atemgurts. Wenn das Atemsignal einen Schwellwert über- oder unterschreitet wird eine Fluoroskopieaufnahme angefordert (blaue Dreiecke). Abhängig davon wird der Strahl an oder aus geschaltet (gelbe Bereiche) (Quelle: Schwarz, M. [DKFZ])

## Diskussion

Es wurde ein Verfahren vorgestellt, mit dem künftig während einer Strahlentherapie die Bewegung von Tumoren bildbasiert detektiert werden kann. Damit soll es künftig möglich werden,

den Therapiestrahel besser an die Lage von Tumoren anzupassen, die z. B. aufgrund von Atembewegungen während der Therapie ihre Position ändern. Diese Lageunsicherheiten müssen bisher durch Sicherheitsbereiche kompensiert werden, die die Dosis im gesunden Gewebe erhöhen. In verschiedenen Untersuchungen wurde zuvor gezeigt, dass auf Basis der Messung von externen Surrogatsignalen nicht zuverlässig auf die Lage des Tumors geschlossen werden kann [1]. Deshalb wurde ein Kontrollsystem entwickelt, das sowohl ein extern gewonnenes Atemsignal aufzeichnet und zusätzlich Bilder eines Flat-Panel Systems anfordert, das direkt am Linearbeschleuniger angebracht ist und mit dem Röntgenbilder in Richtung des Therapiestrahls aufgenommen werden können. Wenn der Tumor einen ausreichenden Kontrast zum umgebenden Gewebe zeigt, kann damit geprüft werden, ob der Tumor vom Strahlenfeld eingeschlossen wird. Der Vorteil ist, dass das Signal zum Ein- und Ausschalten des Strahls direkt auf Basis der Bildinformation ermittelt werden kann und man nicht indirekt aus dem aufgezeichneten Atemsignal auf die Lage des Tumors schließen muss. Das externe Surrogatsignal erfüllt dennoch einen wichtigen Zweck. Da es auf Basis der Trainingsbildsequenz, die zu Beginn der täglichen Behandlung aufgenommen wurde, kalibriert werden kann, kann damit die Bildgebung gesteuert werden. So kann die Anzahl der zur Steuerung notwendigen Bilder und damit die daraus resultierende Dosisbelastung des Patienten reduziert werden. Das System wird zurzeit in weiteren Phantomstudien validiert. Wenn der Prototyp alle an ihn gestellten Anforderungen erfüllt, soll im nächsten Schritt die Unterstützung für ein bildbasiertes Tracking realisiert werden.

## Literatur

- Berbeco RI, Nishioka S, Shirato H, Chen, GTY, Jiang SB (2005) Residual motion of lung tumours in gated radiotherapy with external respiratory surrogates. *Phys Med Biol*, 50: 3655–3667
- Maes F, Collignon A, Vandermeulen D, Marchal G, Suetens (1997) Multimodality image registration by maximization of mutual information *IEEE Transaction on Medical Imaging* 16(2): 187–98
- Biederer, J.; Dinkel, J.; Remmert, G.; Jetter, S.; Nill, S.; Moser, T.; Bendl, R.; Thierfelder, C.; Fabel, M.; Oelfke, U.; Bock, M.; Plathow, C.; Bolte, H.; Welzel, T.; Hoffmann, B.; Hartmann, G.; Schlegel, W.; Debus, J.; Heller, M. & Kauczor, H.-U. (2009) 4D-Imaging of the lung: reproducibility of lesion size and displacement on helical CT, MRI, and cone beam CT in a ventilated ex vivo system. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 73: 919–926
- Moser T, Biederer J, Nill S, Remmert G, Bendl R (2008) Detection of respiratory motion in fluoroscopic images for adaptive radiotherapy. *Phys Med Biol* 53(12): 3129–3145
- Schwarz M, Nill S, Bendl R (2009) Combination of External/Image-Based Detection of Respiratory Induced Motion and Adaption with a Gating Mechanism. In: *IFMBE Proc. of the World Congress on Medical Physics and Biomed. Engineering, Munich, Vol. 25/1*. Hrsg.: Dössel O., Schlegel W.C. Springer, Heidelberg: 772-775
- Nill S, Unkelbach J, Dietrich L, Oelfke U (2005) Online correction for respiratory motion: evaluation of two different imaging geometries. *Phys Med Biol* 50(17): 4087–4096.

# Mit Logik zum Ziel: Entwicklung von Modellierungskompetenz im Software Engineering

Dominikus Herzberg, Tim Reichert

## Abstract

*Die Entwicklung von Modellierungskompetenzen ist ein wesentlicher Baustein in der Ausbildung von Studierenden im Software Engineering, zumal der Modellierung eine hohe Bedeutung in der Praxis zukommt. Allerdings mangelt es an didaktischen Ansätzen, das Modellieren mit ausführbaren und interaktiven Techniken anzureichern, sodass Modelle erfahrbar und in den Konsequenzen explorierbar sind. Vielfach wird sich auf grafische Ansätze beschränkt; stimulierendes Feedback fehlt den Studierenden beim Lernprozess beinahe vollständig. Dieser Missstand kann mit einer logischen Programmiersprache sehr einfach behoben werden. Mit Hilfe von Prolog wird den Studierenden methodisch und didaktisch ein alternativer Zugang zur Modellierungsthematik eröffnet. Die Studierenden bekommen Techniken und Hilfsmittel an die Hand gegeben, mit denen sie eigenständig experimentieren können.*

## 1 Einleitung

### 1.1 Modellierung als Kernkompetenz im Software Engineering

In der Softwareentwicklung hat die Unified Modeling Language (UML) [Booch et al. 2005] in etwa den Stellenwert als Ausdrucksmittel, wie es das Englische in der Geschäftswelt hat: Die UML ist weit verbreitet, jeder „spricht“ sie und jeder versteht sie. Es ist eine grafische Sprache, in der sich Software-Entwickler mitteilen und in der sie ihre Entwürfe und Entwurfsentscheidungen vorzeichnen bzw. dokumentieren. Die Fähigkeit, UML-Diagramme zumindest lesen zu können, ist eine Basisfähigkeit für jeden, der in der Entwicklung objektorientierter Softwaresysteme involviert ist, und betrifft Programmierer und Entwicklungsleiter gleichermaßen.

Das Lesen, kritische Hinterfragen und selbstständige Erstellen von UML-Diagrammen ist keine einfache Fähigkeit. Bereits das Lesen von sogenannten Klassendiagrammen erfordert sehr viel Übung. Es ist nicht trivial, selbst aus einfachen Kombinationen von Klassen und den Beziehungen zwischen den Klassen (Vererbung, Assoziation, Aggregation und Komposition) die Auswirkungen auf der Ebene der Objekte abzuleiten, geschweige denn Fehler bzw. Mängel zu entdecken. Damit haben Studierende ebenso wie Entwickler aus der Praxis ihre Schwierigkeiten. So überrascht es kaum, dass sogar in der industriellen Praxis Klassendiagramme oftmals vieles an Qualität, Präzision und damit an Ausdrucksgehalt vermissen lassen. Die Folgen: Unklare, mangelhafte Diagramme verursachen erhebliche Kosten (Klärungsbedarf, Rücksprachen, Korrekturen etc.) und führen zu schlechter Software.

Wie kann man diesen Missstand beheben und bereits in der Lehre dafür sorgen, dass Studierende präzise, klare und qualitativ hochwertige UML-Diagramme erstellen lernen?



### Prof. Dr.-Ing. Dominikus Herzberg

ist Professor für „Methoden des Software Engineering“ an der Hochschule Heilbronn im Studiengang Software Engineering. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören die Modellierung von Softwaresystemen, die Beherrschung komplexer Systeme und das konkatenative Programmier-Paradigma.  
herzberg@hs-heilbronn.de

(Quelle: M. Ballein)



### Dipl.-Inf. (FH) Tim Reichert

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Studiengang Software Engineering und Doktorand an der Northumbria University in Newcastle, England. Er ist Absolvent des Studiengangs Software Engineering. Seine Forschungsinteressen sind Sprachparadigmen der Programmierung, Modellierung und Analyse von komplexen Software-Systemen.  
reichert@hs-heilbronn.de

(Quelle: Yuko Maezawa)

### 1.2 Die Schwierigkeit, das Modellieren zu erlernen

Das Problem ist leicht identifiziert: Geht es bei der Softwareentwicklung um das Programmieren, so haben die Studierenden ein klares Feedback: Ein Programm läuft oder es läuft nicht. Einfache Fehler werden bereits im Vorfeld durch einen Compiler abgefangen. Die Studierenden können mit dem Programm interagieren, es verifizieren und testen. Es entsteht ein Dialog mit dem Computer, der viele Qualitäten und Anreize einer stimulierenden und motivierenden Lernsituation hat.

Geht es bei der Softwareentwicklung hingegen um die Vorstufe zum Programmieren, um die Modellierung von Programmwürfen mithilfe der UML, dann fehlt es vollkommen an jeglicher maschineller Rückkopplung. Selbst moderne Hilfsmittel zur Erstellung von UML-Diagrammen erweisen sich in der Mehrzahl als bessere Mal-Werkzeuge mit mehr oder minder guten Code-Generatoren. Die Studierenden werden selbst auf einfachste Fehler nicht hingewiesen. So wird mit UML-Entwürfen weder experimentiert, noch lernen die Studierenden, Entwurfsalternativen zu explorieren und zu verifizieren. Selbst bei intensiver Betreuung durch einen Lehrenden können auf diese Weise praxisrelevante Beispiele kaum erarbeitet werden.

Dieser Beitrag gibt einen Einblick in ein didaktisches Konzept, das Studierende schrittweise an das Modellieren heranführen soll – und bereits im ersten Semester Anwendung findet bei

Studierenden des Studiengangs Software Engineering der Hochschule Heilbronn im Rahmen der Veranstaltung „Grundlagen der Informatik“. Als Besonderheit ist anzumerken, dass das Konzept keine Programmierkenntnisse voraussetzt und damit sehr früh mit dem Aufbau der Kernkompetenz Modellieren begonnen werden kann. Seine Fortsetzung hat das Konzept im dritten Semester in der Veranstaltung „Software Engineering komplexer Systeme“. Wir beschränken uns in diesem Beitrag auf die Ausbildung allgemeiner Modellierungskompetenzen und gehen nicht auf die Spezifika der Modellbildung mit der UML ein.

