



# ImpulsE



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences

Aus Forschung und Lehre

ImpulsE

## Aus dem Inhalt

*Dirk Gerdes*

Vorwort

Seite 1

*Tim Esemann und Horst Hellbrück*

Software Defined Radio – Flexible Plattform für Forschung und Lehre

Seite 2

*Jürgen Tchorz, Peter Sokolowski, Birger Gigla*

Nachhall in Klassenzimmern – erste Ergebnisse einer Reihenuntersuchung

Seite 10

*Felicidad Romero-Tejedor*

Das Denken im Design

Seite 13

*Michael Bischoff und Annegret Reski*

Interkulturelles Workshop-Design

Seite 18

*Désirée H. Ladwig, Friederike J. Fründt und Claudia Linde*

Fachlaufbahnen – Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen

Seite 32

*Gesche Lindemann-Heins*

2011 – das internationale Jahr der Chemie!

Seite 39

*Stephan Klein*

Workshop: Messung und Dosierung kleiner  
Volumenströme in der Medizintechnik

Seite 44

*Axel Meyer*

360Touch.it – Entwicklung und Evaluation von immersiver  
Multi-User-Interaktion für Planetarien

Seite 46

Aus den Fachbereichen:

*Georg Conradi*

Entwicklung einer Dachaufstockung aus nachwachsenden Rohstoffen  
für die zukünftig wachsende Metropolregion Hamburg, Billhafen

Seite 53

*Hans-Dieter Reusch und Steven Kessler*

Radonmessungen in Innenräumen- ein neues Verzeichnis für Lübeck

Seite 57

*Arne Pietsch*

Food Processing – das neue Studienangebot in Lübeck

Seite 59

*Torsten Teubler, Stefan Krause und Horst Hellbrück*

Wer findet das Rechencluster im neuen Studienarbeitsraum der Elektrotechnik  
und Informatik? Oder: Verborgenes Rechencluster im neuen Studienarbeitsraum  
der Elektrotechnik und Informatik?

Seite 62

Neue Bücher:

*Henning Schwarz*

Neuerscheinungen

Seite 64



## **Impressum**

### **Herausgeber:**

Präsidium der Fachhochschule Lübeck  
Mönkhofer Weg 239  
23562 Lübeck  
[www.fh-luebeck.de](http://www.fh-luebeck.de)

### **Wissenschaftliche Begleitung:**

Prof. Dipl.-Ing. Henning Schwarz  
Fachhochschule Lübeck  
Fachbereich Elektrotechnik und Informatik  
Mönkhofer Weg 136-140  
23562 Lübeck  
Tel: 0451 300-5316  
E-Mail: [schwarz.h@fh-luebeck.de](mailto:schwarz.h@fh-luebeck.de)

### **Layout & Endredaktion:**

Abt. IV - Öffentlichkeitsarbeit, StPR  
Fachhochschule Lübeck  
Tel.: 0451-300 53 05  
Fax: 0451-300 54 70  
E-Mail: [presse@fh-luebeck.de](mailto:presse@fh-luebeck.de)

### **Fotomaterial:**

AutorenInnen

### **Druck:**

Druckerei Hinzke  
Kanalstraße 62  
23552 Lübeck

### **Auflage:**

600 Exemplare  
ISSN 1618-5528

## Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die aktuelle Ausgabe von ImpulsE wird Ihnen auf den folgenden Seiten einen interessanten Einblick geben, wie Wissenschaft und Wirtschaft am Standort Lübeck „Schulterschluss“ üben.

Die Vernetzung dieser beiden Bereiche ist eine der tragenden Säulen eines wettbewerbsfähigen Standorts im nationalen wie internationalen Vergleich. Denn nur durch stetige Qualifizierung von Mitarbeitern und die Umsetzung von Innovationen können Unternehmen langfristig wettbewerbsfähig bleiben. Die Fachhochschule Lübeck hat sich als gewinnbringender Partner der Wirtschaftsförderungsgesellschaft Lübeck in diesen Handlungsfeldern erwiesen. Gemeinsam lassen sich Lösungsansätze für die Anforderungen der Zukunft gestalten.

Das eigene Engagement der Wirtschaftsförderung Lübeck GmbH durch die Zusammenarbeit in Branchenclustern zu multiplizieren, ist auch Ziel der in unserem Hause angesiedelten Branchennetzwerke foodRegio, des Branchennetzwerks der Ernährungswirtschaft in Norddeutschland, und baltfood, des Netzwerks der Ernährungswirtschaft im Ostseeraum. In beiden Netzwerken bringt sich auch die Fachhochschule Lübeck nachhaltig ein und stößt hier zudem auf internationale wissenschaftliche Partnereinrichtungen mit der gleichen Zielvorgabe, den eigenen Standort in einer gemeinsamen Initiative mit der Wirtschaft zu stärken.

Wir haben in der Ernährungswirtschaft, einer der führenden Branchen am Standort Lübeck, bereits zahlreiche regionale und internationale Kooperationen realisieren können. Die foodregio-Unternehmen agieren auf gesättigten Märkten, die von der Nachfrageseite, sprich Handel und Konsumenten, bestimmt werden. Zudem haben sie mit den Auswirkungen des demographischen Wandels zu kämpfen; so droht zukünftig ein Mangel an Nachwuchskräften in Fach- und Führungskreisen. Dieser Entwicklung gilt es bereits heute entgegenzuwirken. Der gemeinsame Ansatz mit der Fachhochschule Lübeck hat sich auch hier als sehr fruchtbar erwiesen.

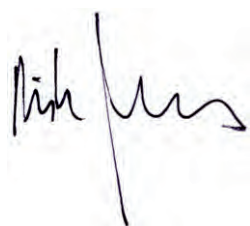
Vor diesem Hintergrund wurde zum Beispiel in Zusammenarbeit mit dem CIB der Fachhochschule Lübeck eine Studie zur „Reststoffverwertung der Abfallprodukte in der Ernährungswirtschaft“ auf den Weg gebracht sowie eine absatzorientierte Studie zum „Product Carbon Footprint“ aus Konsumentensicht. Diese Ergebnisse sind wissenschaftlich untermauerte Innovationsansätze, die die gern Unternehmen abfragen.

Der Mitarbeiterqualifizierung widmet sich ein eigens im Rahmen der baltfood academy entwickelter Online-Kurs „Healthy to go- Food Innovation“, der sich insbesondere an die Produktentwickler der Ernährungswirtschaft im gesamten Ostseeraum richtet.

Ein Leuchtturm in Sachen Kooperation stellt der neue „Bachelor of Food Processing“ dar, ein Studiengang der zum Wintersemester 2011/2012 erstmals angeboten und maßgeblich durch die Unternehmen der foodRegio mitfinanziert wird. In diesem praxisbezogenen Studium behalten die Studenten stets den Kontakt zum Unternehmen und haben so die Chance z.B. auch im Rahmen einer Bachelorarbeit ihr theoretisches Wissen durch praktische Erfahrungen im Betrieb zu untermauern. Dieses Studienangebot stellt aus unserer Sicht einen gelebten Wissenstransfer dar und ist neuartig in Deutschland.

So können wir schon heute die Weichen für morgen stellen, Potenzialträger an unserem Standort gemeinsam fördern und diese langfristig binden. Das akademische Fundament unserer Aktivitäten liefert die Fachhochschule Lübeck dazu.

Wir freuen uns auch in Zukunft über eine tatkräftige Zusammenarbeit.



Dirk Gerdes

Geschäftsführer der Wirtschaftsförderung Lübeck GmbH



## Software Defined Radio – Flexible Plattform für Forschung und Lehre

von Tim Esemann und Horst Hellbrück

### Einführung

Früher waren viele Geräte, wie z.B. Telefone elektromechanische Geräte. In den 80er Jahren haben sich diese zu elektronischen Geräten weiterentwickelt. Dieser Trend ist darauf zurückzuführen, dass elektronische Bauteile immer kleiner und damit auch günstiger wurden und somit mechanische Lösungen ersetzt haben. Der Hardware-Fortschritt war in der Vergangenheit geprägt durch steigende Leistungsfähigkeit und sinkende Kosten. Diese Entwicklung wird auch zu mindestens in der nahen Zukunft ungebremselt weitergehen. Daraus resultieren spürbare Veränderungen in allen Lebensbereichen. Für viele Alltagsgeräte wie z.B. das Telefon bedeutet dies, dass neben der Hardware auch immer mehr Software die Funktionalität eines Gerätes bestimmen. In der Bedienungsanleitung eines Fernsehers steht heute nicht selten, dass vor der Inbetriebnahme zuerst ein Software-Update durchzuführen ist. Software-basierte Lösungen erhöhen die Flexibilität der Systeme. Bei neuen Standards z.B. neuen Bildkodierungsverfahren kann über ein Software-Update diese Funktionalität in einem Fernseher „hinzugeladen“ werden. Deshalb werden Software-basierte Systeme vor allem dort eingesetzt, wo diese Flexibilität wichtig ist und mit Änderungen während der Lebenszeit eines Gerätes zu rechnen ist. Ein Beispiel eines sehr stark Software-basierten Systems ist der PC in der eine sogenannte GPU (General Purpose CPU) die Funktionalität des Systems über Software steuert. Eine Änderung und Erweiterung der Funktionalität des Systems kann dann über das Herunterladen und Installieren einer neuen Anwendung erfolgen.

Software-basierte Lösungen dringen aber auch weiter in Bereiche vor, die in der Vergangenheit zu 100% in Hardware realisiert wurden. Dazu gehört z.B. die drahtlose Übertragungstechnik. Die Realisierung des mobilen Internets führt zu steigenden Anforderungen der Bitübertragungsraten in Mobilfunksystemen, die in sehr kurzen Zeitabständen überarbeitet werden. Die Entwicklung von Funkchips kann mit diesen schnellen Änderungen nicht mehr mithalten. Auch hier werden immer häufiger Software-basierte Lösungen eingesetzt, die wir in diesem Artikel betrachten.

In unseren Forschungsprojekten befassen wir uns mit selbstorganisierender Funkübertragungstechnik [1], auch Cognitive Radio genannt. Ein Cognitive Radio nimmt seine Funkumgebung wahr und wählt entsprechend der Übertragungsbedingungen seine eigenen Übertragungsparameter. So kann auf Interferenzen durch andere konkurrierende Funkübertragungen reagiert werden. Zusätzlich kann aber auch die Störung anderer Funkübertragungen vermieden werden. Für die Umsetzung und Untersuchung unserer entwickelten Konzepte arbeiten wir mit Software Defined Radios (SDR). Diese SDRs bieten eine flexible Versuchsplattform für unsere Forschungsarbeit [2]. Sie bieten aber auch eine Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten in der Lehre.

Im nächsten Abschnitt stellen wir Software Defined Radio vor. Danach beschreiben wir die von uns ausgewählte Software und Hardware. Anhand von Anwendungen zeigen wir das Potential der gewählten Lösung und fassen die Vor- und Nachteile von Software Defined Radios zusammen.

### Software Defined Radio (SDR)

Das Wireless Innovation Forum und die IEEE Arbeitsgruppe P1900.1 definieren ein Software Defined Radio als:

„Ein Funksendeempfänger in dem einige oder alle Funktionen der Bitübertragungsschicht in Software implementiert sind.“ [3]

Das Konzept Software Radio wurde in den 80er Jahren entwickelt. Neben vielen anderen Arbeitsgruppen entwickelte und anderem eine Abteilung der E-Systems Inc. (heute Raytheon) ein Software Radio. Dieses System nahm zu dieser Zeit noch ein komplettes Labor mit einem Gesamtwert von 500.000 USD ein [4]. Der Begriff „Software Defined Radio“ wurde dann 1991 von Joseph Mitola III geprägt [5]. In den letzten Jahren wurde die Leistung und Benutzbarkeit von SDR kontinuierlich verbessert.



Die Implementierung von Funktionen der Bitübertragungsschicht in Software ermöglicht eine flexible Erweiterung eines herkömmlichen Sendeempfängers zu einem selbstorganisierenden Sendeempfänger. Bei einem solchen Sendeempfänger können Send- und Empfangsparameter dynamisch verändert werden. In Abbildung 1 ist der schematische Aufbau eines idealen SDR dargestellt.

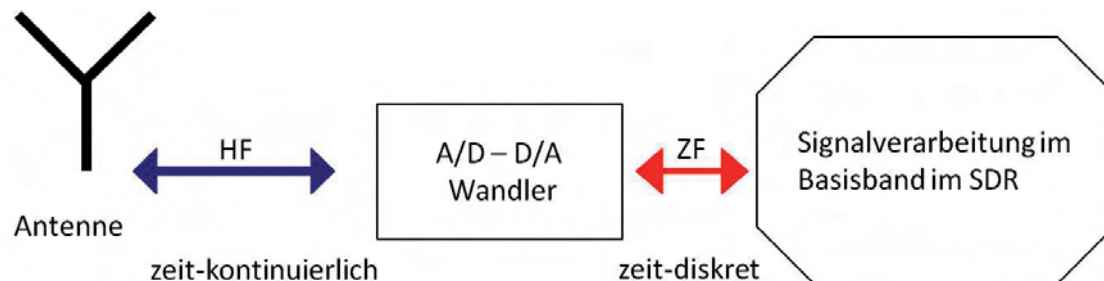


Abbildung 1: Konzept eines Software Defined Radios

In diesem Aufbau ist die gesamte Verarbeitung wie z.B. Kanalselektion durch Anwendung von digitalen Filtern nach der Digitalwandlung realisiert. Diese einfache Struktur lässt sich mit den heute verfügbaren A/D- bzw. D/A-Wandler nur für die niedrigen Übertragungsfrequenzen (LW, MW, KW und unterer Bereich UKW) umsetzen. Möchte man ein SDR für hohe Frequenzen einsetzen, schaltet man ein HF-Frontend vor. In einem solchen SDR wird dann lediglich die Frequenzumsetzung und Digitalisierung in Hardware umgesetzt. Der Rest der Signalverarbeitung im Basisband ist dann in Software realisiert. Die von uns verwendete Software nennt sich GNU Radio und wird im Folgenden genauer beschrieben.

## Software Development Toolkit GNU Radio

GNU Radio ist ein freies quelloffenes Software Development Toolkit für die Implementierung von SDR Anwendungen (<http://gnuradio.org/>). Es stellt ein Framework mit vorgefertigten standardisierten Funktionsblöcken für die echtzeitfähige Signalverarbeitung zur Verfügung. Zusätzlich ermöglicht es die Anbindung an externe HF-Hardware für die Funkübertragung. GNU Radio ist mittlerweile eine weitverbreitete Entwicklungsplattform im akademischen und kommerziellen Einsatz [6]. Die Funktionsblöcke der SDR-Anwendung werden in einem Signalflussgraphen zusammengeschaltet. Dieser Signalflussgraph wird in der Skriptsprache Python programmiert. Die laufzeitkritischen Signalverarbeitungsblöcke werden in C++ implementiert. Damit der in Python programmierte Signalflussgraph auf die C++-Blöcke zugreifen und sie steuern kann, wird das Programmierwerkzeug Simplified Wrapper and Interface Generator (SWIG) benutzt, siehe auch Abbildung 2. SWIG erzeugt dabei einen sogenannten Wrapper, der dann als Schnittstelle zwischen dem C++-Quellcode und dem Python Signalflussgraphen dient. Der Signalflussgraph kann somit Parameter an die Signalverarbeitungsblöcke übergeben und Ergebnisse können zurückgegeben werden.

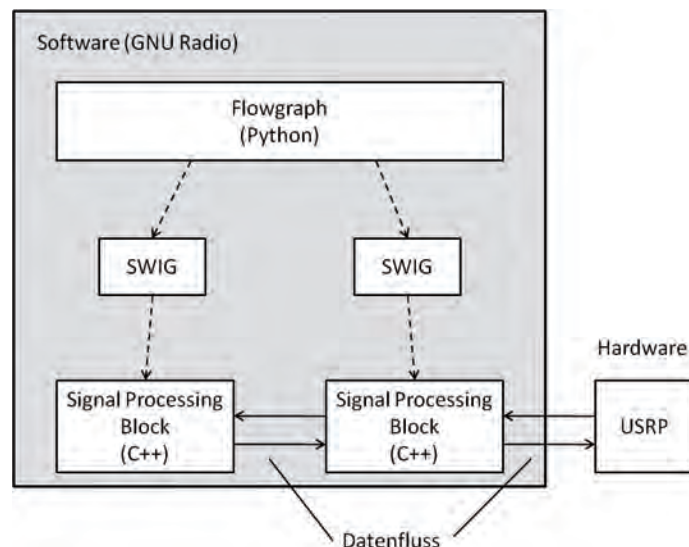


Abbildung 2: Software Architektur von GNU Radio

GNU Radio bietet eine Vielzahl bereits implementierter Signalverarbeitungsblöcke an, wie z.B. Signalquellen und -senken, Operatoren, Filter, Modulatoren usw. Diese Signalverarbeitungsblöcke kann man mit einer graphischen Benutzeroberfläche, dem GNU Radio Companion (GRC), miteinander verknüpfen. Das GNU Radio Companion greift dabei auf die bereits in C++ implementierten Blöcke zu und erstellt beim Kompilieren den in Python programmierten Signalflussgraphen. Die graphische Benutzeroberfläche ist in Abbildung 3 dargestellt.

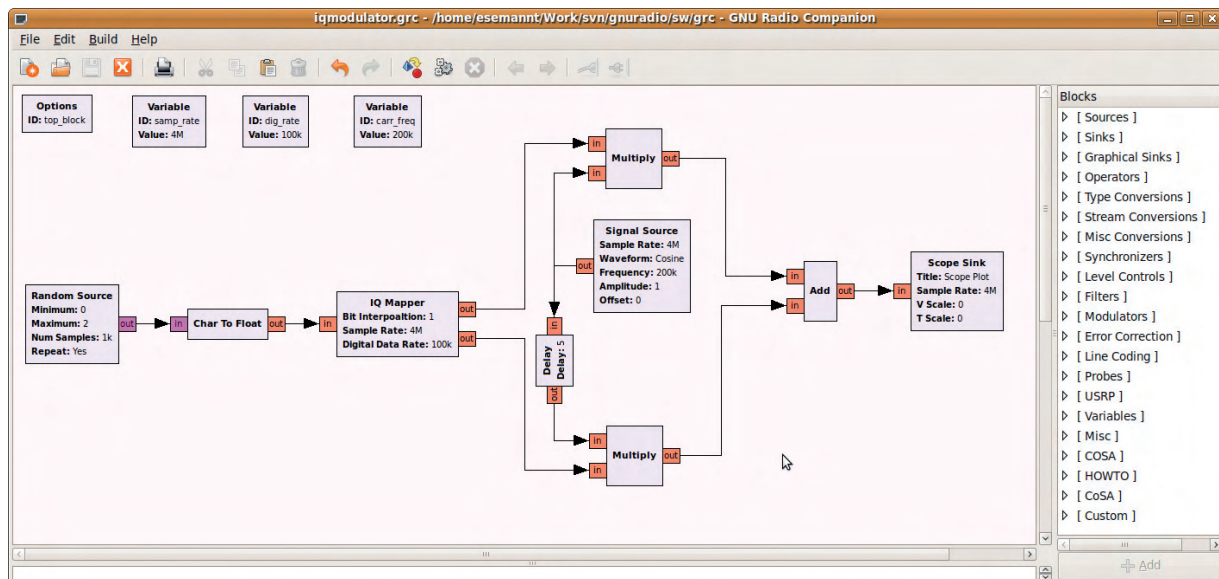


Abbildung 3: Graphische Benutzeroberfläche GNU Radio Companion (GRC)

Abbildung 3 zeigt die Implementierung eines IQ-Modulators. Ein IQ-Modulator wandelt einen binären Datenstrom in ein zeit- und wertkontinuierliches Signal um. Zusätzlich bietet GRC die Möglichkeit, an jeder Stelle des Signalflussgraphen die Signale graphisch aufzubereiten. Die Signale können im Zeitbereich, als Frequenzspektrum oder als Variablenwert ausgegeben werden. Abbildung 4 zeigt das Ausgangssignal eines IQ-Modulators für eine BPSK-Modulation im Zeitbereich als Scope Plot.

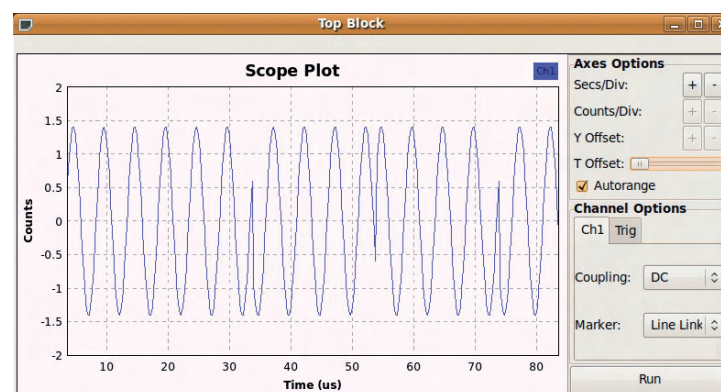


Abbildung 4: Ausgangssignal eines IQ-Modulators als Oszilloskop Plot

Neben der graphischen Aufbereitung der Signale können die Abtastwerte der Signale auch in einer Datei abgespeichert werden. Diese Daten können dann mit anderen Werkzeugen weiterverarbeitet und untersucht werden. Um das erzeugte zeit- und wertdiskrete Signal in ein reales analoges Signal umzuwandeln wird ein Digital-Analog-Wandel nachgeschaltet. Hierzu kann z.B. eine herkömmliche Soundkarte im PC verwendet werden. Da Soundkarten in der Regel nur Signale bis etwa 20 kHz bearbeiten können, ist damit keine Funkübertragung möglich. Für eine solche Funkübertragung in höheren Frequenzbereichen wird dann, wie weiter oben schon beschrieben, ein leistungsfähigeres HF-Frontend benötigt. Das von uns verwendete HF-Frontend beschreiben wir im nächsten Abschnitt.

## Hardware Plattform Universal Software Radio Peripheral

Die Firma Ettus Research LLC (<http://www.ettus.com>) hat ein für GNU Radio optimiertes HF-Frontend entwickelt. Der Aufbau eines solchen Frontends, genannt Universal Software Radio Peripheral (USRP), ist in Abbildung 5 dargestellt.

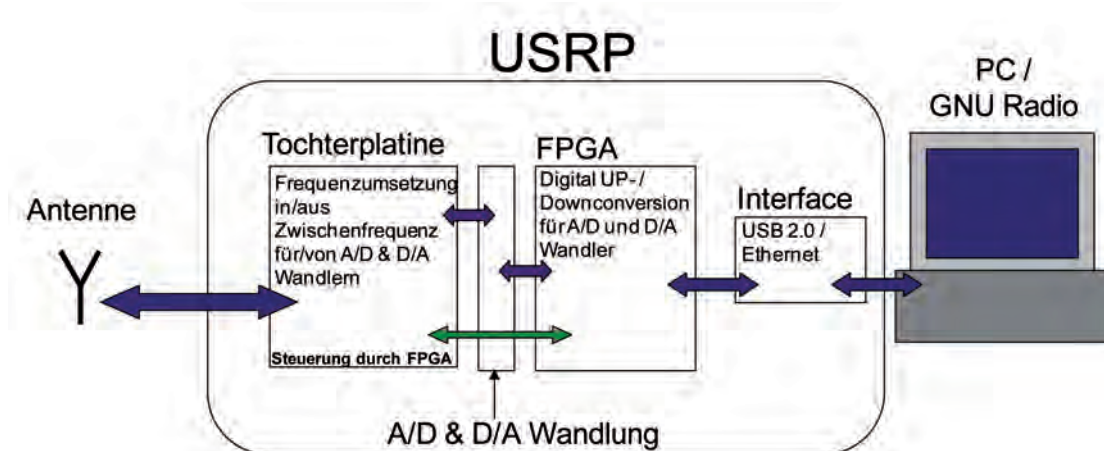


Abbildung 5: Aufbau eines Universal Software Radio Peripheral

Die Frequenzumsetzung zum Senden bzw. Empfangen geschieht über Tochterplatten. Diese Tochterplatten sind für verschiedene Frequenzbereiche (von 0Hz bis 5GHz) erhältlich. Danach folgt die A/D-Wandlung (für das Empfangen) bzw. die D/A-Wandlung (für das Senden). Ein FPGA steuert diese Vorgänge und bereitet die digitalisierten Daten für das Übertragen an den PC vor. Die Übertragung der Daten an den PC geschieht per USB oder Ethernet (je nach genutzter USRP-Version). Die Preise für ein solches HF-Frontend liegen in etwa bei 1500 Euro.

## Anwendungsbeispiele für Software Defined Radio

Durch die Realisierung der kompletten Signalverarbeitung in Software, bietet GNU Radio zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten. Eine Auswahl wollen wir im Folgenden vorstellen.

### Spektrumanalyzer mit GNU Radio

Eine einfache aber sehr hilfreiche Anwendung mit GNU Radio ist der Spektrumanalyzer. Hierzu wird das USRP mit einer Tochterplatine für den entsprechenden Frequenzbereich bestückt und an den PC angeschlossen. Über eine am Eingang des USRPs angeschlossene Antenne kann das Frequenzspektrum von Funksignalen betrachtet werden. Abbildung 6 zeigt die Messung des Frequenzspektrums für zwei IEEE 802.15.4 Übertragungen.

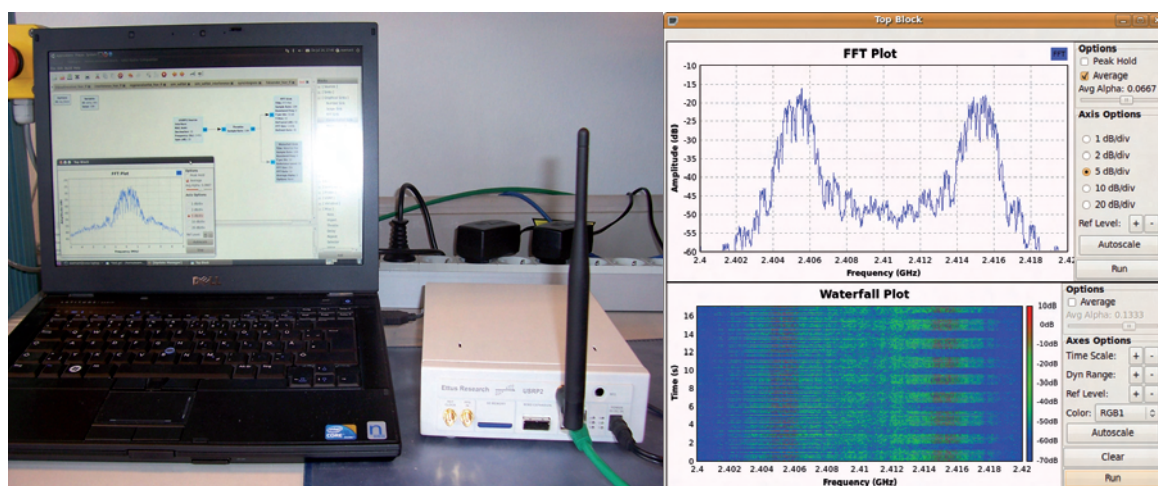


Abbildung 6: Frequenzspektrumanalyzer für das 2,4GHz ISM-Band



Im FFT Plot in Abbildung 6 rechts oben ist das Frequenzspektrum der beiden IEEE 802.15.4 Übertragungen dargestellt. Man erkennt deutlich die zwei Ausschläge für beide Übertragungen. Das Waterfall Plot zeigt den zeitlichen Verlauf der Beleuchtung des Frequenzspektrums. Die Amplitudenstärke ist farblich gekennzeichnet. In den roten Bereichen ist die Amplitude am größten.

## Übertragungsstrecke mit GNU Radio

Es lassen sich mit unserem System auch vollständige Übertragungsstrecken implementieren. Hierzu werden dann je nach Anzahl von Sendern und Empfängern mehrere USRPs und PCs benötigt. Ein Beispiel ist in Abbildung 7 dargestellt.

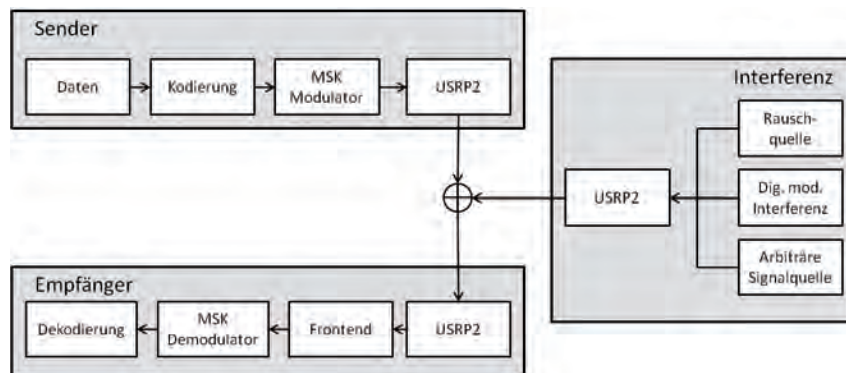


Abbildung 7: Implementierte Übertragungsstrecke zur Untersuchung der Einwirkung von Interferenzen auf eine Funkübertragung im CoSA Labor

Mit dieser Übertragungsstrecke haben wir die Einwirkung von Interferenzen durch konkurrierende Funkübertragungen auf eine Übertragung mit einer MSK-Modulation untersucht. Abbildung 8 zeigt die Vielzahl der Messmöglichkeiten.

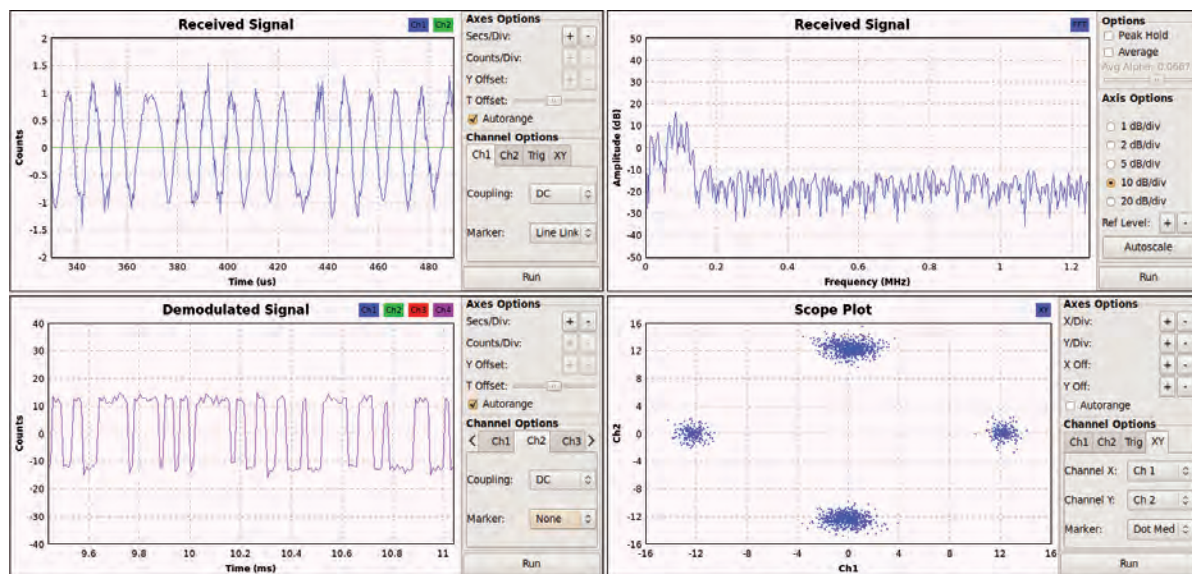


Abbildung 8: GNU Radio Vielfältige Darstellungen und Messmöglichkeiten

Das vom USRP empfangene Signal kann detailliert mit verschiedenen graphischen Senken an verschiedenen Punkten im Signalflussgraphen dargestellt werden. In Abbildung 8 oben wurde das empfangene und bereits verstärkte Signal (also nach dem Frontend) im Zeit- und Frequenzbereich dargestellt. Der untere Bereich zeigt das demodulierte digitale Signal und den Ausgang des IQ-Modulators in x/y-Darstellung.

## Weitere Anwendungen mit GNU Radio

Mit GNU Radio können komplexe Anwendungen implementiert werden. Wir haben beispielsweise einen Mehrkanal-Sniffer für IEEE 802.15.4 Übertragungen und einen IEEE 802.11b (WLAN) Sender und Empfänger aufgebaut und im Einsatz. Des Weiteren werden von GNU Radio Entwicklern eine Vielzahl weiterer Anwendungen bereitgestellt, u.a. ein FM-Radioempfänger, ein Software-GPS, ein RDS-Empfänger, ein DECT-Empfänger, ein Amateurfunk-Sendeempfänger u.v.m.

Darüber hinaus lassen sich Software Defined Radios auch gut in der Lehre einsetzen, um den Studenten die Funktion der einzelnen Signalverarbeitungsblöcke in einem Sendeempfänger zu veranschaulichen und näher zu bringen. In der Vorlesung Mobilkommunikation haben Studenten GNU Radio bereits erfolgreich eingesetzt, um das Prinzip digitaler Modulation selbst zu implementieren sowie die Einwirkungen von Störungen auf ein Funksignal zu verstehen.

## Selbstorganisierender Funksendeempfänger mit GNU Radio

Wie bereits in der Einführung erwähnt, entwickeln wir in unserem Forschungsprojekt einen selbstorganisierenden Funksendeempfänger. Ein Blockschaltbild ist in Abbildung 9 dargestellt.

