

Impressum

7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen

an der Hochschule Harz (FH) in Wernigerode am 20. Januar 2006

Hrsg: Hochschule Harz (FH)

© 2006

Hochschule Harz (FH)

Rektorat

Friedrichstraße 57 – 59

38855 Wernigerode

Tel.: 03943/659-100

E-Mail: rektorat@hs-harz.de

Redaktion: Organisationskomitee der 7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz
Prorektorat für Forschung und Wissenstransfer

Für den Inhalt und die Richtigkeit der einzelnen hier veröffentlichten Beiträge übernimmt der Herausgeber keine Verantwortung. Jeder Verfasser ist als Autor selbst für seinen Beitrag verantwortlich.

7. **Nachwuchs-** **wissenschaftler-** **konferenz**

Automatisierungstechnik / Informatik

Ingenieurwissenschaften

Bauingenieurwesen

Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften

Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen

Naturwissenschaften / Umwelttechnik

Kultur- und Medienwissenschaften

Postersessions

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	005
Vorwort	007
Organisation	011
I Automatisierungstechnik / Informatik 1.....	013
Methoden zur ikonorientierten Visualisierung komplexer Prozeßzustände	015
Ein generisches Framework zur Prozessdatenverarbeitung basierend auf einem JXTA-P2P-Netzwerk	021
Untersuchung zur nichtlinearen, prädikativen Regelung mit dem Extended DMC-Algorithmus	027
II Ingenieurwissenschaften 1	033
Weiterentwicklung technologischer Verfahren	035
Clusteranalyse von Impedanzspektren eines Gassensors für Hochtemperaturanwendungen	041
Die Unschärfe des Wissens in der Siedlungsforschung	047
III Bauingenieurwesen / Ingenieurwissenschaften	053
Lebensdauervorhersage für vorgeschädigte Stahlbeton- brücken unter Berücksichtigung unscharfer Datenmodelle ...	055
Untersuchung der jahreszeitlich bedingten Tragfähigkeits- schwankungen auf Versuchsstrecken im Bereich des alternativen ländlichen Wegebbaus	063
Messaufbau zur Bestimmung kleiner Ultraschalleistung durch Nutzung der Schallstrahlungskraft	069
IV Ingenieurwissenschaften 2	075
Laseroptische Charakterisierung von fokussierten Ultraschallfeldern	077
Optical mode field transformers integrated at the end of single mode fibres	081
Interferenzlithographische Strukturierung von Resistfilmen auf Funktionsflächen optischer Lichtleitfasern	087
V Automatisierungstechnik / Informatik 2	093
Software-Debugging und Kalibrierung unter Echtzeitbedingungen	095
Approaches to Testing UML-based State Machines	101
Mobile Systeme in einer verteilten intelligenten Umgebung ...	107

VI	Wirtschafts und Verwaltungswissenschaften	113
	Strategisches Management in Tourismusregionen	115
	Brauchen wir noch eine Agentur für Arbeit?	123
	Ziel- und wirkungsorientierte Steuerung - ein Konzept für die Verwaltungsreform in Deutschland?	129
VII	Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen	135
	Psychologische Erfordernisse in der Betreuungspraxis von Kleinstkindern	137
	Bildungsfähigkeit von Migrantenkindern - Die Entwicklung einer Theory – of - Mind	143
	Die psychosoziale Beratung unfreiwilliger Klienten - Motivierungsstrategien im Praxistest	149
VIII	Naturwissenschaften / Umwelttechnik	155
	Photokatalytischer Abbau von Arzneimittelreststoffen in Abwässern	157
	Methodik zur Bestimmung von Abfallinhaltsstoffen durch Totalverbrennung	163
	Chemische Reaktion von Fettstoffen im Mikrowellenfeld	169
IX	Kultur- und Medienwissenschaften	175
	Usability: Die Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes	177
	Schriftbasierte Kommunikation in virtuellen Lernumgebungen	183
	Internationale Arbeitsgruppen mit Dolmetscherbedarf am Beispiel deutsch-kubanischer Hochschulkooperationen	189
X	Wirtschafts- und Sozialwissenschaften	195
	Live gespielte und aufgezeichnete Monochord-Musik im Vergleich der Wirkung auf Entspannung und Wohlbefinden	197
	Short Message Service basierte Befragungen - quo vadis?...	203
	Dreidimensionale Stimuli in der Marktforschung und ihr Einfluss auf die Validität der Ergebnisse	209
XI	Postersessions	215
	"Wenn ich keine Freunde hier hätte würde ich woanders wohnen." Jugendcliquen und Abwanderung in Sachsen- Anhalt	217
	Beziehungsnetze früher Bindung: Die Bedeutsamkeit von Müttern, Vätern und Erzieherinnen im Leben des Vorschulkindes	219
	Fibre Reinforced: A Feasibility Study Of	