Im folgenden Kapitel, in Kapitel 2, stellen wir zwei Ansätze zur Entwicklung von Modellierungskompetenzen vor. Um einen interaktiven und explorativen Zugang zur Thematik zu ermöglichen, eignen sich besonders formale und durch Werkzeuge gestützte Herangehensweisen. Gleichzeitig liegt darin auch eine gewisse Problematik, die wir diskutieren. Einen Lösungsvorschlag bietet Kapitel 3 mit der Wahl der Programmiersprache Prolog als Modellierungswerkzeug an. Zwei Fallstudien in Kapitel 4 und 5 zeigen auf, wie mit Prolog Modellierungskompetenzen aufgebaut werden können. Die eine Fallstudie behandelt die Modellierung digitaler Schaltungen (Kapitel 4), die andere Fallstudie die Modellierung des Konzepts des Namensraums (Kapitel 5). Erste Erfahrungen mit diesem Vorgehen sind in Kapitel 6 dokumentiert.

## 2 Ansätze zur Entwicklung von Modellierungskompetenzen

### 2.1 Interaktive, formale Ansätze

Es gibt aktuelle Ansätze, den Aufbau von Modellierungskompetenzen und deren Qualität durch interaktive, formale Zugänge zu verbessern. Zwei davon seien nachfolgend kurz dargestellt. Beide beruhen auf mathematisch-logischen Formalismen.

Am Massachusetts Institute of Technology (MIT) hat Daniel Jackson eine „leichtgewichtige formale Methode“ namens Alloy zur Modellierung von Software-Entwürfen entwickelt [Jackson 2006]. Alloy beruht auf einer Logik erster Ordnung. Dazu gibt es ein frei verfügbares Werkzeug, den „Alloy Analyzer“. Der Alloy Analyzer kann Fragen an ein selbst entworfenes Modell beantworten, dessen Korrektheit überprüfen und Beispielszenarien, basierend auf dem Modell, generieren. Mit Alloy können die Studierenden schrittweise eigene Modelle entwickeln und dabei ständig detailliertes Feedback vom Entwicklungswerkzeug erhalten. Sehr hilfreich ist dabei die Visualisierungskomponente des Alloy Analyzers. Der Alloy Analyzer übernimmt gleichermaßen die Rolle des Arbeitskollegen oder Dozenten, der dem Studierenden bzw. der Studierenden ständig mit Rat und Kritik zu Seite steht. Ähnlich wie in der Programmiersprachenausbildung bei interaktiven Sprachen (wie z. B. bei BlueJ oder bei dynamisch typisierten Sprachen wie Python, Ruby oder Scheme), kann dieses dialogorientierte Werkzeug das Erlernen von Modellierungstechniken sehr stark erleichtern und Studierende zu eigenständigem Experimentieren mit ihren UML-Modellen ermutigen.

Magee und Kramer [2006] stellen zur Modellierung von parallelen Abläufen – ein Gebiet, das zunehmend an Bedeutung gewinnt –

einen Prozess-Kalkül für endliche Zustandsprozesse (Finite State Processes, FSP) vor. Auch hierfür existiert ein ausgereiftes Werkzeug, mit dem die Studierenden komplexe nebenläufige Vorgänge modellieren können. Graphisch veranschaulicht werden die Prozesse durch ein Labeled Transition System (LTS). Magee und Kramer wechseln bei der Erläuterung von Techniken im Umgang mit Nebenläufigkeit zwischen den in der Programmiersprache Java angebotenen Konzepten (z. B. Semaphoren, Monitore) und ihrer Modellierung als LTS hin und her. Damit wird zwischen dem mathematischen Formalismus und der pragmatischen Anwendung in der Programmierwelt ein gelungener Brückenschlag vollzogen.

### 2.2 Problematik

Wir haben uns ausführlich mit beiden Ansätzen beschäftigt, da sie uns beide sinnvoll und reizvoll zum Einsatz in der Lehre für die Ausbildung von Software Engineers erscheinen und unser angestrebtes Ziel, die Entwicklung von Modellierungskompetenzen, verfolgen. Wir haben uns dennoch sowohl gegen Alloy als auch gegen FSP/LTS entschieden.

Ein Problem ist die generelle Tendenz in Bachelor-Studiengängen mit Informatik-Bezug, die mathematisch-formale Ausbildung zugunsten anderer Themen in den Hintergrund zu drängen [Dewar und Schonberg 2008]. Das erleichtert nicht den Einsatz formaler Methoden zur Modellierung, die jedoch unabdingbar für interaktive, explorierende Zugänge sind. Erst recht verbietet sich damit der Einsatz solcher Formalismen im ersten Studiensemester. Somit muss die Entwicklung eines Problembewusstseins bei der Modellierungsthematik in höhere Semester verschoben werden – und ist dann immer noch mit einem erhöhten Aufwand an mathematischer „Nachrüstung“ verbunden. Ein Umstand, der gerade in einem Studiengang Software Engineering bedenklich ist, da unter anderem die Fähigkeit, komplexe Softwaresysteme strukturiert und systematisch modellieren zu können, als Kernkompetenz ein bedeutendes Abgrenzungsmerkmal zu anderen Informatik-Studiengängen ist. Außerdem sind die damit erworbenen analytischen Fähigkeiten von hoher Praxisrelevanz.

Inbesondere Alloy muss nach unserer Einschätzung eine mindestens vier Semesterwochenstunden (SWS) umfassende Veranstaltung eingeräumt werden (2 SWS Theorie, 2 SWS praktische Übungen), um allein die Sprache, den dahinter liegenden mathematischen Formalismus und das Werkzeug zu erlernen. Ein sicher sinnvolles Investment, wenn in anderen Veranstaltungen mit Modellierungsthematiken darauf aufgebaut wird. Dazu muss ein Studiengang in der Lehre entsprechend umgestaltet und angepasst werden – kein Weg, der für die Erprobung eines didaktischen Konzepts so ohne Weiteres gangbar ist.

Bei aller Exzellenz und Pragmatik des FSP/LTS-Ansatzes, der Einsatz ist beschränkt. Vordergründig zielt der FSP/LTS-Ansatz auf die Nebenläufigkeitsthematik ab, er kann jedoch ausgedehnt werden auf andere Bereiche, in denen Zustandsmaschinen eine geeignete Wahl der Beschreibung sind, wie z. B. bei der Spezifikation von HCI (Human Computer Interfaces) [Thimbleby 2007]. Für das große Gebiet objektorientierter Systeme, die das

Hauptanliegen der UML sind, taugen auf Zustandsmaschinen abgestimmte Formalismen weniger. Eine Abbildung auf komponentenorientierte Systeme ist eher möglich, aber sie ist nicht spontan intuitiv. Wir können jedoch den Einsatz von FSP/LTS in der Programmierausbildung nur empfehlen.

Wir haben uns nach einigen Experimenten für einen alternativen Ansatz entschieden. Einfach sollte er sein, leicht zu erlernen, in Anlehnung zu mathematischen Formalismen stehen und all unseren Anliegen an Modellierungsmöglichkeiten Rechnung tragen.

### 3 Mit Logik zum Ziel: Prolog im Software Engineering

Eine Programmiersprache, die die meisten dieser Eigenschaften in sich vereint, ist Prolog [Deransart et al. 1996]. Prolog gehört zu den „Urgesteinen“ in der Historie der Programmiersprachen und stammt aus den frühen 1970ern. Prolog ist eine logische Programmiersprache, die einen deklarativen Programmierstil einfordert; wir verwenden das freie SWI-Prolog (<http://www.swi-prolog.org>). Programme werden in Form einer Wissensbasis als Fakten und Regeln abgelegt. Anfragen an die Wissensbasis stoßen einen Inferenzmechanismus an, der aus den gegebenen Fakten und Regeln eine logisch stringente Antwort ableitet.

Heutzutage führt Prolog ein Nischendasein, es ist dennoch immer wieder ein Antriebsmoment bei der Entwicklung moderner Technologien wie z. B. für das Semantic Web [Wielemaker et al. 2007]. Zwar hat es Versuche gegeben, Prolog als Hilfsmittel im Software Engineering zu etablieren (siehe z. B. [Reintjes 1994]), durchgesetzt hat es sich jedoch nicht. Vermutlich ist die für Prolog spezifische Herangehensweise zu speziell als dass sie sich mit imperativen Mainstream-Ansätzen verträglich. Wir verstehen das als Vorteil, da der Unterschied von Prolog etwa zu Java oder C# derart groß ist, dass es bei den Studierenden nicht zu ungewollten Verwirrungen zwischen den Sprachen führt.

Entscheidend für unsere Wahl von Prolog sind zum einen der formallogische Kern, die Möglichkeit zum Higher-order Programming und zur Erstellung von Meta-Interpretern und die reflektiven Eigenschaften. Außerdem ist Prolog eine Sprache, die auf zwei DIN A4-Seiten erklärt werden kann (wir haben den Studierenden ein Poster erstellt), sich im Wesentlichen auf Unifikation und Backtracking abstützt und im Prinzip in einer Doppelstunde (90 Minuten) abgehandelt werden kann. Wenngleich die Studierenden deutlich mehr Zeit brauchen, um die Funktionsweise von Prolog aufzunehmen und zu verinnerlichen, so liegen in der kurzen Vermittlungszeit deutliche Vorteile im Vergleich zu Alloy und FSP/LTS.

Wenn man von der grafischen Repräsentation heutiger Modellierungssprachen absieht, eignet sich Prolog ausgezeichnet als Werkzeug, um Modellierungskonzepte abzubilden, sie anzuwenden und die konzeptuelle Integrität sowie die Gültigkeit von Modellinstanzen über den Inferenzmechanismus überprüfen zu lassen. Damit kann wie gefordert ein systematisches, schrittweises und interaktives Verständnis von Modellen und ihren zugrundeliegenden Konzepten erarbeitet werden.

### 4 Fallstudie 1: Modellierung Digitaler Schaltungen

Für Erstsemester bietet sich ein zwangloser Einstieg in Prolog im Zusammenhang mit der Modellierung und Simulation digitaler Schaltungen im Rahmen der Veranstaltung „Grundlagen der Informatik 2“ an. Im Folgenden wird ein kurzer Einblick in den Aufbau dieser Lehrinheit gegeben.