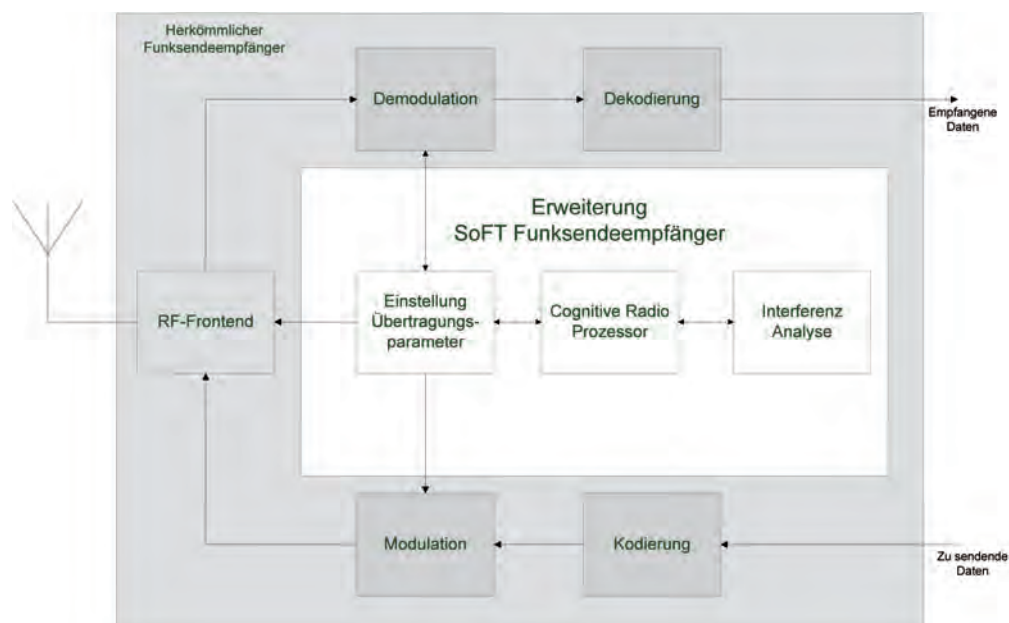


Abbildung 9: Blockschaltbild Selbstorganisierender Funksendeempfänger

Die von uns entwickelten Algorithmen und Konzepte zur Wahrnehmung der Funkumgebung implementieren wir in GNU Radio. Ein herkömmlicher Funksendeempfänger lässt sich dann flexibel um weitere Funktionsblöcke erweitern, so dass dann entsprechend der auftretenden Interferenzen und Störungen die Übertragungsparameter geändert werden können.

## Die Zukunft von SDR

Software Defined Radios werden in Zukunft auch in kommerziellen Produkten eingesetzt. Die vierte Generation von Mobilfunkstandards (4G) wird ein Zusammenschluss verschiedener Funkstandards werden (LTE-Advanced[7] und Wimax bzw. IEEE 802.16 [8]). Da die neue Generation von Mobilfunktelefonen weiterhin auch in GSM- und UMTS-Netzen nutzbar sein soll, planen die Mobilfunktelefonhersteller den Einsatz von flexiblen SDR Basisband-Prozessoren [9], um zu verhindern, dass eine Vielzahl von Funkchips für die einzelnen Funkstandards in die Telefone eingebaut werden müssen. Mit einem solchen SDR Basisband-Prozessor realisieren Software-Module die verschiedenen Technologien und Funktionen der Bitübertragungsschicht für die einzelnen Funkstandards.

Auch Funkchiphersteller für Autoradios stehen vor der Einführung von SDR-Plattformen. Hier soll ein Basisband-Prozessor für das empfangen verschiedener Radio-Standards (AM/FM, DAB und Satelliten-Radio) eingesetzt werden. [10] [11]

Die Herausforderung bei dem Einsatz von Software Defined Radios wird in der Minimierung des Stromverbrauches bestehen, da SDRs bisher eine hohe Rechenleistung benötigen. Die von uns verwendeten USRPs benötigen eine externe Stromversorgung (6V und 2A) und zusätzlich werden leistungsfähige PCs für die Ausführung der SDR-Anwendungen mit GNU Radio benötigt. Genauso wird es darauf ankommen den Stromverbrauch von SDRs in kommerziellen Produkten wie beispielsweise Mobilfunktelefonen in einem angemessenen Rahmen zu halten. Bereits heute ist die Wärmeentwicklung bei rechenintensiven Funktionen (z.B. GPS-Navigation) oder bei der intensiven Nutzung von UMTS in Mobilfunktelefonen ein Problem.

## Zusammenfassung

In diesem Artikel haben wir den allgemeinen Entwicklungstrend aufgezeigt, Hardware in Geräten durch Software-basierte Lösungen zu ersetzen. Diese Entwicklung führt auch zur Entwicklung von Software Defined Radio und Cognitive Radio und den zugehörigen Hardwareplattformen. Die hohe Flexibilität wird durch einen höheren Energieverbrauch und auch generell erhöhte Hardware-Kosten gegenüber rein Hardware-basierten Lösungen erkauft. Da die Hardwarekosten durch technologischen Fortschritt und auch die Software-Entwicklungskosten durch Wiederverwendung im Allgemeinen sehr stark sinken, ist dies eine technologisch und marktwirtschaftlich sinnvolle Lösung. SDR-Systeme werden in Zukunft vermehrt zum Einsatz kommen. Es werden dadurch flexiblere Plattformen für die verschiedensten Anwendungen zur Verfügung stehen. Diese wird zur fortschreitenden Miniaturisierung von mobilen Geräten beitragen.

## Quellen

- [1] Horst Hellbrück und Tim Esemann, Forschungsprojekt SoFT - Selbstorganisierende Funkübertragungstechnik, <http://www.cosa.fh-luebeck.de/de/projects/soft.html>
- [2] Tim Esemann und Horst Hellbrück, "Limitations of Frequency Hopping in 2.4 GHz ISM-Band for Medical Applications Due to Interference", Proceedings of Workshop Consumer eHealth Platforms, Services and Applications (CeHPSA) IEEE CCNC 2011 Conference Proceedings, Januar 2011
- [3] Wireless Innovation Forum, "What is Software Defined Radio?", [http://www.wirelessinnovation.org/page/Introduction\\_to\\_SDR](http://www.wirelessinnovation.org/page/Introduction_to_SDR)
- [4] Space Systems Technology Group, Garland Division, "New Research Lab leads to Unique Radio Receiver", E-Systems Team Magazine, May 1985, vol. 5, no. 4
- [5] Joseph Mitola III, "The Software Radio" IEEE National Telesystems Conference, 1992
- [6] Danilo Valerio, "Open Source Software-Defined Radio: A survey on GNUradio and its applications", Forschungszentrum Telekommunikation Wien – Technical Report, August 2008
- [7] 3rd Generation Partnership Project, "LTE Release 10 & beyond (LTE-Advanced)", September 2009
- [8] IEEE 802.16 Standard, "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems", Mai 2009
- [9] Fanny Mlinarsky, "Multimode wireless devices: It's the software, stupid!", EE-Times Design Article, 13. Oktober 2009
- [10] NXP Semiconductors, "NXP Announces First Multi-Standard Digital Radio Co-Processor for Car Entertainment", Pressemitteilung, 13. Dezember 2010
- [11] Harald Koch, "Software Defined Radio – the next-generation automotive radio platform", Microtune White Paper



[www.foerdergesellschaft.fh-luebeck.de](http://www.foerdergesellschaft.fh-luebeck.de)



Das Netzwerk der Fachhochschule Lübeck

[www.fhl-alumni.net](http://www.fhl-alumni.net)



## Nachhall in Klassenzimmern – erste Ergebnisse einer Reihenuntersuchung

von Jürgen Tchorz, Peter Sokolowski, Birger Gigla

Kinder verbringen in der Schule die meiste Zeit mit Zuhören – einer Schätzung zufolge rund 75% des Unterrichts [1]. Entsprechend wichtig sind die akustischen Bedingungen im Klassenraum. Wenn diese nur unzureichend erfüllt sind, verschlechtert sich nicht nur das unmittelbare Sprachverstehen. Eine schlechte Klassenraumakustik ist ein erheblicher Streßfaktor für Schüler und Lehrer, beeinträchtigt die Konzentration und kann zu Lernschwierigkeiten führen [2]. Kinder mit Hörstörungen sind besonders betroffen. Doch wie gut entsprechen typische Klassenzimmer den akustischen Anforderungen, speziell bezüglich der Nachhallzeit? Dieser Artikel stellt einige Ergebnisse einer Reihenuntersuchung zur Akustik in Klassenzimmern vor.

### Lärm und Hall

Zur Charakterisierung der Akustik in einem Klassenzimmer gehören in erster Linie der Hintergrundlärm und der Nachhall. Der Hintergrundlärm kann von außen kommen (Straßenverkehr, Baustellen, Geräusche vom Schulflur,...), oder aber im Klassenzimmer erzeugt werden (Lüftergeräusche, Stühlerücken, Nebengespräche,...). Der Hintergrundlärm in Klassenzimmern kann erheblich sein und ohne Weiteres Pegel zwischen 50-60 dB(A) erreichen [3]. Die Auswirkungen auf das Sprachverstehen liegen auf der Hand. Wenn der Signal-Rauschabstand zu schlecht wird, werden Sprachanteile maskiert und nicht oder falsch verstanden. Die American Speech-Language-Hearing Association [4] empfiehlt in Klassenräumen einen Signal-Rauschabstand von 15 dB. Das bedeutet bei einem 55 dB-Hintergrundpegel einen Sprachpegel der Lehrperson von 70 dB – am Ohr des Schülers! Dieses Kriterium gilt für normalhörende Kinder. Kinder mit Hörstörungen (dazu gehören auch minimale und einseitige Hörverluste, aber auch auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen) benötigen entsprechend bessere akustische Bedingungen, um optimal verstehen zu können.

### Technische Maßnahmen

Um einen guten Signal-Rauschabstand zu erreichen, muss bei gegebenem Hintergrundpegel die Stimme der Lehrkraft entsprechend ausreichend laut beim Schüler ankommen. Ohne dauerhafte Überanstrengung und Stimmermüdung wird dies oft nicht möglich sein. Abhilfe können Soundfield-Systeme schaffen, bei denen die Stimme der Lehrperson per Funk an Lautsprecher im Klassenraum übertragen wird. Solche Anlagen gehören in Ländern wie Großbritannien oder den USA bereits seit Jahren zum Schulalltag, und ihr Nutzen für Schüler und Lehrer ist breit belegt [5].

Um den Signal-Rauschabstand im Klassenzimmer von der anderen Seite her zu verbessern, muss der Störgeräuschpegel abgesenkt werden. Als eine wirksame technische Möglichkeit bietet sich hier die Verringerung der Nachhallzeit durch geeignete Absorber an. Eine erhöhte Schallabsorption wirkt in zweierlei Hinsicht auf den Hintergrundgeräuschpegel: erstens rein physikalisch (eine Verdopplung der Absorptionsfläche senkt den Pegel im Diffusfeld um 3 dB ab), und zweitens durch einen psychologischen Effekt: in einer akustisch „gedämpften“ Atmosphäre verhalten sich Menschen auch leiser. Durch die Verringerung der Nachhallzeit wird aber auch das Sprachverstehen ganz direkt verbessert, indem das „Verwaschen“ der zeitlichen Struktur der Sprache verringert wird. Die positiven Effekte einer geringen Nachhallzeit auf das Sprachverstehen sind hinreichend belegt. Durch eine akustische Sanierung von Klassenräumen mit einer Verkleidung der Decke und Teile der Wände mit Absorberpaneelen verbessert sich aber auch der akustische Komfort, das Verhalten der Kinder sowie die kognitive Leistungsfähigkeit [6].

### Anforderung der Norm

Die Nachhallzeit spielt also eine fundamentale Rolle in der (Klassen-)Raumakustik.

Doch wie lang soll die Nachhallzeit in einem Klassenzimmer sein? Die Norm DIN 18041 („Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“) liefert neben praktischen Hinweisen zur raumakustischen Gestaltung von Klassenzimmern auch konkrete Werte für die Nachhallzeit. Für einen Unterrichtsraum mit einem Volumen von beispielsweise 200 m<sup>3</sup> (ein typischer Klassenraum) liegt die Soll-Nachhallzeit bei 0,57 s. Um die berechnete Soll-Nachhallzeit herum liegt ein frequenzabhängiger Toleranzbereich für die Nachhallzeit (siehe auch Abb. 1).

## Reihenuntersuchung der Nachhallzeit

Die Sollwerte der Nachhallzeit in Klassenzimmern sind also klar definiert. Aber wie sieht die Realität aus? Im Rahmen des Bauphysik-Praktikums für die Studiengänge Architektur, Bauingenieurwesen und Hörakustik an der Fachhochschule Lübeck wird dieser Frage nachgegangen. In Zusammenarbeit mit dem Bereich Baumanagement der Hansestadt Lübeck entsteht seit 2009 ein „Nachhallregister“ von Schulen aus dem Stadtgebiet. Dies unterstützt das Baumanagement in ihren Planungen mit dem Ziel, die knappen finanziellen Mittel für die akustische Sanierung von Schulen möglichst effizient einzusetzen. Die Studierenden führen die Messungen in den Klassenzimmern durch und werten die Ergebnisse aus. Dabei erleben die Teilnehmer unmittelbar die Relevanz der Raumakustik in der Praxis. Ein erwünschter Nebeneffekt dieses Projektes ist, dass die Studierenden die Raumakustik nicht vergessen, wenn sie später einmal Schulen und andere Gebäude planen. Bisher wurden 69 Unterrichtsräume in 14 Grund- und weiterführenden Schulen untersucht. Die Nachhallzeiten werden von den Studierenden nach DIN EN ISO 3382-2 mit abgeschaltetem rosa Rauschen gemessen.

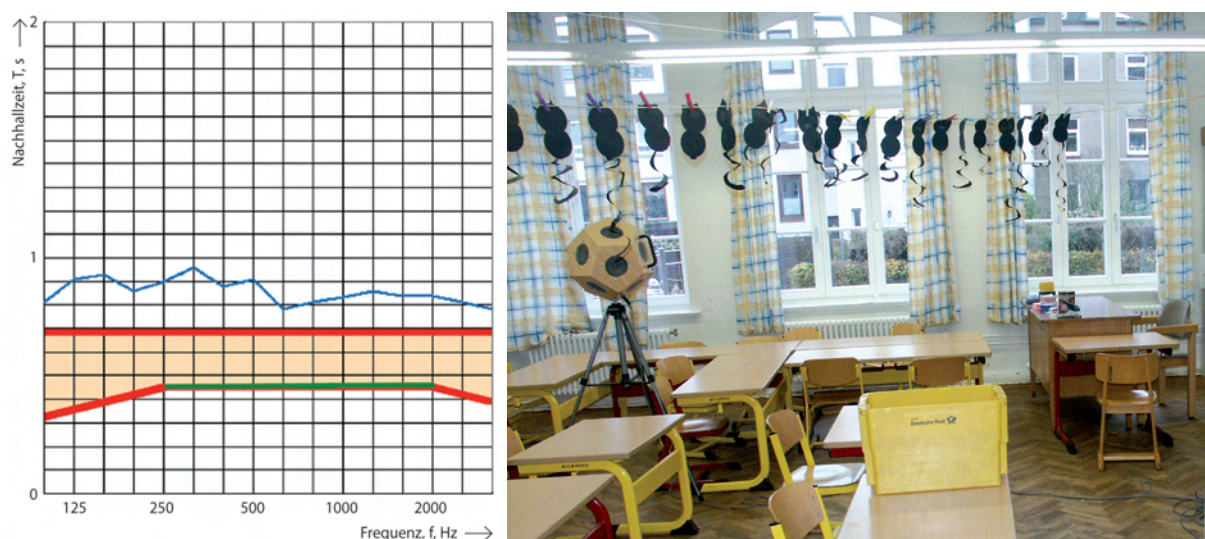


Abb. 1: Gemessene Nachhallzeit für das Grundschulklassenzimmer auf dem Foto sowie der Toleranzbereich der Nachhallzeit nach DIN 18041 für dieses Klassenzimmer. Grün: anzustrebende Nachhallzeit für hörgeschädigte Personen.

Abbildung 1 zeigt ein typisches Ergebnis einer Nachhallzeitmessung in einem Grundschulklassenzimmer. In allen Frequenzen liegt die gemessene Nachhallzeit oberhalb des von der Norm vorgegebenen Toleranzbereiches und ist weit entfernt für den empfohlenen Wert für Kinder mit Hörstörungen (grüne Linie).

Das dargestellte Beispiel ist alles andere als untypisch. In fast allen gemessenen Klassenräumen lag die gemessene Nach-

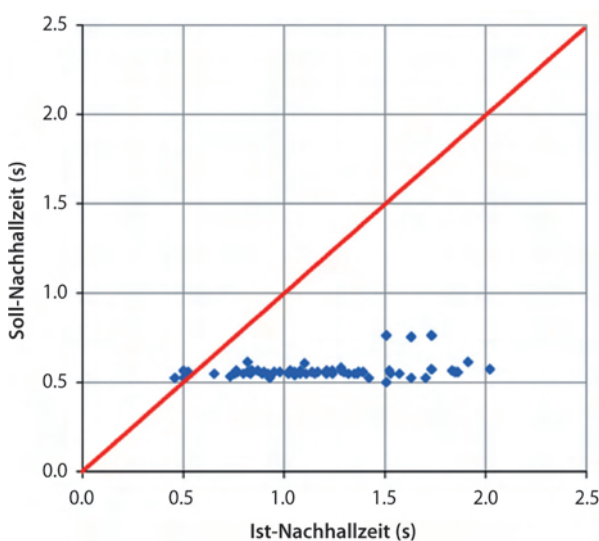


Abb. 2: Gemessene Nachhallzeiten (Mittelwert zwischen 400 und 1250 Hz) versus Soll-Nachhallzeiten für alle Klassenzimmer. Meßwerte unterhalb der roten Linie erfüllen die Norm nicht.

hallzeit in großen Teilen des Frequenzspektrums oberhalb des Toleranzbereiches. Abbildung 2 zeigt die gemessene Nachhallzeit (gemittelt zwischen 400-1250 Hz) gegenüber der Soll-Nachhallzeit für alle gemessenen Räume.

Fast alle Soll-Nachhallzeiten liegen im Bereich von ca. 0,5 bis 0,6 s. Diese Werte ergeben sich für Raumvolumina zwischen 150 und 220 m<sup>3</sup>, welche typisch sind für Klassenzimmer. Drei Soll-Nachhallzeiten liegen höher, hier handelt es sich um Zeichensäle mit größerem Volumen.

Die gemessenen Nachhallzeiten liegen teilweise deutlich über den Sollwerten. Lediglich 4 Klassenzimmer erfüllen die Anforderungen der Norm – diese Klassenzimmer sind mit Akustikdecken ausgestattet. Die überwiegende Mehrzahl der Klassenräume verfügt noch nicht über Akustikdecken. Besonders problematisch ist die Situation dabei in Altbauten mit hohen Decken.

Neben Klassenzimmern wurde ebenfalls in Fluren die Nachhallzeit gemessen. Der Mittelwert lag bei 2,6 s, der „Spitzenwert“ bei 3,7 s. Entsprechend hoch ist dort der Lärmpegel in den Pausen, in denen sich die Kinder eigentlich erholen sollten.

Für Kinder mit Hörstörungen, für die die anzustrebende Nachhallzeit noch unter der Soll-Nachhallzeit liegt, ist die Situation besonders schlecht. Besonders betroffen sind nicht nur einige wenige Kinder: Schätzungen zufolge sind 5-10 % aller Schulkinder in Deutschland von einer dauerhaften oder zeitweiligen Hörstörung betroffen [7], also etwa 1-3 Kinder in jeder Klasse.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Nachhallzeit in Klassenräumen ohne Akustikdecke die Anforderungen oft weit verfehlt. Die negativen Auswirkungen einer schlechten Klassenraumakustik auf Lehrer und Schüler (und ganz besonders solche mit Hörstörungen) sind vielfältig und hinreichend bekannt. Ebenso belegt sind die positiven Effekte von technischen Maßnahmen wie Akustikdecken oder Soundfield-Systemen. Trotzdem ist bisher nur ein kleiner Teil der Schulklassen akustisch saniert. Auch wenn den Schulträgern die Problematik sehr wohl bewusst ist (wie in Lübeck), ist der Handlungsspielraum in Zeiten leerer Kassen bei Städten und Kommunen meist sehr eng. Dabei liegen die Kosten, umgerechnet auf die Einsatzdauer, bei wenigen Euro pro Schüler im Jahr.

## Literatur

- [1] Berg, D. & Imhof, M. (1996). Zuhören lernen - Lernen durch Zuhören. In F. Sedlak (Hrsg.), Persönlichkeitsentwicklung und Gemeinschaftsförderung, S. 39-53, Wien: Manz.
- [2] A. Schick, M. Klatte, M. Meis (2000): Noise stress in classrooms. In A. Schick, M. Meis & C. Reckhardt (2000): Contributions to Psychological Acoustics: Results of the 8th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics, BIS Oldenburg, S. 533-569
- [3] F.H. Bess, J. Sinclair, D. Riggs (1984): Group amplification in schools for the hearing –impaired. Ear & Hearing (5), S. 138-144
- [4] American Speech-Language-Hearing Association. (2005). Acoustics in Educational Settings: Position Statement [Position Statement]. Einsehbar unter [www.asha.org/policy](http://www.asha.org/policy)
- [5] M. Klatte, M. Meis, C. Janott, C. Hilge, A. Schick (2002): Zum Einfluss der Sprachverständlichkeit auf kognitive Leistungen: Eine Studie mit Grundschulkindern. In: Fortschritte der Akustik, DAGA 2002
- [6] M. Meis, A. Uygün, C. Janott, C. Hemmer-Schanze, C. Hilge, J. Kahlert, A. Schick (2003): Zur Wirkung von aktiven und passiven raumakustischen Maßnahmen auf die Geräuschwahrnehmung und Lebensqualität von Schülern: Ergebnisse aus einer prospektiven Längsschnittstudie. In: Fortschritte der Akustik, DAGA 2003)
- [7] P. B. Nelson (1997): Impact of hearing loss on children in typical school environments. J. Acoust. Soc. Am., Vol. 101, No. 5, Pt. 2

## Das Denken im Design<sup>1</sup>

von Felicidad Romero-Tejedor

### Design Thinking: Mehr als ein Modewort?

Wie lange der Begriff »Design Thinking« schon in Gebrauch ist, lässt sich schwer ausmachen. Immerhin scheint er sich auf einen methodischen Designprozess beziehen zu wollen. Bereits 1991 fand ein Symposium mit dem Titel »Research in Design Thinking« an der TU Delft statt. Dies gilt vielen Beobachtern als Nullpunkt des »Design Thinking«. Das Buch *Design Thinking* des Professors für Architektur und urbanes Design an der Harvard University Peter G. Rowe erschien erstmals 1987, 1991 erlebte das Werk schon die dritte Auflage. Als ich im englischen Salford 1991 das interessante Buch Rowes erwarb, hätte ich mir nicht vorstellen können, dass sein griffiger Titel einmal eine Mode-Welle im Design auslösen könnte. Für mich blieb das Design Thinking schlicht eine Methodologie; solche ist ja spätestens seit der HfG Ulm ein wichtiges Thema für Designer.

Kürzlich erschienene Literatur über Design Thinking, wie das Buch gleichen Titels, herausgegeben von Thomas Lockwood, erklärt häufig, die ältere Literatur der 1980er und 90er Jahre (Lockwood erwähnt dabei auch Rowes Buch) unterscheide sich von dem, was heute unter Design Thinking verstanden werde. Ich persönlich würde mir aber dann bei so viel Innovation eine neue Bezeichnung wünschen, oder liegt das frühere Design Thinking doch gar nicht so weit vom heutigen entfernt, wie viele in der gegenwärtigen Euphorie glauben möchten?

Die große Anzahl von Veröffentlichungen, die jetzt zum Thema »Design Thinking« erscheinen, zeigen den Designprozess, wie er an vielen Standorten der Designausbildung gelernt wird (auch wenn man dort vielleicht lieber über Designmethodik, Designmanagement, Designmethodologie, Designprozess sprechen mag). Ein integratives Methodenmodell, nicht ein lineares Modell, möchte heute begeistern; genauso, wie das integrative ökonomische Denken zur Begeisterung für das Designmanagement beigetragen hat. Häufig liest man über »integrated design« und »integrated designmanagement«. Nach Tim Brown (*Change by Design*, 2009) sollten die Denker im Design ihre Gestaltungsprobleme mehr wie Wissenschaftler angehen – und andere Sparten sollten wie Designer denken lernen. »Designthinker« sind interdisziplinär. Auf jeden Fall rät Brown allen Problemlösern, das methodische Know How von Designern in interdisziplinären Gruppen zu nutzen. Um Komplexität innovativ bändigen zu können. Was Brown meint, stellt tatsächlich eine Grundforderung im Design dar. Wenn gleich die Forderung nicht so neu ist, wie er gern vermitteln möchte.

Während Design sich mehr und mehr anderen Disziplinen gegenüber öffnet, haben umgekehrt andere Sparten in der Tat das Designerdenken entdeckt. Diese Einsicht ist Grundlage der Werbeschrift *design THINKING. Innovation lernen – Ideenwelten öffnen* des Hasso-Plattner-Instituts in Potsdam. Plattner möchte dazu beitragen, dass Ingenieure und Absolventen anderer Disziplinen vom Design Thinking profitieren können. Bei der allerdings fast sektiererisch klingenden Darstellung des Institutsgeistes wird eines klar: in ein bis zwei Semestern kann man entsprechend motivieren, aber »Innovator« werden, das dürfte wohl doch zu hoch gegriffen sein. Das Designerdenken gewann zum ersten Mal in den sechziger Jahren ein ausgeprägtes Profil nach dem Geist der Ulmer Denker. Das bedeutet eine recht lange Tradition, die in den kurzzeitigen Ausbildungen heutigen Designerdenkens bestenfalls in Form einer anekdotischen, eher oberflächlichen, additiven Weise aufgenommen werden kann.

Holger van den Boom hat kürzlich in seiner Streitschrift *Das Designprinzip. Warum wir in der Ära des Designs leben* gezeigt, inwiefern ein allgemeines design thinking sich längst der ganzen Gesellschaft bemächtigt hat. Das aber bereitet mehr Probleme als gelöst werden, weil sich dieses Denken eher am formalisierten Abläufen orientiert, statt der menschlichen Kognition oberste Priorität einzuräumen. Die »Innovationen« dieses Designerdenkens folgen dem Designprinzip, das darin besteht, »vor dem Tun ein Machen« nach Verhaltensregeln zu erzwingen. Das allgegenwärtige Designprinzip bestimmt uns im Alltag immer mehr und lässt kaum noch Raum für die Entfaltung eines eigenen Lebensentwurfs.

Die Probleme, die ein zu kurzsichtiges »Design Thinking« in der Tat mit sich bringt, habe ich in meinem Essay *Der denkende Designer. Von der Ästhetik zur Kognition. Ein Paradigmenwechsel* erörtert. Ein wirklich denkender Designer wäre nach dem in Barcelona tätigen Designautor Yves Zimmermann etwa der Designer und Philosoph Otl Aicher – Mitgründer der HfG Ulm. Otl Aicher war ein denkender Designer, aber in dieser Eigenschaft eine »rara avis«, ein seltener Vogel, so Zimmermann. Aicher dachte nicht in Kategorien von Innovation, er dachte in Kategorien der Weltbeschreibung und der Lebensformen. Designer sollten nicht an Lampen denken, sondern an Licht – daran wäre zu erinnern, wenn man im Potsdamer Hasso-Plattner-Institut über Lampen für die dritte Welt nachdenkt. Das Designdenken sollte nach Aicher nicht über das zigtausendste Fahrradmodell brüten, sondern sich über Mobilitätsformen Gedanken machen. Er verstand Design so breit, dass er die Welt als Entwurf betrachten konnte.

## Über Design wird tatsächlich mehr nachgedacht

Eine neue Generation von Designern wächst heran, die den Geist von Ulm weiterentwickelt. Die Leute studieren – häufig schon zwei Studiengänge; sie promovieren, sie dringen tiefer vor und arbeiten interdisziplinär. Designer entwickeln eine Denkweise, wie die Gesellschaft sie an vielen Stellen benötigt. Sie fabrizieren nicht einfach innovative Ideen, sie gestalten komplexe Systeme aus der Überbrückung verschiedener Disziplinen heraus mit vielen Parametern: Genau das, was in Deutschland unter dem Titel *Die andere Intelligenz* von Bernhard von Mutius bekannt geworden ist. Es geht weniger um ein Designdenken, als mehr um ein intelligenteres Denken. Auch Soziologen wie Martina Löw (*Soziologie der Städte*, 2008) erweitern die Soziologie um Möglichkeiten der Gestaltung. Im Blick ist nicht einfach mehr »angewandte Wissenschaft«, sondern eine Öffnung der Wissenschaft hin zu kognitiven und sozialen Gestaltungskomponenten.

Eines ist sicher: Design ohne Denken ist kein Design mehr. Methodologie, Design Thinking, vielleicht sogar Designmanagement, müssen einem obersten Ziel dienen: Komplexität zu reduzieren. Da ist man sich inzwischen weitgehend einig. Aber neu? Hierzu kann man bereits einen Text finden, »Theorie der Komplexität und der technischen Zivilisation«, der in der Zeitschrift Ulm Nr. 12/13 vom März 1965 erschienen ist (siehe <http://ulmertexte.kisd.de/22.html>). Otl Aicher, Tomás Maldonado, Horst Rittel vertraten nachdrücklich diesen Gedanken (Klaus Thomas Edelman und Gerrit Terstiege, Hg., *Gestaltung denken. Grundagentexte zu Design und Architektur*). Komplexitätsreduktion ist ein Konzept, das von dem amerikanischen Sozialpsychologen Jérôme Bruner eingeführt wurde (*A Study of Thinking*, 1956). Und Niklas Luhmann entwickelte diesen Gedanken dann weiter in seiner Systemtheorie. Eine Theorie übrigens, die heute ein »Muss« an Grundkenntnissen für Designer darstellen sollte.

Das jüngere Design Thinking steht in der Gefahr, den Kontakt zur Geschichte des Designdenkens zu verlieren. Dieser Prozess hat sich in den letzten Jahren leider verstärkt, insbesondere durch den schnellen Wandel der Hochschulstrukturen. Die Curricula sind aller Orten vermeintlich effektiver geworden. Da kann es dann passieren, dass man über »neue« Wege im Designdenken spricht, wenn sie im allerbesten Fall eine Weiterentwicklung sind von alten, längst etablierten, in aller Welt bekannten Herangehensweisen. So riskiert die Designmethodik, sich zu einer oberflächlichen Modehaltung zu entwickeln, wo der Designprozess nichts weiter ist als eine flache Kombinatorik aus dem Effizienzdenken des Managements. Parolen und Slogans treten an die Stelle von Gedanken.

Die Aussage Hans Dehlingers trifft jeden Tag mehr zu: »Wissen wird im Design leider nicht angehäuft, wie das in vielen anderen Disziplinen, vor allem natürlich den wissenschaftlichen, die Regel ist. Designer fühlen sich nicht verpflichtet, auf akkumuliertes Wissen zuzugreifen und es zu zitieren. Sie zitieren nicht, sie klauen allenfalls. Und sie vergessen in jeder Generation, was die letzte Generation gemacht hat!« (Designreport Nr. 11/2006, »Rittels Erbe«, ein Interview von Henrik Hornung mit Hans Dehlinger).

Je nachdem, wie man das Denken auffasst, sind alle Designer Denker, insofern nichts ohne Nachdenken gemacht werden kann. Ohne zu denken kann man nicht die Entscheidung treffen, ob ein Rot mit 20% oder mit 12,5 % Blauanteil angemessen wäre. Solches Denken bleibt aber weit entfernt von einer argumentativen Entscheidung, wenn diese kontextlos und aufgrund eigener Geschmacks- oder Styling-Präferenzen getroffen wurde. In meinem Buch *Der denkende Designer* propagierte ich ein anderes Denken. Da steht für das Designdenken die andere Intelligenz, wie Bernhard von Mutius sie nannte, im Mittelpunkt. Nur zu behaupten, man sei ein Querdenker, einer, der gegen die Stromrichtung geht, klingt schon lange nicht mehr innovativ – eben so wenig wie Apples Slogan »Think different«. Dem bisherigen Design Thinking fehlt in der Hauptsache eine zeitliche Komponente. Interaktion bedeutet in erster Linie ein zeitliches Gewebe, dann erst ein räum-



liches. Entsprechend sind kognitive Prozesse vor allem zeitliche Prozesse. Im Anschluss an Luhmann sprach ich in meinem genannten Buch von der Temporalisierung der Komplexität. Design muss berücksichtigen, dass Komplexität zu verschiedenen Zeiten verschieden reduziert wird.

Durch diese Anforderung findet tatsächlich ein Paradigmenwechsel statt: Formen im Design sind Zeitformen, ja Lebensformen.

## Ohne Methodik läuft gar nichts

Wir müssen von einer Produktsemantik hin zu einer »produktiven Semantik«, die den zeitlichen Aspekt mit Priorität vor dem räumlichen gestaltet. Nur so kann Design für temporale Komplexitätsreduktion sorgen (Näheres siehe *Der denkende Designer*).

Die Produktsemantik ist an ästhetischen Entscheidungen orientiert: Wie soll eine Wasserflasche aussehen, um als Wasserflasche erkannt zu werden? Entscheidungen dieser Art spielen sich vor allem auf der vordergründig syntaktischen Ebene der Ästhetik ab. Produktsemantik liefert eine Orientierungsaussage, aber sie regelt nicht die weitere, kognitive Interaktion mit dem System. Die Grenzen der Produktsemantik sind historisch nachvollziehbar, da ihr Ursprung in der Designmethodologie der 70er und 80er Jahre lag. Damals erschien die Informatik noch nicht als genuine Quelle von Designproblemen. Eine »Wasserflaschen-Produktsemantik« löst natürlich nicht Fragen der Interaktion, der User-Interfaces und deren zeitliche Problematik. Zwischendurch schlug Klaus Krippendorf an der Stelle einer statischen Produktsemantik eine flexiblere »Polysemie« in der Gestaltung vor. Die ist machbar bei Systemen von nicht allzu hoher Komplexität: Polysemie in einem Flugzeug-Cockpit könnte tödlich sein. Vieldeutigkeit bei der Bedienung ist das letzte, was wir brauchen (und das erste, was wir bei den Fahrkartenautomaten der Bahn antreffen). Statt einer semantischen Aussage zum Produkt benötigen wir eine Semantik des produktiven Handelns, eine produktive Semantik für zeitliche Performance, wie ich sie nenne.

Die produktive Semantik stellt die Pragmatik an den Anfang des Designprozesses. Bei der Pragmatik zu beginnen hat einen guten Sinn: Designer können so vermeiden, dass sich nachher unvorhersehbare Probleme ergeben. Natürlich ist auch dieser Gedanke nicht neu. Er stammt vom Ulmer Horst Rittel (1930 – 1990), der beschrieb, wie nachträgliches Flickwerk die Komplexität vergrößert. Im Internetdesign sind die Probleme von falscher Pragmatik allen bekannt: Einen Link erkennt man nicht als solchen, eine informative Grafik wird als interaktiv verstanden, »Pflichtfelder« gängeln den User, andere Felder sind irreführend voreingestellt ...