Nondestructive Testing	221
A Test Environment For Analysing Unknown Integrated Curcuits	223
Reif für das virtuelle Unternehmen?	225
Ein Verfahren zur elektronischen Fokussierung von Ultraschall mit programmierbaren Logistikbausteinen	227
„SimposG-Web“ - Web Services für Simulationen	229
Kultivierung eines Parasiten Leishmania tarentolae im Laborfermenter	231
Ausgewählte Determinanten in der Beziehungsgestaltung von Erzieherinnen in außer familiärer Tagesbetreuung	233
Vertrauensmessung bei Konsumenten	235
Dramaturgie: multimediale Wirkungspotentiale interaktiven Erzählens	237
Kategorisieren im Designbereich - Ein polyhierarchischer Thesaurus für Designgeschichte	239
Implementierung eines ressourcen- verbrauchsorientierten Haushalts- und Rechnungssystems in Kommunen	241
Erstellung von Hochwasserszenarien und Gefahren(hinweis)- karten für ein GIS- und CMS-gestütztes Hochwasser- managementsystem am Beispiel des Pilotprojektes Landkreis Stendal	243
Einfluss der Ernährung auf die Geschmacksempfindlichkeit ...	245

Vorwort

Bereits zum siebten Mal findet die Nachwuchswissenschaftlerkonferenz statt. War sie zunächst eine Initiative einzelner Fachhochschulen Sachsen-Anhalts, hat sie sich mittlerweile als Plattform für die Nachwuchswissenschaftler in ganz Mitteldeutschland etabliert. Daher führt die 7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz an der Hochschule Harz in Wernigerode Wissenschaftler aus Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen sowie erstmalig auch Brandenburg zusammen. Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Promovenden, Diplomandinnen und Diplomanden sowie Masterstudierende an Fachhochschulen stellen die Ergebnisse ihrer Arbeiten dar und demonstrieren so eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit der Fachhochschulen Mitteldeutschlands in der angewandten Forschung.

Die Bandbreite der vertretenen Fachgebiete umfasst die angewandten Naturwissenschaften, Automatisierungstechnik und Informatik, das Bauingenieurwesen, Ingenieurwissenschaften, Kultur- und Medienwissenschaften, Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen, Umwelttechnik sowie Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften. Insgesamt 45 Beiträge, die durch Vortrags- bzw. Posterpräsentationen den Teilnehmern der Konferenz vorgestellt werden, sind in diesem Tagungsband, der den Tagungsteilnehmern bereits zur Konferenz vorliegt, zusammengefasst. Erstmals fand in diesem Jahr auch eine Begutachtung der eingereichten Beiträge statt, bei der insgesamt 18 Gutachter konstruktive Kritik an den Beiträgen übten und so deren Qualität sicherten.

Alle Beiträge machen deutlich, dass hervorragende Forschung an Fachhochschulen, speziell in Mitteldeutschland, sehr wohl beheimatet ist und den Vergleich mit anderen Forschungseinrichtungen nicht zu scheuen braucht. Junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, von denen viele sich in kooperativen Promotionsverfahren befinden, bekommen durch die Nachwuchswissenschaftlerkonferenz die Möglichkeit, ihre Erfahrungen mit anderen Wissenschaftlern, anderen Einrichtungen und Unternehmen auszutauschen. Abgerundet wird die Nachwuchswissenschaftlerkonferenz durch das Kamingespräch zum Thema „Exzellenzforschung an Fachhochschulen - quo vadis?“ unter der Moderation von Prof. Dr. Ulrich Fischer-Hirschert, Prorektor für Forschung und Wissenstransfer der Hochschule Harz. Vielleicht kann die gesamte Veranstaltung eine Keimzelle für ein weitergehendes Netzwerk von (Nachwuchs-)Wissenschaftlern an Fachhochschulen in Mitteldeutschland sein, in dem angewandte Forschung und Wissenstransfer ihren festen Platz haben.

Wernigerode, im Januar 2006

Prof. Dr. Frieder Stolzenburg

Tagungsleiter der 7. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz

Hochschule Harz (FH)

Organisation

- Konferenzleitung:

Prof. Dr. Frieder Stolzenburg

- Programmkomitee:

Prof. Dr.-Ing. P. Dittrich, Fachhochschule Jena
Prof. Dr. U. Fischer-Hirchert, Hochschule Harz (FH)
Prof. Dr.-Ing. J. Kirbs, Hochschule Merseburg (FH)
Prof. Dr.-Ing. R. Lückmann, Hochschule Anhalt (FH)
Prof. Dr.-Ing. H. Münch, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH)
Prof. Dr. F. Stolzenburg, Hochschule Harz (FH)

- Gutachter:

Lieselotte Ahnert
Dipl.-Ing. (FH) Norman Bauersfeld
Dipl.-Betriebswirtin (FH) Susanne Burbank
Prof. Dr.-Ing. Yongjian Ding
Prof. Dr. Georg Felser
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Fischer-Hirchert
Prof. Dr. Andrea Heilmann
Dipl.-Kfm. Matthias Knödler
Prof. Dr. sc. pol. Michael Koop
Dipl. Ing. (FH) Knut Meißner
Dipl.-Kffr. (FH) Beatrice Pohle
Prof. Dr. Hardy Pundt
Falk Schmidsberger
Dipl. Kfm. (FH) Stefan Schneider
Walter Schuhr
Prof. Dr. Frieder Stolzenburg
Dipl. Ing. Ute Urban
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Windel

- Organisationskomitee:

Falk Schmidsberger
Dipl. Ing. (FH) Knut Meißner
Prof. Dr. Frieder Stolzenburg
Dipl. Chem. Doris Wüstenhagen