Digitale Basisschaltglieder wie AND, OR, XOR und ihre Negationen NAND, NOR und NXOR können in Prolog durch einen einfachen Satz an Fakten modelliert werden, hier am Beispiel des AND-Gatters:

```
and(0, 0, 0).
and(0, 1, 0).
and(1, 0, 0).
and(1, 1, 1).
```

Zu beachten ist, dass es in Prolog per se keine Eingabe/Ausgabe-Bezüge gibt, sie sind reine Definitionssache. Damit kann diese Art der Abbildung eines Basisschaltglieds als zeitlos und folglich als reines Strukturmuster interpretiert werden. So führt die Abfrage

```
? and(0, X, 0)
```

mit X als aufzulösenden „Platzhalter“ (das Variablenkonzept in Prolog unterscheidet sich erheblich von dem imperativer Sprachen) zu den zwei Lösungen  $X = 0$  und  $X = 1$ ; die Lösungen ergeben sich durch musterorientierten Abgleich mit den vier angegebenen Fakten – dieser Vorgang wird Unifikation genannt. Diese zeitlose Sichtweise, in der es kein Ursache/Wirkungs-Schema gibt, ist anfangs ungewohnt und fordert den Studierenden ein Umdenken ab. Das Verständnis dieser Sichtweise ist elementar beim Aufbau von Modellierungskompetenzen. Es fordert das Abstraktionsvermögen der Studierenden heraus.

Zusammengesetzte Schaltglieder, Schaltungskompositionen, lassen sich über Regeln realisieren, hier am Beispiel des Halbaddierers (ha) mit den binären „Eingängen“ X und Y und dem Übertragsbit C (für Carry) und dem Summenergebnis S. Der Halbaddierer wird aus einem AND-Gatter *and* (dafür steht das Komma zwischen „and“ und „xor“) einem XOR-Gatter modelliert.

```
ha(X, Y, S, C):- and(X, Y, C), xor(X, Y, S).
```

Bei etwas komplexeren Schaltungskompositionen sind innere Schaltungsverbindungen ebenfalls durch Prolog-Variablen (markiert durch einen beginnenden Großbuchstaben) abzubilden. Unifikation bringt die Verbindungen gewissermaßen auf das gleiche digitale „Spannungspotential“, also Null oder Eins. Auf diese Weise lässt sich der Volladdierer aus zwei Halbaddierern und einem AND aufbauen. Die „inneren“ Verbindungen werden durch U, V und W erfasst:

```
adder(X, Y, Ci, S, Co):-
    ha(X, Y, W, U), ha(W, Ci, S, V), and(U, V, Co).
```



Im Vergleich mit Abbildung 1 fällt auf, wie Bild und Prolog-Umsetzung in einem direkten Verhältnis stehen, was auch veranschaulicht, wie eng grafische und textuelle Notationen aufeinander bezogen werden können.

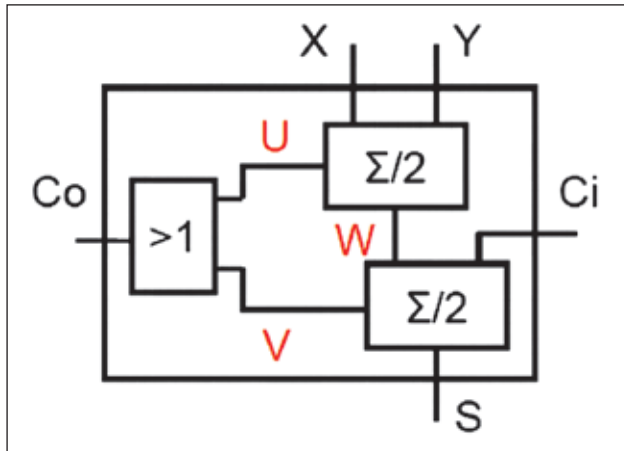


Abb. 1: Schaltbild des Volladdierers

Interessant ist nun der Übergang zu Schaltungen, die rückgekoppelte Eigenschaften aufweisen, sprich in denen „Ausgänge“ rückgeführt werden auf „Eingänge“. Dadurch speist sich Information selbst wieder in das System ein. Ein Grundvorgang jeder Art von Gedächtnis in Schaltungssystemen.

Die eben vorgestellte einfache Schaltungskomposition funktioniert dabei nicht, da Rückkopplung ein zeitliches Phänomen beschreibt, das durch diesen Ansatz nicht berücksichtigt wird. Man kommt zu falschen Ergebnissen.

Der „Trick“ bei der Modellierung rückgekoppelter Schaltungen besteht darin, die Schaltung zu diskreten Zeitpunkten zu betrachten; der Zustand der Schaltung an ihren Pins zu einem Zeitpunkt  $t_n$  und zum nachfolgenden Zeitpunkt  $t_{n+1}$  wird beschrieben. Wenden wir das auf ein zeitdiskretes AND-Glied an, wir wollen es „andX“ nennen, und vereinbaren den Index 0 für den Vorher-Zustand und den Index 1 für den Nachher-Zustand, dann stellt sich die Situation an den Pins wie folgt dar:

andX (pins (X0, Y0, Z0), pins (X1, Y1, Z1)):- and (X0, Y0, Z1).

Da die Werte von Z0, X1 und Y1 irrelevant sind, kann man auch verkürzt schreiben:

andX (pins (X0, Y0, \_), pins (\_, \_, Z1)):- and (X0, Y0, Z1).

Genau genommen löst auch diese Art der Modellierung Zeitbezüge auf und wandelt sie in Strukturbezüge um. Die Pin-Sätze als Vorher/Nachher-Situationen zu interpretieren, ist eine semantische Konvention. Man kann mit Prolog problemlos Anfragen stellen, die zurück in die Zeit gehen, also nach der Vergangenheit eines Systemzustandes fragen.

Dieser Satz an Modellierungstechniken reicht aus, um beliebig komplexe, eben auch rückgekoppelte digitale Schaltungen zu modellieren. Am Beispiel des Flipflops, das aus zwei NOR-Gat-

tern besteht, sei die Rückkopplung demonstriert. S0 steht für ein Setzen des Flipflops zum Zeitpunkt 0, R0 für ein Rücksetzen, NQ bzw. Q sind die Ausgänge des Flipflops zu den Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$ . NQ0 und Q0 sind über die Eingänge an den NOR-Gattern zurückgekoppelt. Verbindungen werden wie beim Volladdierer durch Variable realisiert.

ffX (pins (S0, R0, NQ0, Q0), pins (\_, \_, NQ1, Q1)):-  
nor (S0, Q0, NQ1), nor (NQ0, R0, Q1).

Dieses Modell erlaubt eine korrekte Simulation der Verhältnisse beim Flipflop. So kann gezeigt werden, dass die Schaltung im ungünstigen Fall zwei Zeittakte benötigt, um in einen stabilen Zustand zu wechseln. Ebenso kann man den Betrieb des Flipflops als bistabilen Multivibrator diskutieren.

In der Vorlesung wird zu großen Teilen der bei Gumm und Sommer [2008] vorgestellte Mikroprozessor auf diese Weise „nachgebaut“. Dabei werden die Studierenden mit einer weiteren, für die Softwaretechnik bedeutsamen Modellierungstechnik konfrontiert: dem Austausch eines White-Box-Modells durch ein Black-Box-Modell. Das geschieht anhand der 1-Bit-Speicherzelle. Im White-Box-Modell ist die Zelle aus mehreren digitalen Schaltgliedern zusammengesetzt, dabei findet sich unter anderem ein Flipflop. Im alternativen Black-Box-Modell werden lediglich zeitdiskrete Pin-Zustände anhand weniger Fakten in Bezug gestellt. Ein besonderer Aspekt ist, mithilfe von Prolog sogar die Gleichheit der Modelle in Bezug auf ihr Außenverhalten beweisen zu können.

Damit lässt sich schon bei Erstsemestern wenige Wochen nach Studienbeginn ein erstes Verständnis für die Bedeutung von Interfaces aufbauen, man kann Spezifikationstechniken thematisieren und den Wert formaler Methoden veranschaulichen. Mit keiner anderen Sprache lassen sich digitale Schaltungen derart kompakt und intuitiv modellieren. Der didaktische Nutzen für einen ersten Aufbau von Modellierungskompetenzen ist bemerkenswert. Gleichzeitig kann das Rechenmodell von Prolog mit den Studierenden langsam erarbeitet werden. Die Studierenden werden gefordert aber nicht überfordert.

## 5 Fallstudie 2: Das Konzept des Namensraums

Dieses Beispiel kommt im dritten Studiensemester in der Veranstaltung „Software Engineering komplexer Systeme“ zum Tragen. Das Konzept des Namensraums ist nicht schwer zu verstehen, jedoch fehlen den Studierenden vor dem dritten Semester erste Erfahrungen, die dieses wichtige Modellierungskonzept nachvollziehbar und in seiner Bedeutung erfassen lassen.

Der Namensraum (*namespace*) ist definiert als eine Menge von eindeutigen Namen. Die Namen eines Namensraums dienen entweder als Schlüssel (*key*), die mit einem Element assoziiert sind, oder als Auszeichner (*tag*), um Kontextbezüge herzustellen. Üblich ist auch die Bezeichnung Identifier (*identity*) statt „Name“. Tags werden auch als Adressen (*address*) bezeichnet; man spricht dann von Adressräumen (*address spaces*).

Veranschaulichen lassen sich beide Gebräuche der Namen (als Identitätsmerkmal bzw. als Auszeichner) anhand zweier Beispiele: (1) Der genetische Code eines jeden Lebewesens ist einzigartig; er ist ein Identitätsmerkmal. Der genetische Code bildet einen „Namensraum“, der außerdem strukturiert ist. Die Struktur ist ein Spiegelbild evolutionärer Entwicklung. Der Namensraum „Mensch“ ist vom Namensraum „Affe“ unterscheidbar, beide teilen sich den Namensraum „Primat“. (2) Die Adresse eines Wohnorts ist eine Auszeichnung eines Hauses oder einer Wohnung. Die Wohnadresse wird in aller Regel nicht als Identitätsmerkmal verstanden, sondern als Verknüpfung einer Adresse mit einem Haus bzw. Wohnung. Die Adress-Auszeichnung ist strukturiert und bildet Unternamensräume ab: Land, Ort, Straße.