Design muss sich an »Selektionsmustern« (Luhmann) orientieren, die nach jeweiligem Kontext die Beziehung zwischen den Elementen eines Systems festlegen. Selektionsmuster sind die Strukturen, die sich aus der Temporalisierung der Komplexität ergeben, um die Interaktion kognitiv zu unterstützen. Ein Automechaniker selektiert sein kognitives Bild des Automobils anders als der normale Autofahrer.

## Drei methodologische Schritte zur Entwicklung komplexitätsreduzierter Szenarien

Der Designprozess ist dafür zuständig, die Kreativität des Designers zu kanalisieren, aber nicht zu determinieren. Vor zwei Jahrzehnten arbeitete ich mit Holger van den Boom an der HBK Braunschweig zusammen bei der Entwicklung des Designprozesses in Form einer aktuellen, praxisnahen Methodologie. Es ging uns um eine Weiterentwicklung der Ulmer Methodologie für die heutige, konkret handhabbare Praxis. Im Unterschied zu anderen Bemühungen wollten wir die wirklichen Schritte angeben und vormachen, die sowohl zeitgemäß als auch erfolgversprechend sind, ohne pedantisch zu werden – was wieder nur zu unnötigen Einschränkungen der Freiheit führen würde. Resultat war das inzwischen in zweiter Auflage erschienene Lehrbuch *Design. Zur Praxis des Entwerfens. Eine Einführung* (2000-2003-2012).

Wir gingen von der klassischen Beschreibung aus: Suchen, Analysieren, Filtern, Ordnen, Denken, Gestalten, Produzieren. Aber für uns war vorrangig, den Ulmer Gedanken der Topologie eines Systems weiter zu führen und im Kontext der Handlung zu etablieren. Erste Andeutungen zur Bedeutung der Topologie finden sich in den Ulmer Texten, die auf Architektur zurückweisen. Die Funktionalisten hatten die Topologie hauptsächlich mit Blick auf die Herstellung der Produkte vorgesehen. Wir hingegen sahen die Notwendigkeit, die Topologie schon in den zeitlichen Rahmen der Handlung zu integrieren.

Wir gelangten zu drei aufeinander aufbauenden Phasen: Semantischer Raum, Topologischer Raum, Geometrischer Raum. Räume sind als multidimensionale Mannigfaltigkeiten zu verstehen. Es ist klar, dass das konzeptuelle Denken im semantischen Raum stattfindet. Hier sind Arbeitsformen nötig, die Anfangsblockaden überwinden können. Im Mittelpunkt steht szenarisches Denken: Die Handlung muss so konkret und vielfältig wie möglich durchgespielt werden – nicht nur gedanklich, sondern tatsächlich! Unterstützung findet das szenarische Denken in der Aufbereitung von Moodcharts – zufällig in die Hand genommene Bilder werden im Sinne der Aufgabe ausforschend interpretiert und nicht zur Illustration vorgefasserter Ideen verwendet, was keine Innovation erbringen würde!

Die Bezeichnung »Semantischer Raum« statt »Konzept« wird nötig, um semantische Parameter auf verschiedenen Dimensionen zu untersuchen. Brainstorming beispielsweise erzeugt vielleicht eine Vielfalt von Gesichtspunkten, die aber bloß punktuell nebeneinander stehen und nicht in ein semantisch-räumliches Ordnungsverhältnis zueinander treten. Eine Menge von isolierten Gesichtspunkten ergibt noch keinen semantischen Raum (wie er übrigens in der Linguistik entwickelt wurde). Im semantischen Raum müssen am Ende alle Elemente mit ihren Funktionen nach ihrem Stellenwert für die Handlung erscheinen.

Die Hauptphase im Prozess ist die Entwicklung des Systems im Topologischen Raum. Wir folgen in der Topologie, anders als Ulm, nicht der Funktion, sondern dem »Flow«, der Handlungsperformance. Topologie ist eine räumliche Ordnung ohne reale Metrik. Der Semantische Raum wird in den Topologischen Raum transformiert, indem den Elementen außer semantischem Stellenwert nun auch ein raumzeitliches Relationsnetz zugewiesen wird. Topologie heißt nicht, am Reißbrett zu entscheiden »wo« die Sachen hingehören. Die Topologie zu bestimmen heißt, dem Akteur eine Bühne zu bauen und die Verknüpfungen nach und nach anzupassen (mancher nennt gerade diese Phase Designforschung). Für manche Kulturen liegt »Zukunft« in Raumrichtung »vorn«, für andere in Raumrichtung »oben« oder gar »hinten«. Solche kulturell ausdifferenzierten raumzeitlich-mental Topologien sind für die Orientierung der Handlung relevant und müssen vom Design vorrangig berücksichtigt werden.

Schließlich gelangen wir zum Geometrischen Raum. Er liefert die »Metrik«, d. h. alle messbaren Festlegungen. Hier werden also die visuellen, taktilen, akustischen Einzelentscheidungen getroffen – anders gesagt, die Ästhetik. Während der Semantische Raum und der Topologische Raum noch kein »Aussehen« haben, gewinnt das Gestaltungsproblem im Geometrischen Raum konkrete Materialität. Der Geometrische Raum ist der Topologische Raum, ergänzt um diejenigen Merkmale, die eine Produktion ermöglichen.

## Ein Designlabor an der FH Lübeck

Am Designlabor der Fachhochschule Lübeck gehen wir direkt von dem Profil eines denkenden Designers aus. In der Ausbildung lernen die Studierenden des Studiengangs Informationstechnologie und Gestaltung international (»IGi«), Kontexte interdisziplinär zu analysieren. Die Kontexte kommen unmittelbar aus der Elektrotechnik, der Informatik und der Betriebswirtschaftslehre. Das sind durchweg typische Ausgangssituationen für ein Design Thinking. Das Studium beinhaltet drei Säulen, die Technik mit ihren digitalen Grundlagen von Hardware und Software, der Mensch, vertreten durch Psychologie, Ergonomie, Kommunikationstheorie und Soziologie, sowie das Design, in dem Technik und Mensch sich treffen in der Gestaltung von interaktiven Benutzeroberflächen. Gegenüber vielen anderen ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen kommt das Design bereits ab dem ersten Semester zur Geltung. Studiengänge, die zuerst in Technik und danach in Design ausbilden, bergen die Gefahr, dass kein echtes Designdenken mehr entwickelt wird – also die andere Intelligenz.

Ein Student, der etwa eine iPad-App entwickelt, muss sein Problem nicht nur technisch und visuell durch entsprechende Programmierung erarbeiten. Die zu untersuchende Lösung wird überprüft im Handlungskontext (use case), unter Berücksichtigung vielfach neuer gestischer Bewegungsmuster der iPads-User, wie sie im Gefolge der Hardware des iPads mittlerweile entstanden sind. Die Lösung wird daraufhin solange optimiert, bis die Mehrheit der Tests zufriedenstellend ist. Eines wird unseren Studierenden also nicht erlaubt: am Reißbrett zu entscheiden, was andere nutzen werden und wie andere damit umgehen müssen.

Dass Design von der Handlungspragmatik aus gedacht werden muss, setzt sich als Tendenz nach und nach wirklich durch. Das geht weit über die klassische Ergonomie hinaus. Dieses erweiterte Design Thinking ist die Grundlage der Arbeit im Designlabor der FH Lübeck. Wir wissen heute viel mehr über die Auswirkungen von Design. Und dies muss in der Methodologie reflektiert werden.

**Literatur:**

Boom, Holger van den: *Das Designprinzip. Warum wir in der Ära des Designs leben*. Kassel: kassel university press 2011

Boom, Holger van den und Felicidad Romero-Tejedor: *Design. Zur Praxis des Entwerfens. Eine Einführung*. Hildesheim: Olms 2000, 3. Auflage 2012

Brown, Tim: *Change by Design*. New York: Harper Collins 2009

Edelmann, Klaus Thomas und Gerrit Terstiege, Hg., *Gestaltung denken. Grundlagentexte zu Design und Architektur*. Basel: Birkhäuser BIRD 2010

Dehlinger, Hans, interviewed von Henrik Hornung: »Rittels Erbe«, in Designreport 11/2006

Löw, Martina, *Soziologie der Städte*. Frankfurt am Main: Suhrkamp 2008

Lockwood, Thomas, Hg. *Design Thinking: Integrating Innovation, Customer Experience, and Brand Value*. Allworth Press 2009, 3. Auflage

Plattner, Hasso, Christoph Meinel und Ulrich Weinberg, *design THINK!NG. Innovation lernen – Ideenwelten öffnen*. München: mi-Wirtschaftsbuch 2009

Romero-Tejedor, Felicidad: *Der denkende Designer. Von der Ästhetik zur Kognition. Ein Paradigmenwechsel*. Hildesheim: Olms 2007

Romero-Tejedor, Felicidad: *Was verpasst? Gespräche über Gestaltung*. Hildesheim: Olms 2011

Rowe, Peter G.: *Design Thinking*. Cambridge: MIT Press 1987

## Interkulturelles Workshop-Design

### Westliche Moderationstechniken im Rahmen wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Zusammenarbeit mit China

von Michael Bischoff und Annegret Reski

#### Einleitung

Der Begriff „Workshop“ wird im westlichen Kulturkreis synonym zum Begriff „Werkstatt“ verwendet, also ein Ort, an dem - vielfach auch gemeinsam - gearbeitet wird. Lipp/Will nennen als Grundelemente „Arbeit – in einer Gruppe – an einer Aufgabe – außerhalb der Routinearbeit“ (Lipp/Will S.13).

Damit kommen Interaktion, Aktivität und Zusammenarbeit besondere Bedeutung zu. Die Gestaltung dieser Grundelemente ist Aufgabe der Moderation und des Workshop-Designs. Kommunikation und Zusammenarbeit sind dabei so zu anzulegen, dass sie dem Erreichen der inhaltlichen Zielsetzung des Workshops möglichst effizient dienen. Auf diese Weise wird bei den Teilnehmenden vorhandenes Wissen neu gebündelt und kreativ zusammengeführt.

Erfahrungen von wissenschaftlichen Konferenzen und Kongressen in China haben gezeigt, dass hier der Begriff Workshop vielfach reduziert wird auf einen Diskussionsteil im Anschluss an eine Präsentationsreihe; wobei die Diskussion zumeist ohne Moderation und übergeordnete Themensetzung abläuft. Fragen orientieren sich an der jeweiligen Interessenlage und am Verständnis der Fragenden. Lernen und Entwicklung vollziehen sich nicht in einem kreativen und konstruktivistischen Entwicklungsprozess, sondern beschränken sich auf die eindimensionale Aufnahme der durch Experten vorgegebenen Informationen und Zusammenhänge. Diese Erfahrungen werden durch chinesische Kollegen bestätigt. Sie finden nach vielfacher Einschätzung ihre Entsprechung und eine Ursache im chinesischen Bildungssystem.

Im Herbst 2010 wurde das Labor Umweltverfahrenstechnik der Fachhochschule Lübeck im Rahmen eines von der Robert-Bosch-Stiftung (RBS) geförderten Projektes (China Applied Technology for Environment – Biogas / CATE-B) nach Hangzhou (Provinz Zhejiang) eingeladen, um im Rahmen der 4th China International Clean Energy and Environment Protection Industry Expo einen Workshop zum Thema „Biogas-Technologie in China“ zu leiten, mit der Intention, kritische Entwicklungshemmnisse zu identifizieren. Fachvorträge einschlägiger Experten sollten hier bewusst nicht im Mittelpunkt der Veranstaltung stehen, sondern lediglich Initialwirkung haben. Für die inhaltliche bzw. fachliche Lösungssuche war ein interaktiver Workshop gefragt, der seinerseits ein anspruchsvolles Workshop-Design unter spezieller Berücksichtigung kultureller Besonderheiten und sprachlicher Barrieren erforderlich machte.

Der vorliegende Artikel befasst sich mit dem kooperativen Design für einen solchen Workshop - von der Planung bis hin zu Durchführung und Auswertung der Erfahrungen.



Abb. 1: Die Ankündigung des Workshops stieß auf großes Interesse – Vortrag zur Eröffnung der Expo...





Abb. 2: ...vor erlesenen Gästen

## Hintergrund

Das Labor Umweltverfahrenstechnik der Fachhochschule Lübeck arbeitet seit Anfang 2010 im Verbund (CATE-B) mit Instituten der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg und der TU Hamburg sowie mit drei chinesischen Hochschulen (Zhejiang University (ZJU), Zhejiang University of Technology (ZJUT), East China University of Science and Technology (ECUST) an einem Projekt zur Förderung strukturschwacher Regionen in China durch die Erzeugung und Nutzung von Biogas. Ein weiterer Partner in diesem Verbund ist ein chinesischer Konferenz-Veranstalter (Fa. SINOBAL, Hangzhou), der sich mit Veranstaltungen für Umweltschutz und Nachhaltigkeit befasst.

Im März 2010 beschloss der Projektverbund für einen im Oktober 2010 stattfindende Umwelt-Kongress in Hangzhou (4th China International Clean Energy and Environment Protection Industry Fair) einen Biogas-Experten-Workshop vorzubereiten und durchzuführen. Im Kreise chinesischer Biogas-Praktiker, Unternehmer, Anlagenbauer und Wissenschaftler sollten im Rahmen des Workshops derzeitige Schwierigkeiten bei der Verbreitung der Biogas-Technologien in China analysiert und Vorschläge für Maßnahmen zur Überwindung der Probleme gefunden werden.

Mit dieser Aufgabenstellung lagen sowohl Zielgruppe als auch das Themenfeld und die Örtlichkeiten für den Workshop fest. Aufgrund mangelnder Informationen zum Interesse an einem solchen Workshop wurde zunächst flexibel mit einer Teilnehmerzahl von zwischen 20 und 90 Teilnehmern geplant. Seitens des Veranstalters konnten dafür zwei Räume mit mobiler Bestuhlung zur Verfügung gestellt werden.

Planung und Durchführung des Workshops wurden von den Autoren übernommen. Seitens der Partner-Hochschulen und der Fa. SINOBAL wurde eine permanente und intensive Unterstützung gewährleistet. Eine spezifische interkulturelle Kompetenz brachten die Autoren aus verschiedenen vorangegangenen Besuchen und Aktivitäten im Rahmen von Hochschul-Austauschprogrammen und wissenschaftlichen Kooperationsprojekten in China mit. Die Vorbereitung des Workshops stellte dennoch eine besondere Herausforderung dar. Besonders die Motivation der Veranstalter und Teilnehmenden sowie kulturelle Besonderheiten, Regeln und Gebräuche bei solchen Veranstaltungen mussten mehrfach hinterfragt und in die Planung eingearbeitet werden.





Abb. 3: Studierende von ZJU und ZJUT in der Generalprobe des Workshops

Das Workshop-Konzept wurde – wie später beschrieben -zunächst mit einer chinesischen Studierendengruppen der ZJU und der ZJUT erprobt. Mit den dabei gewonnenen Erfahrungen konnte das Konzept angepasst und geschärft werden. Außerdem wurde diese Testphase genutzt, um zwei chinesische Moderatoren (Fa. SINOBAL) auf die Durchführung der Moderation in chinesischer Sprache vorzubereiten.

Im Folgenden werden die Konzeption des Workshops sowie die Erfahrungen mit der Durchführung vorgestellt und ausgewertet.

## Workshop Design

Die Veranstaltung sollte ein moderierter Workshop nach westlichem Muster werden - also ein „*Arbeitstreffen, in dem sich Leute in Klausuratmosfera einer ausgewählten Thematik widmen*“ (Lipp/Will S. 13). Auftrag war es also, für einen Nachmittag Experten aus Hochschulen, Unternehmen, staatlichen und privaten Organisationen zusammen zu führen, um den kreativen Prozess der Problemanalyse, Entwicklung und Auseinandersetzung mit „Biogasanlagen in China“ in den Mittelpunkt zu stellen und Entwicklungshemmnisse zu identifizieren. Das beinhaltete mehrere, vor allem methodische, Herausforderungen.

Teilnehmerinnen und Teilnehmer würden auf das bereits beschriebene Messeumfeld der Umwelt-Expo mit konventionellen Vorträgen und traditionellen Formen der Wissensvermittlung eingestimmt sein und weniger auf innovative Arbeitskonzepte.



Abb. 4: Das deutsche Moderationsteam mit Geleitschutz

Es war also zu erwarten, dass Diskussionen als solche sehr kritisch beurteilt und stets in Beziehung zum eigenen Erkenntnisgewinn gesetzt werden. Damit die Workshopteilnahme Zeit auch ohne komprimierten Fachvortrag als sinnvoll angesehen werden konnte, waren die methodischen Stärken des Workshops besonders herauszustellen. Die Autoren verstehen einen gelungenen Workshop als motivierende inhaltliche Auseinandersetzung mit einem gemeinsamen Thema, die Spaß bringt und die Entwicklung neuer Ideen und Perspektiven fördert. Lernen darf so zur angenehmen Begleiterscheinung mit Langzeitwirkung werden.

Das spezifische Ziel des Workshop Designs lässt sich kurz wie folgt formulieren:

Chinesische Tagungsteilnehmerinnen und Teilnehmer mit spezifischem Vorwissen zum Thema „Biogasanlagen in China“ sollen Erfolgsfaktoren und Barrieren in der praktischen Anwendung herausarbeiten und ihre professionelle Kompetenz zusammen mit dem anwesenden deutschen Biogas-Expertenteam nutzen, um kreative Lösungsansätze zu entwickeln.

### Vorüberlegungen zur Moderation

Zu erwarten sind Praktiker, Professoren und Hochschulangehörige, Politiker, Studierende und persönlich Interessierte aller Altersgruppen, eine gemischte Teilnehmergruppe mit unterschiedlichem Vorwissen, nicht bekannten Interessen und vermutlich überwiegend ausschließlich chinesischen Sprachkenntnissen. Die gemeinsame Basis ist das Interesse oder die Erfahrung mit dem Thema „Biogas in China“. Die Moderation stellt den Raum zur Verfügung, dieses Wissen auszutauschen, Anregungen aufzunehmen und kreative Ideen für Lösungsansätze und –strategien zu entwickeln.

Die Moderation ist u. a. so zu gestalten, dass das Sprachenproblem gelöst und die unterschiedlichen Erwartungen erfasst werden. Es ist Aufgabe der Moderation, die Gruppe zu motivieren, die Aufmerksamkeit und das Engagement aufrecht zu halten und konsequent den Kommunikations- und Kreativ-Prozess zu unterstützen und zu fördern.

Dazu bedarf es fundierter Moderationserfahrung sowie eines breiten fachlichen Basiswissens und adäquater Sprachkompetenz. Die Wahl eines Moderationsduos mit westlichem und chinesischem Moderator erweist sich dabei als erfolgreiches Konzept.



Abb. 5: Unser chinesisches Moderatorenteam Jimmy und Robin

### Vorüberlegungen zur Methodik

Aktivierende Lernmethoden erleichtern den Lern- und Kreativitätsprozess. Sie wirken im Zusammenspiel mit einem Wechsel der Sozialformen anregend und motivierend. Dies sollte im geplanten Workshop insbesondere durch einen angemessenen Methodenmix erfahrbar werden.

Ein geschmeidiger Wechsel der Sozialformen und Methoden trägt zur Motivation und Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit bei.

Das begründet folgende Ablaufplanung:



### Workshop Methode Fishbowl

Diskussionen in Großgruppen stellen erfahrungsgemäß hohe Anforderungen an die Moderation. Vielredner ergreifen häufig das Wort und dominieren den Verlauf. Die Fishbowl (Aquarium) ist eine effiziente Methode zur Untergliederung von Großgruppen und gleichzeitigen Aktivierung der Teilnehmenden. Ausgewählte Gruppenmitglieder diskutieren, während andere zuhören. Durch festgelegte Wechsel werden alle in den Prozess einbezogen.

Vorgehensweise:



Abb. 6: Sitzordnung in der Fishbowl



Es werden zwei Stuhlkreise gebildet, ein kleinerer Innenkreis und ein größerer Außenkreis.

Die Teilnehmenden, die zunächst im Innenkreis Platz nehmen, diskutieren ein vorgegebenes Thema. Der Außenkreis hört zu. Bei einer offenen Fishbowl bleibt ein Platz im Innenkreis frei, so dass Mitglieder des Außenkreises sich dort hinsetzen und für einige Zeit an der Diskussion teilnehmen können. Haben sie ihre Meinung geäußert bzw. ist ihr Beitrag abgeschlossen, nehmen sie wieder ihren Platz im Außenkreis ein.



Wichtig ist eine klare Instruktion und Orientierung der Teilnehmenden. Dazu gehören eine Erläuterung der Rahmenbedingungen mit den unterschiedlichen Aufgaben sowie eine genaue Festlegung der Diskussionszeit. Teilnehmende, die mit aktivierenden Methoden nicht vertraut sind, lassen sich durch intransparente Methodenwechsel leicht verunsichern und demotivieren. Das wird durch verständliche und nachvollziehbare Strukturierung und Zieldarstellung verhindert.

Im geplanten Workshop wurde die Fishbowl zu Beginn und zum Ende eingesetzt. Am Anfang wird die Fishbowl kombiniert mit einem Brainstorming. So werden Ideen unter Einbeziehung aller Teilnehmenden entwickelt. Am Ende dient die Methode der Ergebnissicherung. Die Expertenrunde diskutiert die Ergebnisse des Workshops und gibt Hinweise und Lösungsvorschläge zur weiteren Bearbeitung. Die Teilnehmenden sind im Außenkreis, hören zu und geben Fragen in den Innenkreis.



Abb. 7: „... und so funktioniert die Fishbowl....“

### Methode World Café

Während die Fishbowl genutzt wird, um im Brainstorming wichtige Fragen zu entwickeln und zu benennen, soll anschließend der Austausch stattfinden, kreative Lösungen entwickelt und Handlungsoptionen aufgezeigt werden. Das World Café bietet einen unterstützenden Rahmen für diesen Prozess. Hier wird in einer ansprechenden Atmosphäre geredet, gemalt, entwickelt, gekritzelt, strukturiert, aufbereitet und dokumentiert.

World Cafés werden weltweit als Workshop Methode für Veranstaltungen mit 12 – 2.000 Teilnehmern eingesetzt. Es ist eine flexible Methode, um in Kleingruppen spezifische Fragestellungen zu diskutieren und verschiedene Sichtweisen zusammen zu tragen. Die Kreativität der Gesamtgruppe wird gesteigert und neue Lösungsansätze gefunden. Zugrunde liegt die Annahme, dass die dafür notwendigen Teile des erforderlichen Wissens individuell bzw. im Gruppenkollektiv bereits vorhanden sind. Es muss demnach nur in einem kreativen Prozess benannt, durch die Methodik katalysiert und im Gruppengespräch zusammengefügt werden. In dem kollektiven Prozess werden neue Lösungen, Möglichkeiten und Handlungsoptionen geschaffen, die insgesamt zu einer erweiterten Perspektive führen.

Mit den Grundregeln des Café-Gespräches wird der kollektive Prozess gestärkt. Im Mittelpunkt stehen der Austausch und die Verknüpfung einzelner Perspektiven und Vorstellungen. Auf der Basis gegenseitigen Respekts und mit der Bereitschaft zuzuhören, werden gemeinsame Muster entdeckt und weiterführende, tiefergehende Fragen entwickelt. Dieser Prozess wirkt besonders motivierend, da er in aller Regel den Beteiligten Spaß macht.

Freiwilligkeit, Interesse am Thema und Freude am Austausch stehen im Vordergrund; deshalb wird für dieses Arbeiten im World Café eine angenehme Atmosphäre – analog zu einer Kaffeehausatmosphäre – geschaffen. Die Teilnehmenden sitzen an Tischen mit je 4-5 Personen. Auf den Tischen liegen Papiertischdecken oder größere Plakate, die mit Ideen und Vorschlägen beschrieben und bemalt werden können. Malen, kritzeln, auf der Tischdecke schreiben ist ausdrücklich gewünscht, um Ideen direkt festzuhalten und den kreativen Prozess zu unterstützen.

An jedem Tisch bestimmt die teilnehmende Gruppe einen Gastgeber. Er / sie wechselt nicht den Tisch, wenn es in die nächste Runde geht, sondern empfängt die neuen Tischmitglieder und stellt ihnen die gerade schon erreichten Ergebnisse vor. Der Gastgeber spielt im Kommunikationsprozess eine wichtige Rolle: Er schafft eine positive Atmosphäre, sorgt dafür, dass am Thema gearbeitet wird, leitet die Diskussion, hält Ergebnisse fest, verabschiedet letztlich die Tischrunde und begrüßt die Teilnehmenden der neuen Runde mit einer Zusammenfassung des bis dahin Erarbeiteten.

Die neue Runde diskutiert dann aufbauend auf den bereits gefundenen Aspekten. So entwickeln sich die Ideen und Vorschläge kontinuierlich fort. Neue Potenziale der Gruppe werden erschlossen. Nach mehrmaligem Wechsel der Tische präsentieren zwei Teilnehmer die abschließenden Ergebnisse ihres aktuellen Tisches im Plenum.



### **Vorüberlegung Ergebnissicherung:**

Ohne den kreativen Prozess zu stören und Ergebnisse vorzugeben, ist sicher zu stellen, dass alle Teilnehmenden die Ergebnisse der Diskussionen später nachvollziehen und als Resultat mitnehmen können.

Das wird in mehreren Schritten gewährleistet.

Die deutschen Experten bilden den Innenkreis einer erneuten Fishbowl im Gesamtplenum. Die Workshop Teilnehmenden bilden den Außenkreis.

Im Innenkreis diskutieren zunächst die deutschen Experten auf der Basis westlichen Wissens und westlicher Einschätzung. Aufgrund der erlebten Diskussionen und Präsentationen können sie die ihnen wichtig erscheinenden Aspekte aufgreifen und Stellung beziehen. Anschließend wird die Möglichkeit eröffnet, gezieltes Expertenwissen anhand der bestehenden Fragen des äußeren Plenums (Außenkreis) einzubeziehen. Mit Hilfe von Karten werden diese Fragen gesammelt und dem Innenkreis zur Diskussion und Erörterung gereicht.

Die wichtigsten Ergebnisse des Workshops werden abschließend in etwa 10 Minuten vom Moderatorenteam zusammengefasst.

Zur Ergebnissicherung und um den Nutzen des Workshops für die Teilnehmenden nachhaltig zu gestalten, werden die protokollierten verbalen Beiträge, die Karten, Tischplakate und Präsentationen gesammelt, aufbereitet und den Teilnehmenden im Anschluss an den Workshop zugeschickt.



## Erfahrungen und Auswertung des Workshops

Der Erfolg des Workshops ist an zwei gesteckten Zielen zu messen:

- Am Erfolg des Workshop-Ablaufs in Hinblick auf die gewünschte Interaktion
- An der Qualität der inhaltlichen Ergebnisse des Workshops

### Workshop-Ablauf

Seitens der chinesischen Veranstalter bestanden unbestreitbar Vorbehalte gegenüber der vorgeschlagenen Art des interaktiven und kreativen Workshops. Die Zweifel betrafen Aspekte wie die wohl zu erwartende Offenheit, Kreativität, Diskussionsfreudigkeit und Spontaneität. Eine Bemerkung etwa lautete: „Für Wissenschaftler und Studenten mag das ja eine gute Methode sein, aber nicht für unsere Praktiker (gemeint waren hier: Anlagenbauer, Finanziers, Anlagenbetreiber).“

Umso mehr ist es dem Veranstalter zu danken, dass er sich auf das „Experiment - Workshop“ eingelassen und es nach Kräften unterstützt hat.

Selbst chinesische Hochschulkollegen waren skeptisch, obwohl einige bereits Erfahrungen mit Kreativitätsmethoden im Rahmen von Gastvorlesungen der Autoren in deren Lehrveranstaltungen gesammelt und diese auch als positiv und effizient befunden hatten. Nicht außer Acht zu lassen war hier die stetige und kulturell geprägte Furcht vor dem Gesichtsverlust – sowohl gegenüber den zahlenden Teilnehmenden des Workshops als auch gegenüber den Autoren als beobachtenden Okzidentalern. Ein Risiko, das bei der Workshop-Vorbereitung aufgrund entsprechender im Vorfeld geäußerter Bedenken zunehmend deutlicher wurde. Auch die Autoren hatten schließlich ein Gesicht zu verlieren. Auch wenn es oftmals heißt, dass Westler so etwas nicht zu befürchten haben, gibt es selbstverständlich einen Qualitäts- und Erfolgsanspruch.

Der Mangel an Chinesisch sprechenden Moderatoren mit ausreichenden Englischkenntnissen und der Offenheit für eine unbekannte Methode war ein weiteres Problem. Es musste gelöst werden, da überwiegend ausschließlich Chinesisch sprechende Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Workshop waren. Als Kandidaten konnten der Geschäftsführer des Veranstaltungsunternehmens und ein befreundeter sino-kanadischer Unternehmer gewonnen werden. Das Moderatorent raining fand im Rahmen einer Generalprobe des Workshop-Designs an der Zhejiang University mit freundlicher Unterstützung von Kollegen, Mitarbeitern und Studierenden dieser Hochschule sowie eigens angereister Studierender der Zhejiang University of Technology statt. Insgesamt nahmen etwa 30 Personen an diesem Vorlauf teil. Sie lernten neben den Grundkenntnissen der Moderation einige Kreativitätsmethoden kennen und bekamen Hinweise zur Umsetzung von Workshop-Konzepten.

Eine einfache Fragestellung („Nutzen der Biogas-Technologie“) bildete den inhaltlichen Rahmen zum Testdurchlauf des Konzeptes. Dieser Probe-Workshop konnte noch überwiegend in englischer Sprache durchgeführt werden, da alle Teilnehmenden über entsprechende Sprachkenntnisse verfügten.

Während zu Beginn die Moderation des Probe-Workshops in den Händen der Autoren lag, wurden die Aufgaben nach und nach den chinesischen Moderatoren übertragen. Im Laufe dieses Prozesses tauchten typische Moderationsfehler auf. Besonders auffällig waren dabei u. a. ein autoritärer, vorgebender Leitungsstil, die Vorwegnahme von Diskussionsbeiträgen durch die Moderatoren, die Bewertung von Diskussionsbeiträgen, geschlossene Fragestellungen, Gesprächsdominanz der Moderatoren. Die gemeinsame Prozessgestaltung machte es möglich, die Konsequenzen dieses Verhaltens aufzuzeigen und neues Verhalten zu verabreden. Die hier beobachteten offensichtlich kulturell bedingten Eigenheiten der Gesprächsführung und Rollenverteilung konnten besprochen werden und erleichterten so später das zielgerichtete Verhalten im Workshop..

Zunächst noch recht verhalten agierend, war zunehmend ein Interesse und Spaß seitens der chinesischen Moderatoren zu beobachten. Auch die Studierenden waren mit Freude und Aktivität bei dieser Form des Arbeitens beteiligt. Das Einbringen eigener Ideen und die durch die Workshop-Regeln obligate Aufmerksamkeit aller Beteiligten (auch Professoren) gegenüber studentischen Beiträgen wirkten erkennbar motivierend auf die Teilnehmenden.

Die anschließend angeregte Diskussion und Reflexion aller an dem Probe-Workshop Beteiligten über Vorgehensweise und Methoden animierte zu kreativen Vorschlägen. Der Hinweis auf die chinesische Eigenart, sich von Bildern besonders inspirieren zu lassen, führte beim Besprechen der Methode Fishbowl zu einer weiterführenden Assoziation: Ein Aquarium

bietet zwei getrennte Perspektiven: die der innen befindlichen Fische und die der außen befindlichen Betrachter. Konnte ein reales Goldfischglas mit realen Fischen Symbolkraft haben und zu besserer Veranschaulichung und Motivation beitragen? Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Probe-Workshops waren davon überzeugt und hatten offenbar Freude an dieser Inspiration.

Einen Versuch war es wert - fanden auch die Autoren - und so wurde beschlossen, für den Workshop eine echte Fishbowl zu organisieren. Zwei Tage später bestätigte sich mit diesem Experiment das Sprichwort: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte. Das Goldfischglas wirkte nicht nur als stetiger Blickfang, sondern es trug auch sichtlich dazu bei, die Aufmerksamkeit auf die Methode zu richten. Unerwartet einfach und unerwartet wirkungsvoll!

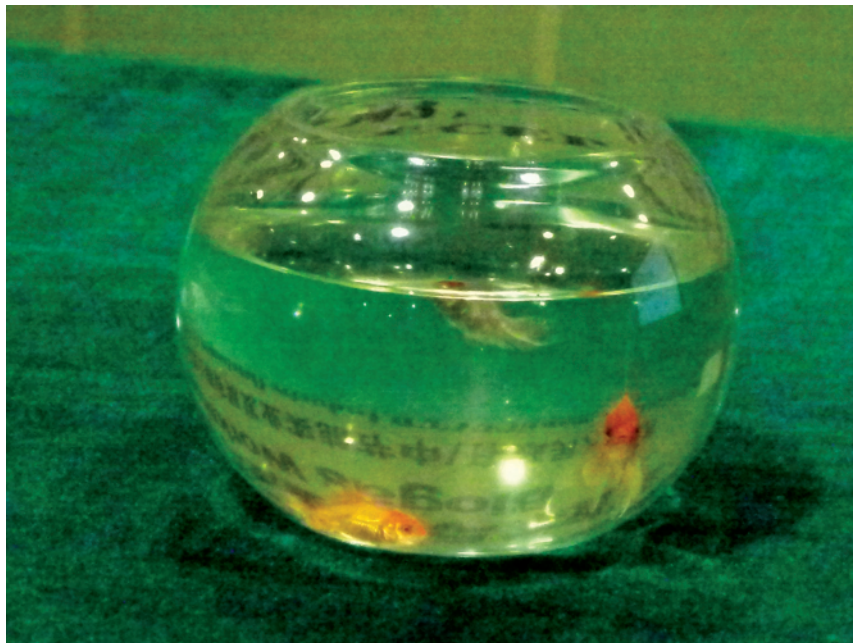


Abb. 8: Goldfische im Dienst der Sache

Wichtigste Ziele der Generalprobe waren die Feinabstimmung des Konzeptes und die Besprechung der Rollenverteilung zwischen den deutschen Moderatoren (Reski, Bischoff – Anleitung und Unterstützung) und den chinesischen Moderatoren (Liu, Robin - Ausführung). Trotz des erheblichen Zeitaufwandes ist die Durchführung einer solchen Vorweg-Veranstaltung unbedingt zu empfehlen.