Automatisierungstechnik / Informatik 1

Methoden zur ikonorientierten Visualisierung komplexer Prozesszustände

Knut Meißner, Phone: ++49.3943-659-320, Fax: ++49.3943-659-399, E-Mail: kmeissner@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57 – 59, 38855 Wernigerode

Abstract

Aus den steigenden Anforderungen an die Bediener moderner technischer Anlagen entsteht der Bedarf nach neuen, auf den Menschen und seine Fähigkeiten und Eigenschaften besser abgestimmten Benutzungsschnittstellen. In diesem Beitrag werden sowohl klassische und als auch in der Entwicklung befindliche ikonbasierte Visualisierungsverfahren untersucht und es wird der Versuch unternommen, die gewonnenen Erkenntnisse in ein neues Visualisierungsverfahren zu überführen. Um bei der Umsetzung der Ergebnisse ein hohes Maß an Flexibilität zu erreichen, wurden verschiedene Entwurfswerkzeuge entwickelt. Diese gestatten zum einen eine schnelle Anbindung an Standarddateiformate für den Entwurf von 2-D- und 3-D-Welten, als auch eine einfache und flexible Anbindung an verschiedene technische Prozesse. Das hier vorgestellte Visualisierungskonzept beruht auf einer kognitiv-szenischen Darstellung der Prozesswerte in einer 3-D-Welt, die die kognitiven Fähigkeiten des Bedieners unterstützt und so die mentale Arbeitsbelastung der Bediener reduziert.

1 Einleitung

In den letzten Jahren ist durch die technische Entwicklung in der Prozessindustrie eine deutliche Erhöhung der Anlagenkomplexität und somit eine nicht unerhebliche Steigerung der Anforderungen an die Bediener solcher Systeme zu verzeichnen. Auf der einen Seite wurden aus Kostengründen der Automatisierungsgrad und die Produktivität der Anlagen weiter erhöht und auf der anderen Seite wurde die Anzahl der Anlagenfahrer pro Anlage und Schicht reduziert. Die vom einzelnen Bediener zu überwachende Informationsmenge stieg somit stetig an [8]. Die daraus resultierende mentale Belastung und die von Grams in [5] beschriebene mögliche Überlastung des Bedieners ergeben insbesondere in Alarm- und Stresssituationen ein steigendes Fehlerpotential in den Bedieneraktionen. Die in der Fachliteratur bereits diskutierten Lösungswege, um diesem Problem entgegenzuwirken, reichen auf der einen Seite von einer verbesserten Visualisierung wie dem Massendatendisplay [4] oder der 3-D-Visualisierung [11], die den Benutzer entlasten sollen. Auf der anderen Seite wurden komplexe Expertensysteme [1] entwickelt, welche den Bediener mittels Methoden der künstlichen Intelligenz, mathematischen Prognosemodellen und gespeichertem Prozesswissen aktiv bei der Prozessführung unterstützen sollen [7]. In dieser Arbeit werden die bisherigen Versuche einer Verbesserung der Visualisierung, insbesondere der ikonbasierten Visualisierung, aufgegriffen und es wird ein neues Verfahren mit einfachen 3-D-Ikone beschrieben. Hierbei sollen die Erkenntnisse der Kognitionswissenschaft genutzt werden, um die Fähigkeiten und Schwächen der menschlichen Wahrnehmung zu berücksichtigen. Es handelt sich um einen kognitiv-szenischen Ansatz, der dem Bediener das Erkennen und Klassifizieren von kritischen Prozesszuständen oder Prozesstendenzen erleichtern soll. Im zweiten Teil werden

drei bestehende Verfahren der ikonbasierten Datenvisualisierung untersucht. Der dritte Abschnitt behandelt zwei bereits verfügbare ikonbasierte Visualisierungsformen für die Prozessleittechnik und leitet daraus notwendige Verbesserungen ab. Der nächste Abschnitt stellt das neue Ikon und die Einbettung in den 3-D-Raum vor. Hier entsteht der kognitiv-szenische Aspekt dieser Visualisierungsmethode. Den Abschluss bilden eine Zusammenfassung der Ergebnisse sowie ein Ausblick auf die weiteren Arbeiten.

2 Bestehende ikonorientierte Visualisierungsverfahren zur Datenanalyse

Die Idee der ikonorientierten Visualisierung besteht in der Darstellung multivarianter Datenwerte durch die Parameterwerte grafischer Primitive. Drei Beispiele für solche Ikone sind in Bild 1 abgebildet. Bild 1.a zeigt eine Stick-Figur-Ikone, die von Picket und Grinstein [9] entwickelt wurde. Es handelt sich um eine vierarmige zweidimensionale Figur, bei der die Datenwerte durch die Armlängen, Armdicken und Winkel zur Hauptachse der Figur visualisiert werden. Die in der zweidimensionalen Anordnung entstehenden Muster und Texturen sind vom Menschen leicht zu erkennen. Bei der in Bild 1.b dargestellten Kreispalette werden die Datenwerte über die Größe, das Füllmuster und die Farbe der Kreise kodiert. Bild 1.c zeigt ein Beispiel der von Chernoff [3] entwickelten Ikone, welche einem menschlichen Gesicht nachempfunden sind. Mit diesem Ikon können bis zu 12 Parameter verschlüsselt werden. Hierbei wird die menschliche Mustererkennung zur Interpretation von Gesichtern bzw. einzelnen Charakteristika genutzt.