Die Namen eines Namensraums werden entweder als Key oder als Tag eingesetzt. Entsprechend ergeben sich zwei Arten der Modellierung: intern, als Teil der Elemente einer Relation (Name bzw. Identität als Meta-Element), bzw. extern, durch eine explizite Verknüpfungsrelation.

Beide Betrachtungsweisen können in die jeweils andere Sicht umgewandelt werden. Deshalb sind die Begriffe Key und Tag (bzw. Adresse) nur ein Ausdruck der verwendeten Modellierungsart. Dazu ein Beispiel mit Prolog. Ein Objekt sei modelliert mit einem Namen als Key; hier einer Zahl, die dem Objekt eine eindeutige Identität gibt:

```
object (1, 'hello').
object (2, 'hallo').
object (3, 'hello').
```

Folglich ergibt sich der Namespace aus der Regel:

```
namespace (Name):- object (Name, _).
```

Wird der Name als Tag modelliert durch eine Verknüpfungsrelation, dann kann die Objekt-Darstellung anders geschehen durch:

```
assoc (1, object ('hello')).
assoc (2, object ('hallo')).
assoc (3, object ('hello')).
```

Der Namespace (hier namespace2) wird nun abgeleitet aus:

```
namespace2 (Name):- assoc (Name, _).
```

Der Namensraum ist ein indirektes Konzept: Erfüllt die einem Kriterium folgende Extraktion von Daten stets die Eigenschaft, eine Menge zu sein, dann kann von einem Namensraum gesprochen werden. Mit Prolog kann dieser Prozess z. B. gefasst werden durch

```
is_namespace (Goal):- findall (Goal, Goal, Bag), is_set (Bag).
```

Der Namensraum ist ein universelles Konzept von nahezu allgegenwärtiger Präsenz, das selten explizit gemacht und gewürdigt wird. In der Programmierung taucht es zum Beispiel bei Dictionaries auf, auch assoziative Arrays oder Hash Maps genannt. Die Schlüssel eines Dictionaries bilden einen Namensraum. In der

XML (eX-tended Markup Language) diskriminieren Tags Namensräume. In objektorientierten Systemen verweisen Referenzen über einen Identifier aus dem Namensraum der Objekte auf ein Objekt. Bei der Komponenten-Orientierung bildet eine Komponente einen Namensraum für Interfaces. Verteilte Systeme und Netze lassen sich mit Namens- bzw. Adressräumen modellieren. Bei der Aspekt-Orientierung [Filman et al. 2005] definiert das Join Point Model den sogenannten Pointcut als Selektor von Join Points; der Pointcut definiert den Kontext für einen Advice. Join Points definieren Namensräume.

## 6 Erste Erfahrungen

Die Fähigkeit zu modellieren ist eine Kernkompetenz für Software-Entwickler und Entwicklungsleiter. Mit Prolog steht nicht nur eine Programmiersprache zur Verfügung. Der Einsatz von Prolog ermöglicht vielmehr eine innovative Herangehensweise an die Modellierungsproblematik und eröffnet in der Vermittlung und in der Anwendung des Stoffs einen gänzlich neuen Zugang. Die entwickelten Konzepte sind im Wintersemester 2007/2008 erstmalig zur Anwendung bei Studierenden im ersten und dritten Studiensemester gekommen. Die folgenden Aussagen sind empirisch noch nicht validiert.

Die Studierenden tun sich bereits im ersten Semester erstaunlich leicht in der Aufnahme von Prolog-Konzepten. Frühzeitig können ausführbare Modelle erarbeitet werden. Im dritten Semester zeigt sich gar eine hohe Aufnahmebereitschaft, mit Prolog eine Programmiersprache jenseits von Java und C# zu erlernen. Der Paradigmenwechsel scheint mit großem Interesse aufgenommen zu werden.

Mit den Erstsemestern kann sehr früh über Modellierungstechniken aus dem Software Engineering diskutiert werden. Die höheren Semester zeigen sich jedoch deutlich sicherer im Umgang mit Prolog. Die Studierenden scheinen den Nutzen und den Gewinn des Umgangs mit Prolog besser einschätzen zu können.

Prolog erweist sich als ein ausgezeichnetes Instrument, um Modellierungskonzepte präzise zu fassen und Konzeptwelten aufzubauen, wobei die Konzepte in der Programmierumgebung von Prolog von den Studierenden spielerisch ausprobiert und erfahren werden können.

Kritisch sei angemerkt, dass der vorgestellte Ansatz zur Vermittlung von Modellierungskompetenzen auf Grenzen stößt, wenn an die Nutzung von Prolog zur UML-Modellierung gedacht wird. Hier bietet sich aus praktischen Erwägungen heraus eine Synthese aus Logik- und imperativer Programmierung an. Das schmälert jedoch nicht den Wert des Einstiegs in die Entwicklung von Modellierungskompetenzen mit Prolog.

## Danksagung

Die Entwicklung der ersten Stufe des didaktischen Konzeptes „Modellieren leicht gemacht“ ist vom Land Baden-Württemberg im Rahmen des LARS-Programms (Leistungsanreizsysteme in der Lehre) gefördert worden.

## Literatur

[Booch et al. 2005] Booch, Grady, Rumbaugh, James and Jacobson, Ivar: The Unified Modeling Language User Guide, Addison Wesley, 2nd Ed., 2005

[Deransart et al. 1996] Deransart, Pierre, Ed-Dbali, AbdelAli and Cervoni, Laurent: Prolog: The Standard, Springer, 1996

[Dewar und Schonberg 2008] Dewar, Robert B.K. and Schonberg, Edmond: Computer Science Education: Where are the Software Engineers of Tomorrow? Journal of Defense Software Engineering, Jan. 2008, pp. 28–30

[Filman et al. 2005] Filman, Robert E., Elrad, Tzilla, Clarke, Siobhán and Aksit, Mehmet: Aspect-Oriented Software Development. Addison Wesley, 2005

[Gumm und Sommer 2008] Gumm, Peter und Sommer, Manfred: Einführung in die Informatik, Oldenbourg, 8. Auflage, 2008

[Jackson 2006] Jackson, Daniel: Software Abstractions: Logic, Language, and Analysis, MIT Press, 2006

[Magee und Kramer 2006] Magee, Jeff and Kramer, Jeff: Concurrency: State Models and Java Programs, Wiley, 2nd Ed., 2006

[Reintjes 1994] Reintjes, Peter B.: Prolog for Software Engineering, Tutorial on the 1994 International Conference on the Practical Applications of Prolog, 1994

[Thumbleby 2007] Thumbleby, Harold: Press On: Principles of Interaction Programming, MIT Press, 2007

[Wielemaker 2007] Wielemaker, Jan, Hildebrand, Michiel and van Ossenbruggen, Jacco: Using Prolog as the fundament for applications on the semantic web, In: Heymans, S., Polleres, A., Ruckhaus, E., Pearse, D. and Gupta, G.: Proceedings of the 2nd Workshop on Applications of Logic Programming and to the Web, Semantic Web and Semantic Web Services, Porto, Portugal, pp. 84-98, 2007

## Herangehensweisen im E-Leadership

### Nicola Marsden

*Der Alltag von Führungskräften ist immer häufiger dadurch geprägt, dass sie nicht nur face-to-face kommunizieren, sondern auch online. Es gilt, auch Online-Gesprächssituationen effektiv und effizient zu gestalten und auch in der elektronischen Kommunikation als Führungskraft wirksam zu sein. Die impliziten Theorien von Führungskräften über E-Leadership können sich hierbei als Sprungbrett oder als Stolperstein erweisen.*

Wie Personen ihre Führungskommunikation gestalten, hängt nicht zuletzt davon ab, welche Einstellungen und Glaubenssätze sie hinsichtlich der medial vermittelten Kommunikation haben: Wer glaubt, dass elektronische Medien in die Einsamkeit führen, wird sie wahrscheinlich anders einsetzen als Führungskräfte, die glauben, dass sich hiermit eine ganz andere Qualität der Nähe herstellen lässt.

In der Medien- und Sozialpsychologie an der Hochschule Heilbronn untersuchen wir derzeit solche Einstellungen und Glaubenssätze von Führungskräften. Wir haben dabei eine Reihe von Erklärungsmustern entdeckt. Sie leiten als implizite Theorien das Handeln der Führungskräfte, lenken den Blick auf bestimmte Elemente und blenden andere aus, liefern subjektives Wissen darüber, welche Interventionen sinnvoll sind und welche es nicht sind etc.

Das Entstehen dieser subjektiven Theorien geschieht auf Basis der eigenen Erfahrungen und Kompetenzen, von bestehenden Glaubenssätzen und Informationen, die die Führungskräfte über Wirkweisen und Eigenschaften der elektronischen Medien erhal-

ten. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass diese impliziten Theorien in Interaktion mit in der (populär-)wissenschaftlichen Literatur vorhandenen Herangehensweisen entstanden sind.

Entsprechend lassen sich die impliziten Theorien von Führungskräften zum Umgang mit Online-Kommunikation hinsichtlich folgender Foki zusammenfassen:

- Fokus auf Defiziten („Das kann doch alles den persönlichen Kontakt nicht ersetzen ...“)
- Fokus auf der richtigen Medienwahl („Für manche Themen ist das ja ganz praktisch ...“)
- Fokus auf sozialen Beziehungen („Man muss auf ganz andere Dinge achten ...“)



**Prof. Dr. phil., Dipl.-Psych.  
Nicola Marsden**

Von 1989 bis 2002 hauptberuflich in Beratung, Training und Organisationsentwicklung tätig. Seit 2002 Professorin für Medien- und Sozialpsychologie in der Fakultät für Informatik an der Hochschule Heilbronn. Forschungsprojekte u. a. in den Bereichen sozialwissenschaftliche Evaluation, virtuelle Zusammenarbeit und medienpädagogische Zeitungsprojekte.