Für deutsche und chinesische Moderatoren war nach diesem erfolgreichen Auftakt die Zuversicht und Sicherheit in Hinblick auf den späteren realen Experten-Workshop deutlich gewachsen. Das Konzept hatte sich als realisierbar erwiesen und wirkte wie erwartet motivierend und aktivierend. Bedenken und Skepsis unserer chinesischen Gastgeber waren damit allerdings nicht endgültig aufgehoben.

Der Experten-Workshop fand dann zwei Tage später statt. Die von der Veranstaltungsleitung zugesagten Moderationshilfsmittel konnten nicht rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden. Überhaupt konnten die Autoren während der gesamten Konferenz, innerhalb der der Workshop stattfinden sollte, beobachten, dass die Konferenz- und Expo-Organisation aus einem permanenten situativen Managen von akuten, zumeist nicht vorhergesehenen, Problemen und dem Leben mit Provisorien bestand.

Die Autoren bekamen streckenweise das Gefühl, Darsteller auf einer ständig wechselnden Theaterbühne zu sein. Die Bühnenarbeiten fanden stets und überall statt – und der Auftritt der Akteure wurde immer wieder neu inszeniert (manchmal auch nur auf intensives Nachfragen)

Im Umgang mit spontanen und provisorischen Lösungen bewiesen unsere chinesischen Partner und Helfer allerdings eine wahre Meisterschaft. Sie ließen sich in keiner Phase der Vorbereitung und Durchführung des Workshops aus der Ruhe bringen, sondern lösten mit Gelassenheit und Freundlichkeit die immer wieder auftretenden kritischen Situationen und Herausforderungen. Die Autoren lernten schnell, mit zunehmendem Vertrauen ein Stück der chinesischen Art der Workshop Vorbereitung in ihr persönliches Repertoire zu integrieren. Letztlich funktionierte auch diese Vorbereitung im Sinne der

Workshop-Planung: Papier, Scheren, Nadeln, Stifte, Beamer, Papiertischdecken, Stuhlkreis etc. - alles war zur gegebenen Zeit vorhanden. Improvisationstalent und Zuversicht waren gefragt. Und so war mit Hilfe des anwesenden Hilfspersonals die Workshop-Räume just-in-time professionell hergerichtet, als die ersten Workshop-Besucher eintrafen.



Abb. 9: Am Tag vor dem Workshop in der Messehalle I – Was machen wir hier bloß....



Abb. 10: Am Tag vor dem Workshop in der Messehalle II – Wir lernen, damit umzugehen...





Abb. 11: Am Tag des Workshops unser Messestand begleitend zum Workshop – Ging doch...

Insgesamt wuchs der Kreis der Interessierten bis auf etwa 40-50 Teilnehmer und Teilnehmerinnen, so dass wir beschlossen, den Workshop auf einen einzigen großen Raum zu begrenzen. Nach einem kurzen Initialvortrag zum Thema „Geschäftsmodelle für Biogas-Anlagen“ entschieden sich die Teilnehmenden dafür, nach Lösungen zu suchen, wie die Verbreitung von Biogas-Anlagen durch sinnvolle Business-Modelle gefördert werden kann.

Im Anschluss an diese thematische Eingrenzung wurden alle Teilnehmer mit dem Ablauf des Workshops vertraut gemacht.

Der anschließende Ablauf mit den Workshop- Abschnitten – Fishbowl mit Brain-Storming („Welche Hemmnisse behindern die Verbreitung der Biogas-Technologie in China“?), World Café („Welche Lösungen kann es zum Überwinden der Hemmnisse geben“?), Experten-Fishbowl („welche Probleme bestehen aus Sicht deutscher Unternehmen bei der Biogas-Verbreitung in China“?) – wurden wie geplant und bereits zuvor beschrieben durchgeführt.

Dabei konnte festgestellt werden, dass sich nach einer kurzen Aufwärmphase das Interesse und das Engagement aller Teilnehmenden vergleichbar zu westlichen Workshops entwickelte. Ob Ingenieure oder erfahrene Wissenschaftler, Praktiker aus der Wirtschaft oder Studierende, männliche oder weibliche Workshop Teilnehmer, jüngere und ältere Menschen – alle beteiligten sich rege an den Diskussionen und nutzten die angebotenen Methoden. Die Zusammenarbeit zwischen den chinesischen und deutschen Moderatoren lief so reibungslos, dass der Verlauf der Diskussion zunehmend von den chinesischen Moderatoren übernommen wurde. Die Diskussionsbeiträge und schriftlichen Ergebnisse wurden parallel von den Moderatoren und einigen Studierenden protokolliert und ins Englische übersetzt. Die Autoren konnten so bedarfsweise und verzögerungsfrei in den Verlauf des Workshops eingreifen und ihn flexibel mit gestalten.

### Auswertung des Ablaufs

Insgesamt entsprach der Workshop den Erwartungen der Autoren in vollem Umfang. Viele Teilnehmende äußerten sich im Anschluss positiv. Es gab auch einige sehr konstruktive Verbesserungsvorschläge. Insbesondere hätten sich die Teilnehmenden für die abschließende Experten-Fishbowl mehr Zeit gewünscht. Die Möglichkeit, westliche und chinesische Experten in der eigenen Runde und unmittelbar im Dialog zu erleben, die Ergebnisse sofort mit anderen Teilnehmenden im Fishbowl zu diskutieren und daraus weitergehende Fragen abzuleiten, stieß auf großes Interesse. Im Gegenzug ließen die so entwickelten Fragen wiederum Schlüsse auf den wirklichen Informationsbedarf zu, der sich sonst auch bei Fragen aus einem Podium häufig hinter höflicher Zurückhaltung verbirgt.





Abb. 12: Brainstorming in Action

Das gemeinsame Arbeiten der Teilnehmenden, die Zurückhaltung der westlichen Moderatoren hinter den chinesischen Moderatoren sowie auch die Möglichkeit, alle Diskussionen in chinesischer Sprache durchzuführen förderten den gesamten Diskussions- und Interaktions-Prozess. Und dabei kamen überraschende Aspekte und auch sehr kritische Beiträge zu Tage.

Eine signifikante Erfahrung bestätigte sich durch die Rückmeldung der Teilnehmenden: Diese Form des Workshops gibt allen Beteiligten die Möglichkeit, Informationen auszutauschen, die in Vorträgen und Vortragsdiskussionen in der Regel nicht zur Sprache kommen. Dabei wird auch ein Wissen über Defizite, Erfordernisse und Probleme offenbar, das sonst aufgrund der chinesischen Zurückhaltung, Höflichkeit oder Furcht vor Gesichtverlust nicht zutage tritt.

Die Planung zukünftiger Workshops erfordert ein größeres Augenmerk auf das Zeitmanagement. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Erfahrungen sind es oft Details wie z. B. die sprachlichen Mehrdeutigkeiten, die unkalkulierbare Elemente im Ablauf darstellen. Auch die Ergebnissicherung stellt eine Herausforderung beim Workshop-Design dar. Hier war zu beobachten, dass individuelle Rücksichtnahmen zu einer Fokussierung oder - mehr oder weniger bewusst - zu einer einseitigen Selektion führen können. So wurden von einigen Protokollanten besonders kritische Aspekte der Diskussion ausgeblendet. Eine doppelte oder mehrfache Ergebnissicherung ist deshalb prinzipiell empfehlenswert.

Dem Workshop-Design haben diese Eindrücke neue Perspektiven für den Einsatz von Kreativitätsmethoden in China eröffnet. Insbesondere haben sich mit dieser Erfahrung konkrete Ansätze und Hinweise auf dem Weg zu einer spezifischen differenzierten und kulturell abgestimmten Übertragung von Workshop Methoden und -Werkzeugen herauskristallisiert.



Abb. 13: Abschließende Experten-Fishbowl

## Inhaltliche Ergebnisse

Auf die inhaltlichen Ergebnisse soll im Rahmen dieses Artikels nicht im Detail eingegangen werden, da das eine vertiefte Darstellung der Situation der Biogas-Technologie in China erfordern würde. Ganz offensichtlich jedoch wurde, dass die Technik selbst vielfach nicht das Problem bei der Verbreitung der Biogas-Erzeugung darstellt; hierfür stehen - auch und insbesondere - aus Deutschland vielfältige Lösungen und Services zur Verfügung.

Vielmehr sind es mangelhafte oder falsche Anreize der Politik sowie intransparente Strukturen, die Wirtschaftlichkeitsrechnungen sehr erschweren oder mit untragbaren Unsicherheiten belasten. Die bisherige Förderpolitik bezuschusst den Bau von Anlagen, jedoch nicht die entstehenden Produkte Biogas oder Wärme und Elektrizität.

Das wiederum mindert die Motivation von Anlagenbesitzern, diese entsprechend zu warten und technisch kontinuierlich in Bezug auf die Produktgewinnung zu optimieren. Damit lässt vielfach das Interesse der Betreiber an ihren Anlagen bei den ersten Problemen schnell nach. Anlagen stehen dann still und - viel gravierender – produzieren als Speicher für den Bauabfall u. U. weiterhin Biogas (), das nicht wirtschaftlich genutzt und stattdessen in die Atmosphäre freigesetzt wird.

Mangelhafte Qualifikation für den Betrieb und die Wartung von Anlagen wurde als weiterer Aspekt angeführt. In China gibt es wenige technisch-handwerkliche Lehrausbildungen, die mit den Qualifizierungsangeboten in Deutschland zu vergleichen wären.

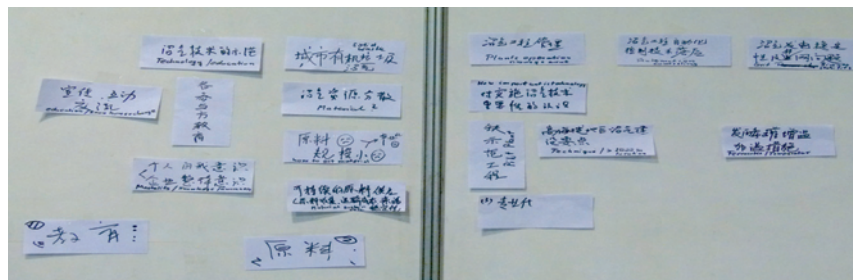


Abb. 14: Ausschnitt aus den Gruppenarbeiten

Verschiedene weitere Aspekte wurden von den chinesischen und deutschen Experten angeführt. Allerdings wurde auch deutlich, dass die Diskussion um Lösungsansätze weiter geführt werden muss. Der Workshop hat die Kreativität freigesetzt, sich über Probleme, Ursachen, Wirkungen und Gegenmaßnahmen offen auszutauschen. Der nächste Schritt muss es sein, diese Diskussionen in spezifischere Expertenrunden unter Beteiligung von weiteren Anspruchsgruppen – wie z. B. Behördenvertreter oder Ministerien - hineinzutragen.

Auch hier kann der Ansatz von Kreativitäts-Workshops einen wichtigen Beitrag leisten und wirkungsvoll zum Auffinden sinnvoller und umsetzbarer Lösungen führen.

### Hat sich das Workshop-Design in diesem Zusammenhang bewährt?

Der beschriebene Workshop war eine außergewöhnliche Veranstaltung. Eine chinesische Teilnehmerin und Kollegin aus Chengdu nannte sie eine „kleine Revolution für chinesische Verhältnisse“.



Abb. 15: Gemeinsame Runde

Teilnehmerinnen und Teilnehmer bestätigten mehrfach, dass sie diese Art des miteinander Lernens und Entwickelns sehr geschätzt haben. Spaß und Freude bei der gemeinsamen Erarbeitung waren offenbar gegeben. Das gilt auch für die Motivation zur aktiven Beteiligung. Workshop Design, aktives kooperatives Arbeiten und effizienter Wissenstransfer wurden aufgenommen und umgesetzt. Sowohl die Fishbowl-Runden als auch das World Café besitzen neben der Anschaulichkeit der Methode auch den Vorteil, einen einprägsamen Namen zu haben. „Wann machen wir wieder eine Fishbowl?“ war in späteren Arbeitsrunden in China eine immer wiederkehrende Frage. Fishbowl als Erarbeitungsrunde ist ein konkreter Begriff geworden. Nicht zuletzt vielleicht auch wegen der mitgebrachten Goldfische. Schweigsam drehten sie während der lebhaften Diskussionen Runde für Runde in ihrer Fishbowl.

Im November 2011 ist übrigens der nächste Workshop dieser Art in Chengdu geplant – zu dem wir natürlich alle Interessierten gern einladen.

### Literatur:

Lipp, Will: Das große Workshop Buch, Weinheim/Basel 2001, 5. Erweiterte Auflage

Macke, Hanke, Viehmann: Hochschuldidaktik – Lehren vortragen, prüfen

Weinheim/Basel 2008

Brown/Isaacs: The World Café. Shaping Our Futures Through Conversations That Matter, McGraw-Hill Professional 2005





## „Fachlaufbahnen – Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen“ Ein Forschungsprojekt der Fachhochschule Lübeck im Verbund mit der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg

von Désirée H. Ladwig, Friederike J. Fründt und Claudia Linde

Unter dem Titel „Fachlaufbahnen – Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen“ startete Anfang 2011 ein gemeinsames Forschungsvorhaben der Fachhochschule Lübeck und der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg. Das Forschungsvorhaben wird bis Ende 2013 aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und aus dem Europäischen Sozialfonds der Europäischen Union gefördert.

Das Forschungsteam der Fachhochschule Lübeck wird von Frau Prof. Dr. Désirée H. Ladwig geleitet und setzt sich zudem aus den Wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen Friederike Fründt, M.A., und Claudia Linde, M.A., zusammen.

Das Ziel des Verbundvorhabens ist die (Weiter-) Entwicklung und Einführung von Fachlaufbahnen in Unternehmen, um damit insbesondere hochqualifizierten und karriereorientierten Frauen und Männern vor dem Hintergrund des Wissensmanagements und Employer Branding attraktive alternative Laufbahnentwicklungen zu bieten. Zudem soll untersucht werden, ob und inwieweit durch Fachlaufbahnen eine verbesserte Durchsetzung von Chancengleichheit für Frauen in Unternehmen erreicht werden kann. Eine besondere Betrachtung finden dabei BWL- und MINT-Berufsfelder.

### Kurzbeschreibung „Fachlaufbahn“

Die Fachlaufbahn ist ein neben der traditionellen Führungshierarchie (Führungslaufbahn / Managementlaufbahn) existierendes Positionsgefüge. Sie sieht Rangstufen – parallel zu verschiedenen Leitungsebenen der Managementlaufbahn – mit spezifischen Anforderungen, Bezeichnungen und Vergütungen vor.

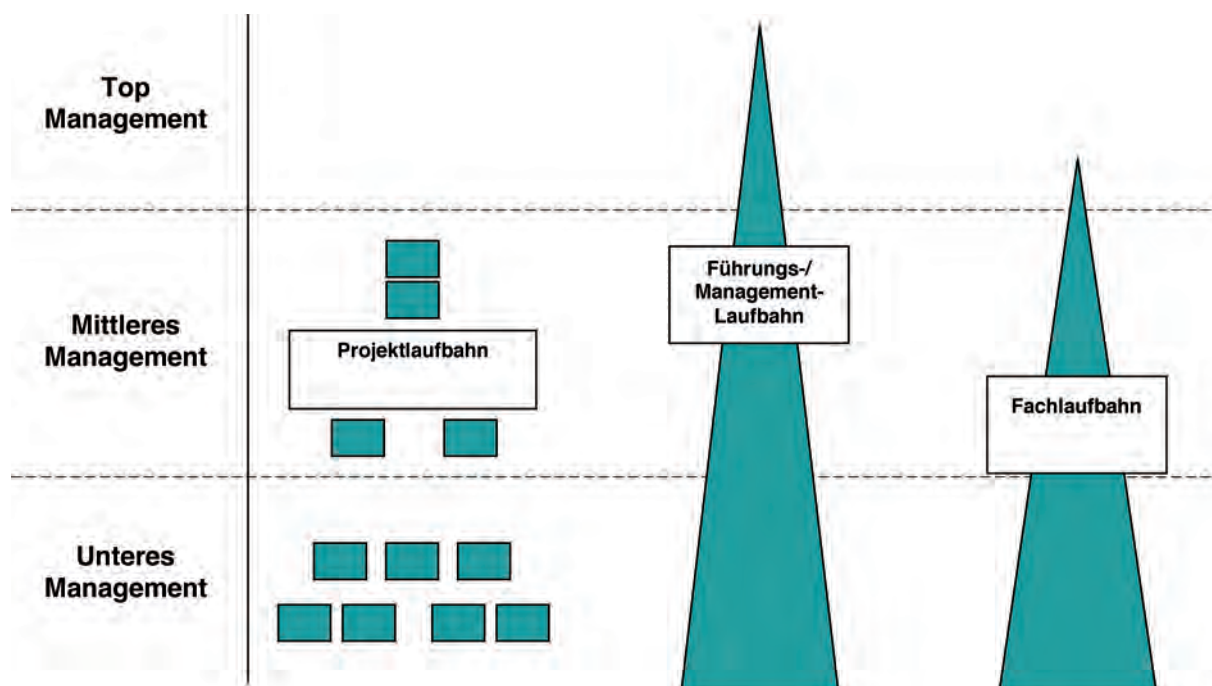


Abb. 1: Laufbahnkonzepte Projektlaufbahn, Führungs-/Managementlaufbahn und Fachlaufbahn im Vergleich.

Quelle: In Anlehnung an: Michel E. Domsch / Désirée H. Ladwig (Hrsg.) (2011): Fachlaufbahnen. Alternative Karrierewege für Spezialisten schaffen. Köln: Luchterhand, S. 17.

Charakteristisch für Positionen in der Fachlaufbahn sind ein hoher Anteil von reinen Fachaufgaben und keine bzw. nur geringfügige Personalführungsaufgaben.

Das oberste Ziel einer Fachlaufbahn ist für die Unternehmen der Aufbau, die Erhaltung, die Förderung und die Belohnung besonderer fachlicher Leistungen, um ein erfolgreiches Wissensmanagement realisieren zu können. Dadurch die Arbeitgeberattraktivität zu steigern, ist ein weiteres wesentliches Ziel.



Eine Fachlaufbahn soll für Expertinnen und Experten ein transparentes System von zusätzlichen Aufstiegsmöglichkeiten schaffen, wobei der Aufstieg in dieser Hierarchie primär auf nachgewiesener fachlicher Kompetenz beruht.

Durch die Zunahme von Netzwerkorganisationsformen außerhalb wie innerhalb von Unternehmen entwickelt sich zudem das Verständnis von Führung und Führungsposition zu neuen Wertigkeiten und Ausprägungsformen.<sup>1</sup>

Für die parallele Existenz der Führungs- und Fachlaufbahn sprechen u.a. folgende Aspekte: bei der Besetzung einer Position in der Führungslaufbahn sind Führungs-, organisatorische und persönliche Kompetenzen von Bedeutung und sollten für die Auswahl der geeigneten Führungskraft herangezogen werden. Fachliche Kompetenzen sollten dahingegen im Hintergrund bleiben, da nicht jede Fachexpertin/ jeder Fachexperte eine kompetente Führungskraft ist. Zudem kann es zu dem Verlust einer Fachexpertin/ eines Fachexperten bzw. einer Spezialistin/ eines Spezialisten im Unternehmen führen bei der Beförderung zur Führungskraft.<sup>2</sup>

Daraus ergeben sich neue interessante Herausforderungen für die Entwicklung innerbetrieblicher Laufbahnkonzepte.<sup>3</sup>

### Forschungsrelevanz der Thematik Fachlaufbahn

Die Globalisierung, der dadurch entstehende Wettbewerbsdruck, der demographische Wandel und der Übergang von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft führen dazu, dass mehr Wissen, höhere Qualifikationen und eine Vielzahl von Nachwuchsfachkräften benötigt werden.<sup>4</sup> Aufgrund dieser Entwicklungen wird das Wissen immer stärker als Produktionsfaktor<sup>5</sup> bzw. wesentlicher Vermögensgegenstand (asset) eines Unternehmens angesehen. Als größte Wissensressource gelten in diesem Zusammenhang die Fachkräfte im Unternehmen.<sup>6</sup> Diese Fachkräfte gilt es zu rekrutieren und an das Unternehmen zu binden, um Wissen im Unternehmen aufzubauen, weiterzuentwickeln und zu bewahren.<sup>7</sup> Der Bedarf an Fachkräften wird in den nächsten Jahren weiter ansteigen,<sup>8</sup> das Angebot aber aufgrund des demographischen Wandels erheblich zurückgehen.<sup>9</sup>

Insbesondere durch den Wettbewerbsdruck müssen die Unternehmen ihre Ressourcen und Kompetenzen erhalten und weiter ausbauen.<sup>10</sup> Dieser Wandel erfordert somit, sich von den Konkurrenten abzuheben und abzugrenzen.<sup>11</sup>

Dem steigenden Fachkräftebedarf gegenüber steht der in Deutschland seit Jahren bestehende Fachkräftemangel in vielen Branchen. Der Fachkräftemangel kann definiert werden als „eine Situation, in der der Bedarf nach Arbeitskräften mit gehobenem Qualifikationsniveau – in einer bestimmten Branche oder gar branchenübergreifend – mangels eines entsprechenden Angebots nicht gedeckt werden kann.“<sup>12</sup> Gründe für den Fachkräftemangel sind u.a. nach Richter und Weiß (2009) die abnehmende Erwerbsquote und auch das Abwandern der Fachkräfte in andere Länder.<sup>13 14</sup>

In den Unternehmen selbst haben sich in der Vergangenheit die Hierarchien verschlankt, um flexibel und schnell auf Marktveränderungen agieren zu können. Dieser Vorteil für die Unternehmen führt auf der anderen Seite zu einer Umgestaltung der Karrieremöglichkeiten für die Mitarbeiter. Der Abbau der Hierarchieebenen bedeutet auch eine zahlenmäßige Verringerung der Karrierestufen.<sup>15</sup>

Aber nicht nur gesellschaftlich und in den Unternehmen haben sich die Strukturen verändert, sondern auch die Lebensstile sind einem Wandel unterzogen. Nach Frensch (2006) sind die bedeutendsten Trends die Individualisierung mit dem zunehmenden Anspruch auf Selbstbestimmung als wichtiges Merkmal zu nennen sowie der Wandel der Familienformen, die zunehmende Erwerbsbeteiligung der Frauen und der Wandel und die Differenzierung der Einstellung zur Erwerbsarbeit.<sup>16</sup>

1 (Domsch & Ladwig, 2011, S. 15 ff.)

2 (Albs, 2005, S. 92)

3 (Domsch & Ladwig, 2011, S. 15 ff.)

4 (Pfeiffer & Kaiser, 2009, S. 16 ff.)

5 (North, 2011, S. 1)

6 (Ebd. S. 138)

7 (Alwert, Heisig & Mertins, 2005, S. 7)

8 (Richter & Weiß, 2009, S. 69)

9 (Krone, 2010, S. 27)

10 (Lehner, 2009, S. 2)

11 (Richter & Weiß, 2009, S. 69)

12 (Ebd. S. 64)

13 (Ebd. S. 69)

14 Bei einem solchen Mangel muss jedoch unterschieden werden, inwieweit er kurzfristig u.a. aufgrund von konjunkturellen Schwankungen oder aber langfristig durch Trends und Entwicklungen bedingt ist bzw. besteht (Richter & Weiß, 2009, S. 64).

15 (Domsch, 2009, S. 413, 418 ff.), (Albs, 2005, S. 92 f.)

16 (Frensch, 2006, S. 112)

Diese Trends müssen von den Unternehmen bei der Rekrutierung und Bindung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beachtet und einbezogen werden.<sup>17</sup>

Gerade durch den Fachkräftemangel, insbesondere bei jüngeren qualifizierten Fachkräften, müssen die Unternehmen Strategien zur Rekrutierung und zur Mitarbeiterbindung entwickeln, um als attraktiver Arbeitgeber im Wettbewerb um die besten Fachkräfte standhalten zu können. Bedeutender werden in diesem Zusammenhang das Angebot von Work-Life-Balance, flexiblen und innovativen Arbeitszeitmodellen, Kompetenzentwicklung und die Gestaltungsmöglichkeiten der Laufbahnen im Unternehmen.<sup>18</sup> Diese können auch auf die veränderten Lebensstile zurückzuführen sein.

Wie die Gesellschaft und die Lebensstile der Menschen einem Wandel unterzogen sind, verändert sich ebenfalls das Bewusstsein zur Karriere. Zwar besteht auch heute noch das Verständnis, dass Karriere insbesondere gleichbedeutend ist mit der Anzahl der geführten Mitarbeiterinnen/ Mitarbeiter und den vorhandenen sowie erklommenen Hierarchieebenen. Jedoch verändert sich dieses Verständnis zunehmend, wonach Verantwortung eine höhere Rolle im Zusammenhang mit Karriere spielt. Dies kann sowohl Verantwortung für ein Projekt, ein Budget, einen Schlüsselkunden, ein Produkt und/oder eine Organisation bzw. ein Prozess sein.<sup>19</sup>

Hier bietet die Etablierung der Fachlaufbahn als Laufbahnalternative eine gute Möglichkeit, diesem neuen Verständnis von Karriere gerecht zu werden.

Auch kann die Fachlaufbahn der Verringerung der Karrierestufen durch die Abflachung der Hierarchieebenen entgegenwirken, indem durch die Laufbahnalternative zusätzliche Aufstiegsmöglichkeiten für Fachexpertinnen/ Fachexperten geschaffen werden.<sup>20</sup> Dadurch entsteht ein Anreizsystem, das es Unternehmen ermöglicht, wertvolle Humanressourcen langfristig im Unternehmen zu halten.<sup>21</sup>

## Fachlaufbahnen in der praktischen Umsetzung

Fachlaufbahn-Konzepte sind grundsätzlich für alle Unternehmensbereiche geeignet, in denen in großem Umfang Fachspezialistinnen/ -spezialisten tätig sind. Beispiele für solche Unternehmensbereiche sind Forschung und Entwicklung, IT-Bereich, Personal-/ Bildungsbereich, Marketing, Planungs-/ Strategiebereich. Damit eine Fachlaufbahn in der Praxis zu einem Instrument wird, das effizient zur Personalentwicklung und zur Motivation von Mitarbeiterinnen/ Mitarbeitern eingesetzt werden kann, sind verschiedene Aspekte wie das Design, die Vorgehensweise bei der Einführung sowie die Nutzung und Pflege der Fachlaufbahn im Zeitverlauf zu beachten.<sup>22</sup>

Bei der Konzeption einer Fachlaufbahn ist es maßgeblich, dass die Laufbahn an die individuellen Belange und Anforderungen des Unternehmens angepasst und entwickelt wird. Zweckmäßigerweise sollte der strukturelle Entwurf einer Fachlaufbahn einer Arbeitsgruppe übertragen werden. In dieser Arbeitsgruppe sollten neben Mitarbeiterinnen/ Mitarbeitern der Personal- und Organisationsabteilung, hochrangigen Führungskräften aus den relevanten Fachabteilungen auch anerkannte Fachexpertinnen/ -experten zusammenarbeiten.

Neben der unternehmensspezifischen Entwicklung bzw. Anpassung eines Fachlaufbahn-Konzeptes z.B. durch die Festlegung der Anzahl und der Bezeichnung der Rangstufen sowie Entwicklungsmöglichkeiten sollte auch auf die organisatorische Einbindung der Fachlaufbahn geachtet werden. Bei dem Design der Fachlaufbahn sind insbesondere die Geltungs- bzw. Funktionsbereiche festzulegen, zu denen jede Mitarbeiterin/ jeder Mitarbeiter zugeordnet werden sollte. Diese Funktionsbereiche werden mit den jeweiligen Anforderungen der einzelnen Rangstufen hinterlegt. Weiter sind Kriterien zur Beurteilung der Mitarbeiterinnen/ Mitarbeiter festzusetzen, nach denen sie den jeweiligen Rangstufen der Fachlaufbahn zugeordnet werden. Die einzelnen Rangstufen sollten klar voneinander abgrenzbar sein und unterschiedliche, feste Gehaltsbandbreiten haben. Zudem sind noch materielle sowie immaterielle Anreize bei der Konzeption der Fachlaufbahn festzulegen bzw. zu gestalten. Die Fachlaufbahn sollte dabei mit den vorhandenen Unternehmens-Systemen wie der Vergütungssystematik sowie den Beurteilungsmechanismen und der Personalentwicklung verknüpft werden.<sup>23</sup>

17 (Zahn, 2009, S. IX)

18 (Holz & Da-Cruz, 2007, S. 17)

19 (Albs, 2005, S. 93)

20 (Ebd. S. 93), (Berthel & Becker, 2010, S. 457 ff.)

21 (Ladwig & Domsch, 2011, S. 15 ff., 27), (Berthel & Becker, 2010, S. 458 f.), (Domsch, 2009, S. 413, 418 ff.)

22 (Domsch & Ladwig, 2011, S. 19)

23 (Kleb, 2005, S. 11, 22 f.)

Laut Berthel und Becker (2010) können Akzeptanzprobleme einer Fachlaufbahn vermieden werden, wenn die Fachlaufbahn als gleichwertig zur Führungslaufbahn anerkannt wird. Dies bezieht sich auf die betriebsinterne wie -externe Wahrnehmung.<sup>24</sup> Um eine positive Beeinflussung der Akzeptanz einer Fachlaufbahn bei den betroffenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu erreichen, ist eine gezielte Einführungsstrategie zu empfehlen. Eine solche Strategie beinhaltet nach Abschluss der Designphase eine Informationsphase, in der Ziele, Struktur und Auswahlprozeduren der Fachlaufbahn auch durch das Topmanagement bekannt gegeben und unterstützt werden.<sup>25</sup>

## Erfolgsfaktoren für die praktische Umsetzung

Bei dem Konzept der Fachlaufbahn bestehen unterschiedliche Erfolgsfaktoren, die bei der Gestaltung, Einführung und Implementierung beachtet werden sollten. Durch Berichte aus der Praxis sind einige Erfolgsfaktoren bekannt, die die Unternehmen aus ihrer individuellen Konzeption der Fachlaufbahn und ihren Erfahrungen aus der Unternehmenspraxis gewonnen haben.<sup>26</sup>

Bei der Konzeption der Fachlaufbahn sollten sich Unternehmen an solchen gewonnenen positiven und auch negativen Erfahrungen sowie Fehlern orientieren, damit die Laufbahnalternative von den Fachexpertinnen/Fachexperten zu einem anerkannten, akzeptierten und gewünschten Karrierepfad wird. So sind als positive Erfahrungen bspw. zu nennen: wirksame Anreizsysteme, weitere Aufstiegschancen, Ernennung innerhalb der Fachlaufbahn aufgrund erbrachter fachlicher Leistungen, gleichwertiger Stellenwert der Fachlaufbahnpositionen wie bei der Führungslaufbahn. Fehler wiederum sind das Abschieben von ungeeigneten Führungskräften in die Fachlaufbahn („Abstellgleis“), die entstehende Konkurrenz zwischen den Expertinnen/Experten sowie die Gefahr der zu eindimensionalen Spezialisierung.<sup>27</sup>

Die Erfolgsfaktoren können aber nicht generell auf jedes Unternehmen und jedes Modell übertragen werden, sondern sind abhängig von dem Unternehmen und seiner Kultur und auch von dem jeweiligen Bereich, in dem die Fachlaufbahn eingeführt wird. Zudem sind die Konzeption, der Einführungsprozess, die Beteiligung relevanter Mitarbeitergruppen sowie eine Evaluierung mit Anpassungsmaßnahmen entscheidend für die Wahrnehmung und den Erfolg eines Fachlaufbahnkonzeptes.



Abb. 2: Projektteam v.l.n.r.: Dipl.-Psych. Donata Wilutzki, Prof. Dr. Désirée H. Ladwig, Prof. Dr. Michel E. Domsch, Claudia Linde (M.A.), Friederike Fründt (M.A.).

24 (Berthel & Becker, 2010, S. 458)

25 (Domsch & Ladwig, 2011, S. 20 f.)

26 Vgl. hierzu bspw. D. Ladwig; M. E. Domsch (2011): Fachlaufbahnen - Alternative Karrierewege für Spezialisten schaffen, Köln: Wolters Kluwer Deutschland GmbH.

27 (Ladwig & Domsch, 2011, S. 21 f.)

## Forschungsschwerpunkte des Verbundvorhabens – Fachlaufbahn speziell für Frauen/ in MINT-Berufsfeldern

Unter der Leitung von Prof. Dr. Michel E. Domsch (Helmut-Schmidt-Universität Hamburg) und von Prof. Dr. Désirée H. Ladwig (Fachhochschule Lübeck) untersucht das Forschungsteam die Thematik Fachlaufbahnen in zwei Teilvorhaben. Die Fachhochschule untersucht insbesondere typische MINT-Berufe und die Helmut-Schmidt-Universität Hamburg setzt sich insbesondere mit typischen BWL-Berufen auseinander.

Im Forschungsprojekt wird die These untersucht, ob sich die Wertigkeit der Fachlaufbahn gegenüber der traditionellen Managementlaufbahn erhöht und insbesondere für hochqualifizierte Frauen eine gleichwertige Laufbahnalternative darstellen kann. Dabei erfolgt eine besondere Betrachtung von MINT-Berufsfeldern, da hier seit langem ein (zu) geringer Frauenanteil zu beobachten ist.<sup>28</sup>

In Bezug auf den Forschungsbereich Karrierealternativen für hochqualifizierte Frauen zeigen die Forschungsergebnisse des Projektes WomEng – „Creating Cultures of Success for Women Engineers“, dass die Verbindung von Karriere und Work-Life-Balance von den befragten Ingenieurinnen als schwierig bzw. nicht vereinbar angesehen wird.<sup>29</sup>

Auch die Vereinbarkeit von Familie bzw. Kindern und Karriere wird von den Ingenieurinnen als schwierig benannt, so kommt es eher zu einem sogenannten Karrierenick/-bruch nach der Rückkehr aus dem Mutterschaftsurlaub. In diesem Sinne sind positive Vorbilder zu wenig transparent.<sup>30</sup> Ingenieurinnen streben nach dieser Studie eher nach horizontalen Karrierewegen, bei denen sie sich über die inhaltlichen Aspekte ihrer Tätigkeit definieren und das eigene Aufgabenspektrum sowie Wissen erweitern können. Wichtig ist ihnen auch ein gutes Arbeitsklima.<sup>31</sup> Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Fachlaufbahn eine gleichwertige Karrierealternative für hochqualifizierte Frauen darstellen kann, da in dieser die Möglichkeit des Aufstiegs und gleichzeitig der Fokussierung auf fachbezogene Arbeit besteht. Dieser Aspekt wird im Forschungsprojekt näher untersucht. Ebenso wird untersucht, wie die mögliche Vereinbarkeit von Familie mit der Karriere innerhalb der Fachlaufbahn und die Integration von Arbeitszeitmodellen wie bspw. Teilzeit oder „home office“ erfolgreich gestaltet werden kann.