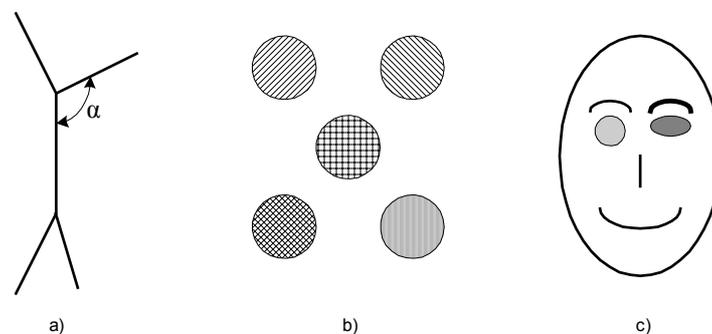


Bild 1: Klassische ikonbasierte Darstellungen

Nach oben gezogene Mundwinkel werden vom Menschen sofort als gute Daten interpretiert. Wie bei allen ikonorientierten Verfahren besteht das Hauptproblem in der Verschlüsselung und Entschlüsselung der Daten. Zwar kann der Mensch aufgrund seiner sehr gut entwickelten Fähigkeit zur Mustererkennung aus einer Anhäufung ähnlicher Figuren – und somit ähnlicher Datenwerte – auf Korrelationen schließen, aber die Rücktransformation der Information gestaltet sich aufgrund der Verschlüsselung dennoch schwierig.

3 Experimentelle Verfahren zur Darstellung von Prozesszuständen

Bei den klassischen Visualisierungsverfahren der Prozessleittechnik, wie Grafik- und Gruppenbild, besteht die Hauptaufgabe des Anlagenbedieners im Beobachten und Bewerten einer Vielzahl von alphanumerisch dargestellten Messwerten. Diese Beobachtungsfunktion führt zum einen zu einer Monotonie bei der standardmäßigen Überwachung im Normalbetrieb und zum anderen sowohl zu einer sehr hohen einseitigen kognitiven als auch mentalen Belastung des Bedieners in Stress- oder Ausnahmesituationen [6]. Solche Ausnahmesituationen entstehen durch Fehlfunktionen der Anlage oder bei Sonderbetriebsarten wie Wartungsvorgängen und Wiederinbetriebnahmen. Diese Stresssituationen führen nachweislich zu einer erhöhten Fehlerrate bei den Bedienoperationen, die wiederum das Stresspotential einer Situation weiter erhöhen und somit die kognitiven Fähigkeiten des Bedieners negativ beeinflussen [2]. Die kognitiven Fähigkeiten des Unterbewusstseins zur zwei- und dreidimensionalen Mustererkennung werden in den klassischen Prozessgrafiken nicht oder nur kaum genutzt. Einen Weg in Richtung ikonbasierte Visualisierung stellt das von Elzer [3] entwickelte Massendatendisplay (MDD) dar. Bild 2 zeigt zwei mögliche Zustände eines Prozesszustandes mittels MDD. Beim Gutzustand, der in Bild 2.a gezeigt wird, werden alle Signale und Prozessgrößen einer Anlage oder eines Anlagenteils in Form von dünnen waagerechten Strichen dargestellt. Das daraus entstehende Muster ist vom Bediener leicht erkennbar und auswertbar. Abweichungen von den Sollwerten werden – ähnlich wie bei der Stick-Figure – durch eine Winkeländerung der Striche bzw. eine Verstärkung der Strichdicke, wie in Teilabbildung 2.b dargestellt, visualisiert.

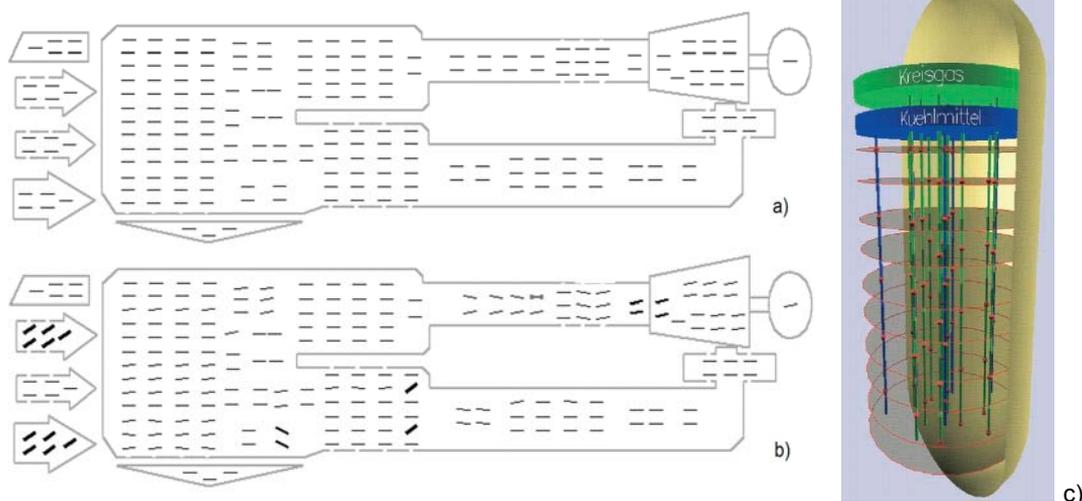


Bild 2: MDD nach Elzer [5] und 3-D-Visualisierung nach Zeipelt [13]