(Quelle: Nicola Marsden)

- Fokus auf neuen Möglichkeiten („Noch besser als persönlich ...“)

### **Fokus auf Defiziten: „Das kann doch alles den persönlichen Kontakt nicht ersetzen“**

Führungskräfte, die einer impliziten Theorie mit dem Fokus auf Defiziten folgen, haben ihr Augenmerk auf der Sorge, dass die Kommunikation über elektronische Medien im Vergleich zur Face-to-Face-Kommunikation defizitär ist.

Sie gehen davon aus, dass im direkten Kontakt bestimmte Informationen über die Stimme, die Körperhaltung etc. vermittelt werden, die in der Online-Kommunikation dann einfach nicht mehr vorhanden sind. Insofern fehlen, so die Annahme, in der computervermittelten Kommunikation wichtige Informationen, sie ist also in jedem Fall mit Defiziten behaftet. Die Defizit-Ansätze haben eine hohe intuitive Validität und in den impliziten Theorien der Führungskräfte spielt der permanente Vergleich zwischen dem, wie es in einer Face-to-Face-Situation laufen würde und wie es nun elektronisch vermittelt funktioniert eine große Rolle. Entsprechend verhalten sich Führungskräfte, die entsprechend dieser impliziten Theorie handeln, so, dass sie auch in virtuellen Teams und in bilateralen Führungssituationen versuchen, die wahrgenommenen Defizite wettzumachen und das „persönliche“ (sprich: Face-to-Face-)Treffen als unersetzbar ansehen.

### **Fokus auf der richtigen Medienwahl: „Für manche Themen ist das ja ganz praktisch ...“**

Für Führungskräfte mit dem Fokus auf der richtigen Medienwahl steht die Überlegung im Vordergrund, ob ein Thema besser online oder face-to-face bearbeitet werden sollte, und – falls online – auf welcher Plattform und mit welchen Funktionalitäten. Die Führungskräfte versuchen, für das jeweilige Thema oder die jeweilige Aufgabe die Vor- und Nachteile einer Kommunikationsmodalität (E-Mail, Groupwareplattform, Webseite, Chat, Tele-Konferenz etc.) abzuwägen, um so die gesteckten Ziele bestmöglich zu erreichen.

Sie gehen davon aus, dass es eine ideale Passung zwischen einer kommunikativen Aufgabe und dem Kommunikationsmedium gibt. Die Grundthese lautet: Die gewählte Kommunikationsmodalität muss umso reichhaltiger sein, je größer die Gefahr eines Missverständnisses ist. Für die Führungskraft bedeutet dies, dass sie dann erfolgreich online führt und kommuniziert, wenn sie die richtige Passung herstellt: Ihre Aufgabe ist, den Kommunikationsanlass hinsichtlich der geeigneten Kommunikationsmodalität korrekt zu diagnostizieren. Diese mechanistische Herangehensweise reduziert vorhandene Komplexität radikal und ermöglicht der Führungskraft relativ einfache Kosten-Nutzen-Analysen, zum Beispiel hinsichtlich der Notwendigkeit, die Reisekosten für Treffen von auf der ganzen Welt verteilten Teammitgliedern in Kauf zu nehmen.

### **Fokus auf sozialen Beziehungen: „Man muss auf ganz andere Dinge achten ...“**

Im Rahmen der impliziten Theorie mit dem Fokus auf sozialen Beziehungen gehen Führungskräfte davon aus, dass in dem

Moment, in dem die nonverbalen Botschaften der Face-to-Face-Situation nicht verfügbar sind, andere Möglichkeiten gefunden werden, um die entsprechenden Botschaften zu senden. Sie lenken also den Blick nicht auf die Defizite, sondern gehen davon aus, dass Menschen ein elementares Interesse daran haben, eine positive Beziehung zu ihrem Gegenüber aufzubauen, einen guten Eindruck zu machen und Informationen etwa über Status und Befindlichkeit auszutauschen. In der Online-Kommunikation werden soziale Botschaften aber auf andere Weise mitgeteilt als in der Face-to-Face-Kommunikation.

Die Führungskraft konzentriert sich in der elektronischen Kommunikation also auf jene Möglichkeiten, die in der Face-to-Face-Situation nicht vorkommen oder eine untergeordnete Rolle spielen. So gibt es im Text einer Online-Botschaft neu gewonnene Ausdrucksmöglichkeiten. Es können Großbuchstaben oder Emoticons genutzt werden, um Auskunft über den „Ton“ einer Botschaft zu geben und es gibt für computervermittelte Kommunikation spezifische Ausdrucksmöglichkeiten (z. B. „lol“ für „laughing out loud“ oder „Das wird gerade alles etwas viel \*besorgt guck\*“). Signaturen in E-Mails geben einen Eindruck über die Person des Senders. Sie werden zum „Impression Management“ mehr oder weniger aktiv genutzt – doch auch hier gilt das Axiom der Kommunikation, dass Nicht-Kommunikation eben nicht möglich ist.

Eine Führungskraft mit dieser impliziten Theorie hat den Anspruch, sich intensiv mit der computervermittelten Kommunikation auseinanderzusetzen, um herauszufinden, worauf es zu achten gilt. Unter Umständen müssen bisher erfolgreiche Führungsinterventionen entlernt werden oder es müssen neue Kompetenzen erworben werden, um als Führungskraft erfolgreich zu sein.

### **Fokus auf neuen Möglichkeiten: „Noch besser als persönlich ...“**

Führungskräfte mit dem Fokus auf den neuen Möglichkeiten der elektronischen Kommunikation sehen in der Tatsache, dass hier persönliche Merkmale wie Aussehen, Sprechweise etc. unter Umständen nicht übermittelt werden, nicht nur einen Verlust. Vielmehr sehen sie, dass sich daraus auch eine Reihe von Vorteilen ergibt, die beispielsweise darin bestehen können, dass unattraktive Personen weniger stigmatisiert werden oder nicht die Interessen desjenigen, der am besten Englisch spricht und den größten Redeanteil hat, auch am stärksten berücksichtigt werden.

Diese implizite Theorie geht also davon aus, dass die Online-Kommunikation nicht nur genauso persönlich wie die Face-to-Face-Kommunikation sein kann, sondern dass sie noch persönlicher, quasi „hyperpersonal“ sein könne. Die Führungskraft wird also versuchen, sich die Effekte der hyperpersonalen Kommunikation zunutze zu machen und damit die Online-(Führungs-)Kommunikation aktiv zu gestalten. Sie ist als Führungskraft dann erfolgreich, wenn es ihr gelingt, für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bzw. die Teammitglieder – ungeachtet aller personaler Differenzen – eine gemeinsame soziale Identität zu erzeugen, womit genügend Hinweise bereitgestellt wären, den Interaktionspartner trotz der fehlenden Hinweise zur Person als vertrauenswürdig wahrzunehmen. Paradoxe Konse-

quenz ist, dass die virtuellen Teammitglieder eben gerade nicht in der Komplexität ihrer personalen Identitäten „sichtbar“ hervortreten dürften. Denn damit würden sie Hinweise auf Merkmale ihrer Person liefern, die die Wahrnehmung der Teammitglieder tendenziell eher auf die Unterschiede als auf mögliche Gemeinsamkeiten richten würde. Jene Zuspitzung der Wahrnehmung auf Gemeinsamkeiten jedoch bildet eine der Bedingungen für die Verstärkung der Eindrücke, die eine konstruktive Online-Zusammenarbeit möglich macht. Alle Anstrengungen, die in Richtung einer medialen Kompensation oder virtuellen (Wieder)-Herstellung der ohnehin nicht einholbaren Face-to-Face-Situation liefern, würden geradezu kontraproduktive Wirkungen entfalten.

### **Führung im Online-Zeitalter: Auf dem Weg zum produktiven Einsatz der neuen Medien im Management**

Die verschiedenen impliziten Theorien zeigen, dass Führung im Online-Zeitalter sehr unterschiedlich konzeptualisiert wird. Nur wenn ein Team oder eine Organisation ein gemeinsames Verständnis von Stellenwert und Funktionsweisen des virtuellen Miteinanders entwickelt, können Führungsfunktionen wirksam ausgeführt werden.

In der Realität zeigt sich, dass die Innovationen bei den Führungskräften in sehr unterschiedlichem Maß angekommen sind und der Umgang damit sehr unterschiedlich ist. Dabei stellen die dargestellten Erklärungsmuster nicht nur potenziell parallel existierende Sichtweisen dar. Vielmehr zeigen sie auch eine Entwicklung auf, in der sich ein zunehmendes Zuwenden zur Nutzung

der Online-Kommunikation und deren Möglichkeiten widerspiegelt: Die auf die Defizite fokussierte Herangehensweise („Das kann alles den persönlichen Kontakt nicht ersetzen ...“) ist den Möglichkeiten der technischen Netzwerke gegenüber weniger aufgeschlossen als das Erklärungsmuster, welches auf Basis der medialen Reichhaltigkeit und der vorliegenden Kommunikationsaufgabe versucht, eine angemessene Medienwahl zu treffen („Für manche Themen ist das ja ganz praktisch ...“). Den anderen beiden Herangehensweisen liegt eine tatsächliche Veränderung der Sichtweise und damit in sich eine Innovation zugrunde: Der Fokus auf sozialen Möglichkeiten („Man muss auf ganz andere Dinge achten“) bietet eine wirklich neue Sichtweise bzw. neue Kategorien, um E-Leadership zu beschreiben und zu verstehen. Der Fokus auf neuen Möglichkeiten („Noch besser als persönlich ...“) schließlich stellt die bisherige Wahrnehmung des Gegenstandsbereichs quasi auf den Kopf und legt ein Verhalten nahe, welches unter herkömmlichen Bedingungen als problematisch empfunden worden wäre.

Schwierig sind resultierende Ungleichzeitigkeiten: Eine Führungskraft, die mit dem Fokus auf den Defiziten der Online-Kommunikation versucht, diese auf ein Minimum zu beschränken und möglichst viele Face-to-Face-Kommunikationssituationen zu schaffen, kann trotz bester Intention unter Umständen ausgesprochen negativ wahrgenommen werden. Die fehlende Effizienz der E-Mail-Kommunikation und das häufige Einberufen von Treffen kann als ebenso problematisch wahrgenommen werden wie das Verhalten jener Führungskraft, die versucht, ihre gesamte Führungsrolle über eine Groupware-Plattform abzuwickeln.