Unter Berücksichtigung der speziellen Ausrichtung des Projektes sollen insbesondere folgende Forschungsfragen systematisch beantwortet werden:

- Welche Erfahrungen wurden in der betrieblichen Praxis mit Fachlaufbahnen gemacht?
- Stellen Fachlaufbahnen für Frauen und Männer besondere Karriere-Anreize dar?
- Unter welchen Rahmenbedingungen gelten Fachlaufbahnen für Frauen bzw. Männer als attraktiv?
- Welche Vor- und Nachteile gegenüber der traditionellen Managementlaufbahn sind hier zu beachten?
- Welchen Einfluss haben Fachlaufbahnen auf die Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben?
- Wie sind entsprechend konkrete Fachlaufbahnmodelle zu konzipieren?
- Wie ist die Vernetzung mit anderen Laufbahnsystemen inkl. Wechselmöglichkeiten herzustellen?
- Wie ist der Einführungsprozess für Fachlaufbahnen mit der speziellen Zielsetzung zu gestalten?
- Welche Möglichkeiten der Erfolgsmessung sind hier zu empfehlen?<sup>32</sup>

## Methodisches Vorgehen

Bei dem Forschungsprojekt Fachlaufbahnen handelt es sich um ein praxisorientiertes, bevorzugt empirisch angelegtes Projekt.

Zunächst werden hierfür Befragungen und Interviews durchgeführt insbesondere mit Unternehmensvertretern aus Personal-/ Organisations-/ Führungskräfteentwicklungsbereichen etc., Studierende verschiedener Hochschulen aus MINT- und BWL-Studiengängen als zukünftige Nachwuchskräfte sowie Frauen und Männern, die am Beginn ihrer beruflichen Entwicklung stehen oder bereits in einer Fachlaufbahn tätig sind.

28 (Fachlaufbahnen - Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen; Forschungsziel, 2011)

29 (Sagebiel, 2006, S. 148)

30 (Ebd. S. 149)

31 (Ebd. S. 149)

32 (Fachlaufbahnen - Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen; Forschungsziel, 2011)



In den darauffolgenden Projektphasen werden erfolgswirksame Fachlaufbahnmodelle konzipiert und Handlungskonzepte erarbeitet sowie ein Qualitäts- und Prozessmanagement-Konzept für die Einführung von Fachlaufbahnen entwickelt.

Projektbeteiligte sind neben dem Forschungsteam und einem wissenschaftlichen Beirat zudem ausgewählte Unternehmen, die Fachlaufbahnen bereits realisieren oder gemeinsam mit dem Projektteam über eigene Möglichkeiten und Grenzen diskutieren wollen sowie auch Gender-Aspekte einbeziehen. In diesen Unternehmen werden Pilotanwendungen durch das Forschungsteam durchgeführt.<sup>33</sup>

Neben Veranstaltungen wie z.B. Fachtagungen bzw. Workshops, der Veröffentlichung von Forschungsergebnissen und der Entwicklung von Handlungsempfehlungen hat das Forschungsteam das Ziel auch eine „FachlaufbahnCommunity“ aufzubauen. Hiermit soll u.a. ein Netzwerk geschaffen werden, das den Erfahrungsaustausch von an Fachlaufbahnen interessierten Unternehmen ermöglicht.

Unternehmen und Personen, die an der „FachlaufbahnCommunity“ interessiert sind und z.B. bei der Einführung einer eigenen Fachlaufbahn unterstützt werden möchten oder einfach nur nähere Informationen zu der Thematik Fachlaufbahn haben möchten, können sich gerne an das Forschungsteam wenden.

### Weiterführende Informationen:

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

Michel E. Domsch / Désirée H. Ladwig (Hrsg.) (2011): Fachlaufbahnen. Alternative Karrierewege für Spezialisten schaffen. Köln: Luchterhand.

Kontakt zum Projektteam unter: [info@fachlaufbahnen.de](mailto:info@fachlaufbahnen.de)

### Literaturverzeichnis

Albs, N. (2005). Wie man Mitarbeiter motiviert - Motivation und Motivationsförderung im Führungsalltag (1. Ausg.). Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co KG.

Alwert, K., Heisig, P. & Mertins, K. (2005). Wissensbilanzen - Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln. In: K. Mertins, K. Alwert & P. Heisig (Hrsg.), Wissensbilanzen - Intellektuelles Kapital erfolgreich nutzen und entwickeln (S. 1- 17). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Berthel, J. & Becker, F. G. (2010). Personalmanagement. Grundzüge für Konzeptionen betrieblicher Personalarbeit (9., vollständig überarbeitete Ausg.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Conrad, P. & Manke, G. (1997). Kritische Erfolgsfaktoren und Praxisbeispiele von Fachlaufbahnen - eine Fallsammlung und ein Erfahrungsbericht. Discussion Papers No. 1/1997, (2., überarbeitete Ausg.). Hamburg: Universität der Bundeswehr Hamburg, Fachbereich Pädagogik.

Domsch, M. E. (2009). Personalplanung und Personalentwicklung für Fach- und Führungskräfte. In: L. von Rosenstiel, E. Regnet & M. E. Domsch (Hrsg.), Führung von Mitarbeitern. Handbuch für erfolgreiches Personalmanagement (6., überarbeitete Ausg.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag.

Domsch, M. E. & Ladwig, D. H. (2011). Fachlaufbahnen. Alternative Karrierewege für Spezialisten schaffen (1. Ausg.). (M. E. Domsch & D. H. Ladwig, Hrsg.) Köln: Luchterhand (Wolters Kluwer Deutschland).

Frensch, L. (2006). Handbuch der Arbeitnehmerüberlassung (1. Ausg.). Bremen: CT Salzwasser-Verlag GmbH & Co.KG.

Fuchs, J. (1998). Die neue Art Karriere im schlanken Unternehmen. Harvard Business Manager (Sonderdruck aus Heft 4/1998), S. 1-12.

Heimerl-Wagner, P. (1994). Integrierte Laufbahnplanung für Fach- und Führungskräfte in mittelständischen Unternehmen. Zeitschrift für Personalforschung, 8. Jahrgang, Heft 2, S. 143-157.

Holz, M. & Da-Cruz, P. (2007). Neue Herausforderungen im Zusammenhang mit alternden Belegschaften. In: M. Holz & P. Da-

Cruz, Demografischer Wandel in Unternehmen - Herausforderung für die strategische Personalplanung (1. Ausg., S. 13-22). Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler, GWV Fachverlage GmbH.

Krone, S. (2010). Aktuelle Problemfelder der Berufsbildung in Deutschland. In: G. Bosch, S. Krone & D. Langer (Hrsg.), Das Berufsbildungssystem in Deutschland - Aktuelle Entwicklungen und Standpunkte (1. Ausg., S. 19-36). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Ladwig, D. H. & Domsch, M. E. (2011). Fachlaufbahnen - Zukunftsweisende Laufbahnkonzepte für Wissensgesellschaften und Netzwerkorganisationen. In: M. Domsch & D. Ladwig (Hrsg.), Fachlaufbahnen - Alternative Karrierewege für Spezialisten schaffen (S. 15-29). Köln: Luchterhand (Wolters Kluwer Deutschland GmbH).

Lehner, F. (2009). Wissensmanagement - Grundlagen, Methoden und technische Unterstützung (3. Ausg.). München Wien: Carl Hanser Verlag.

North, K. (2011). Wissensorientierte Unternehmensführung - Wertschöpfung durch Wissen (5. Ausg.). Wiesbaden: Gabler Verlag, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Pfeiffer, I. & Kaiser, S. (2009). Auswirkungen von demographischen Entwicklungen auf die berufliche Ausbildung. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.). Bonn, Berlin: W. Bertelsmann Verlag.

Richter, A. & Weiß, C. (2009). Fachkräftemangel - (k)ein Problem? Die politische und gesellschaftliche Bedeutung des Fachkräftemangels in Deutschland. In: K. Schmidt, R. Gleich & A. Richter, Gestaltungsfeld Arbeit und Innovation - Perspektiven und Best Practices aus dem Bereich Personal und Organisation (1. Ausg., S. 61- 80). München: Rudolf Haufe Verlag GmbH & Co.KG.

Sagebiel, F. (2006). Karriere und Geschlechtergerechtigkeit in Europa am Beispiel von Ingenieurinnen. Kongress Frauen in Naturwissenschaft und Technik, Dokumentation, (S. 144-151). Köln.

Zahn, E. (2009). Zweites Geleitwort zur dritten Auflage. In: P. Speck (Hrsg.), Employability - Herausforderungen für die strategische Personalentwicklung. Konzepte für eine flexible, innovationsorientierte Arbeitswelt von morgen (4., aktualisierte und erweiterte Ausg., S. IX-X). Wiesbaden: Gabler.

## Internetquellen

Fachlaufbahnen - Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen; Forschungsziel. (2011). Abgerufen am 16.08.2011 von [http://www.fachlaufbahnen.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5&Itemid=7&lang=de](http://www.fachlaufbahnen.de/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=7&lang=de)

Fachlaufbahnen - Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen; Gender-Aspekte. (2011). Abgerufen am 16.08.2011 von [http://www.fachlaufbahnen.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=15&lang=de](http://www.fachlaufbahnen.de/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=15&lang=de)

Fachlaufbahnen - Alternative Laufbahnentwicklung in Unternehmen; Methodisches Vorgehen. (2011). Abgerufen am 16.08.2011 von [http://www.fachlaufbahnen.de/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=9&lang=de](http://www.fachlaufbahnen.de/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=9&lang=de)

Kleb, R. H. (2005). Projektskizze Professional Career Architecture. Abgerufen am 16.08.2011 von [http://www.baumgartner.de/content/fachkarriere\\_-\\_professional\\_career\\_architecture\\_-\\_nicht\\_aktiv.pdf](http://www.baumgartner.de/content/fachkarriere_-_professional_career_architecture_-_nicht_aktiv.pdf)

## 2011 – das internationale Jahr der Chemie!

von Gesche Lindemann-Heins

*Der Grund dafür ist Marie Curie, die Entdeckerin des Radiums, eine Frau, die sowohl die Chemie und Physik als auch das Frauenbild ihrer Zeit geprägt und verändert hat.*



Marie Curie

Marie Curie erhielt am 11. Dezember vor genau 100 Jahren als weltweit erste Frau den Nobelpreis für Chemie. Sie ist eine von bisher nur vier Menschen, die mehrfach einen Nobelpreis erhielten, und einzige Person, die neben Linus Pauling ihre Nobelpreise auf zwei unterschiedlichen Gebieten, nämlich Physik und Chemie, erhalten hat (Stand Juli 2011).

Den ersten Nobelpreis erhielt Marie Curie 1903 zusammen mit ihrem Ehemann Pierre und dem Physiker A. H. Becquerel für die Entwicklung und Pionierleistung auf dem Gebiet der spontanen Radioaktivität und Strahlungsphänomene. Hier eine Zusammenfassung der Ereignisse:

1896 entdeckte Becquerel durch Versuche mit dem Element Uran die Phänomene der Radioaktivität. Wenig später entdeckten Pierre und Marie Curie, dass gereinigte Uransalze nur sehr schwach strahlten während die vom Uranmineral Pechblende ausgehende Radioaktivität wesentlich stärker war als nach der darin enthaltenen Uranmenge zu erwarten gewesen wäre. Diese Entdeckung veranlasste Pierre und Marie Curie zu der Annahme, dass in der Pechblende ein noch unbekanntes, hochradioaktives Element in kleinsten Mengen enthalten sein müsse.

Auf eigene Kosten begannen sie mit der Untersuchung von 1000 kg Pechblenderückständen. Durch eine äußerst schwierige Aufarbeitung erhielten die beiden Forschenden zwei unterschiedliche Fraktionen der Pechblenderückstände, eine Fraktion mit Bismutsalzen und eine mit Bariumsalzen, beide Fraktionen mit erhöhter Radioaktivität: diese Tatsache ließ Ehepaar Curie vermuten, dass zwei stark radioaktive Elemente in der Pechblende enthalten sein müssen.

Ihre Untersuchung der Bismutfraktion führte zur Entdeckung eines noch unbekannten Elements, das auf ihren Vorschlag hin den Namen Polonium erhielt.

Als Ergebnis ihrer Untersuchung der Bariumfraktion teilten die Curies am 26. Dezember 1898 mit, dass mehrere Gründe sie veranlassten, „mit Überzeugung auszusprechen, dass dieser radioaktive Stoff ein neues Element enthält, dem wir den Namen Radium zu geben wünschen.“

Im Jahr 1902 gelang ihnen durch wiederholte fraktionierende Kristallisation aus Barium-Radium-Chlorid-Lösungen die Reindarstellung des Radiumchlorids. Im weiteren Verlauf erhielten sie in mühsamer Arbeit 0,1 g reines Radiumbromid ( $\text{RaBr}_2$ ).

Erst 8 Jahre später gelang es Marie Curie, die nach dem Tod ihres Mannes 1906 ihre Untersuchungen zusammen mit dem Chemiker Andre Debierne fortsetzte, erstmals Metallisches Radium herzustellen.



Marie Curie an ihrem Arbeitsplatz in der angemieteten Fabrikhalle in Paris, in der sie 1898 das Polonium und das Radium entdeckte.

Um diese Pionierleistung zu verdeutlichen, hier ein kurzer Ausflug in die Welt der Chemie:

Radium ( ${}_{88}\text{Ra}$ ) tritt natürlich nur in geringsten Spuren als radioaktives Zerfallsprodukt des Uran-Isotops  ${}^{238}\text{U}$  in Uran-Mineralien wie Pechblende oder Carnotit auf, die beide im Wesentlichen aus Uranoxid  $\text{UO}_2$ , bestehen. Eine Tonne Uranpecherz mit 60% Uran enthält ca. 0,15g Radium. Auch im Meer und manchen Mineralquellen findet sich Radium. Das unter den bisher bekannten 25 ausnahmslos radioaktiven Radium-Isotopen langlebigste Nuklid  ${}^{226}\text{Ra}$  hat eine Halbwertszeit von 1602 Jahren.

Die Darstellung des Elements erfolgt über die Aufarbeitung radiumhaltiger Uranmineralien, bei der das Radium nach Zusatz eines Bariumsalzes und Schwefelsäure zusammen mit dem Barium als schwerlösliches Sulfat ausgefällt wird. Nach Umwandlung der Sulfate in die Bromide lassen sich die beiden Verbindungen durch fraktionierende Kristallisation trennen, da Radiumbromid  $\text{RaBr}_2$  schwerer löslich ist als Bariumbromid,  $\text{BaBr}_2$ .

Dieses Verfahren hat Marie Curie erstmalig angewandt. Für ihre Forschung und die daraus resultierenden Ergebnisse ist Marie Curie zusammen mit ihrem Ehemann und Henry Becquerel 1903 mit dem Physik-Nobelpreis ausgezeichnet worden. In dem Brief, den die Curies Mitte November 1903 von der Schwedischen Akademie der Wissenschaften erhielten, wurde ihnen mitgeteilt, dass sie „in Anerkennung der außerordentlichen Leistungen, die sie sich durch ihre gemeinsame Forschung über die von Professor Henri Becquerel entdeckten Strahlungsphänomene erworben haben“ gemeinsam mit Henri Becquerel den Nobelpreis für Physik erhalten sollten. In der Laudatio bei der Preisvergabe in Stockholm hieß es:

“The Nobel Prize in Physics 1903 was divided, one half awarded to Antoine Henri Becquerel in recognition of the extraordinary services he has rendered by his discovery of spontaneous radioactivity, the other half jointly to Pierre Curie and Marie Curie, née Sklodowska, in recognition of the extraordinary services they have rendered by their joint researches on the radiation phenomena discovered by Professor Henri Becquerel!”

[Quelle: “The Nobel Prize in Physics 1903”. Nobelprize.org. 13 Jul 2011 [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1903/](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/)]



Radium wurde in den nachfolgenden Jahren fälschlicherweise als gesundheitsfördernd bezeichnet und in Krebsmedikamenten verwendet. Betreiber von Radiumbädern wetteiferten mit der Menge des Metalls in ihren Gewässern. Die Curies äußerten sich über ihre Entdeckung folgendermaßen: "In kriminellen Händen könnte Radium sehr gefährlich werden, und hier kann man fragen, ob es von Vorteil für die Menschheit ist, die Geheimnisse der Natur zu kennen."

Im Jahr 1903 schließt Marie Curie ihre Promotion ab, sie ist damit die erste Frau, die einen Dokortitel auf naturwissenschaftlichem Gebiet hat.

Als ihr Mann Pierre auf tragische Weise bei einem Verkehrsunfall, er wird von einer Droschke überfahren, am 16. April 1906 starb, musste die naturwissenschaftliche Fakultät der Pariser Sorbonne entscheiden, wer Pierre Curies Lehrstuhl übernehmen sollte. Da Marie Curie die geeignetste Kandidatin war, um seine Vorlesungen fortzusetzen, schlug eine Kommission am 3. Mai vor, ihr die Kursverantwortung und die Leitung des Laboratoriums zu übertragen, den Lehrstuhl jedoch unbesetzt zu lassen. Marie Curie gab ihre Lehrtätigkeit an der Mädchenschule in Sèvres, wo sie seit 1900 als erste Frau Physik unterrichtete, auf und hielt unter großer öffentlicher Aufmerksamkeit am 5. November 1906 ihre erste Vorlesung. Sie war die erste Frau, die an der Sorbonne lehrte. Die ordentliche Professur für Physik wurde ihr erst zwei Jahre später übertragen, am 16. November 1908.

In den folgenden Jahren setzte Marie Curie ihre Arbeit auf dem Gebiet der Erforschung von Radium fort. Als Ergebnis entstand 1910 erstmals metallisches Radium.

Metallisches Radium wird aus den Lösungen seiner Salze bei der Elektrolyse an Quecksilber-Kathoden in Form des Amalgams (analog dem Amalgam-Verfahren bei der Chloralkali-Elektrolyse) abgeschieden. Beim Erhitzen des Amalgams auf 500-700 °C in einer Wasserstoffatmosphäre wird daraus das reine Metall erhalten. Chemisch kann Radium auch durch Reduktion des Oxids mit Aluminium bei 1200°C im Vakuum gewonnen werden. [Quelle: [http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/ac/elemente/vlu/38\\_56\\_88.vlu/Page/vsc/de/ch/16/ac/elemente/erdalkalimetalle/sr\\_ba\\_ra/sr\\_ba\\_ra08.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/ac/elemente/vlu/38_56_88.vlu/Page/vsc/de/ch/16/ac/elemente/erdalkalimetalle/sr_ba_ra/sr_ba_ra08.vscml.html) ]

Marie Curie elektrolysierte in ihren Versuchen Radiumchlorid mit Ammoniumchlorid zur Herstellung des metallischen Radiums.

1911 erhielt Marie Curie für ihre Errungenschaften den Nobelpreis für Chemie. In der Begründung der Jury zur Vergabe des Nobelpreises heißt es wörtlich:

"The Nobel Prize in Chemistry 1911 was awarded to Marie Curie in recognition of her services to the advancement of chemistry by the discovery of the elements radium and polonium, by the isolation of radium and the study of the nature and compounds of this remarkable element.

The Royal Academy of Sciences, at the session on the 7th of November of this year, decided to award the Nobel Prize for Chemistry for 1911 to Madame Marie Sklodowska Curie, Professor at the Faculty of Sciences of Paris, in recognition of the part she has played in the development of chemistry:

by the discovery of the chemical elements radium and polonium;

by the determination of the properties of radium and by the isolation of radium in its pure metallic state; and finally,

by her research into the compounds of this remarkable element."

[Quelle: [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1911/](http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/) ]

1910 wurde ihr zu Ehren die Maßeinheit Curie (Abk. Ci) für die radioaktive Strahlung definiert: ein Curie entspricht der Aktivität von 1 g Radium-226, in dem sich  $3,7 \times 10^{10}$  Kerne pro Sekunde radioaktiv umwandeln. Das entsprechende Messgerät, das nach dem Prinzip einer Ionisationskammer arbeitet, wurde Curiemeter genannt, heutzutage heißt es Aktivimeter. Am 1.1.1986 wurde das Curie durch die abgeleitete SI-Einheit Becquerel abgelöst. (Umrechnungsfaktor: 1 Curie =  $3,7 \times 10^{10}$  Bq)



Marie Curie mit ihren Töchtern Irene und Eve, 1907

Einfach hatte Marie Curie es in ihrem rückblickend so erfolgreich verlaufenden Leben nie, sie mußte ihr Leben lang mit sehr wenig Geld auskommen und litt zeitweilig an Depressionen.

Geboren wurde sie im Jahr 1867 in Warschau, Polen. Ihr Vater Josef Sklodowski ist Gymnasiallehrer für Mathe und Physik und unterrichtete seine 5 Kinder selbst, wobei er keinen Unterschied zwischen der Erziehung der Jungen und Mädchen machte. Diese frühe Förderung Maries war sicher wichtig für ihren späteren Lebenslauf. Die Mutter sowie die älteste Schwester starben an Tuberkulose als Marie 9 Jahre alt war. Von nun ab, mußten die Schwestern den Haushalt übernehmen und lernten, früh Verantwortung zu tragen.

Nach erfolgreichem Abitur arbeitete Marie als Gouvernante und Hauslehrerin für Mathematik und Französisch. Mit dem Geld finanzierte sie das Medizinstudium der Schwester, die ihreseits nach dem Studium mit ihrem Gehalt als Ärztin für Maries Unterhalt während deren Studienzeit aufkam. Auch Bruder und Vater unterstützten die beiden Frauen in ihrem Studium.

Mit Pierre Curie hatte sich Marie einen Ehemann gesucht, der ihre ausgeprägte Begeisterung für die Physik teilte. Beide arbeiteten gemeinsam und boten sich gegenseitig grosse Unterstützung in ihren Forschungsarbeiten.

Die Entdeckungen Marie Curies bildeten die Basis der Atomphysik und beeinflussen den Verlauf der physikalischen und chemischen Forschung entscheidend in den folgenden Jahren.

Es ist eine Tatsache, dass Marie Curie mit ihrer Arbeit, ihren Entdeckungen, ihrer Lebensweise den Weg für ihre Zeitgenossen ebenso wie für die kommenden Generationen von Frauen ebnet, indem sie zum einen der Männerdomäne in der damaligen Forschung entgegen der vorherrschenden Meinung beweist, dass Frauen in der Lage sind gute, fundierte wissenschaftliche Arbeit zu leisten und zum anderen den Frauen ihrer Zeit vorlebt, dass es durchaus möglich ist, beruflich erfolgreiche Arbeit mit einem erfüllten Familienleben zu verbinden.

Auf beiden Feldern war und ist Marie Curie ein Vorbild für ihre Mitmenschen. Als sie im Jahr 1891 ihr Physikstudium an der Sorbonne in Paris begann, betrug der Frauenanteil an der Sorbonne gerade mal 2,8%.

In anderen Ländern, z.B. ihrem Heimatland Polen, waren Frauen zum Studium nicht zugelassen, daher mußte sie nach Paris ausweichen. Als Jahrgangsbeste schloß sie ihr Physikstudium ab, als zweitbeste das Mathematikstudium.

Sie bestand die Zulassungsprüfung zum Lehrberuf und unterrichtete fortan an einer Mädchenschule, da Pierres Gehalt nicht ausreichte. Pierre erhielt nur Lehraufträge an der Universität, jedoch keinen Lehrstuhl, der die finanziellen Sorgen lösen würde. Auch Marie erhielt für ihre Forschungsarbeiten kein Geld, sondern mußte für ihre Ausgaben selbst aufkommen. Lediglich die Räumlichkeiten wurden ihr gestellt: ein Raum, der ansonsten als Lager genutzt wurde, im Winter kalt, im Sommer heiß. Doch das störte Marie nicht in ihrem Tatendrang.

1897 wurde ihre erste Tochter Irene geboren, so dass Marie nun Kind, Haushalt, Lehrtätigkeit und ihre Forschungsarbeit organisieren mußte.

Erst als sich der Erfolg ihrer Forschungen einstellte, verbesserte sich die Situation. Pierre erhielt endlich eine Professur, Marie konnte 1903 ihre Promotion erfolgreich abschliessen. Ein Jahr später wurde die zweite Tochter Eve geboren.

In den Jahren nach der Entdeckung des Radiums wurden in verschiedenen europäischen Städten Radium-Institute gegründet. 1914 gründete Marie Curie selbst das Pariser Radium-Institut, das nach ihrem Tod in „Curie Institute“ umbenannt wurde. Gleichzeitig errichtete Marie Curie in Warschau das Radium-Institut für angewandte medizinische Forschung.

Auffällig ist hier der hohe Frauenanteil. Wissenschaftshistoriker sprechen heute von mehr als einem Drittel Frauen unter dem wissenschaftlichen Personal des Wiener Instituts und führen diese Entwicklung auch auf die von Marie Curie ausgehende Vorbildwirkung zurück.

Während des I. Weltkriegs konzentrierte sich Marie Curie auf die Erforschung der Röntgenstrahlung und konnte mit ihrer Tochter Irène die medizinischen Diagnoseverfahren entscheidend verbessern. Marie Curie lernte Auto fahren und hielt sich oft in der Nähe der Front auf, wo sie bis Kriegsende etwa 150 Radiologie-Assistentinnen ausbildete und 200 Röntgen-Untersuchungsstationen in Belgien und Frankreich einrichten konnte. Mit diesen Geräten wurden etwa eine Millionen verwundeter Soldaten untersucht.

In den zwanziger Jahren ging Marie Curie daran, Spenden für das Radium Institut zu sammeln, das sich zum Ziel gesetzt hatte, die medizinische Anwendbarkeit radioaktiver Strahlung zu erforschen. 1921 ging sie auf eine Vortragsreise in die USA, wo sie - nicht zuletzt vom amerikanischen Präsidenten - begeistert empfangen wurde und zahlreiche Spenden erhielt. Nach dem Erfolg der USA-Reise unternahm sie weitere Reisen in die ganze Welt, um Mittel für Ihr Institut einzuwerben und an Konferenzen teilzunehmen.

Bei ihren vielfältigen Aktivitäten war nicht zu übersehen, dass Marie Curie Ende der 20er Jahre an ständiger Müdigkeit, Schwindel und Fieber litt. Anfang der 30er Jahre verschlechterte sich ihr Gesundheitszustand rapide. Marie Curie litt an Leukämie, als Folge der jahrelangen Strahlenexposition.

Im Sommer 1934 starb Marie Curie in einem Sanatorium. Ein Jahr nach ihrem Tod, erhielt ihre Tochter Irène Joliot-Curie mit ihrem Mann Frédéric den Nobelpreis für Chemie. So ist Marie Curie, neben den vielen oben genannten eigenen „Erst-Leistungen und -Errungenschaften“, auch die erste Nobelpreis-Trägerin, deren Tochter ebenfalls mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde.

## **Bildnachweis:**

Deutsches Museum München

## **Quellennachweis:**

„Die Menschheit braucht auch Träumer“ Marie Curie von Francoise Giroud, Econ List Taschenbuchverlag, 1999, ISBN 3-612-26602

„Marie Curie- Die Entdeckung der Radioaktivität“ von Maja Nielsen, Gerstenbergverlag, Copyright 2010, ISBN 078-3-8369-4848-7

## Workshop „Messung und Dosierung kleiner Volumenströme in der Medizintechnik“ 2011 an der FH Lübeck

von Stephan Klein

Am 15. Juni fand im Audimax Lübeck der 5. Workshop „Messung und Dosierung kleiner Volumenströme in der Medizintechnik“ mit über 50 Teilnehmern aus dem norddeutschen Raum statt. Die Arbeitsgruppe „Medizinische Sensor- und Gerätetechnik - MSGT“ der Professoren Nestler und Klein veranstaltet diesen Workshop seit 2007 jeweils im Sommer gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Medizintechnik in Schleswig - Holstein - AGMT und der Deutschen Gesellschaft für Biomedizintechnik - DGBMT. Ausgehend von den Projekten im Bereich implantierbarer Infusionspumpen, bei denen die Dosierung von Medikamenten eine wichtige Rolle spielt, werden auf dem Workshop relevante Fragen zu diesen Themen diskutiert.



Bild 1: Vorträge und Diskussion im Audimax, die Moderation hatte Professor Stephan Klein übernommen

Sowohl Referenten aus Forschungsinstituten als auch von Unternehmen präsentieren ihre Ergebnisse. In diesem Jahr kamen die Firmenvertreter von der Fa. Bartels Mikrotechnik in Dortmund und der Fa. Sensirion aus Staefa in der Schweiz.

Herr Severin Dahms von der Fa. Bartels erläuterte Regelungsmöglichkeiten bei impuls gesteuerten Mikropumpen, Herr Ulf Kanne stellte aktuelle Entwicklungen zur Vereinfachung von Durchfluss-Sensoren für die Mikrofluidik der Fa. Sensirion vor.

Neue Messverfahren für Mikroströmungen wurden im Vortrag „3D-Hochgeschwindigkeits-Vermessung von Tropfengeometrien an mikrofluidischen Funktionsstrukturen“ von Herrn Dr. Thomas Henkel vom Institut für Photonische Technologien in Jena vorgestellt. Prof. Christian Hübner von der Universität zu Lübeck erläuterte die Fluoreszenzkorrelationsspektroskopie zur Messung von Strömungsprofilen.

In diesem Jahr erfolgte vor den Vorträgen erstmalig eine Vorstellung der Projekte der Arbeitsgruppe MSGT der FH Lübeck. Während eines Laborrundgangs konnten sich die Teilnehmer über Arbeiten zum Aufbau von Prüfständen, z.B. für sehr kleine Volumenströme (wenige nl/min), zu hochdynamischen Schaltvorgängen von Komponenten wie z.B. Ventilen und auch zur Entwicklung von Baugruppen für die genannten Pumpen informieren.





Bild 2: Projektvorstellung mit Prüfstandsbesichtigung während des Laborrundgangs

Während der Laborbesichtigung wurden verschiedenste Fragen zu den Aktivitäten der Arbeitsgruppe diskutiert. Die Doktoranden der Arbeitsgruppe stellten ihre Arbeiten zur Diskussion, die nach den Vorträgen bei einem kleinen Imbiss weitergeführt wurden. Viele Teilnehmer/innen haben bereits ihr Kommen für 2012 zugesagt.

Der Workshop war eine der Aktivitäten des gemeinsamen Kompetenzzentrums TANDEM - Technology and Engineering in Medicine, das die Technologietransferaktivitäten der beiden Lübecker Hochschulen in der Medizintechnik bündelt.

Weitere Informationen zur Arbeitsgruppe MSGT: <http://www.msgt.fh-luebeck.de>

Weitere Informationen zum Kompetenzzentrum TANDEM: <http://tandem.medisert.de>

## 360Touch.it Entwicklung und Evaluation von immersiver Multi-User-Interaktion für Planetarien

von Axel Meyer

### Zusammenfassung

Als Absolvent der Fachhochschule Lübeck im Studiengang Informationstechnologie und Gestaltung im Fachbereich Elektrotechnik und Informatik habe ich in meiner Abschlussarbeit mit dem Titel „360Touch.it – Entwicklung und Evaluation von immersiver Multi-User-Interaktion für Planetarien“ die Möglichkeit geschaffen, mit einer iPhone-Anwendung die Sterne am Himmel des Hamburger Planetariums in einen animierten Wettbewerb treten zu lassen. Der Grundgedanke bei der Entwicklung war es, dem Publikum eine direkte Einflussnahme an der Kuppelprojektion zu gewähren, um auf diese Weise das Erleben und Begreifen von Wissenschaft zu verbinden und somit zu erleichtern. Betreut wurde die Arbeit von Dipl.-Designer Ralf-Ingo Koch, FH Lübeck und Dipl. Multimedia Producer (FH) Kenan Bromann, Planetarium Hamburg. Die Arbeit wurde mit dem Possehl-Ingenieur-Preis 2011 ausgezeichnet.

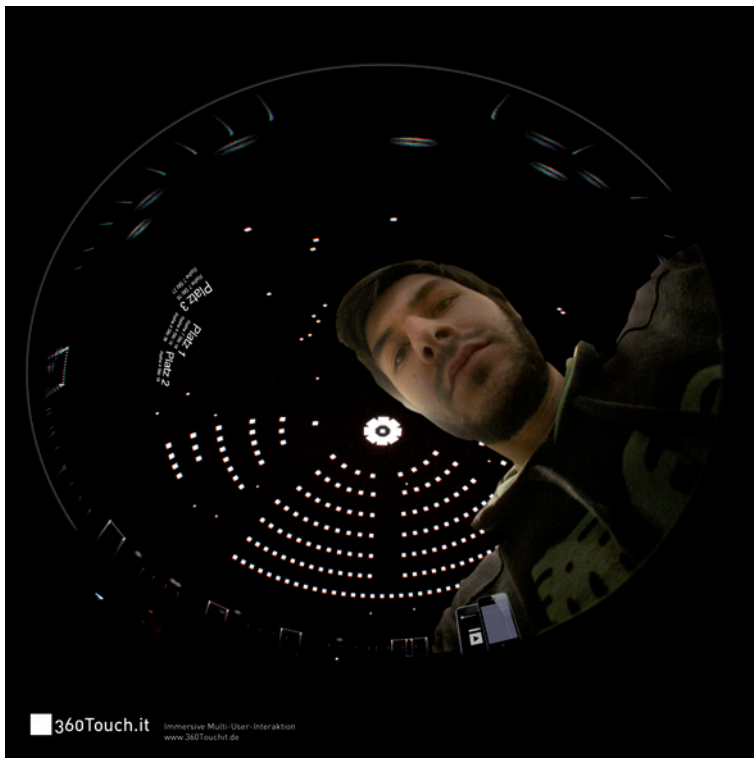


Abb. 1: Axel Meyer stellt in der Kuppel des Planetariums Hamburg sein Multiplayer-Fulldome-Game „360Touch.it“ vor

### 0. Einleitung

Im Oktober 2010 konnten Besucher des Planetariums Hamburg Zeugen einer Weltpremiere werden. Erstmals war es jedem Besucher möglich, mittels des eigenen Smartphones mit der raumfüllenden Kuppelprojektion zu interagieren: Spielfiguren, die individuell mithilfe des Touch-Interfaces des Smartphones gesteuert wurden, bewegten sich über die gesamte Oberfläche, konnten Aufgaben erfüllen und miteinander in einen Wettkampf treten. Entstanden ist diese technologische On-the-edge-Entwicklung eines Multi-Player-Fulldome-Games im Rahmen meiner im November 2011 mit dem Possehl-Ingenieur-Preis ausgezeichneten Diplomarbeit „360Touch.it – Entwicklung und Evaluation von immersiver Multi-User-Interaktion für Planetarien“, die von Dipl.-Designer Ralf-Ingo Koch von der FH Lübeck und Dipl. Multimedia Producer (FH) Kenan Bromann vom Planetarium Hamburg betreut wurde. Die Arbeit stellt ein Pilotprojekt dar, das in enger

Kooperation mit dem Planetarium Hamburg durchgeführt und speziell für das dort verwendete Kuppelprojektionssystem Digistar des amerikanischen Herstellers Evans & Sutherland konzipiert wurde. Mit dem Projekt konnte so erstmals erfolgreich gezeigt werden, welche selbst vom Hersteller bisher nicht geahnten Entwicklungspotenziale im Bereich der Interaktion mit Kuppelsystemen des Typs Digistar bestehen.