Anzumerken ist zu dieser Darstellungsform, dass durch die räumliche Zuordnung der Prozessgröße zum physikalischen Ort in der Anlage (Prozestopologie) bereits zwei Darstellungsdimensionen für die Visualisierung eingesetzt werden und somit zur weiteren Informationsdarstellung nicht mehr zur Verfügung stehen. Daraus folgt, dass entschieden werden muss, inwieweit die Prozesstopologie berücksichtigt werden

muss. Bild 2.c zeigt ein weiteres Verfahren, welches von Zeipelt [12] entwickelt wurde. Hierbei fanden als Ikone einfache Kugeln Verwendung, die dem Bediener anhand ihrer Farbe (grün → rot) das Temperaturprofil innerhalb eines Reaktors anzeigen. Auch hier wurde wieder die Prozessstopologie berücksichtigt. Im Weiteren soll daher geklärt werden, welche Parameter einer Prozessgröße für den Bediener von Interesse sind. Hierzu muss unterschieden werden zwischen Übersichts- und Detaildarstellungen, da gemäß dem „Dilemma von Übersicht und Detail“ [10] nicht beides gleichzeitig dargestellt werden kann. Wie am Anfang des Abschnitts bereits beschrieben, basieren die zurzeit in der Prozessleittechnik vorherrschenden Visualisierungsformen vorrangig auf der Anzeige und dem Vergleich der Soll- und Istwerte. Neben diesen Werten wird auch die Anzeige der Sollwertabweichung, sowohl absolut als auch relativ, genutzt. Weiterführende Informationen werden dem Bediener jedoch nicht gegeben. Dies trifft ebenfalls auf die beiden oben vorgestellten ikonbasierten Verfahren zu. Zu den weiterführenden Informationen für den Bediener zählt eine einfache Trendanzeige, um den bisherigen Verlauf der Prozessgröße abschätzen zu können. Zusätzlich sollten eine Prognose des zukünftigen Prozessverlaufes und die Dringlichkeit eines Eingriffes durch den Bediener mit dargestellt werden können. Es sollte daher versucht werden, in einer Übersichtsdarstellung den Gesamtzustand eines Prozesses abzubilden. Hierzu reichen normierte oder relative Werte aus. Wenn der Bediener das Problem in der Übersichtsdarstellung bereits entdeckt hat, sollten in einer Detaildarstellung die absoluten Soll- und Istwerte eingeblendet werden. Eine abstraktere Möglichkeit der Visualisierung des Prozesszustandes, die die genannten Eigenschaften aufweist, wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

4 Kognitiv-szenische Visualisierung

Die kognitiv-szenische Visualisierung beruht wie die vorgestellten Verfahren auf der symbolischen Darstellung der Prozesswerte durch Ikone. Hierdurch soll die bereits angesprochene Reduzierung der kognitiven Belastung erreicht werden. Die Situationserkennung soll dabei vom Bewusstsein in das Unterbewusstsein verschoben werden und der Bediener soll nicht nur einzelne Fehler, sondern Situationsklassen erkennen. Ein solches Ikon ist in Bild 3 dargestellt. Es besteht aus einem äußeren Ring, einer inneren Anzeigefläche, einem Prognosezeiger und einem optionalen Trend. Der äußere Ring ermöglicht dem Bediener eine farbliche Zuordnung zwischen einer Marke und einer Prozessgröße, einem Prozessgrößentyp (alle Temperaturen oder Drücke haben eine Farbe) oder einem Anlagenteil (alle Prozesswerte eines Anlagenteils haben die gleiche Farbe). Die innere Anzeigefläche signalisiert dem Bediener den Zustand der Prozessgröße. Im Sollzustand ist die Anzeigefläche transparent. Dies ermöglicht auch die Sicht auf dahinter liegende und evtl. überdeckte Ikone.

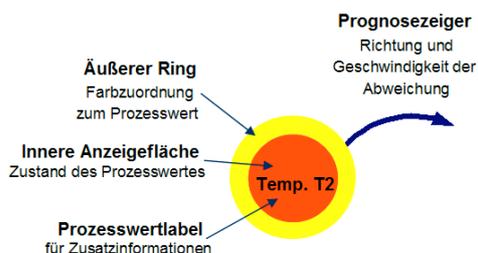


Bild 3: 3-D-Visualisierungs-Ikon

Mit steigender Abweichung des Istwertes einer Prozessgröße vom Sollwert färbt sich die Anzeigefläche stärker rot. Zusätzlich zur Farbinformation wurde noch ein szenischer Aspekt in die Visualisierung integriert. Die Dringlichkeit des Eingriffes wird nicht nur durch das Einfärben der Anzeigefläche visualisiert, sondern zusätzlich durch eine Vergrößerung und ein In-den-Vordergrund-Rücken der Marke bewirkt. Dies wurde durch die 3-D-Darstellung des Prozessraumes erreicht. Ein Wert, der einen dringenden Eingriff signalisiert, rückt in den Vordergrund des 3-D-Raumes und entspricht somit der kognitiven Erwartung und Erfahrung des Bedieners aus der realen Welt. Die Visualisierung einer Prognose soll es dem Bediener ermöglichen, die Bewegung der Prozessgrößen im Prozessraum besser einzuschätzen. Hierzu wurden neben den linearen auch nichtlineare Prognosemodelle der zugrunde liegenden Zeitreihen untersucht, um dem Bestreben des Bedieners einer Antizipierung von linearem Zeitverhalten des weiteren Prozessverlaufes entgegenzuwirken.