# Wissensmanagement als strategischer Faktor auf dem Weg zur Exzellenz

Nicola Marsden

*Der richtige Umgang mit der Ressource Wissen ist für viele Unternehmen der kritische Faktor auf dem Weg hin zum unternehmensweiten Einsatz von qualitätssichernden Maßnahmen. An der Hochschule Heilbronn wird untersucht und beraten, wie ein wissensmanagementorientiertes Vorgehen hin zur Exzellenz in Organisationen aussehen kann.*

Es gibt eine Reihe von Unternehmen, die es tatsächlich geschafft haben, gestärkt aus der schwierigen wirtschaftlichen Situation der vergangenen Jahre zu kommen. Meist liegt dies nicht zuletzt daran, dass sie kontinuierlich an Verbesserungen gearbeitet und die Zeichen der Zeit erkannt haben: Es wurden Chancen ergriffen und eine Vielzahl von Aktivitäten gestartet, um Qualität zu verbessern, vorhandene Arbeitsweisen zu überdenken, effektive und effiziente Prozesse zu installieren und zu optimieren sowie Projekte professionell zu managen.

Gleichwohl ist es gerade bei kleinen und mittelständischen Unternehmen so, dass sich diese bisher in einer Vielzahl von Projekten und Maßnahmen, aber nicht auf der Ebene der Gesamtorganisation mit dem Thema Qualitätsmanagement beschäftigt haben. Hier sind qualitätsfördernde und -sichernde Aktivitäten – nicht zuletzt aufgrund unterschiedlicher Denkweisen und Kulturmerkmale – in den verschiedenen Bereichen des Unternehmens oft sehr unterschiedlich ausgeprägt. Die Stärken der jeweiligen Mitarbeitenden und Führungskräfte haben dann maßgeblichen Einfluss darauf, welche Methoden und Werkzeuge eingesetzt werden, um die Organisation nach vorne zu bringen. Dies führt dazu, dass gute Herangehensweisen nicht überall eingesetzt werden. Hier liegt Optimierungspotenzial, um das Geschäft voran zu bringen, Verbesserungen zu erzielen und Transparenz zu schaffen, zudem Leistungsindikatoren zu installieren, die eine Möglichkeit zum Vergleich und zur Steuerung geben.

In einem solchen Umfeld gilt es, die Vielzahl der Herangehensweisen zu systematisieren und für das gesamte Unternehmen nutzbar zu machen. Hierzu kann ein vorhandenes Exzellenzmodell, wie das EFQM-Modell der European Foundation of Quality Management, eingeführt werden – oder ein für das Unternehmen angepasstes Exzellenzmodell aus der Organisation heraus entwickelt werden. In jedem Fall braucht es einen strategischen Prozess, der das Umfeld für einen organisationsweiten Veränderungsprozess schafft. Die Entwicklung oder Einführung eines Exzellenzmodells schafft als zwingendes Ereignis einen Gesamtrahmen, der eine gemeinsame Sprache ermöglicht, Aktivitäten einordenbar und messbar macht und als Basis für Sinnhaftigkeit und Commitment dienen kann.

Als strategischer Gesamtrahmen muss ein solches Modell Aussagen darüber machen,

- wie Ergebnisse erzielt werden, die alle Interessengruppen der Organisation begeistern,
- wie nachhaltiger Kundennutzen geschaffen wird,
- wie visionäre und begeisternde Führung verbunden mit Beständigkeit hinsichtlich der Zielsetzung gelebt wird,
- wie die Organisation durch ein Netzwerk untereinander abhängiger und miteinander verbundener Systeme, Prozesse und Fakten gesteuert wird,
- wie der Beitrag der Mitarbeitenden durch ihre Weiterentwicklung und Beteiligung maximiert werden kann,
- wie durch Lernen Innovation und Verbesserungsmöglichkeiten genutzt werden,
- wie wertschöpfende Partnerschaften entwickelt und aufrechterhalten werden,
- wie soziale Verantwortung gelebt und auf die Erwartungen des gesellschaftlichen Umfeldes eingegangen wird

Voraussetzung für die Bearbeitung aller im Exzellenzmodell dargestellten Themen ist ein professioneller Umgang mit der Ressource „Wissen“ in der Organisation. Wissensmanagement stellt für die zentralen Themen wie Ausrichtung auf den Kunden, Führung und Zielkonsequenz, Management mittels Prozessen und Fakten, kontinuierliches Lernen, Innovation und Verbesserungen etc. einen grundlegenden Befähiger dar. Die Professionalität im Umgang mit Wissen ist unmittelbar mit der Qualität der Ergebnisse gekoppelt. Dabei gibt es in jedem Unternehmen meist eine Vielzahl guter Beispiele hinsichtlich des Umgangs mit Wissen. Wichtig ist, dass diese positiven Ergebnisse und Erfahrungen nicht ausnahmsweise sondern planbar zustande kommen. Dies braucht einen Entwicklungsprozess für die Gesamtorganisation, um den Umgang mit Wissen zuverlässig flächendeckend zu managen.

Um das Thema Wissensmanagement und damit den Umgang mit Wissen im Unternehmen zu professionalisieren ist also ein Konzept für ein strukturiertes Wissensmanagement nötig. Ziel ist

- ein klar kommunizierbares Bild zu schaffen, welches als Basis für eine gemeinsame Sprache und Denkart Motivation und Commitment ermöglicht,
- den Rahmen zur Einordnung bisheriger Aktivitäten, Initiativen und Projekte zu bieten, um wichtige Themen zu identifizieren und Doppelungen zu meiden,
- ein Werkzeug zur Standortbestimmung im Sinne eines Reifegradmodells zu sein und aufzuzeigen, wo das Unternehmen auf dem Weg zur Exzellenz hinsichtlich Wissensmanagement ist, wo Entwicklungspotenziale liegen und wie Lösungen aussehen,
- eine Basis dahingehend zu schaffen, dass Transparenz über den Umgang mit Wissen in den verschiedenen Bereichen der Organisation geschaffen wird und durch Kennzahlen eine Steuerung möglich wird,

- das operative Tun hinsichtlich dem Umgang mit Wissen mit strategischen Entscheidungen zu koppeln und so Sinnhaftigkeit und Begeisterung zu vermitteln.

Das Vorgehen zur Implementierung eines solchen strukturierten Wissensmanagements in einem Unternehmen muss die bisherigen Aktivitäten berücksichtigen und diese mit der strategischen Ausrichtung der Geschäftsführung verzahnen. Dieser Prozess sollte entsprechend den Grundsätzen der Organisationsentwicklung die Betroffenen zu Beteiligten machen und an deren unmittelbaren Erfahrungshorizont anknüpfen. Er könnte beispielsweise folgendermaßen aussehen: Zunächst wird ein Kernteam installiert. Dieses sondiert vorhandene Wissensmanagementmodelle und entwickelt ein Rahmenkonzept für die Organisation. Dann nimmt es eine Standortbestimmung hinsichtlich relevanter strategischer Aussagen, Leitlinien, Aktivitäten, Initiativen und Projekte vor. In einem iterativen Prozess wird dann ein für das Unternehmen angepasstes Wissensmanagementkonzept als Rahmenwerk für Diagnose des Reifegrads und Entwicklungsperspektiven erstellt.

Nach einer Abstimmung des Konzepts mit der Geschäftsführung wird ein Gesamtverfahren zur Implementierung des Wissensmanagementmodells im Unternehmen aufgestellt und die konkreten nächsten Schritte geplant. Um das Konzept mit Leben zu füllen und für die Beteiligten spürbaren Nutzen zu schaffen, sollten im ersten Schritt wichtige aktuelle Gestaltungsfelder für das Unter-

nehmen und die Branche, in der es agiert, unter dem Wissensmanagementfokus in Angriff genommen werden. Dabei sollten die Kernaktivitäten des Wissensmanagements ebenso berücksichtigt werden wie die für das Unternehmen zukunftsrelevanten Themen. Daraus resultiert eine Matrix, die die möglichen Handlungsfelder aufspannt. Gemeinsam werden die Handlungsfelder priorisiert, um brennende Themen für das Unternehmen zu identifizieren und sie unter Beteiligung der Betroffenen mustergültig und mit für den einzelnen spürbaren Nutzen zu bearbeiten.

Das gesamte Vorgehen und die Planung für die konkreten nächsten Schritte werden dann mit der Geschäftsleitung rückgekoppelt. Dabei gilt es, die nächsten Ebenen der Führungskräfte ins Boot zu holen und für das Thema in die Pflicht zu nehmen, d. h., es folgt eine Information der Führungskräfte und eine gemeinsame Priorisierung der nächsten Schritte. Hierbei ist es wichtig, im Sinne der Motivation der Beteiligten immer auf ein Gleichgewicht zu achten zwischen Themen, die mit einer hohen Sichtbarkeit ein für das Unternehmen oder die Branche wichtiges Thema darstellen und solchen, die im Sinne der Vollständigkeit des Exzellenzmodells ebenfalls bearbeitet werden müssen. Es folgt ein mittelfristiger Prozess, bei dem in Iterationen die Bearbeitung der Handlungsfelder strategisch verankert angestoßen, umgesetzt und im Sinne einer Lesson Learnt ausgewertet werden – bis letztendlich das Thema Wissensmanagement als Teil des organisatorischen Veränderungsprozesses als zentrale Managementaufgabe anerkannt und gelebt wird.

# Die Software Masterclass – ein neuartiger Lehr- und Lernansatz im Studium der Medizinischen Informatik

Daniel Pfeifer, Martin Haag, Martin Wiesner, Jens Schwanke

## Einführung

Die Idee zur Software Masterclass entstand im Rahmen der 2008 geschlossenen Kooperationsvereinbarung zwischen dem Institut für Gesundheitsökonomie und Medizinische Informatik der Hochschule Heilbronn (GECKO), dem Studiengang Medizinische Informatik an der Universität Heidelberg/Hochschule Heilbronn und dem Walldorfer eHealth-Spezialisten InterComponentWare AG (ICW). Durch die Kooperation wird das bisherige Curriculum des Studiengangs Medizinische Informatik um Gastvorträge von Professionals der InterComponentWare AG und die Durchführung einer gemeinsamen Software Masterclass im Bereich



### Prof. Dr. Daniel Pfeifer

lehrt seit September 2007 am Campus Heilbronn im Studiengang Medizinische Informatik in den Bereichen Datenbanken und Informationssysteme, Wissensbasierte Systeme und Software Engineering. Seit September 2008 leitet er in Kooperation mit der Firma ICW ein Forschungsprojekt zur automatischen Empfehlung von Gesundheitsinformationen auf Basis individueller Gesundheitsinformationen. Seit September 2009 leitet er ein Software-Projekt zur kooperativen Planung und Darstellung von Stundenplänen und Raumplänen für die Hochschule Heilbronn.