Im Folgenden wird das Projekt in seinen Grundzügen skizziert. Dabei werden zunächst Projektidee und -titel und die für das Projektkonzept grundlegenden Begriffe vorgestellt sowie die mit dem Projekt verfolgten Ziele erläutert (Abschnitt 1). Daraufhin werden all jene Komponenten kommentiert, die im Projekt kombiniert wurden, um die immersive Multi-User-Interaktion für Planetarien zu realisieren (Abschnitt 2). Eine Schlussbetrachtung präsentiert gebündelt die Ergebnisse (Abschnitt 3); schließlich wird ein Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen des im Projekt erarbeiteten Prototyps gegeben (Abschnitt 4).

## 1. Idee, Definitionen, Zielsetzung

### 1.1 Projektidee und -titel

Interaktion und interaktive Medien gewinnen mit dem Siegeszug der Digitalisierung mehr und mehr an Bedeutung. Zugleich hat der technologische Fortschritt in der Entwicklung digitaler Ausgabemedien mittlerweile die Möglichkeit eröffnet, großflächige Projektionen vorzunehmen und so unsere Lebenswelt mit virtuellen Szenerien zu überlagern. Damit aber bietet sich die Chance, gänzlich neue Formen der Interaktion zu entwickeln. So habe ich in meinem Designprojekt „videoorgel“ (siehe [www.videoorgel.de](http://www.videoorgel.de)) ein Programm erarbeitet, mit dem sich, etwa in einer Diskothek, Videoprojektionen live zur Musik gestalten lassen. Die Kontrolle über die Projektionen, d.h. die Interaktion, blieb dabei jedoch in den Händen einer Person. So kam die erste Idee auf, die Interaktionsmöglichkeit auszuweiten, genauer: die Interaktion an das Publikum zu übergeben: Der Computer wählt und generiert zwar die Grafiken, aber das Publikum kreiert und dirigiert die entstehende Auswahl mit seinen eigenen intuitiven Eingaben, deren individueller Ursprung im Endprodukt auch ersichtlich ist. Auf diese Weise soll Spielraum für Individualität, Selbstbestimmung und Entscheidungsfreiheit geschaffen werden, in dem die Echtzeitmodifikation durch die Interaktion Platz findet: In der digitalen Projektion soll sich der Einzelne als Interakteur wiedererkennen können.

Das Projekt „360Touch.it“ setzt an diesem Punkt an, weitet dabei jedoch den Interaktionsspielraum insofern aus, als nun auf eine der hochentwickeltsten und großflächigsten Projektionstechniken überhaupt zurückgegriffen wird, nämlich die Kuppelprojektion des Planetariums Hamburg. Sie bietet vielseitige Möglichkeiten für Interaktionen, an denen eine hohe Anzahl von Besuchern teilnehmen kann.

Die Idee einer immersiven Multi-User-Interaktion für Planetarien spiegelt sich im Titel des Projekts „360Touch.it“ wider: „360“ steht für die Kuppel und „Touch“ sowohl für die Bedienung (gewählt wurde das iPhone) als auch für die Interaktionsform mit dem berührungsempfindlichen Bildschirm. Die Endung „it“ appelliert an jeden einzelnen Interessenten, fordert ihn zur Interaktion und zum Aktiv-Werden auf, so wie bei „Do it“: Dies hebt also die aktive Einbeziehung jedes einzelnen Teilnehmers hervor. Die Kombination von „Touch“ mit „it“ betont darüber hinaus den individuellen Charakter der Interaktion. Ein Punkt vor dem „it“ (sprich: „360Touch.it“) deutet schließlich auf eine Webseite hin, auf der Informationen wie Termine und Videos bereitgestellt werden.

### 1.2 Definitionen: Immersion, Multi-User, Interaktion und Planetarium

Im Rahmen des Projekts „360Touch.it“ wurde eine immersive Multi-User-Interaktion für Planetarien entwickelt. Der Begriff ‚Immersion‘, von dem das Adjektiv ‚immersiv‘ abgeleitet ist, stammt aus dem Lateinischen und bedeutet soviel wie ‚Eintauchen‘ bzw. ‚Untertauchen‘. Neben Verwendungen etwa in der Mathematik, der Physik oder der Medizin spielt ‚Immersion‘ heute eine wichtige Rolle bei der Beschreibung der Rezeption fiktiver Welten. Im Zusammenhang mit virtuellen Realitäten bezeichnet ‚Immersion‘ dabei den Tiefegrad der simulierten, zugleich aber real wirkenden Virtualität. Um eine besonders tiefe Immersion zu erreichen, muss die fiktive Umgebung so gestaltet werden, dass der Rezipient oder Teilnehmer in die virtuelle Welt eintaucht und die reale Umgebung kaum noch wahrnimmt; er kann sich so in besonderer Weise auf das Geschehen und seine Gefühle einlassen.

Immersion bezieht sich im Rahmen des Projekts „360Touch.it“ auf eine audiovisuelle Projektion, also auf einen Klang- und Bildraum. So deckt die visuelle Projektion das gesamte Sichtfeld des Rezipienten oder Teilnehmers ab, wobei die Kuppel ihm die Möglichkeit bietet, sich umzuschauen, ohne dabei das Gefühl zu haben, aus der Projektion auszutreten oder störende Elemente im Blickfeld zu haben. Der auditive Raum wird durch einen Raumklang erzeugt, der sich synchron dem visuellen Geschehen anpasst und die Stimmung unterstützt. Auf diese Weise kann das Geschehen unmittelbar auf den Betrachter wirken.

Die Immersion erfolgt bei „360Touch.it“ im Kontext einer ‚Multi-User‘-Anwendung. Solche Systeme zeichnen sich, im Gegensatz zu Single-User-Anwendungen, dadurch aus, dass mehrere Benutzer das System gleichzeitig und aktiv nutzen können. Durch die Vernetzung von Computern mittels des Internets ist die Anzahl von Multi-User-Anwendungen in den letzten Jahren rasant gestiegen; ein Trend hin zu ‚Massively Multiplayer Online Role-Playing Game‘ (MMORPG) wie beispielsweise „World of Warcraft“ ist zu verzeichnen.

Multi-User-Anwendungen findet man vor allem im Bereich der interaktiven Medien. ‚Interaktion‘ meint dabei das wechsel-

seitige Kommunizieren, mithin das Senden und Empfangen von Informationen, sowie das Reagieren auf diese Informationen über verfügbare Rückkanäle. Die Formen der Interaktion können ganz unterschiedlich sein: So können als Eingabekanal zum Beispiel ein Joystick, ein Gamepad, ein Touchpad oder eine visuell erfasste Bewegung benutzt werden; die als Rückkanal dienende Ausgabe kann ebenfalls vielseitig sein.

„360Touch.it“ verwendet als Eingabekanal den berührungsempfindlichen Bildschirm eines Smartphones oder eines ähnlichen mobilen Geräts. Als Ausgabekanal dient das Projektionssystem des Planetariums Hamburg. Lange Zeit wurden Planetarien ausschließlich dazu verwendet, Sternbilder, Sternkonstellationen und Planeten mittels Diaprojektoren oder einem Sternen- und Planetenprojektor zu zeigen und zu erklären. Heute dienen die weiterentwickelten und mit Musikanlage sowie digitaler Projektionstechnik ausgerüsteten Planetarien häufig dazu, vertonte Videos zu zeigen. So können Shows mit lehrreichen Inhalten in einer ähnlichen Qualität wie Kinofilme gezeigt werden.

### 1.3 Projektziele und Projektverlauf

Konzeptionelles Ziel des Projekts war die Entwicklung einer lokalen Multi-User-Interaktion mit projizierten bewegten Bildern, bei der – im Rahmen eines realräumlichen Events – virtuelle Interaktionen von einer größeren Anzahl von Personen stattfinden. Dabei sollten die Eingaben der einzelnen Personen als individuelle Eingaben in der visuellen Repräsentation der Interaktion großflächig und gemeinsam rezipiert werden. Für die Testzwecken dienende Umsetzung wurde als Kooperationspartner das Planetarium Hamburg gewonnen. Der Test sah vor, dass bis zu 250 Planetariums-Besucher per iPhone individuell an einem Multi-Player-Game auf der Kuppelprojektionsfläche teilnehmen und auf diese Weise innerhalb einer lokalen Gemeinschaft spielerisch miteinander interagieren können.

In der ersten Projektphase wurden zunächst, im Rahmen einer Recherche, ausgewählte bisherige Realisierungen von Interaktionen mit visuellen Ausgabemedien einer problemorientierten Analyse unterzogen, um auf diese Weise vorab Probleme zu erkennen und Erfahrungswerte in den Bereichen ‚Interaktion‘ und ‚Multi-User‘ zu sammeln, wobei die für eine Multi-User-Interaktion entscheidenden Komponenten ‚Bedienung‘, ‚Ausgabe‘, ‚(visuelle, akustische, inhaltliche) Gestaltung‘ und ‚Kommunikation‘ im Fokus standen. Die hierbei gewonnenen Informationen und Problemstellungen dienten dann als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Prototypen für eine lokale Multi-User-Interaktion. Die Schwerpunkte der Arbeit lagen dabei auf der Programmierung des Systems sowie auf der Gestaltung der Interaktion zwischen Nutzern und System. Um die mit dem System entwickelte Form der Interaktion auf ihre Akzeptanz seitens der Nutzer zu überprüfen, wurde schließlich ein Test mit anschließenden Umfragen durchgeführt. Bei dem Programm, das zum Testen des Systems verwendet wurde, handelte es sich um ein eigens für das System entwickeltes Multi-User-Game.

Im Rahmen der Evaluation der Testergebnisse wurden Daten zur Interaktionsbereitschaft, zur Interaktionsdauer, zur Interaktionsqualität, zum Verständnis der Bedienung sowie zur Kommunikation mit dem System erhoben. Dadurch konnte in einem letzten, resümierenden Schritt kontrolliert werden, ob bei der Entwicklung dieser spezifischen Form einer lokalen Multi-User-Interaktion die richtigen Parameter berücksichtigt und die passenden Komponenten gewählt wurden, um eine solche Interaktion erfolgreich durchzuführen.

## 2. Komponenten

Die im Rahmen des Projekts entwickelte Lösung für die Aufgabenstellung umfasst die Komponenten ‚Eingabe‘, ‚Ausgabe‘, ‚Gestaltung‘ und ‚Kommunikation‘. Für die Eingabe wurde ein handliches und kabelloses Gerät, in diesem Fall das iPhone oder der iPod-touch, gewählt. Die Ausgabe erfolgt mittels einer immersiven Kuppelprojektion. Für die visuelle, akustische und inhaltliche Gestaltung werden eine einheitliche und simple, aber trotzdem imposante Ausarbeitung eingesetzt. Im Bereich der technischen und menschlichen Kommunikation fiel die Wahl auf WLAN und einen gemeinschaftlichen Ort. Im Folgenden werden die Form der Benutzung sowie die Vorzüge der gewählten Komponenten einzeln beschrieben.

### 2.1 Bedienung

Bei der gewünschten hohen Anzahl von Mitspielern sowie der Möglichkeit, die individuellen Eingaben jedes Spielers zu erfassen, wird pro Spieler ein Bediengerät benötigt. Hier wird ein Smartphone (iPhone oder Ähnliches) mit einem eigens für



diese Interaktion entwickelten App benutzt, das in Kooperation mit Tobias Donder programmiert und vertrieben wurde. Die entwickelte Form der Eingabe zeichnet sich dadurch aus, dass sie ein leicht verständliches Bedienkonzept verfolgt. So

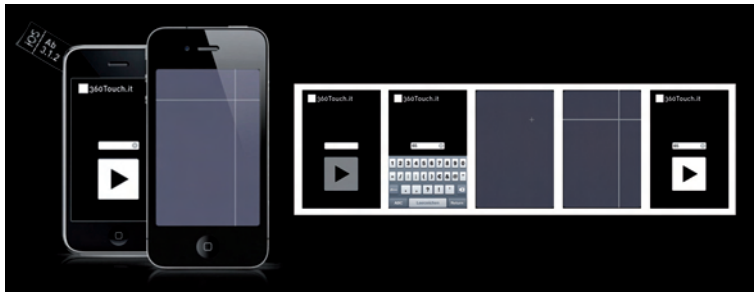


Abb. 2: iPhone mit „360Touch.it“-App sowie Startmaske und Steuerkreuz im Ablauf

werden zum Beispiel keine Beschriftungen oder Tasten verwendet, stattdessen wird eine durchgängige Bedienoberfläche mit einem Steuerkreuz angezeigt. Die vom Joystick bekannte Bedienart greift dabei auf vorhandene Kenntnisse der Benutzer zurück. Darüber hinaus ermöglicht das Steuerkreuz sowohl sensible und schnelle als auch stufenlose Richtungseingaben. Zusätzlich ist die Anzeige nur leicht beleuchtet, um im Dunkeln nicht zu blenden. Bei der Berührung des Bildschirms dimmt dieser gering auf und liefert damit eine Rückmeldung; dies erleichtert

die Kontrolle im Dunkeln. Außerdem zeichnet sich die Form der Bedienung durch ihre hohe Reichweite und Flexibilität aus. So kann vom eigenen Sitzplatz interagiert oder das Gerät an den Nachbarn weitergegeben werden. Des Weiteren ist die Benutzung des eigenen Gerätes und dessen ‚Zweckentfremdung‘ bzw. Integration in die Interaktion reizvoll. Design-ergonomisch ist diese Bedienungsform deshalb, weil sie sowohl für Rechts- als auch für Linkshänder in gleicher Weise nutzbar und zudem nicht fest in die Armlehne des Stuhls integriert ist. Diese Bedienform verbraucht also kaum Platz und ist weder hektisch noch anstrengend. All diese Punkte sprachen für die Wahl eines Smartphones.

## 2.2 Ausgabe

Bei der gewünschten Anzahl von Mitspielern wird eine große Projektionsfläche benötigt. Hierbei fiel die Wahl auf die 21x13 Meter große Kuppel des Planetariums Hamburg. Diese bietet einen optimalen Blick von allen Sitzpositionen, da die Sitze beinahe im Kreis angeordnet sind und so von jedem Platz aus ein fast identischer Abstand zum Geschehen gegeben ist. Dadurch sind Details in der Kuppel gut sichtbar, ohne dass die Übersicht über das Geschehen verlorengeht. Die Kuppel überzeugt dabei einerseits durch ihre enorme Größe, andererseits durch ihre 360 Grad-Ansicht, die ein immersives Erlebnis ermöglicht.

Die Kooperation mit dem Planetarium Hamburg – eines der drei modernsten Planetarien weltweit – erlaubte es, deren Kuppel und die vorhandene Technik, konkret das amerikanische Kuppelprojektionssystem Digistar, zu nutzen, wodurch sich für das Planetarium die Chance bot, eine speziell für die Kuppel entwickelte Multi-User-Interaktion zu erhalten. Im Rahmen des Projekts musste für Digistar eine Schnittstellen-Programmierung mit Python vorgenommen werden. Als Entwicklungsumgebung fungierte ein Repository, das mit Eclipse und Pydev synchronisiert wurde.



Abb. 3: Blick vom Steuerpult in die Kuppel des Planetariums Hamburg

Die Entwicklung erfolgte zunächst in der Produktion mit der Kuppelsoftware, später wurde das entwickelte Produkt mit dem Kuppelsystem auf Belastung getestet. Das Kuppelsystem besteht aus einem Cluster von 10 Rechnern, davon 8 für die Grafik-, 1 für die Audioausgabe und 1 Rechner als Host zur Steuerung des Clusters. Zwei Videoprojektoren stehen am unteren Kuppelrand gegenüber und werden jeweils mit 4 synchronen Videosignalen versorgt. Schon bei ersten Tests mit dem Kuppelsystem und den Rechnern für die Grafikausgabe zeigte sich, dass – bei höherer Objektanzahl – simple DirectX-Objekte flüssiger als JPG angezeigt werden können. Außerdem lag die maximale Anzahl von Objekten, die Digistar in der Kuppel darstellen kann, deutlich unter dem zunächst erwarteten Wert. Die im folgenden Punkt skizzierte, angestrebte Gestaltung konnte trotz dieser Einschränkung realisiert werden.

## 2.3 Gestaltung

Die Gestaltung von „360Touch.it“ ist insgesamt einheitlich und minimalistisch. Im Vordergrund steht die einfache, verständliche und somit intuitive Erfassbarkeit. Entsprechend wurde mit klaren Formen und einem deutlichen Schwarz-Weiß-Kontrast gearbeitet. Die Komplexität wurde dabei bewusst niedrig gehalten, da das Hauptaugenmerk auf der zu testenden Interaktion lag. Dennoch war die Gestaltung so durchdacht, dass sie sowohl interessant als auch beeindruckend wirkt. Die Gestaltung wird im Folgenden entlang der drei Unterpunkte, ‚inhaltliche‘, ‚visuelle‘ und ‚akustische Gestaltung‘ vorgestellt.

Die inhaltliche Gestaltung zielt darauf ab, den Rezipienten im Rahmen des Tests zur Interaktion unter realistischen Bedingungen zu animieren. Zu diesem Zweck wurde ein Spiel entwickelt, das der Interaktion einen Sinn und ein Ziel gibt. In diesem Spiel wird das aktuelle und reale Thema ‚Energieverknappung‘ aufgegriffen. In einer fiktionalen, futuristischen Geschichte kämpfen die Teilnehmer mit ihren Spielfiguren um Energiepunkte: Sie können diese über die Kuppel verteilten Energiepunkte einsammeln, indem sie sich über die Punkte bewegen, und sie können sich durch Kollision die Punkte gegenseitig abjagen.

Schließlich gibt es Gewinner, die das offene Ende alleine in der Kuppel verbringen. Die kurze Erklärungszeit der weitgehend intuitiv verständlichen Interaktion und der schnelle Start ins Spiel werden durch die leichte Lernkurve möglich. Es müssen nur die zwei Hauptfunktionen ‚Bewegen‘ und ‚Kollidieren‘ verstanden werden.



Abb. 4: Spielfiguren in der Kuppel mit Rangliste (rechts im Bild)

Die visuelle Gestaltung umfasst ein einheitliches Corporate Design, das neben dem oben gezeigten App (siehe Abb. 2) auch sämtliche Dokumente, Grafiken und Videos mit einem Wiedererkennungswert ausstattet. Hauptbestandteil ist dabei das abgebildete Logo, aber auch die Flyer, die Webseite sowie die Spielfigur und das Ambiente in der Kuppel sind dem Stil angepasst.

Die Größe und die Geschwindigkeit der Spielfiguren sowie die korrekte Ausrichtung in der Kuppel wurden ausgetestet. Vor dem Spiel sammeln sich alle Figuren über dem jeweiligen Sitz; beim Spielbeginn starten sie in direkter Blickrichtung.

Die eigene Spielfigur kann außerdem durch das Berühren des Bildschirms leicht aufgedimmt werden.

Neben den Spielfiguren gibt es das Ambiente, also die passiven Elemente des Spiels am Kuppelrand. Diese passiven Elemente sind zuerst natürliche Objekte, wie zum Beispiel Bäume; sie zeichnen sich durch geschwungene, ungleichmäßige Formen sowie unsortierte Verteilung in der Gestaltung aus. Im Laufe des Spiels verwandeln sich die natürlichen Objekte in von Menschen geschaffene Objekte, die nun durch gerade, gleichmäßige und sortierte Form charakterisiert sind.

Wie das Ambiente dient auch die akustische Gestaltung dazu, das immersive Potential des zu Testzwecken entwickelten Spiels zu erhöhen. Verwendet wurde in diesem Zusammenhang eine durchgängige Musik mit Variationen, die synchron zum Spiel läuft. Einerseits gibt sie die Geschwindigkeit vor, die wiederum mit der Taktung des Spiels korreliert, andererseits verändert sich die Musik je nach Spielphase. Die Kooperation mit den Musikern von „Kollektiv Turmstrasse“ ermöglichte die



Abb. 5: Logo von „360Touch.it“

Anpassung von deren Musiktitel „Grillen im Park“ entsprechend der gewünschten Stimmungen. Hierfür wurden einzelne Spuren exportiert, die in Echtzeit während des Spiels ineinander geblendet werden. Die Lautstärke der Musik lässt eine Unterhaltung mit den Sitznachbarn zu.



Abb. 6: Ambiente für die Stimmung jener, die nicht spielen oder nicht mehr spielen

gewisse Einstellungen beim Betreiber und bei den Benutzern voraussetzt. Die benutzerseitigen Einstellungen wurden so gestaltet, dass diese selbstständig getätigt werden können. Es wurde ein DHCP-Server und der WLAN-Name „360Touch.it“ verwendet. Außerdem wurde auf Zugangsbeschränkungen wie WLAN-Schlüssel oder MAC-Filter verzichtet und stattdessen

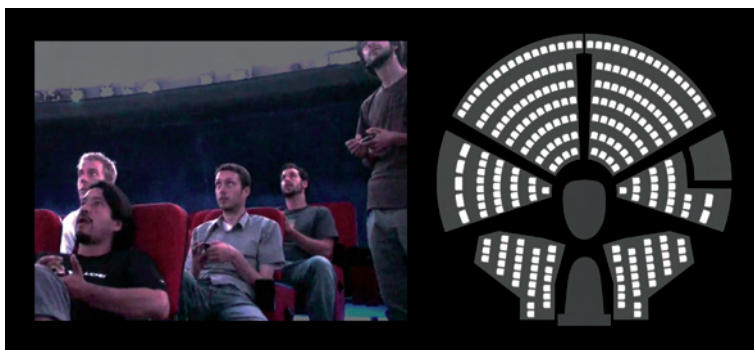


Abb. 7: Spieler in der Kuppel und Übersicht der Kuppelsitzplätze

### 3. Schlussbetrachtung

Mit „360Touch.it“ konnte der Prototyp einer immersiven Multi-User-Interaktion für Planetarien entwickelt und erfolgreich getestet werden. Die Interaktion, an der eine größere Anzahl von Personen im Rahmen eines realräumlichen Events teilnahm, erfolgte mit projizierten bewegten Bildern, wobei die Eingaben der einzelnen Personen als individuelle Eingaben in der visuellen Repräsentation der Interaktion großflächig und gemeinsam rezipierbar waren.

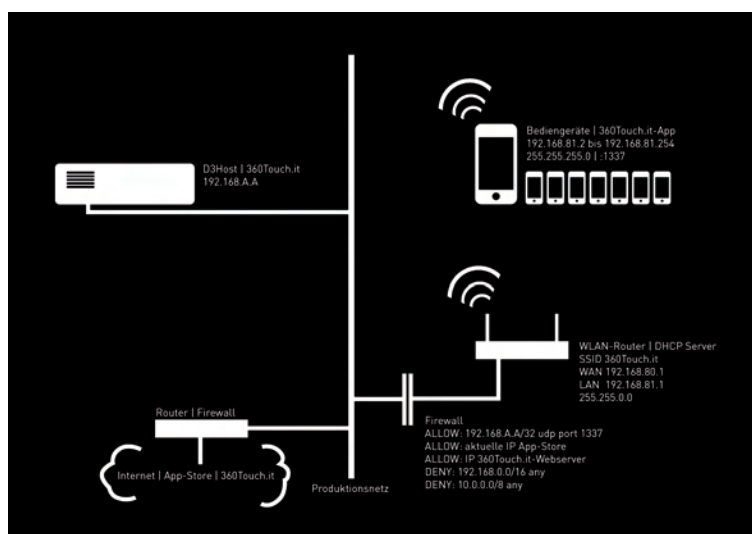


Abb. 8: Aufbau des Netzwerks mit Host, Bedienung, Internet und Router

### 2.4 Kommunikation

Die Kommunikation umfasst zum einen die Kommunikation der Bediengeräte und zum anderen die Kommunikation der Besucher untereinander. Letztere erfolgt face-to-face: Die Benutzer sitzen nebeneinander und können aufgrund der angemessenen Musikhautstärke direkt verbal kommunizieren.

Hinsichtlich des ersten Punktes, der Kommunikation der Bediengeräte, wird auf eine Verbindung der Smartphones per WLAN zurückgegriffen, was gewisse Einstellungen beim Betreiber und bei den Benutzern voraussetzt. Die benutzerseitigen Einstellungen wurden so gestaltet, dass diese selbstständig getätigt werden können. Es wurde ein DHCP-Server und der WLAN-Name „360Touch.it“ verwendet. Außerdem wurde auf Zugangsbeschränkungen wie WLAN-Schlüssel oder MAC-Filter verzichtet und stattdessen direkt hinter den Router eine Firewall mit den gewünschten Routen angeschlossen. So können Besucher ihr eigenes Gerät direkt und unkompliziert verbinden. Im App, das der Besucher zuvor installiert hat, ist nur die Eingabe des Sitzplatzes nötig, um am Spiel teilzunehmen. Diese Form der Kommunikation eignet sich deshalb besonders gut, da keine Kabel verlegt und keine Bedienungen gekauft bzw. gewartet werden müssen. Zusätzlich bietet sie eine hohe Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit der Reichweite.

Im Test unter realen Bedingungen funktionierten die gewählten Komponenten. Darüber hinaus fanden sowohl die Idee und das Konzept als auch die Umsetzung bei den Testpersonen große Resonanz und wurden als innovativ im Ansatz und als sehr gut in der Durchführung bewertet; 85 % der Teilnehmer gaben bei der Befragung an, die Interaktion habe ihnen Spaß bereitet. All dies zeigt, dass die Schwerpunkte des Projekts, die auf der Programmierung des Systems und der Gestaltung der Interaktion lagen, in der Synergie ein stimmiges Gesamtergebnis ergaben, das design-ergonomische, kognitive Aspekte und Usability beachtet.

Insbesondere das iPhone als Bediengerät sowie die Kuppel des Planetariums als Ausgabemedium bzw. Veranstaltungsort haben zum Erfolg von „360Touch.it“ beigetragen. Dies bestätigen auch die Ergebnisse der Umfrage. Dennoch ist zu betonen, dass sämtli-

che Komponenten und deren Verwendungsart durch ihre intuitive Verständlichkeit einen wichtigen Beitrag zum Funktionieren des Systems leisten. Entscheidend war die sorgfältige Auswahl und die stimmige Zusammensetzung aller Komponenten und die Anpassung an die spezifische Form der Multi-User-Interaktion.

Mit dem Projekt konnte erfolgreich das hohe Potenzial von Interaktionen und besonders von Multi-User-Interaktion mit mobilen Handheld-Geräten sowie großen Ausgabemedien gezeigt werden. Im Folgenden werden einige Möglichkeiten aufgezeigt, die außerhalb der Fragestellung des als Diplomarbeit realisierten Projekts liegen, aber andeuten, in welche Richtung eine weitere Entwicklung gehen könnte.

#### 4. Ausblick

Eine angesichts des Projekterfolgs naheliegende Option ist die Weiterentwicklung des „360Touch.it“-Systems sowie der Ausbau des zu Testzwecken programmierten Spiels. Auch könnte das vorhandene Framework benutzt werden, um völlig neue Spiele zu erstellen. In diesem Zusammenhang könnten auch weitere Funktionen der Handheld-Geräte einbezogen werden (z.B. Vibrationen, Accelerometer).

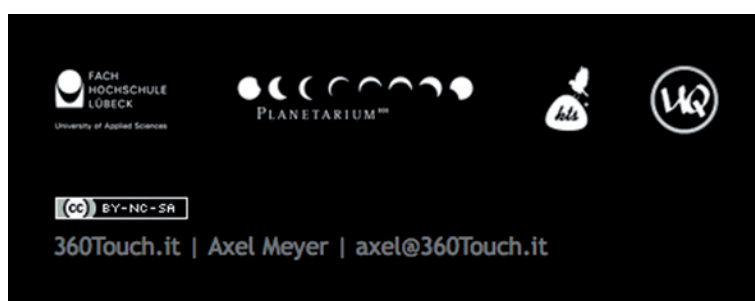
Neben dem schon für die Eingabebedieneung von „360Touch.it“ entwickelten App könnte darüber hinaus ein übergreifendes „Planetariums-App“ speziell angepasste Funktionen für das Planetarium übernehmen. So könnten Personen, die dieses App herunterladen, beispielsweise Informationen über das Planetarium erhalten und astronomisches Wissen ausbilden. Sie könnten sich damit über aktuelle Shows informieren und sofort Tickets für diese kaufen. Der Verkauf könnte dann über den iTunes-Store abgerechnet werden, sodass keine Bargeld- oder Kartenzahlung vor Ort erfolgen müsste. Weitere separate Systeme, wie zum Beispiel der „Guide Port“, der dem Besucher verschiedene Sprachen in einer Show anbietet, könnten in dieses „Planetariums-App“ integriert werden. Auch hier könnte die Bedienungsfläche des „360Touch.it“-Systems Platz finden.

Aber auch Handheld-Geräte mit anderen Betriebssystemen als iOS, wie zum Beispiel Android oder Windows-Mobile, sollten eingebunden werden, um weitere Zielgruppen zu erreichen. Noch weiter ginge die Entwicklung eines eigenen, kostengünstigen Handheld-Gerätes mit Touchinterface, das in Kooperation mit der FH-Lübeck und dem Fachbereich E-Technik Hardware-Entwicklung entwickelt werden könnte. Dies könnte zusätzlich an Besucher ohne Gerät ausgeteilt oder sogar in Kombination mit den Spielen als Standalone-Produkt für mehrere Planetarien entwickelt werden.

In diesen Planetarien könnten dann kuppelfüllende Spiele gespielt werden; eine Anbindung an das Internet könnte sogar gemeinsames Spielen in verschiedenen Planetarien zur gleichen Zeit ermöglichen. Dazu müssten lediglich die Daten des gemeinsamen Spiels mit anderen Planetarien ausgetauscht werden.

Des Weiteren ist die Erweiterung des Ausgabesystems interessant. So könnten neben Digistar auch andere Kuppelsysteme genutzt werden, um mehr Performanz für die visuelle Gestaltung zu erhalten. Auch könnte beispielsweise neben der Nutzung eines Projektionssystems die Ansteuerung des Lasersystems per DMX mit dem Python-Framework „pydmx“ bewerkstelligt werden, um so Lasereffekte zu integrieren.

Abschließend ist zu erwähnen, dass dies selbstverständlich nur eine Auswahl von Ideen und Entwürfen für eine weitere Entwicklung einer lokalen Multi-User-Interaktion ist. Insgesamt zeigen bereits die Entwicklung von „360Touch.it“ sowie die hier skizzierten Ausblicke, welches Potenzial mobile Geräte des Typs ‚Smartphone‘ für die kollektive Interaktion mit der elektronischen Umwelt haben.



Am Projekt Interessierte können sich auf der Webseite 360Touch.it für einen Newsletter anmelden oder per E-Mail an [axel@360Touch.it](mailto:axel@360Touch.it) Kontakt mit mir aufnehmen.



## Entwicklung einer Dachaufstockung aus nachwachsenden Rohstoffen für die zukünftig wachsende Metropolregion Hamburg, Billhafen: Brandshofer Deich Masterthesis von Finn Hansen

von Georg Conradi

Um den Flächenbedarf einer wachsenden Einwohnerzahl in den Städten zu decken sind Nachverdichtungen in Form von Lückenschließungen insbesondere bei Brach liegenden Flächen, Umnutzungen von beispielsweise ehemaligen Kleingewerbestruckturen und Aufstockungen vorhandener Gebäude möglich. Die Aufstockung bietet eine Lösung, die nicht nur die vorhandenen infrastrukturellen Gegebenheiten nutzt, sondern das Bestandsgebäude als Gründung nutzt und dieses „nach oben“ erweitert. Besonders Gebiete der 70er und 80er Jahre sind vom Flächennutzungsanteil so ausgelegt, dass dort weit mehr Personen leben könnten als es derzeit der Fall ist. Daher eignen sich diese Gebiete gut für Nachverdichtungen durch Dachaufstockungen.

Die Masterthesis von Finn Hansen stellt eine modellhafte Arbeit - ganz im Geist des neuen Masterstudienganges „Architektur - Bauen im Kontext“ an der Fachhochschule Lübeck dar. Die Bearbeitung beschäftigt sich mit dem Thema Nachnutzung und Nachverdichtung im innerstädtischen Kontext. Bei der gestellten Aufgabe ging es um die Entwicklung einer Dachaufstockung aus nachwachsenden Rohstoffen für die zukünftig wachsende Metropolregion Hamburg.

Hansen konnte sich mit seiner Arbeit bereits bei Wettbewerben erfolgreich platzieren. So wurde ihm beim **Deutschen Bauforschungs-Nachwuchspreis 2011** der zweite 3. Platz zuteil. Beim **Holzbauwettbewerb 2010** des Landes Schleswig-Holstein errang er mit seiner Masterarbeit „Dachaufstockung Brandshofer Deich 114, Hamburg Billhafen“ den ersten Platz in der Kategorie Bauen im Bestand.

Das Areal mit dem Objekt befindet sich in gegenüberliegender Position zur Elbphilharmonie als östliche Weiterführung der Hafencity und ist damit eine Besonderheit. Es hat gegenüber den neu geschaffenen Quartieren den Vorteil, dass die ansässige Kultur, das Leben und die Nutzungen mit der Zeit gewachsen sind und sich etabliert haben.