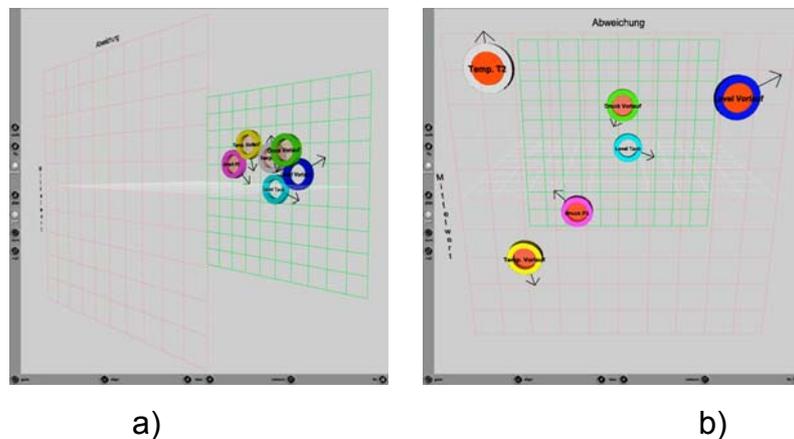


Bild 4: 3-D-Visualisierungs-Ikon

Bild 4.a zeigt einen Prozesszustand, bei dem alle Prozessgrößen innerhalb der Spezifikation liegen. Alle Marken liegen in der Nähe des Ursprungs, d. h. in der Bildmitte. Im Gegensatz dazu zeigt Bild 4.b einen Fehlerzustand. Die Einfärbung der Anzeigefläche und das In-den-Vordergrund-Rücken der Marken mit einer hohen Dringlichkeit („Temp. T2“) ist gut erkennenbar. Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens kann in [13] nachgeschlagen werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die in Abschnitt 2 erläuterten Untersuchungen und dem in Abschnitt 4 vorgestellten Verfahren konnte gezeigt werden, dass eine ikonbasierte kognitiv-szenische Visualisierung den Benutzer in einer Übersichtsdarstellung auf einfache Art und Weise mit den zur Bewertung des Prozesszustandes notwendigen Informationen versorgen kann. Der Bediener kann unter Stresseinwirkung entlastet und somit können potentielle Fehlerquellen minimiert werden. Die kognitiv-szenische Visualisierung soll dabei bestehende Visualisierungsformen nicht ersetzen, sondern ergänzen und als abstrakte und übergeordnete Visualisierungskomponente verstanden werden. Die Anzahl der vom Bediener problemlos erkennbaren Marken, der Einfluss der dreidimensionalen Visualisierung auf die mentale Belastung des Bedieners und die

Möglichkeiten der Navigation im dreidimensionalen Informationsraum sind Gegenstand weiterführender Untersuchungen.

Literaturverzeichnis

- [1] Berheide, W.; Dörfel, G.; Döring, B.: Wissensbasierte Benutzerunterstützung in komplexen Mensch-Maschine-Systemen. In: *Verlässlichkeit von Mensch-Maschine-Systemen*; Hrsg. Willumeit, H.-P.; Kolrep, H.; Berlin: Technische Universität Berlin, 1995, S. 61 – 72
- [2] Boussoffara, B.: Ein Verfahren zur Bereitstellung von Betriebserfahrungen zur Unterstützung der Bediener technischer Anlagen. TU Clausthal, Diss. 1996
- [3] Chernoff, H.: The Use of Faces to Represent Points in k-Dimensional Space Graphically. *Journal of American Statistical Association*, Vol. 68, (1973), S. 361 – 368
- [4] Elzer, P.F.: Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Mensch-Maschine-Schnittstelle. In: *at - Automatisierungstechnik*, 49 (2001), Heft 4, München: Oldenbourg, S. 178 - 186
- [5] Grams, T.: Bedienfehler und ihre Ursachen (Teil 1). In: *atp – Automatisierungstechnische Praxis* 40 (1998), Heft 3, München: Oldenbourg, S. 53 – 56
- [6] Hollnagel, E.; Bye, A.; Hoffmann, N.: Coping with complexity – strategies for information input overload. In: *Proceedings of Cognitive Systems Engineering in Process Control (CSEPC) 2000*, Taejon, Korea, 22.11.-25.11.2000, S. 264 – 268.
- [7] Johannsen, G.: Architecture of Man-Machine Decision Making Systems. In: *Intelligent Decision Support in Process Environments*, Hrsg. Hollnagel, E.; Mancini, G.; Woods, D.D.: Berlin, u. a.: Springer, 1986, S. 328 – 339
- [8] Komischke, T.: Informationsüberflutung in der Prozessführung. In: *atp – Automatisierungstechnische Praxis*, Nr. 9 (2003), München: Oldenbourg, S. 74 – 79
- [9] Pickett, R.M.; Grinstein, G.: Iconographics Displays for Visualization Multidimensional Data. *Proceedings IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Peking, 1988, 514 - 519
- [10] Sheridan, T.B.: HCI in Supervisory Control: Twelve Dilemmas. In: *Human Error System Design and Management: Lecture Notes in Control and Information Sciences*, Hrsg. P.F. Elzer, Kluwe R. H.; Boussoffara B.: London, Springer, 2003, S. 2 – 12,
- [11] Wittenberg, C.: Das Konzept der virtuellen Prozessvisualisierung für die industrielle Prozessführung. In: *at – Automatisierungstechnik*, Nr. 4 (2002); München: Oldenbourg, S. 178 - 186.
- [12] Zeipelt, R.; Vogel-Heuser, B.: Nutzen der 3-D-Prozessdatenvisualisierung in der industriellen Prozessführung. In: *atp – Automatisierungstechnische Praxis*, Nr. 3 (2003), München, Oldenbourg, S. 45 – 50
- [13] Meißner, K.; Hensel, H.: Visualisierung komplexer Prozesszustände durch den Einsatz von 3-D-Methoden. Hrsg. VDI, *VDI-Berichte 1883*, (2005), Düsseldorf, VDI-Verlag, S. 91 – 98,