(Quelle: Pfeifer, D.)



### Prof. Dr. Martin Haag

ist seit April 2003 Professor für Software Engineering im Studiengang Medizinische Informatik der Hochschule Heilbronn. Seine Forschungsinteressen liegen insbesondere im Bereich des computerunterstützten Lernens und Prüfens in der Medizin. Seit Oktober 2004 leitet Prof. Haag die Arbeitsgruppe Computerunterstützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (gmds). Seit September 2006 ist er Studiengangleiter für die Medizin-Informatik-Studiengänge (Bachelor, Master, Diplom) der Hochschule Heilbronn/Universität Heidelberg und Prodekan der Fakultät für Informatik.

(Quelle: Haag, M.)



### Dipl.-Inform. Med. Martin Wiesner

arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Studiengang Medizinische Informatik (MI). Er betreute bereits zweimal die Software Masterclass und mehrfach das Praktikum Datenbanken im Gesundheitswesen im Studiengang MI. Aktuell promoviert er auf dem Gebiet der Empfehlungssysteme im Gesundheitswesen. Zuvor studierte er Medizinische Informatik an der Universität Heidelberg.

(Quelle: Wiesner, M.)



### Cand.-Inform. Med. Jens Schwanke

studiert seit Sommersemester 2006 Medizinische Informatik an der Universität Heidelberg/Hochschule Heilbronn. Derzeit ist er Diplomand in der Abteilung Medizinische Physik in der Strahlentherapie am Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg. Davor war er als studentische Hilfskraft im Studiengang Medizinische Informatik tätig und betreute im Rahmen dieser Tätigkeit u. a. die Software Masterclass und das Praktikum Datenbanksysteme im Gesundheitswesen.

(Quelle: Schwanke, J.)

der industriellen Softwareentwicklung für den Gesundheitsbereich ergänzt. Bei der Software Masterclass erlernen Studenten modernste Methoden zur Softwareentwicklung und wenden diese in einem realen, industrienahen Softwareprojekt an. Somit wird die Kluft zwischen der gelehrten Theorie und deren praktischer Umsetzung geschlossen.

Dieser Bericht schildert Erfahrungen mit dem Lehr- und Lernansatz, die in Verbindung mit der Masterclass entstanden sind. Auch die eingesetzten Software-Technologien und Projektorganisationsformen werden skizziert.

## Konzept der Software Masterclass

Im Rahmen der beschriebenen Kooperation wird den Studenten des Studiengangs Medizinische Informatik ein freiwilliges Praktikum angeboten – die Software Masterclass. Um ein möglichst angenehmes Arbeitsklima und individuelle Unterstützung der Teilnehmer zu ermöglichen, ist die Teilnehmeranzahl auf acht Studenten beschränkt. Dies ist aber nur ein Unterschied im Vergleich zu anderen Praktikumsveranstaltungen im Studiengang. Ziel der Software Masterclass ist es, Fragestellungen der medizinischen Informatik mit modernen, aber industriell erprobten



Softwareentwicklungsmethoden zu lösen. Um den teilnehmenden Studenten den Einstieg zu erleichtern, findet zu Beginn eine einwöchige Intensivwoche in Walldorf bei der ICW statt. Dabei erhalten die Studenten einen Einstieg in Methoden und Technologien, welche im Projektverlauf benutzt werden sollen. Nach Abschluss der Intensivwoche beginnen die Studenten mit der Bearbeitung des Softwareprojekts.

Das von den Studenten zu bearbeitenden Projekt besitzt immer einen realen Hintergrund aus dem Gesundheitssektor und soll nach erfolgreichem Projektabschluss auch zum Einsatz kommen. Bei der Durchführung werden die teilnehmenden Studenten das gesamte Semester über durch erfahrene Mitarbeiter des Studiengangs Medizinische Informatik und der ICW betreut. Nach Ende des Semesters findet eine zweite Intensivwoche in Walldorf statt, in der die zu erarbeitende Anwendung um die noch fehlende Funktionalität ergänzt wird. Am letzten Tag der Intensivwoche präsentieren die Teilnehmer ihre Ergebnisse vor Professoren und Mitarbeitern der Hochschule Heilbronn und der Universität Heidelberg sowie leitenden Angestellten der InterComponentWare AG.

### Modell-getriebene Softwareentwicklung und das eHealth Framework

Im Rahmen der Software Masterclass kommt eine besonders moderne Form der Software-Entwicklung zum Einsatz, die bei der ICW bereits verwendet wird – die sogenannte Modell-getriebene Softwareentwicklung (engl. „Model Driven Software Development“, MDS). Beim MDS wird nicht mehr ausschließlich Programmcode von Hand und textuell verfasst, sondern große Teile des Codes werden aus abstrakten, aber visuell anschaulichen Modellen generiert. Abbildung 1 zeigt ein entsprechendes Beispielmodell als UML-Klassendiagramm.

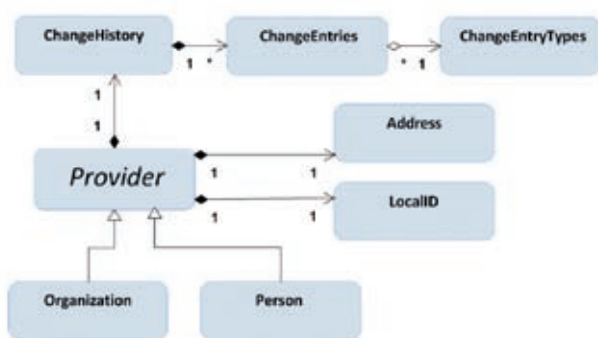


Abb. 1: Abstraktes Domänenmodell der Software Masterclass aus dem Wintersemester 2009/2010, auf dessen Grundlage ein Großteil des benötigten Quellcodes generiert wurde (Quelle: Wiesner/Schwanke)

Als Basis zur Umsetzung von MDS dient im Kontext der Masterclass das in der Programmiersprache Java entwickelte eHealth Framework der InterComponentWare AG. Diese Softwareentwicklungsplattform besteht unter anderem aus wiederverwendbaren Komponenten, mit deren Hilfe eigene Softwareprodukte effizient entwickelt werden können. Das eHealth Framework zeichnet sich durch einen breiten Funk-

tionsumfang aus; so werden in dem Framework auch verbreitete Standards der Medizininformatik wie etwa HL7 umgesetzt. (HL7 ist ein elektronisches Standardformat für den Austausch von medizinischen Grunddaten im Gesundheitswesen.) Um eine für Entwickler intuitivere Verwendung zu ermöglichen, ist zusammengehörige Funktionalität in einzelnen Modulen zusammengefasst. Beispielweise stellt das eHealth Framework ein Modul zur Abbildung von Daten in elektronischen Gesundheitskarten oder Authentifikations- und Autorisierungsmodulen zur Verfügung. Eine fertige Anwendung besteht letztendlich aus einer Menge von teilweise vorgefertigten und teilweise selbst entwickelten Modulen. Abbildung 2 illustriert den Grundaufbau des eHealth Frameworks.

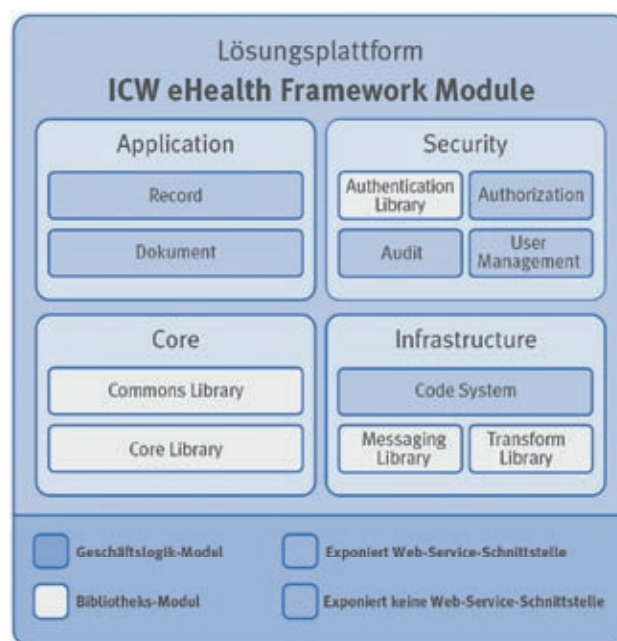


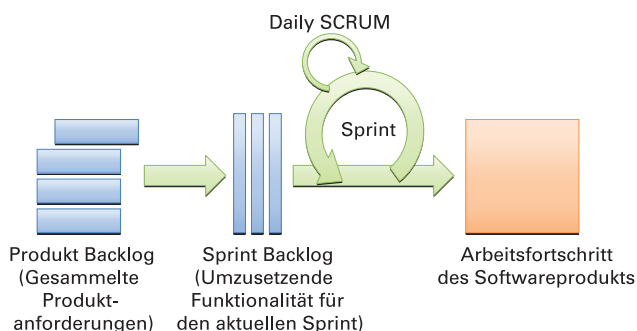
Abb. 2: Module des ICW eHealth Frameworks (Quelle: InterComponentWare AG [ICW])

### Agile Softwareentwicklung

Zur teamorientierten Projektumsetzung wenden die Studenten der Masterclass eine noch junge, aber bereits industriell bewährte Projektmanagement bzw. -organisationsform an: Bei der sogenannten agilen Softwareentwicklung sind im Gegensatz zu klassischen Softwareprozessen die Arbeits- und Teamprozesse flexibilisiert. Der Fokus liegt mehr auf den zu erreichenden Zielen eines Projekts anstatt auf Bürokratie und starren Projektplänen. Eines der bekanntesten und verbreitetsten Vorgehensmodelle innerhalb der agilen Softwareentwicklung ist SCRUM.