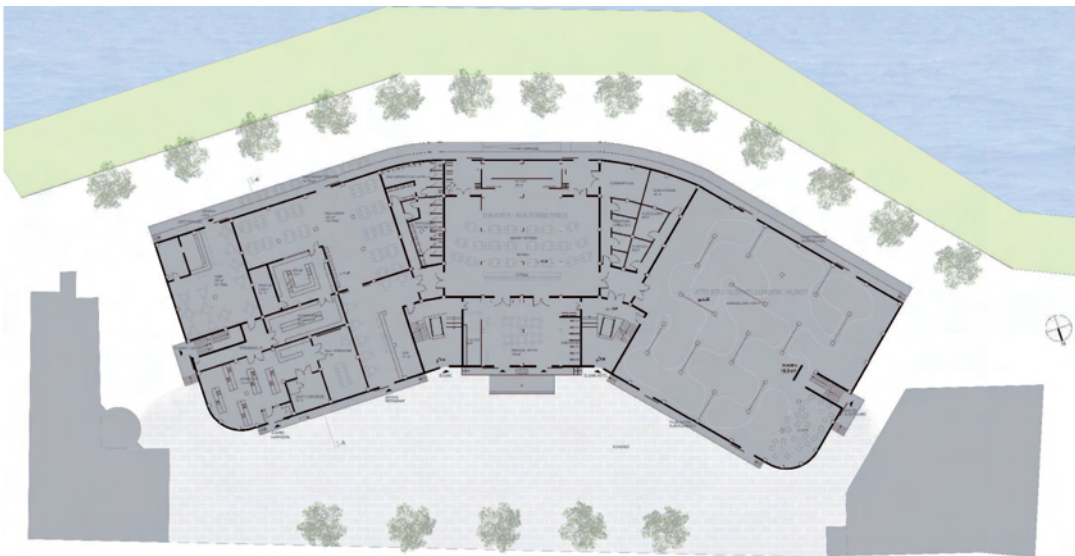


Finn Hansen (ganz links) mit allen Preisträgerinnen und Staatssekretär Pott

Das Objekt selber, ein Lagergebäude, entstand 1928/29 nach Plänen des Architekten Otto Hoyer. Es diente der „Schlesische Dampfer-Compagnie Berliner Lloyd AG“ und ist eines von drei Gebäuden auf dem Gelände. Das Ensemble stellt die letzte erhaltene Binnenschiffahrtsreederei Hamburgs und wahrscheinlich Deutschlands dar, bei dem die drei unterschiedlichen Gebäudeformen erhalten sind.

Das Nachhaltigkeitsprinzip wird in der Arbeit wesentlich durch zwei Aspekte geprägt: Zum Einen erfolgt eine Nachnutzung von den in den 20er Jahren des letzten Jahrhunderts hafenprägenden Wirtschaftsgebäuden. Zum Anderen wird die geplante Dachaufstockung in Massivholzbauweise mit Gründächern sowie aktiver und passiver Solarenergienutzung für eine sehr gute Ökobilanz stehen und kann damit in jedem Zertifizierungssystem mit Bestnote bewertet werden. Besonders durch die große Menge von zu verbauendem Holz wird sich die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gesamtanlage positiv darstellen. Mit anderen Worten, große Mengen des Klimakillers Kohlendioxid sind dauerhaft im Gebäude eingelagert und somit der Atmosphäre entzogen.

Das Lagergebäude des Ensembles steht als historischer Industriebau einsam und unschön am Wasser. Das Innere jedoch überzeugt und ist einzigartig. So orientiert sich auch der Entwurf am Inneren, bietet in seiner Ganzheit eine einfache kubische Form. Der Baukörper beeinflusst den Bestand in seiner inneren Erscheinungsform nicht. Alle konstruktiven Bauteile, vom geneigten Hallendach bis zu den Laderampen, bleiben unverändert. Dieses ist aufgrund der statisch hoch bemessenen Tragkonstruktion möglich.



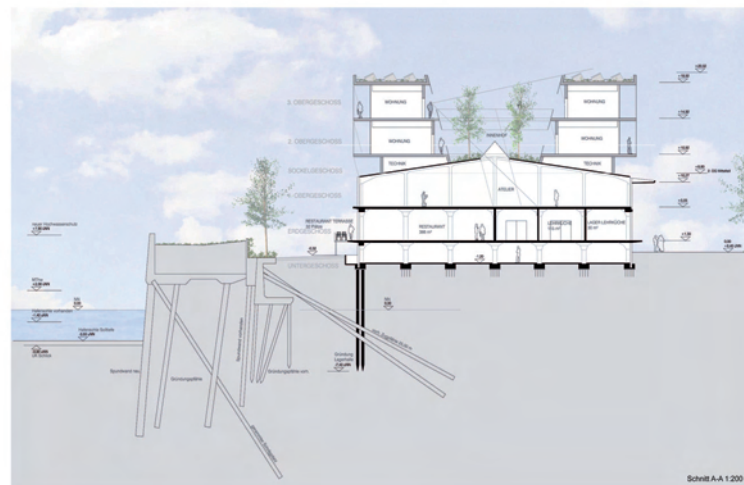
Im Sockelgeschoss der Aufstockung tritt der Neubau zurück, um den Bestand, im Speziellen den Attikabereich und die auskragenden Bauteile, nicht zu bedrängen. Diese „Ausgleichebene“ lässt das vorhandene Hallendach weiterhin bestehen, schafft zugleich eine neue Ebene für zwei Geschosse. Das Sockelgeschoss beherbergt hierbei die

technischen Einrichtungen, die sowohl für die Erweiterung als auch für weiterführende Nutzungen des Bestandes erforderlich sind. Auf dem Sockelgeschoss lagern zwei Obergeschosse, die äußerlich eine geschlossene, hölzerne Form bilden.





Solar-Module auf dem Dach der Aufstockung versorgen den neu gebildeten Wohnraum mit thermischer und elektrischer Energie. Die Technikzentrale ist wie oben erwähnt mittig zwischen Alt- und Neubau zentral gelegen und kann so beide Gebäudekörper bedienen. Umlaufend öffnen sich die Obergeschosse durch Loggien.







Die Gebäudekubatur wird durch eine hölzerne Lamellenfassade gebildet. Die volumenbildende Form überzeichnet die abgerundeten Außenwände des Bestandes und kragt über diese 0,50 m hinaus. Die Fassadenelemente sind je (Wohn-) Einheit individuell verstellbar, so dass die Fassade im ständigen Wandel ist. Durch das Wechselspiel dieser neuartigen, vertikal verschiebbaren Holzfassaden lassen sich die Nutzungszustände ablesen, wie bei den historischen Fensterläden. Geschlossen schützen die Lamellen die Privatsphäre, lassen jedoch weiterhin den Blick nach außen zu. Bei ganz oder teilweise geöffneten Elementen reicht die Sicht über die östliche Hafencity bis hin zur neuen Elbphilharmonie.



Die Masterarbeit ist eine außerordentliche Entwurfs- und Konstruktionsleistung. Mit Sinn und Gespür für die neuen Aufgaben des nachhaltigen Bauens und der Nachnutzung und Nachverdichtung von attraktiven Innenstadtlagen erlangt die Arbeit inhaltlich wie auch darstellungstechnisch einen exemplarischen Charakter, insbesondere für die Vertiefungsrichtung „Bauen im Kontext“ im Masterstudium.



## Radonmessungen in Innenräumen- ein neues Verzeichnis für Lübeck

von Hans-Dieter Reusch und Steven Kessler

### Zusammenfassung

Seit rund 40 Jahren werden weltweit Messungen zur Ermittlung der Konzentration des radioaktiven Edelgases Radon, einem Folgeprodukt des Radiums, in Wohnungen und Häusern durchgeführt und statistisch ausgewertet. Ein erhöhtes Risiko an Lungenkrebs als Folge einer erhöhten Radonkonzentration in der Einatemluft zu erkranken, ist gesichert. Bisher gibt es aber nur wenige Messungen in öffentlichen Gebäuden. Zwei Studenten der Fachhochschule Lübeck führten im Jahr 2011 Konzentrationsmessungen in öffentlichen Gebäuden Lübecks durch. Ihre Theorie: Für den Fall dass die Konzentration in den vermessenen Gebäuden ähnlich der Konzentration in Wohnräumen ist, könnte die Risikoanalyse bzw. Risikobetrachtung für beide Aufenthaltsorte gleichberechtigt erfolgen. Als Messorte wurden neben diversen Gebäuden auf dem Gelände der Fachhochschule Lübeck auch Shoppingcenter, Kirchen sowie einige Schulen gewählt.

### Allgemeines zum Radon

Radon als leicht flüchtiges Edelgas ist sowohl farblos als auch geruchs- und geschmackslos und kann ohne Weiteres durch Bodenkapillaren, Gesteinsspalten und Hohlräume von Baumaterialien dringen. Die drei Isotope dieses Elements sind Folgeprodukte aus den drei Zerfallsreihen. Von Bedeutung für die Betrachtung in der Arbeit war aus gesundheitlicher Sicht aber vornehmlich das Radonisotop mit der Massenzahl 222 aus der Uran- Radium- Reihe, da es eine ausreichend lange Halbwertszeit besitzt um nicht sofort nach der Freisetzung aus dem Boden zu zerfallen. Radon-222 gelangt deshalb noch aus einem Meter Bodentiefe ans Freie in die Atemluft. Seine Halbwertszeit beträgt 3,82 Tage. Zu der Bewertung des Risikos durch eine über längere Zeit andauernde Inhalation von Radon bzw. dessen Zerfallsprodukten schrieben das ICRP sowie das BEIR IV- Komitee: „Eine direkte Aussage über das Lungenkrebsrisiko nach Inhalation von Radonzerfallsprodukten ermöglichen die epidemiologischen Erhebungen bei radonexponierten Bergarbeitern. Diese erfassen zurzeit etwa 30.000 Untertagebergarbeiter, wovon annähernd 25.000 im Uranbergbau tätig waren. Von besonderer Bedeutung sind die Befunde bei den Uranbergarbeitern in den USA, in der Tschechoslowakei und in Kanada. Danach ergibt sich eine annähernd proportionale Beziehung zwischen der kumulierten Exposition dieser Bergarbeiter durch Radon bzw. seinen Zerfallsprodukten und der beobachteten Zunahme der Lungenkrebshäufigkeit.“ (Quelle: „Die Exposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Wohnungen in der Bundesrepublik Deutschland und deren Bewertung“, Veröffentlichung der Strahlenschutzkommission Band 19)

### Messgeräte und Durchführung

Für die Messungen verwendeten der Biomedizintechnikstudent Steven Kessler und Xu Hao, Studienfach Environmental Engineering, den Atmos 12 DPX Radonmonitor (Abbildung 3 in den Text einbinden; Beschriftung: Radonmonitor Atmos 12 DPX), welcher vom Kernphysiklabor der Fachhochschule Lübeck zur Verfügung gestellt wurde. Dieses Messgerät nutzt zur Ermittlung der Radonkonzentration eine Vieldraht- Luftionisationskammer und zum Herausfiltern von Schmutzpartikeln und Radontochterprodukten zwei Filter sowie einen Dehydrator vor den Ionisationskammern. An allen Messorten wurde die Temperatur, der Luftdruck sowie die Luftfeuchtigkeit überwacht um einen Einfluss der Parameter auszuschließen bzw. Abweichungen mit dessen Hilfe als Solche interpretieren zu können.

## Ergebnisse der Messungen

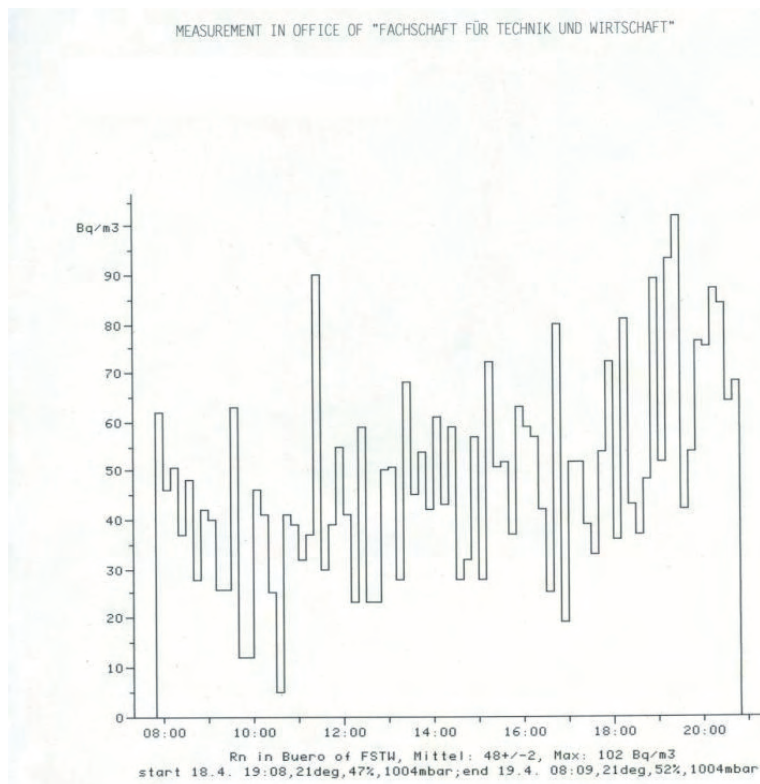


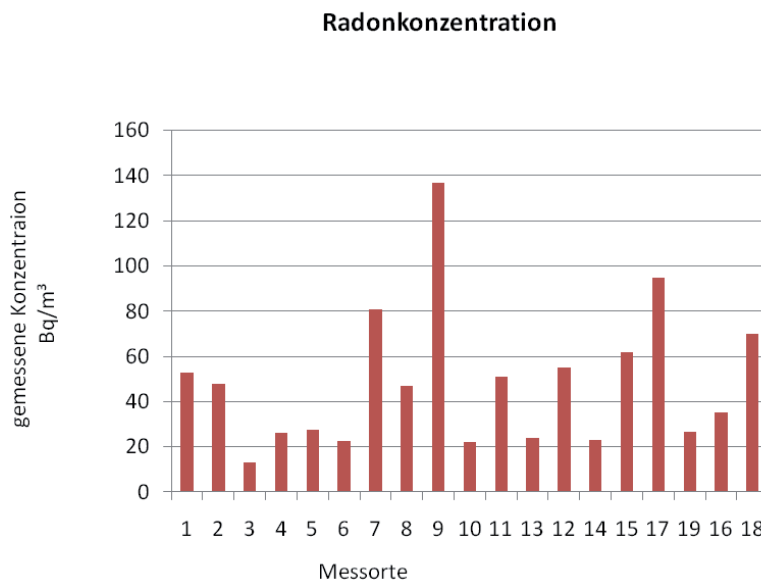
Abb. 1: Messung im Büro der „Fachschaft für Technik und Wirtschaft“

In Abbildung 1 befindet sich die Auswertung der Erfassung der Radonkonzentration im Büro der „Fachschaft für Technik und Wirtschaft“. Um alle Messungen miteinander vergleichen zu können, sind unter den Diagrammen in der ersten Zeile der Mittelwert und der Höchstwert der jeweiligen Messung angegeben.

Die an 18 verschiedenen Orten gemessene Radonkonzentration ergab Messwerte im Bereich von 13 bis 137 Bq/m<sup>3</sup>, woraus der Mittelwert von 48,33 Bq/m<sup>3</sup> errechnet wurde. Gemäß der „Merkblätter zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnhäusern“ (BMU, 2004) werden für Radonkonzentrationen unter 100 Bq/m<sup>3</sup> keine baulichen Maßnahmen empfohlen. Für Altbauten, in diesem Falle könnte man die Kirchen in diese Gruppe einordnen, gelten etwas großzügigere Empfehlungen, weshalb auch diese keine empfohlenen Werte überschreiten. Die beiden Studenten haben mit ihrer Arbeit belegt, dass man in Lübeck bei normalen Belüftungsverhalten der Wohnräume nicht mit erhöhten Radonkonzentrationen und somit gesundheitlichen Beeinträchtigungen rechnen muss. Topaktuell ist dieses Thema auch,

weil in diesen Tagen über das Erscheinen einer überarbeiteten Fassung der EURATOM- Richtlinie entschieden wird.

| Messort | Kennziffer im Diagramm    |
|---------|---------------------------|
| 1       | FSAN                      |
| 2       | FSTW                      |
| 3       | Bibliothek                |
| 4       | Gebäude 36                |
| 5       | AStA                      |
| 6       | Haerder Center            |
| 7       | Brauberger                |
| 8       | Museum f. Natur u. Umwelt |
| 9       | Aegidienkirche            |
| 10      | C&A                       |
| 11      | Jakobi                    |
| 13      | Lab Gebäude 13            |
| 12      | Marienkirche              |
| 14      | Holstentor                |
| 15      | Kahlhorstschule           |
| 17      | Klosterhofschule          |
| 19      | Kartoffelkeller           |
| 16      | Katharineum               |
| 18      | Dom                       |



Die Projektarbeit wurde in Zusammenarbeit des Diplomstudenten Xu Hao mit dem Bachelorstudenten Steven Kessler durchgeführt. Unterstützung erhielten sie vom verantwortlichen Betreuer Prof. Dr. rer. nat. phys. Hans-Dieter Reusch und dem kernphysikalischen Labor der Fachhochschule Lübeck.

## Food Processing – das neue Studienangebot in Lübeck

von Arne Pietsch

### Zusammenfassung

Lebensmitteltechnologie ist ein spannendes Arbeitsfeld mit überraschend vielen Facetten. Am Beispiel der Herstellung von gefriergetrocknetem löslichem Kaffee wird deutlich, dass eine Vielzahl unterschiedlichster Prozessschritte bei diesem Verfahren beherrscht werden muss. Verpackung, Qualitätssicherung, Marketing und viele andere Aspekte müssen aber neben der Verfahrensführung unbedingt berücksichtigt werden, um ein erfolgreiches Produkt herstellen zu können.

Der Bachelor of Engineering in Food Processing ist ein dazu passender neuer Studiengang der Fachhochschule Lübeck. Dabei wird eine oftmals überraschende Fächervielfalt studiert. Neben den Kernfächern wie z.B. Lebensmittelchemie, Mikrobiologie, sowie Verpackungs- und Verfahrenstechnik erwirbt der Studierende auch Kenntnisse im Management wie z.B. Kostenrechnung, Lebensmittelrecht, Personalführung und Selbstmanagement. Die Ingenieursausbildung tendiert damit in Richtung eines Wirtschaftsingenieurs mit den Anteilen 50% Technologie und IT, 30% Lebensmittelwissen und 20% Managementskills.

Als Besonderheit ist das Studium Food Processing aus einem regen Branchennetzwerks – foodRegion – entstanden. Firmenvertreter unterschiedlichster lebensmittelverarbeitender Unternehmen haben gemeinsam mit der FH Lübeck die Ziele und Inhalte dieses Studiengangs ausgearbeitet. So ist das Studium auch als kooperativer Studiengang angelegt, d.h. vor oder in dualer Art größtenteils parallel zum Studium ist eine berufliche Ausbildung (Fachkraft für Lebensmitteltechnik – kurz FALET) zu erwerben. Durch die Verbindung Studium mit beruflicher Ausbildung kann dieser kombinierte Bildungsgrad in nur 4,5 Jahren erworben werden.



Abb. 1: Prof. Dr. Arne Pietsch, Leiter des Studiengangs Food Processing

### Food Processing

Unter Food Processing verstehen wir die industrielle Lebensmittelverarbeitung auf aktuellem Standard und das betrifft heute nahezu alle Lebensmittelprodukte des Einzelhandels. Es handelt sich dabei um Lebensmittelprodukte, die mit technologischen Verfahren und Anlagen hergestellt, be- und verarbeitet oder verpackt werden und dann zum Kauf angeboten werden. Food Processing umfasst dabei den gesamten Produktionszyklus eines Lebensmittels, angefangen von der Rohstoffbeschaffung bis hin zum fertigen Produkt, in welcher Form auch immer.

Die Unternehmen der Branche fertigen ihre Produkte in großen Mengen mit hochtechnisierten, verfahrenstechnisch sehr komplexen und damit auch teuren Anlagen. Die Produktion erfolgt auf hohem hygienischem Niveau entsprechend den Qualitätsanforderungen in Bezug auf die Lebensmittelsicherheit. Es handelt sich bei den Produkten vielfach um Konsumgüter einer Massenproduktion, die auf kapitalintensiven Anlagen hergestellt werden müssen.

Am Beispiel einer Herstellungsvariante von gefriergetrocknetem löslichem Kaffee, auch Extraktkaffee genannt, lassen sich die vielfältigen verfahrenstechnischen Facetten andeuten. Der Kaffee durchläuft bei der Verarbeitung erstaunlich extreme Bedingungen. Die grüne Kaffeebohne wird, wenn gewünscht, bei 300 bar entkoffeiniert, beispielsweise bei 250°C geröstet und dann mit heißem Wasser unter Druck extrahiert. Der erzeugte flüssige Extrakt wird aufkonzentriert und dann auf minus 50°Celsius abgekühlt, tiefkalt gemahlen und gesiebt. Die eigentliche Gefriertrocknung erfolgt anschließend wieder unter Beheizung, dieses aber in einem extremen Vakuum. Allein dieses Verfahren verdeutlicht die unterschiedlichen Prozessschritte, die notwendig sind, um ein marktgerechtes Produkt herstellen zu können.

Beim modernen Food Processing spielen allerdings neben der reinen Lebensmitteltechnik viele weitere Aspekte eine

wichtige Rolle. Hierzu gehören Mikrobiologie und Analytik, Lagerhaltung und Verpackung, Produktionsplanung und –steuerung, das Finanzwesen und Controlling, Hygiene und Qualitätsmanagement und natürlich auch Marketing und die Logistik sowie das Rechtswesen. Ein Unternehmen und insbesondere die leitenden MitarbeiterInnen müssen alle diese Aspekte im Blick haben, um die richtigen Prioritäten in einem sich schnell wandelnden Marktgeschehen zu setzen. Ziel ist die marktgerechte, sichere und wirtschaftliche Produktion guter Lebensmittelprodukte.

## Studiengang Food Processing

An der FH Lübeck wurde der Studiengang im Rahmen des regionalen Branchennetzwerks „foodRegio“ gemeinsam mit den Unternehmen der Lebensmittelwirtschaft und der Fachhochschule entwickelt. Vier neue Professuren wurden zu diesem Zweck an der FH Lübeck neu eingerichtet, eine davon ist eine Stiftungsprofessur.

Im Studiengang des Bachelor of Engineering in Food Processing ist – wie oben schon erläutert – bewusst eine große Fächervielfalt angelegt. Neben den Kernfächern wie z.B. Lebensmittelchemie, Mikrobiologie, Verpackungs- und Verfahrenstechnik erwerben die Studierende ebenso Kenntnisse in der Betriebswirtschaftslehre und im Management bspw. in Kostenrechnung, Lebensmittelrecht, Personalführung oder Projektmanagement. Die Ingenieursausbildung setzt sich anteilmäßig aus 50% Technik und Informationstechnologie, 30% Wirtschaft/Management und 20% Lebensmittelkunde und –chemie zusammen. Das grundlegende Studienkonzept ist also in seiner fachlichen Profilierung zwischen dem Wirtschaftsingenieur (Produktion) und dem Maschinenbauingenieur (Anlagen- und Verfahrenstechnik) angesiedelt und wird durch Lebensmittelwissen ergänzt.

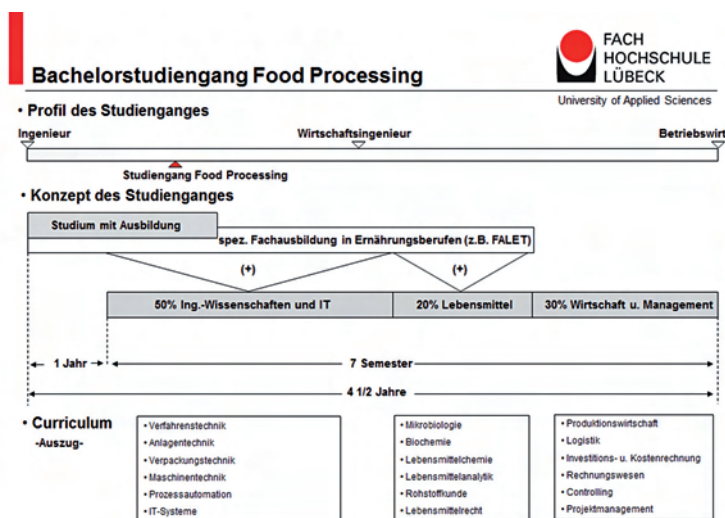


Abb. 2: Profil des Bachelorstudienganges Food Processing

Eine weitere Besonderheit ist die Integration einer fachspezifischen Berufsausbildung aus der Ernährungsbranche. Das Studium ist als kooperativer Studiengang angelegt, d.h., es ist etwa vergleichbar einem dualen Ausbildungs- und Studienmodell, in dem vor oder größtenteils parallel zum Studium eine berufliche Ausbildung – hier die zur Fachkraft für Lebensmitteltechnik (FALET) – mit erworben werden muss.

Mit der FALET wird ein solider und praxisnaher Grundstein für den Berufseinstieg gelegt und theoretisches mit praktischem Wissen ideal vernetzt. Unternehmen aus dem Branchennetzwerk foodRegio unterstützen den Studiengang mit Praxisphasen in ihren Produktionsstätten und bieten ihren Auszubildenden Verträge, in denen Ausbildung und Studium gekoppelt sind. In dieser Kombination kann der angestrebte Abschluss in nur 4,5 Jahren erworben werden.

Die spannende Fächervielfalt wird gebündelt durch das klare Anwendungsziel, die reale Lebensmittelproduktion. Es bietet sich an, die Vielzahl an Schnittstellen zwischen den Einzeldisziplinen schon im Studium für ein vernetztes und übergreifendes Lernen zu nutzen. Deshalb wird eine Modellfabrik beispielhaft an den Anfang des Studiums gestellt, um die Bedeutung und Vernetzung jedes Studienfaches aufzuzeigen. Darauf aufbauend kann beliebig tief vernetzt gelehrt werden. Regelmäßige Abstimmung der Lehrenden über die Verzahnung der Fächerschnittstellen und die für zahlreiche Exkursionen offenen Türen der Firmen des Branchennetzwerks fördern ebenso das interdisziplinäre Lernen.



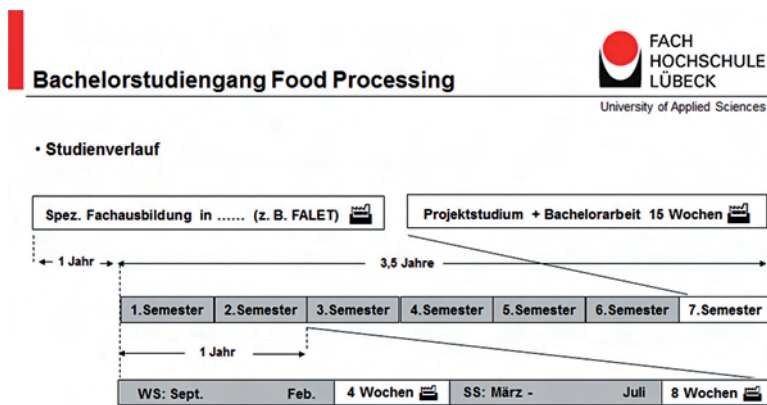


Abb. 3: Studienverlauf im berufsbegleitenden Konzept

Die spezifische Berufsausbildung hat einen 1-jährigen Vorlauf zum Studium. Der Auszubildende, die Auszubildende geht dann mit der Aufnahme des Studiums in die parallele Phase, in der dann in den jeweiligen Semesterferien (Frühjahr 4 Wochen, Sommer 8 Wochen) eine Fortsetzung der betrieblichen Ausbildung erfolgt. Zur Sicherstellung der Machbarkeit des Parallelausbildungsbetriebs werden zwischen der Fachhochschule Lübeck und den betroffenen Berufsschulen organisatorische Absprachen zur Durchführung des Unterrichts angestrebt. Voraussetzung ist die Befreiung von der Präsenzpflcht durch die betroffene Berufsschule.

Die Berufsausbildung wird nach max. 3 Jahren am Ende des 4. Semesters abgeschlossen, so dass in der Schlussphase eine Konzentration auf den erfolgreichen Abschluss des Studiums erfolgen kann. Im letzten Semester sind ein praxisbezogenes Projektstudium und die abschließende Bachelorarbeit zusammengefasst, so dass mit diesen beiden Praxisanteilen im Studium eine 15-wöchige Betriebszeit entsteht.

Die Absolventinnen und Absolventen des praxisbezogenen Bachelor-Studienganges werden ihren Arbeitsplatz in der Produktion und im Fabrikbetrieb mit den nachfolgenden Aufgabenbereichen finden:

- Produktionsplanung, -organisation und -steuerung
- Produktionscontrolling
- Verfahrensentwicklung
- Investitionsplanung und -umsetzung
- Anlagenführung
- Qualitätsmanagement
- Logistik
- Produktionsleitung, Personalführung und -entwicklung

Das Bachelorstudium Food Processing legitimiert sich aus einem veränderten Anforderungsprofil, das sich für qualifizierte MitarbeiterInnen im Bereich der Produktion bei Unternehmen ergibt. In modernen Unternehmen reicht es heute nicht mehr, einen Anlagen-Experten oder Expertin zu haben, die für nur eine bestimmte Maschine zuständig ist. Vielmehr müssen heute die Zusammenhänge des gesamten Betriebs erkannt und erfasst werden. Das Fabrikmanagement neuen Zuschnitts muss in der Lage sein, sowohl die maschinen- und verfahrenstechnischen, lebensmittelchemischen als auch betriebswirtschaftlichen Erfordernisse souverän zu beherrschen.

## Verborgenes Rechencluster im neuen Studienarbeitsraum der Elektrotechnik und Informatik

von Torsten Teubler, Stefan Krause und Horst Hellbrück

Im Oktober 2009 wurde der Raum 18.2-03 zum Studienarbeitsraum des Fachbereichs Elektrotechnik und Informatik umgewandelt. Dort finden von Zeit zu Zeit Praktika und auch Studentenprojekte der CoSA Forschungsgruppe statt. Der Raum steht allen Mitarbeitern und Studierenden des Fachbereichs zur Verfügung und ist mit modernen Labormöbeln und sechs Computerarbeitsplätzen ausgestattet. Für gute Übersicht sorgen 22" Monitore. Diese können mit einem HDMI Kabel auch an mitgebrachte Laptops angeschlossen werden. Weiterhin steht in dem Raum ein Farblaserdrucker zur Verfügung, den Teilnehmer an Lehrveranstaltungen oder Studierende im Rahmen ihrer Arbeit an Abschlussarbeiten unentgeltlich benutzen können. Als Betriebssysteme sind Ubuntu Linux und Windows XP verfügbar. Windows läuft als „Gastsystem“ mittels der Virtualisierungssoftware VMWare unter dem Betriebssystem Linux (siehe Abbildung 1). Beide Systeme können somit parallel betrieben werden, ohne dass ein Neustart des Rechners nötig ist, wenn man das Betriebssystem wechseln möchte.

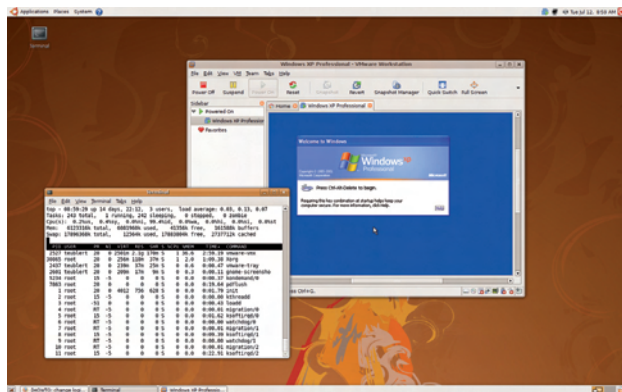


Abb. 1: Windows XP in VMWare Workstation auf Ubuntu Host

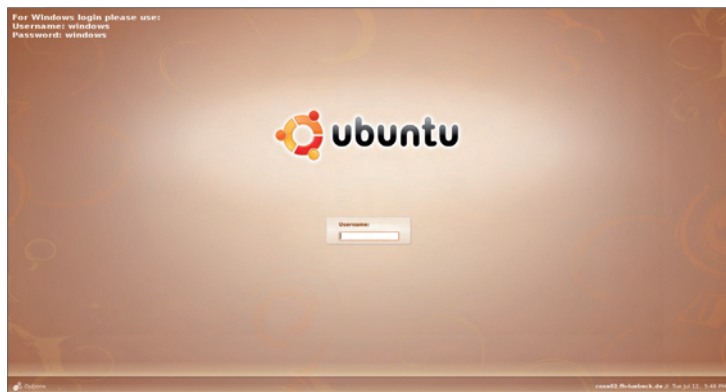


Abb. 2: Anmeldung am System

Die virtuellen Windows Rechner sind in die Domäne des Fachbereichs integriert. So verhält sich das System wie auf jedem Rechner-Pool des Fachbereichs. Der Zugriff hat also auf sein Home-Verzeichnis und seine Einstellungen aber auch auf die USB-Schnittstellen. Damit lassen sich beispielsweise Veranstaltungen wie „Drahtlose Sensorsysteme“, die nun bereits zum zweiten Mal in dem Raum stattfand, auch ausnahmsweise im Studienarbeitsraum durchführen. Wenn man nur Windows verwenden möchte, meldet am sich im Linux System als Benutzer „windows“ mit dem Passwort „windows“ an und Windows startet im Vollbildmodus (siehe Abbildung 2).

Mit den zwei Betriebssystemen ist ein sehr flexibles Arbeiten möglich, gerade weil Software häufig nur für eine Plattform verfügbar ist. Linux ist als Betriebssystem im wissenschaftlichen Umfeld weit verbreitet und insbesondere Software aus dem Bereich Simulation gibt es sehr zahlreich für Linux. Da Simulationen häufig äußerst rechenintensiv sind und Ergebnisse daher lange brauchen, bis sie vorliegen, bietet sich die Verteilung der Rechenlast auf die Rechner des Pools an. Bei der Verteilung von Aufgaben auf mehrere Rechner spricht man auch von einem „Rechen-Cluster“ oder kurz Cluster. Die Rechner in einem Cluster werden als Knoten bezeichnet. Um die Ressourcen in einem Cluster zu verteilen, benutzt man eine Cluster Management Software.

In unserem Rechnerpool verwenden wir das MOSIX Cluster Management. MOSIX ist transparent für den Benutzer. Anwendungen können unverändert laufen. Ein mühsames Kopieren der Dateien oder Logins auf mehreren Maschinen sind ebenso nicht nötig. Weiterhin ist das System so robust, dass keine Daten verloren gehen, auch wenn Rechner vom Cluster getrennt werden. Die Management-Software verteilt die Arbeiten optimal auf die Cluster-Rechner, um die Last auszugleichen. Dies geschieht vollautomatisch so, dass sich die Benutzer keine Gedanken über Konfiguration, Standort, Zustand, CPU Geschwindigkeit, Speicherauslastung oder sonstiger Ressourcen der Knoten machen müssen. Eingeloggte lokale Nutzer auf den Knoten werden von den Prozessen im Hintergrund nichts bemerken. Wird ein Poolrechner lokal benutzt und werden Berechnungen durchgeführt, dann wird der Knoten bei der Verteilung der Prozesse vermieden.