Ein generisches Framework zur Prozessdatenverarbeitung basierend auf einem JXTA-Peer-to-Peer-Netzwerk

Dipl.-Inform. (FH) Lars Gentsch, Phone: ++49.3381-355-468, Fax: ++49.3381-355-499, E-Mail: gentsch@fh-brandenburg.de, Fachhochschule Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg

Dipl.-Inform. (FH) Mark Rambow, Phone: ++49.3381-355-426, Fachhochschule Brandenburg, rambow@fh-brandenburg.de

Abstract

Dieser Beitrag stellt ein generisches Framework zur Verarbeitung von Prozessdaten auf verschiedenen Hardwareplattformen vor.

Zur Umsetzung der Kommunikationsschicht eines Sensornetzwerkes sowie der allgemeinen Aufgabe der Messdatenerfassung und des Datentransport zwischen heterogenen Systemarchitekturen wurde an der Fachhochschule Brandenburg unter Förderung der Bund-Länderkommission für Bildungs- und Forschungsförderung ein Kommunikationsframework entwickelt. Das sogenannte BOSPORUS-Framework arbeitet auf Basis von Peer-to-Peer-Technologie. Es nutzt eine Super-Peer gestützte Kommunikationsebene und ermöglicht den nachrichtenbasierten Datenaustausch. Dieser Austausch ist auf Grundlage des "Publish-and-Subscribe"-Prinzips realisiert. Desweiteren unterstützt das Framework die Bildung von Ad-hoc-Netzwerken.

1 Einleitung

Die rasante Entwicklung der Informationstechnik in den letzten Jahren hat zur Entstehung einer Vielzahl von unterschiedlichen Plattformen und Geräten geführt. Diese heterogene Systemlandschaft, angefangen von Mikrocontrollern mit geringer Rechenleistung (z.B. Robotersysteme) bis hin zu leistungsstarken Rechner-Architekturen, macht es schwierig, eine einheitliche und plattformübergreifende Informationsverarbeitung zu realisieren. Gerade die Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der Geräte selbst ist problematisch.

Ziel des so genannten BOSPORUS-Framework ist es, für das wiederkehrende und allgemeine Problem des Informationsaustausch und der Informationsverarbeitung einen generischen Lösungsansatz bereitzustellen. Zwar gibt es schon seit Jahren Konzepte wie z.B. CORBA, Web-Services und Java-RMI sowie das OSGi-Framework, allerdings sind diese primär für die Welt der Personal Computer entwickelt worden. Gerade wenn es darum geht, die durch ihre Architektur und Anforderungen eingeschränkte Systemplattformen in ein uniformes Informationsverarbeitungssystem zu integrieren, fehlen derzeit weiterführende einheitliche Ansätze. Durch Nutzung von etablierten und bewährten Technologien verknüpft mit neuen Konzepten wird versucht, diese bestehende Lücke zu schließen.

Das BOSPORUS-System dient der Erfassung, Speicherung, Verarbeitung und Weitergabe von Mess- und Prozessdaten sowie von Steuer- und Kontrollinformationen, wie z.B. Bilddaten, Temperaturdaten oder GPS-Positionsdaten. Das System kann als generisches Messdatenerfassungs-Framework bezeichnet

werden. Es repräsentiert eine „Service Oriented Network Architecture“ (SONA), welches die Vernetzung heterogener Klienten untereinander über unterschiedliche Netzwerkschichten unter Nutzung von Peer-to-Peer-Technologie unterstützt. Die Klienten und die durch sie bereitgestellten Dienste werden über eine zentrale Komponente kontrolliert, die als BOSPORUS-Kern bezeichnet wird.

2 Verwandte Arbeiten

Ein großer Teil der Grundlagenforschung und Entwicklung wurde auf dem Feld der Peer-to-Peer-Netzwerke bereits geleistet. Allerdings beziehen sich Arbeiten in diesem Bereich verstärkt auf die Probleme und Herausforderungen der Grundlagen der Kommunikation von Peer-to-Peer-Netzwerken. Darunter sind Aspekte zu verstehen wie das Finden der Peers (engl.: peer discovery) untereinander, der Transport von Nachrichten (engl.: message routing) und die theoretischen Grundlagen der Erstellung von Ad-hoc-Netzwerken (vergleiche [AHJN04]) sowie speziellen Themen wie Dateiaustausch (engl.: file sharing), verteiltes Rechnen (engl.: grid computing) [AJN 05] oder kooperative Netzwerke und Anwendungen (engl.: collaborative networking) [XBD+03] [CDK+03] [FB 04] [LHM 01].