Bei SCRUM wird ein Projekt nicht von Beginn an generalstabmäßig durchgeplant, stattdessen werden Arbeitsaufgaben erst im Projektverlauf weiter detailliert und aufgeteilt. Die Mitarbeiter im Projektteam organisieren sich größtenteils selbst, wodurch es zu einer effizienteren und meist gerechteren Arbeitseinteilung kommt. Das wichtigste Element innerhalb von SCRUM ist der Sprint – eine Art Arbeitsabschnitt des Projektes. Innerhalb eines Sprints, dessen Dauer zwischen einer und vier Wochen liegt, wird ein zuvor festgelegter Teil der gewünschten Funktionali-

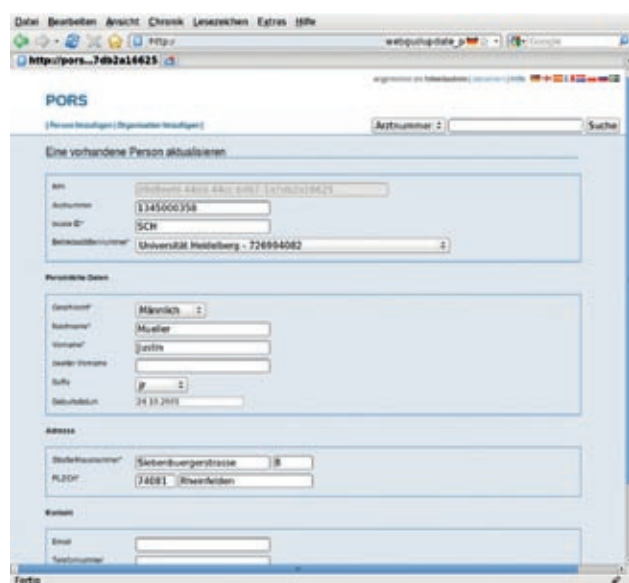
tät der Endanwendung entwickelt. Täglich stattfindende „Daily SCRUMs“ sind kurze Teamtreffen, welche zur Kommunikation und zum Nachrichtenaustausch zwischen den Mitarbeitern des Projekts und der Projektleitung dienen. Nach Abschluss eines Sprints werden in der Retrospektive die Ergebnisse, die innerhalb des Sprints erarbeitet wurden, kritisch von den Projektmitarbeitern, der Projektleitung und dem Kunden analysiert. Abbildung 3 illustriert einige Grundprinzipien von SCRUM.



**Abb. 3** – Illustration des prinzipiellen Ablaufs eines SCRUM-Prozesses (Quelle: Pfeifer, D.)

### Beispielprojekt „PORS“

Im Rahmen der im Wintersemester 2009/2010 durchgeführten Software Masterclass entwickelten die teilnehmenden Studenten in Kooperation mit der ICW und dem Zentrum für Informations- und Medizintechnik der Universität Heidelberg (ZIM) den sogenannten „Provider and Organization Registry Service“ (PORS). Hierbei handelt es sich um ein Teilprojekt des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Großprojekts „Raum für Gesundheit“ der Metropolregion Rhein-Neckar GmbH. Das Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, die im Rhein-Neckar-Raum ansässigen Ärzte und Gesundheitsorganisationen besser miteinander zu vernetzen. Um eine vernetzte Kommunikation zwischen den Ärzten und den Gesundheitsorganisationen zu ermöglichen,



**Abb. 4** – Eine Bildschirmmaske des „Provider and Organization Registry Service“ (PORS) zur Eingabe von Arztdaten (Quelle: Wiesner, Schwanke)

ist eine eindeutige Identifikation der Ärzte und Gesundheitsorganisationen notwendig. Die eindeutigen Identifikationsnummern werden dazu von einer zentralen Registrierungsstelle aus vergeben. Das PORS Projekt hat die Aufgabe, die Vergabe der Identifikationsnummern zu automatisieren und den Mitarbeitern der Registrierungsstelle eine graphische Benutzeroberfläche zur Verwaltung der beteiligten Ärzte und Gesundheitsorganisationen zur Verfügung zu stellen. Eine Automatisierung sollte dahin gehend erfolgen, dass eine beliebige Anzahl von Ärzten und Organisationen mittels einer sogenannten HL7 Nachricht eine eindeutige Kennung erhalten. Die Benutzeroberfläche sollte das Hinzufügen, Ändern, Löschen und Suchen von Ärzten und Organisationen ermöglichen. Der Service wurde in Form einer plattformunabhängigen, mehrbenutzerfähigen Webanwendung realisiert. Mithilfe des eHealth Frameworks konnte ein Großteil der geforderten Funktionalität effizient umgesetzt werden. Abbildung 4 zeigt einen Teil der Benutzeroberfläche des entwickelten PORS-Systems.

### Diskussion

Die Software Masterclass basiert auf einem neuartigen Lehr- und Lernansatz, den es bisher in dieser Form im Curriculum des Studiengangs Medizinische Informatik noch nicht gab. Es wird versucht, für eine reale Problemstellung eines Auftraggebers durch eine Gruppe von Studenten des Studiengangs in Kooperation mit der InterComponentWare AG eine Lösung zu finden. In bisherigen Praktika sind Probleme und mögliche Lösungsansätze durch die Betreuer vorgezeichnet. Innerhalb der Software Masterclass müssen sowohl Studenten als auch Betreuer neue Lösungen entwickeln. Anstatt Wissen nur theoretisch zu lernen wird das Erlernte direkt zur Problemlösung angewendet. Anstatt nur auf Altbewährtes zurückzugreifen setzen sich die Studenten dabei mit neuesten Softwaretechnologien und Formen der Projektorganisation auseinander. Der Arbeits- und Lernaufwand für die Studenten, aber auch die dadurch gewonnene Erfahrung für den Beruf ist enorm. Die Studenten erhalten einen Einblick, wie Softwareentwicklung auf industriellem Niveau betrieben wird und wie man mit entsprechenden Techniken ein reales Projekt umsetzt. Entsprechend des durchweg positiven Feedbacks aller Beteiligten sind die Autoren überzeugt, dass die teilnehmenden Studenten so bestens auf die Zeit nach ihrem Studium vorbereitet werden.

### Referenzen

- GECKO: <http://www.gecko.hs-heilbronn.de>  
 HL7: <http://www.hl7.de/>  
 IHE: <http://www.ihe.net/>  
 ICW: <http://www.icw-global.com>  
 ZIM: <http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/zim/>  
 Raum für Gesundheit:  
<http://www.raum-fuer-gesundheit.net/Joomla/index.php>  
 Kooperation MI und ICW: <http://www.icw-global.com/at/de/news-events/press-releases/news-archive/einzel/archive/2008///browse/5/article/fh-heilbronn-und-icw-vereinbaren-zusammenarbeit/back/45.html>

**Jeder Erfolg hat seine Geschichte.**



**BOSCH**  
Technik fürs Leben

## Für Talente – ein exzellenter Start

„Made by Bosch“ steht für **erstklassige Qualität eines Global Players. Profitieren Sie in einem international ausgerichteten Unternehmen von vielfältigen attraktiven Karriere-chancen.** Der Geschäftsbereich „Chassissysteme“ ist seit Jahren Vorreiter für innovative Technik und Qualität. Unser Standort Abstatt bei Heilbronn ist Sitz des Bereichsvorstands und Entwicklungszentrum für alle Chassissysteme wie z. B. ABS, ASR und ESP. Um unsere ehrgeizigen Ziele in die Tat umsetzen zu können, brauchen wir begeisterte Talente, die unsere Leidenschaft für Innovationen teilen. Hochschulabsolventen/-innen der **Ingenieur-, Natur- oder Wirtschaftswissenschaften** bieten wir individuelle Einstiegsmöglichkeiten, z. B. in Entwicklung, Applikation, Technischer Verkauf, Einkauf oder Controlling. Mit der notwendigen fachlichen und sozialen Kompetenz starten Sie als Direkteinsteiger in Abstatt und übernehmen von Beginn an Verantwortung in einem Projekt oder in einer unserer Fachabteilungen. Oder wir

unterstützen Sie aktiv durch unser PreMaster Programm auf dem Weg zum Mastertitel – mit einer Kombination aus anspruchsvoller Praxis und fachspezifischem Know-how. Auch Studenten/-innen ermöglichen wir, durch Praktika, studienbegleitende Tätigkeiten oder Abschlussarbeiten die Praxis hautnah kennen zu lernen.

**Jeder Erfolg hat seinen Anfang.** Bewerben Sie sich jetzt.

Robert Bosch GmbH  
Personalabteilung  
Stefanie Harner  
Robert-Bosch-Allee 1  
74232 Abstatt  
[stefanie.harner@de.bosch.com](mailto:stefanie.harner@de.bosch.com)

[www.bosch-career.de](http://www.bosch-career.de)

**Bachelor und Master:  
Herzlich willkommen!**

**Abgestimmt!**



## **Saugrohre von MANN+HUMMEL: Unterschiedlichste Anforderungen erfordern maßgeschneiderte Lösungen – weltweit**

Durch unser Know-how und die tägliche Bereitschaft unserer Mitarbeiter zu Höchstleistungen setzen wir mit unseren Ideen und Produkten branchenweite Standards.

Aus diesem Grund bieten wir unternehmerische Freiräume für Ideen. MANN+HUMMEL fördert flexibles Denken, Entscheidungswillen, die Verantwortung für hohen Kundennutzen und die Bereitschaft zur kontinuierlichen fachlichen und persönlichen Weiterentwicklung.

**In unserem internationalen Entwicklungs- und Produktionsverbund erarbeiten wir angepasste technische Lösungen für verschiedenste Einsatzbereiche. Mit weltweit verfügbaren Fertigungsverfahren und einheitlichen Standards. So entstehen innovative Technologien – die Basis für unseren Erfolg und Vorsprung wie wir ihn verstehen und wollen: wir stehen für Spitzenqualität und absolute Zuverlässigkeit.**



[www.mann-hummel.com](http://www.mann-hummel.com)