Der wohl wichtigste Befehl zur Verwendung des MOSIX-Clusters ist mosrun. Mit mosrun -b mySim mySimPar1 wird zum Beispiel die Anwendung mySim mit ihrem Parameter mySimPar1 gestartet. Der Parameter -b sorgt dafür, dass immer die

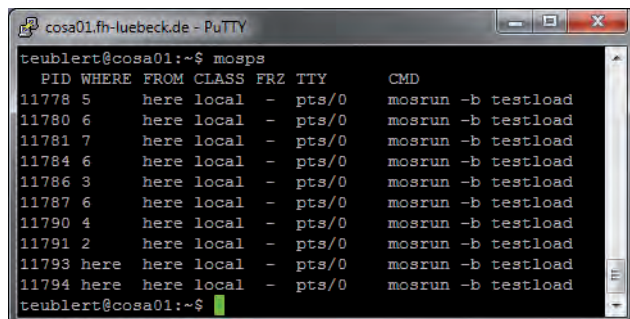


Abb. 3: Jobs mit mosps dargestellt

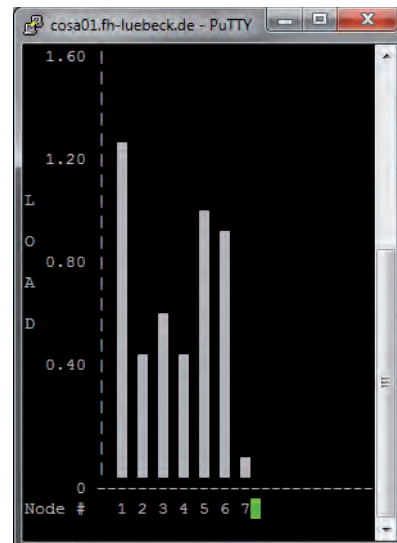


Abb. 4: Graphische Ausgabe von mon

besten Knoten hinsichtlich verfügbarer Ressourcen ausgewählt werden. Nun kann man beispielsweise mySim mit einem Shell-Skript 10 mal mit mosrun starten und MOSIX kümmert sich dann um die Verteilung der 10 Jobs. Weiterhin können die Jobs zwischen den Knoten migrieren, wenn beispielsweise ein Knoten vom Netz getrennt wird. Es ist auch möglich, Java Programme mit MOSIX zu verteilen. Der Befehl lautet dann mosrun -E -b java myJavaProg. Java Jobs können allerdings während der Ausführung später nicht mehr migrieren. Mit dem Befehl mosps kann man sich dann anschauen, auf welcher Maschine die gestarteten Programme dann wirklich laufen siehe Abbildung 3. Der Befehl mon zeigt die Lastverteilung des Clusters graphisch auf der Konsole. In Abbildung 4 ist die Auslastung der sieben Knoten dargestellt.

Die Rechner im Cluster sind mit Intel i7 Vier-Kern Prozessoren mit einer Taktrate von 2.67GHz und 4GB RAM ausgestattet. Die Leistung eines Rechners oder eines Rechenclusters wird häufig in sogenannten Flops angegeben. Flops ist eine Abkürzung für Floating Point Operations per Second, auf Deutsch: Gleitkomma Operationen pro Sekunde. Für unseren Rechencluster haben wir mit dem Intel® Optimized LINPACK Benchmark eine Rechenleistung von 108 Gigaflops ermittelt.

Wenn man das Cluster benutzen möchte, muss man nicht vor Ort sein. Mit den Unix-Werkzeugen SSH (Secure Shell) und SCP (Secure Copy) ist ein Remote-Zugriff aus dem Netz der FH möglich. Möchte man mit einem Windows Rechner auf das Cluster zugreifen, benutzt man am besten die kostenlosen Werkzeuge putty (SSH Client für Windows) und WinSCP (SCP Client für Windows).

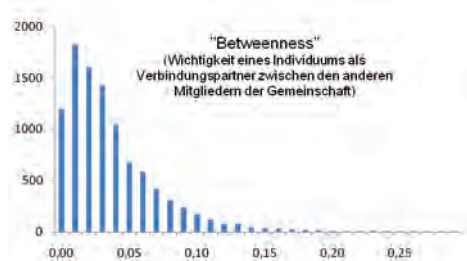


Abb. 5: Betweenness aus einem Nullmodell für Gruppenbildung

Ein typische Aufgabe, für die das Cluster regelmäßig genutzt wird, sind die Berechnungen so genannter „Nullmodelle“ aus der Biologie. Bei der Analyse kollektiven Verhaltens, d.h. der Erklärung des Verhaltens von Gruppen oder Schwärmen auf der Basis des Verhaltens der einzelnen Gruppen- oder Schwarmmitglieder, sind die Methoden der klassischen Statistik oft nur sehr eingeschränkt nutzbar. Dies liegt vor allem an den starken wechselseitigen Abhängigkeiten im Verhalten der einzelnen Gruppenmitglieder. Um „besonderes Verhalten“ einzelner Individuen im Gruppenkontext statistisch gesichert erkennen zu können, muss man wissen, wie das „Normalverhalten“ aussieht. Genau darin liegt der Zweck eines Nullmodells. Es beschreibt, was man beobachten würde, wenn kein Individuum ein besonderes Verhalten zeigt. Aus einem Vergleich mit den tatsächlichen Beobachtungen lassen sich dann Schlüsse ziehen. Solche Nullmodelle lassen sich in der Regel nur durch Computersimulationen berechnen. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel, bei dem die Häufigkeitsverteilung eines typischen Maßes für soziale Aktivität, die so genannte „Betweenness“, aus einem Nullmodell für Gruppenbildung berechnet wurde. Hierfür wurden 10.000-mal jeweils 10 Beobachtungen einer Gemeinschaft von Individuen simuliert.

**Für weitere Informationen steht Ihnen Torsten Teubler zur Verfügung:**

E-Mail: [teubler@fh-luebeck.de](mailto:teubler@fh-luebeck.de)

Skype: [torsten.teubler](https://www.skype.com/en/contacts/teubler)

Fachhochschule Lübeck, Fachbereich Elektrotechnik und Informatik  
Mönkhofer Weg 239, D-23562 Lübeck, Deutschland, Raum: 18-2.14

## Neue Bücher

vorgestellt von Henning Schwarz

Das Buch ist tot... oder doch zumindest bedroht von den neuen digitalen Medien wie E-Buch, Hörbuch oder anderen elektronischen Medien. Wer würde heute ein Lexikon kaufen und aus welchen Gründen, wenn er doch eine große Vielzahl von Nachschlagemöglichkeiten über das Internet hat. Warum gibt es Fachbücher nicht in elektronischer Form oder gar als Hörbuch? Durchweg erscheinen Fachbücher in teils exzellenter Qualität auf Papier gedruckt und die Akzeptanz des gedruckten Buches hat nicht nachgelassen, im Gegenteil. Auf der einen Seite ist sicherlich Gewohnheit im Spiel. Auch die junge Generation ist noch mit Büchern aufgewachsen und neue Medien haben es dagegen schwer. Vielleicht hat die Buchform ja auch etwas, was andere Formen nicht haben: Man hält etwas in der Hand, kann Notizen machen, vor- und zurückblättern, aber all das trifft auf ein E-Buch auch zu. Immer mehr Autoren bieten andererseits als Ergänzung ihrer Bücher Internetforen an oder fügen CDs bei, und so kommt es doch eher zu einem konstruktiven Miteinander als zu einer Bedrohung. Wir wissen nicht, wie sich der Büchermarkt namentlich der Fachbuchmarkt weiter entwickeln wird, und da einem alten Börsenbonmot entsprechend Prognosen immer dann besonders schwierig sind, wenn sie mit der Zukunft zu tun haben, versagen wir uns hier weitere Spekulationen, und berichten ganz einfach über das, was Autoren und Verlage einer interessierten Leserschaft präsentieren verbunden mit dem Wunsch... es lebe das Buch!

### Huebener, Rudolf; Lübbig, Heinz:

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, Vieweg+Teubner, Wiesbaden

1. Auflage, 2011 160 Seiten, zahlreiche Abbildungen; € 34,95

ISBN: 978-3-8348-1390-9

Wie groß ist die Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante, und welche Konsequenzen hätte es, wenn die Konstante variabel wäre? Letzteres ist eine bisher unbeantwortete Frage der theoretischen Physik, während die Frage nach dem Zahlenwert durch Experiment, durch immer genaueres Messen immer besser beantwortet wird. Für dieses Messen mit höchstmöglicher Genauigkeit stand und steht die PTR, die Physikalisch-Technische Reichsanstalt bzw. ihre Nachfolgerin, die PTB, die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, zu deren 125-jährigen Jubiläum Rudolf Huebner und Heinz Lübbig die Geschichte der PTR von den Anfängen bis zum Ende des zweiten Weltkriegs nachzeichnen. Die Autoren beschreiben in 15 Kapiteln sehr detailliert und akribisch neben der Gründungsphase die einzelnen Laboratorien der Reichsanstalt. Ein Kapitel ist der „Reichsanstalt und Einstein“ gewidmet, während in drei Abschnitten physikalische Fragestellungen behandelt werden. Das Buch endet nach einer Übersicht über die „Präsidenten der Reichsanstalt“ mit einem Kapitel über „die Reichsanstalt unter der NS Diktatur und der Neuanfang“. Die Autoren legen ein profundes Werk vor, das die Entwicklung der Physik und ihre Protagonisten aus einem ungewohnten Blickwinkel beleuchtet. Die vielen Abbildungen, zitiert aus teils schwer zugänglichen Quellen, unterstützen den Text und geben in Verbindung mit den zahlreichen Zitaten einen lebendigen, nachhaltigen Eindruck dieser bewegten Epoche der Physik in Deutschland.

### Eisenbach, Iris:

English for Materials Science and Engineering, Vieweg+Teubner, Wiesbaden

1. Auflage, 2011 109 Seiten; € 24,95

ISBN: 978-3-8348-0957-5

„Mit welchem Ziel lernt man wie eine fremde Sprache?“ Diese einfache Frage lässt sich am ehesten mit einem klaren „Das kommt drauf an.“ beantworten. Jemand, der Lord Byron im Original lesen möchte, wird anders und anderes lernen, als derjenige, der einen Fachvortrag halten soll und eine Veröffentlichung in einer fremden Sprache überfordert in aller Regel den Autor. Iris Eisenbach bietet mit ihrem Buch denjenigen „...who need to re-activate their English language skills.“ eine interessante und hilfreiche Arbeitsgrundlage. Obwohl die Inhalte aus dem Bereich der Materialwissenschaften stammen, ist dieser gelungene Mix aus Text, Grammatik, Redewendungen und Übungsaufgaben für jeden interessant, der sein Englisch



verbessern will. Die Texte sind so gewählt, daß auch Nichtfachleute davon profitieren werden, die grammatischen Aspekte treten nicht zu sehr in den Vordergrund und die Redewendungen, man wünscht sich mehr davon, sind eine direkte Hilfe für das Ausarbeiten vor allem von Präsentationen und Vorträgen. Das Buch wird, so die „introduction“, bereits erfolgreich eingesetzt und kann im Gruppenunterricht verwendet werden oder auch als Basis für das Selbststudium dienen, letzteres eine Vorgehensweise, die eher eine Notlösung darstellt. Das Ziel jedenfalls, seine Englischkenntnisse aufzufrischen und zu verbessern, erreicht der Leser ohne Frage, vorausgesetzt, er arbeitet die ca. 100 Seiten systematisch durch.

## Grundlagen

### Erven, Joachim:

Taschenbuch der Ingenieurmathematik, Oldenbourg, München

1. Auflage 2011, 357 Seiten, € 24,80

ISBN: 978-3-486-59212-2

-„Taschenbuch der Mathematik“- Wer dürfte dabei nicht gleich an den „Bronstein“, der Generationen von Studenten durch ihr Studium und weit darüber hinaus begleitet hat und auch heute für ein naturwissenschaftliches Studium unverzichtbar ist. Insofern muß sich jedes andere an diesem Klassiker messen lassen. Der vorliegende Band in Buch- und eben nicht im Taschenbuchformat ist entsprechend dem Vorwort die Weiterentwicklung des seit den sechziger Jahren eingeführten Buchs gleichen Titels und Verlags. Es soll „kein Lehrbuch“ sondern ein „Nachschlagewerk“ sein, und dem folgend finden sich hier zu den gängigen Themen der Ingenieurmathematik auf engem Raum viele Antworten auf Fragen nach dem „Wie war das noch?“ Der Inhalt gliedert sich in 18 Kapitel, von denen besonders die Abschnitte zur mehr-dimensionalen Analysis, zur Vektoranalysis, zur Funktionentheorie und zur Numerik hervorzuheben sind. Der Interessent findet so zu unterschiedlichsten Themen sehr schnell einen ersten Zugang, einen Fingerzeig gleichsam, mit dem sich's schon eher weiterfühlen läßt. Darstellung und äußere Form sind vorbildlich, das Literaturverzeichnis sollte gleichwohl aktualisiert und kommentiert werden. Das Buch kann gerade für die ersten Semester hilfreich sein, auch wenn natürlich nicht, wie auf der Rückseite des Einbandes behauptet, „...dem Ingenieur und Naturwissenschaftler das komplette mathematische Rüstzeug für Studium und Beruf zur Verfügung ...“ gestellt wird. Im weiteren Verlauf des Studiums greift man dann wohl doch zum „Bronstein“.

### Engel, Joachim:

Komplexe Zahlen und ebene Geometrie, Oldenbourg, München

2. Auflage 2010, 336 Seiten, div. Abbildungen, € 24,80

ISBN: 978-3-486-70545-4

Komplexe Zahlen sind namentlich aus den Ingenieurwissenschaften nicht wegzudenken, und deren Anwendung gehört nicht nur in diesen Disziplinen zu den Grundlagen. Ganz anders stehen in der Mathematik prinzipielle, u. a. zahlentheoretische Fragen im Vordergrund, die dem Anwender ferner liegen und vielleicht auch liegen müssen, einen Mittelweg scheint es nicht zu geben. Es ist nun das Verdienst des Autors Joachim Engel mit seinem Buch zum Thema einen gelungenen Kompromiß zwischen Prinzip und Anwendung gefunden zu haben, ohne dabei ins Oberflächliche abzugleiten. Er beginnt mit einer sehr anschaulichen Hinführung von den natürlichen zu den komplexen Zahlen. Die weiteren Kapitel behandeln „Primzahlen im Komplexen“, die „Lösung algebraischer Gleichungen“ und den Fundamentalsatz der Algebra, bevor die Anfangsgründe der Funktionentheorie behandelt werden. Den Abschluß bilden Anwendungen von MAPLE sowie die Lösung der jedem Kapitel beigegebenen Übungsaufgaben. Der Wert dieser Darstellung besteht darin, daß beide Leserkreise profitieren: Der mathematisch orientierte Leser erhält eine fundierte Einführung, während der Anwender neben den Beispielen und Übungsaufgaben wertvolle Hintergrundinformationen erhält, die als Grundlage zu seinem theoretischen Rüstzeug gehören (sollten). Einziger Titel scheint doch etwas unglücklich gewählt, denn obwohl die komplexen Zahlen selbstredend in der Ebene angesiedelt sind, ist der Zusatz „ebene Geometrie“ im Titel wenn schon nicht irreführend so doch hinderlich, da im Zweifelsfall ein Buch über komplexe Zahlen gesucht wird, die ebene Geometrie schreckt möglicherweise sogar ab.

## **Ziegenbalg, Jochen; Ziegenbalg, Oliver; Ziegenbalg, Bernd:**

Algorithmen von Hammurapi bis Gödel, Deutsch, Frankfurt

3. ergänzte Auflage 2010, 349 Seiten, € 22,80

ISBN: 978-3-8171-1864-9

Viele uns vertraute Begriffe erweisen sich bei genauer Betrachtung in Herkunft und Bedeutung als unklar. Selbst in den exakten Naturwissenschaften führt bereits das Hinterfragen von vermeintlich gängigen Bezeichnungen zu wenig befriedigenden Antworten. Was zum Beispiel ist das Konforme an einer „konformen Abbildung“ oder warum heißt die „vollständige Induktion“ erstens Induktion und zweitens vollständig? Oder eben: „Was ist ein Algorithmus“? Es ist das Verdienst der Autoren, mit ihrem Buch zur Klärung dieser und weiterer Fragen beigetragen zu haben, Fragen, die wohl der Klärung bedürfen, denn das Buch erscheint jetzt immerhin in dritter Auflage. Der Leser erhält nicht nur eine Begriffsklärung, vielmehr bieten die Autoren neben einer solchen Klärung und einigen an sich bekannten Beispielen Grundlegendes zu „heuristischen Strategien des algorithmischen Problemlösens“, zu Computer-Methoden und zur Effizienz von Algorithmen. Dem Computer und seinen Anwendungen ist ein wesentlicher Teil des Bandes gewidmet: Angefangen von den Fehlern des Computers bis hin zu seinen „Grenzen“, von der Programmierung bis zu neuronalen Netzen findet der Leser eine bunten Strauß von Gedanken rund um das Thema, alles leicht lesbar, teilweise sogar im besten Sinne des Wortes unterhaltend dargestellt. Manche Abschnitte sind etwas breit angelegt, hier ließe sich mit weniger Text mehr erreichen, etwa Kapitel 7, um nur ein Beispiel zu nennen. Für eine Berufsausbildung ist die Lektüre vielleicht nicht hilfreich oder notwendig, für ein Studium fraglos eine Bereicherung.

## **Maschinenbau**

### **Böge, Alfred (Hrsg.):**

Handbuch Maschinenbau, Vieweg+Teubner, Wiesbaden

20. überarbeitete und aktualisierte Auflage 2011, 1466 Seiten, 1952 Abbildungen, 412 Tabellen, € 69,95

ISBN: 978-3-8348-1025-0

Ein Buch, noch dazu ein Handbuch, also ein Nachschlagewerk, das in nunmehr 20. Auflage seit 1964 besteht, sollte eigentlich eingeführt und bekannt sein. So mag denn auch an dieser Stelle der Hinweis auf die Neuauflage genügen: Die Autoren mit Herausgeber und Verlag haben „in gründlicher, abgestimmter Arbeit Inhalte, Normen und sonstige Quellen auf Aktualität überprüft und auf den neuesten Stand gebracht.“ Weitere Verbesserungen betreffen den Abschnitt K, „Fördertechnik“, wo „Besonderheiten des Fachgebiets erläutert und weiterentwickelte Fachthemen, wie z. B. Zielsteuerungen für Stückgutfördersysteme neu dargestellt“ wurden, sowie den Abschnitt N, der um das Unterkapitel 7 „Hartbearbeitung durch Bohren, Drehen und Fräsen“ erweitert wurde. Im Abschnitt P „Programmierung von Werkzeugmaschinen“ erfolgte eine „Straffung der Ausführungen zum Programmieren nach DIN ISO 66025. Dem „vorangestellt wird eine Übersicht zur Entwicklung und zu aktuellen Tendenzen in der Erstellung von NC-Programmen, die die Kopplung und Integration mit der CAD-Technologie berücksichtigt.“ Das alles in einer untadeligen Form präsentiert und in einem soliden, strapazierfähigen Einband. Ein Handbuch im besten Sinne des Wortes, das seinen Preis wert ist.

### **Reimann, Michael**

Thermodynamik mit Mathcad, Oldenbourg, München

1. Auflage 2010, 510 Seiten, zahlreiche Abbildungen, € 49,80

ISBN: 978-3-486-59085-2

„.....mit .....“ Dieser Zusatz zielt inzwischen etliche Titel des Fachbuchmarkts, und es drängt sich die Frage auf, was von Autor und Verlag damit erreicht werden soll. Michael Reimann gibt in der Einleitung zu seiner „Thermodynamik mit Mathcad“ eine indirekte Antwort, wenn er schreibt „Hauptziel (ist es), das Verständnis der Thermodynamik zu fördern,...“ mit dem gewünschten Zusatzeffekt, daß sich „die Anwendung von Mathcad dem Nutzer erschließt...“. „Alle Zielgruppen sollen angeregt werden, sich moderner Hilfsmittel zu bedienen.“

Sein Buch gliedert sich in zehn Kapitel angefangen von „Grundbegriffen“ über die Erhaltungssätze und den zweiten

Hauptsatz bis hin zu den verschiedenen Kreisprozessen. Ein Anhang enthält „Basisdaten für chemische Reaktionen“, die „Koeffizientenmatrix für ideale Gase“ sowie eine kurze Einführung in Mathcad. Die sehr sorgfältige und gut durchdachte Darstellung der Inhalte wird entsprechend dem Titel durch zahlreiche, detailliert mit Hilfe von Mathcad durchgerechnete Beispiele ergänzt, die ihrerseits in vier sogenannte „Levels“ unterteilt sind von einfachen, die „auch elementar mit Bleistift und Taschenrechner lösbar“ sind bis hin zu solchen, die „Programmieraufwand“ erfordern. Alle Beispiele folgen dem Schema

- Aufgabentext
- Voraussetzungen für die Lösung
- Zahlenwerte
- Lösung

Inbesondere die konsequente Herausstellung der für die Lösung gemachten Voraussetzungen ist für das Verständnis hilfreich. Die zahlreichen, sehr anschaulichen Bilder ergänzen nicht nur den Text, sondern kommentieren ihn gelegentlich sogar. Die Bildunterschriften allerdings könnten durchgängig ausführlicher sein. Die abschließende Einführung in Mathcad ist zielorientiert und dürfte für das Verständnis der Beispiele ausreichen. Die Möglichkeit der Verführung des Lesers, einseitig mit dem Programm zu spielen, anstatt sich mit der Thermodynamik auseinanderzusetzen, ist gleichwohl nicht von der Hand zu weisen.

## Physik

### Krieger, Hanno

Strahlungsmessung und Dosimetrie, Vieweg+Teubner, Wiesbaden,  
1. Auflage, 2011 685 Seiten, 325 Abbildungen; € 59,95  
ISBN: 978-3-8348-1546-0

Das hier vorgelegte Buch ist der dritte Band der „mehrbändigen Lehrbuchreihe zur Strahlungsphysik und zum Strahlenschutz“. Sein Autor, langjähriger leitender Medizinphysiker und zentraler Strahlenschutzbevollmächtigter am Klinikum Ingolstadt, wendet sich somit an einen sehr breit gefächerten Leserkreis aus Medizin und Technik. Der Inhalt ist in vier große Abschnitte unterteilt:

- Strahlungsdetektoren,
- Konzepte und Verfahren der Dosimetrie,
- Dosisverteilungen,
- Sonstige Meßaufgaben.

Jeder dieser Hauptabschnitte ist in einzelne Kapitel gegliedert, die jeweils mit einer kurzen Übersicht über den Inhalt des Kapitels beginnen und mit einer (sogar fett gedruckten) Zusammenfassung sowie etlichen Wiederholungsfragen enden. Es handelt sich also um ein klassisches Lehrbuch, das Fakten vermittelt, man darf vermuten, die es auswendig zu lernen gilt, und weniger grundsätzliche Hintergrundinformationen bietet. Folgerichtig beschränkt sich der verwendete mathematische Apparat zugunsten eines sehr umfangreichen Textes auf das unbedingt Notwendige. Die im übrigen ausgezeichneten Bilder sind teilweise mehrfarbig und damit besonders eindrucksvoll. Hervorzuheben ist auch der umfangreiche, sehr detaillierte Anhang mit physikalischen Tabellen, Literatur, Gesetzen, Verordnungen und Normen.

Der Autor bietet eine große Fülle an Informationen, die der Leser teilweise nicht ohne weiteres nachvollziehen kann. Druckfehler in Formeln (s. S. 147, Gleichung 6.58) werden so zum Problem. Insgesamt aber dürfte das Buch seinen Zweck fraglos erfüllen.

## Nachrichtentechnik

### Wendel, Jan

Integrierte Navigationssysteme, Oldenbourg, München  
2. überarbeitete Auflage 2011, 334 Seiten, zahlreiche Abbildungen, € 44,80

ISBN: 978-3-486-70439-6

Es gibt Bücher, die muß man einfach haben, und es gibt solche, die muß man nicht nur besitzen sondern auch gelesen haben. Zu letzteren gehört das jetzt in zweiter Auflage erschienene von Jan Wendel über integrierte Navigationssysteme. Der Band besticht zunächst durch die Breite der Darstellung wie auch durch deren Tiefe, mit der dem Ziel des Autors entsprechend „Sen-sorik und Algorithmen integrierter Navigationssysteme“ behandelt werden. Dabei stellt er konsequent die für das Verständnis benötigten Grundlagenkenntnisse in gesonderten kurzen, aber prägnanten Kapiteln zusammen. Er beginnt mit einem Abschnitt über lineare Systeme und deren Beschreibung, Inhalte, die beim Leser vorausgesetzt werden dürfen (oder durften?!), bevor in den folgenden Kapiteln drei und vier die inertiale und die Satellitennavigation erläutert werden. Breiten Raum nimmt eine sehr sorgfältige Behandlung des Kalman-Filters ein, der wiederum ein Abschnitt über die „Grundlagen der Stochastik“ vorangestellt ist. Es folgen als Anwendungsbeispiele je ein Kapitel über „GPS/INS-Integration“, „Transfer Alignment“ und „unbemanntes Fluggerät“. Diese Beispiele werden durch einen Abschnitt über „Monte-Carlo-Methoden“ eingeleitet. Den Schluß bilden neben einem Anhang zur Matrizenrechnung ein umfangreiches Abkürzungsverzeichnis und sehr ausführliche Literaturangaben, die den Leser u. a. in die Lage versetzen, Einzelfragen weiter zu vertiefen.

Das alles ist sehr sorgfältig notiert, mit hervorragenden Zeichnungen und Bildern (Seite 65 z. B. oder Seite 219) versehen, und streckenweise geradezu spannend zu lesen. Die wenigen Schreibfehler fallen nicht ins Gewicht.

## Gräbner, Frank

EMV-gerechte Schirmung, Vieweg+Teubner, Wiesbaden

1. Auflage, 2011, 176 Seiten, 147 Abbildungen, 12 Tabellen; € 59,95

ISBN: 978-3-8348-1490-6

Das Problem der elektromagnetischen Verträglichkeit, kurz EMV, ist seit langem bekannt, die Bedeutung der Störfestigkeit von elektrischen oder elektronischen Komponenten hat aber erst in den zurückliegenden zwanzig Jahren stark zugenommen, und dies, ohne daß eine entsprechend breite Literatur zur Verfügung stünde. Um so wichtiger ist die Neuerscheinung, über die es hier zu berichten gilt. Der Autor unterteilt seine Inhalte in zwei Hauptabschnitte: Im ersten geht es um Materialien und ihre hochfrequenzrelevanten Eigenschaften. Sehr detailliert wird hier über die Eigenheiten der Materialien und deren Beschreibung berichtet, wobei die Herleitungen und Formeln manchmal etwas großzügig gehandhabt werden. So fehlt auf der Seite 13 unter „Vereinbarungen“ ein Hinweis auf das verwendete (kartesische) Koordinatensystem, auch würde die Erwähnung der an sich selbstverständlichen Quellenfreiheit der Felder zur Klarheit der Darstellung beitragen. Die Verwendung des Symbols „ $\delta$ “ für die partielle Ableitung anstelle des „ $\partial$ “ ist mindestens ungeschickt, zumal ersteres wenige Zeilen weiter in ganz anderem Zusammenhang benutzt wird. In Gleichung (7), Seite 15 fehlen die Vektorzeichen über „B“ und „H“, weiter Beispiele ließen sich anführen.

Der zweite Teil behandelt „Praxisbeispiele“. Der Leser erhält hier einen ebenfalls breiten Einblick in verschiedene Maßnahmen der Schirmung hochfrequenter Felder. Die oben erwähnte Großzügigkeit der Darstellung fällt leider auch hier negativ auf, etwa wenn der Leser mit den Größen der Formel (45) völlig allein gelassen wird, es fehlt eine Zeichnung, insbesondere, wenn der Autor im Nachsatz zu (45) diese Zusammenhänge als „wichtig“ bezeichnet. Das gleiche gilt, Seite 24, für die angegebenen Größen des vorgestellten HF-Resonators. Im einzelnen geht es in diesem zweiten Abschnitt um Schirmung bei Frequenzen unter 100MHz, etwas unglücklich als „NF-Schirmung“ bezeichnet, um Doppelschirme, Gehäuse, Leiterplatten und Leitungen. Ferner werden Ergebnisse zu schirmenden Textilmaterialien mitgeteilt, ein interessanter, wenn auch ferner liegender Aspekt.

Insgesamt bietet der Autor viele interessante und wichtige Einzelheiten, die wenig bekannt sein dürften. Unübersehbar sind aber die Schwächen der Darstellung. Es unterlaufen dem Autor, s. o., wie man wohl vermuten darf, aus Mangel an Sorgfalt zahlreiche Fehler, die die Lektüre erschweren. Hinzukommen erhebliche sprachliche Ungeschicklichkeiten, etwa wenn man liest (Seite 79): „Zur Kontrolle der Anwendung des Modells der NFMR wurde ein Versuch durchgeführt.“ Diese Aussage ist im Grunde banal und damit überflüssig, denn wie sonst, wenn nicht mittels eines Versuchs kann man in diesem Sachzusammenhang kontrollieren? Ferner darf man doch wohl annehmen, daß, da von Fachleuten ausgeführt, die „Anwendung“ korrekt ist, mithin keiner Kontrolle bedarf. Soll nicht vielmehr das „Modell“ selbst kontrolliert werden? Es bleibt im Dunkeln. Ein interessantes Buch also zu einem wichtigen Spezialgebiet, das die dringend notwendige Überarbeitung fraglos wert ist.



## Betriebswirtschaftslehre und Management

### Michel E. Domsch / Désirée H. Ladwig (Hrsg.)

Fachlaufbahnen, Alternative Karrierewege für Spezialisten schaffen  
Luchterhand, 1. Auflage 2011, 272 Seite(n), broschiert, € 39,00  
ISBN 978-3-472-07854-8

Um wertvolle Mitarbeiter in Zeiten des Fachkräftemangels längerfristig zu binden, müssen Unternehmen ihnen alternative Karrierewege ermöglichen. Dazu gehört insbesondere die Fachlaufbahn mit ihren zahlreichen Ausprägungsformen. Denn viele hochqualifizierte Fachkräfte und Wissensträger – etwa im Bereich IT oder Forschung und Entwicklung – sind stärker an der Bearbeitung herausfordernder Projekt- und Sachaufgaben als an Personalführung und der klassischen Managementlaufbahn interessiert. Gleichzeitig wollen sich gerade diese leistungsmotivierten Spezialisten beruflich weiterentwickeln und fordern die aktive Unterstützung des Arbeitgebers ein.

Zu den Handlungsansätzen und Gestaltungsmöglichkeiten bei der Implementierung von Fachlaufbahnen bietet dieser Herausgeberband 16 Beiträge versierter Personalmanager,

Personalentwickler, Wissenschaftler und Berater. Sie erläutern konzeptionelle Grundlagen, diskutieren aktuelle Trends und präsentieren Best Practices und Erfahrungsberichte aus Unternehmen verschiedener Branchen. Damit erhalten HR-Profis neue Anregungen und Impulse für die eigene Personalarbeit und -entwicklung.

### Ladwig, Désirée H. / Kunze, Jürgen / Hartmann, Michael (Hrsg.)

Exit matters - Auf dem Weg in die Projektgesellschaft

Reihe: Forum Personalmanagement / Human Resource Management - Band 10

Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien, 2011. 251 S., zahlr. Tabellen und Grafiken.

ISBN 978-3-631-61058-9 geb., Gewicht: 0.430 kg, 0.948 lbs

„Entwickelt sich unsere Gesellschaft in eine Projektgesellschaft? Diese Frage diskutiert der vorliegende interdisziplinäre Sammelband unter besonderer Berücksichtigung der „Exit“-Komponente. „Exit matters“ bedingt die Beschäftigung mit dem Ende eines Projektes in Wirtschaft, Privatleben und/oder Gesellschaft schon bei der Ideengenerierung bzw. der Entwicklung der Konzeption. Diese spezielle Exit-Perspektive hat gravierende Auswirkungen auf alle Gestaltungsdimensionen von Projekten und unterscheidet sie fundamental von auf Dauer ausgelegten Organisationskonzepten. U.a. ökonomische, soziologische, rechtswissenschaftliche Disziplinen verbinden sich hier zu einer bewussten, balancierten Diversität und bilden neue Sichtachsen auf die in der Literatur sonst schon erschöpfend bearbeiteten Projektthematik.“

### Ladwig, Desiree H./ Fründt, Friederike J./ Linde, Claudia

Projektkompetenz in der akademischen Ausbildung - Eine Fallstudie.

In: Ladwig, Désirée H. / Kunze, Jürgen / Hartmann, Michael (Hrsg.)

Exit matters - Auf dem Weg in die Projektgesellschaft, S. 115-128.

Reihe: Forum Personalmanagement / Human Resource Management - Band 10

Frankfurt am Main, Berlin, Bern, Bruxelles, New York, Oxford, Wien, 2011. 251 S., zahlreiche Tabellen und Grafiken

ISBN 978-3-631-61058-9 geb.

Gewicht: 0.430 kg, 0.948 lbs

Buchbeitrag von Prof. Désirée H. Ladwig, Friederike J. Fründt, M.A., und Claudia Linde, M.A., (alle FH Lübeck) aus dem Sammelband „Exit Matters“ (s.o.) – Veröffentlichung entstand nach Abschluss eines einjährigen Forschungsprojektes im Rahmen des Master-BWL-Studienganges der FH Lübeck in 2010. Die ehemaligen Studentinnen Friederike J. Fründt und Claudia Linde (heute Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen im Forschungsprojekt Fachlaufbahnen an der FH Lübeck) untersuchten die Projektkompetenz von Studierenden der FH Lübeck.



# BioMedTec Wissenschaftscampus

Der Wissenschaftscampus  
im Norden

[www.biomedtec-wissenschaftscampus.de](http://www.biomedtec-wissenschaftscampus.de)

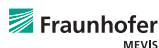


UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences



Forschungszentrum  
Borstel

EUROIMMUN