3 Arbeitsweise

Das BOSPORUS-Framework ist nicht nur ein so genannter „Message Backbone“ (wie z.B. IBM WebSphere MQ) oder eine reine API oder Framework für Nachrichtentransfer (wie z.B. Java JMS API). Es ist vielmehr eine Kombination aus einer einheitlichen Kommunikationsinfrastruktur, einer Kommunikationsbibliothek, einem diensteorientierten Kern sowie einer Kombination von Diensten.

Als Kommunikationsschicht kommt in dem System das JXTA-Peer-to-Peer-Framework zum Einsatz. Andere Verbindungstechnologien wie JINI oder das OSGi-Framework kamen u.a. aus folgenden Gründen nicht in Betracht. Die JINI Netzwerktechnologie benötigt zur Ausführung immer eine „Java Virtual Machine“ während das BOSPORUS-Framework über die Fähigkeit verfügt, auf nicht java-fähigen Geräten zu arbeiten. Das OSGi-Framework ist dafür gedacht, Anwendungen auf Basis von austauschbaren Softwarekomponenten zu erstellen. Diese Komponenten können allerdings auch „intelligente“ Geräte und Dienste repräsentieren und so diese miteinander verbinden. OSGi basiert ebenfalls vollständig auf Java-Technologie.

Um Geräte mit geringer bzw. keiner Rechenleistung (z.B. Sensoren) im Netzwerk verfügbar zu machen, wird ein so genanntes Stellvertreterkonzept genutzt. Ein Stellvertreter (auch Proxy) ist ein Programm oder Gerät, das andere Geräte im Netzwerk verfügbar machen kann, die sonst nicht in der Lage wären, sich in das System zu integrieren. Dabei werden Daten z.B. von einer seriellen Schnittstelle in Nachrichten für das BOSPORUS-Netzwerk verpackt.

4 Anforderungen an das System

BOSPORUS nutzt ein dynamisches Netzwerk. Das heißt, dass Komponenten, also Peers, das System bzw. das Netzwerk im Betrieb „betreten“ und „verlassen“ können. Auch ist eine Inter-Peer-Kommunikation der Klienten im System möglich. Das

bedeutet, dass ein Klient mit dem Kern, ein Kern mit einem Klient und ein Klient mit einem anderen Klienten kommunizieren kann.

Das gesamte System agiert losgelöst von der physikalischen Netzwerkinfrastruktur, da es mit einem durch das JXTA-Framework realisierten virtuellem Netzwerk arbeitet. BOSPORUS unterstützt eine Menge heterogener Systemplattformen wie zum Beispiel Mobiltelefone, Personal Digital Assistants (PDA) oder Mikrocontrollerplattformen. Die Entwicklung von benutzerspezifischen Anwendungen und Diensten auf der Basis des Systems und seiner Bibliotheken gestaltet sich einfach.

Der eigentliche Kern des Systems, auch als BOSPORUS-Kern bezeichnet, benutzt ein ereignisgetriebenes Kommunikationsmodell ähnlich einem Abonnement-System („Publish and Subscribe“-Prinzip). Es ist möglich, Systemnachrichten an mit dem System verbundenen Geräte (engl.: interrupts) oder Gruppen von Geräten (engl.: event broadcasting) zu schicken. Der Kern des Systems verfügt über eine Registrierung und eine Verwaltung von verbundenen Klienten (Geräte und Dienste). Das System ist in der Lage, Bilddaten und Sensorinformationen sowie weitere Datenformate zu transportieren. Ziel beim Entwurf und der Entwicklung waren und sind ein hoher Datendurchsatz sowie eine gute Reaktionszeit. Zu den weiteren Zielen gehören eine möglichst hohe Plattformunabhängigkeit sowie eine gute Fehlertoleranz. Es ist vorgesehen, dass in diesem Super-Peer-System mehr als nur ein so genannter Kern, der jeweils als Super-Peer agiert, existiert. Diese Super-Peers haben die Möglichkeit, eine Lastverteilung untereinander zu organisieren, Klienten untereinander zu übergeben, Informationen über Klienten auszutauschen und Dienste für andere Super-Peers und Klienten vorzuhalten.

5 Entwurf und Topologie

Die Grundlage der Kommunikation aller in das System integrierter Komponenten ist eine einheitliche, plattformunabhängige auf Peer-to-Peer-Technologie basierende Kommunikationsinfrastruktur. Wie schon erwähnt wird hierfür das JXTA-Framework mit seinen Ausprägungen JXME und JXTA-C eingesetzt, wobei diese Akronyme zum einen für die für mobile Endgeräte konzipierte Bibliothek JXME und zum anderen für die in der Programmiersprache C implementierte Programmierbibliothek JXTA-C stehen. JXTA bietet die Möglichkeit auf der Kommunikationsebene „low level“ Dienste zu entwickeln. Unter solchen Diensten kann z.B. ein Präsenz-Dienst, ein Kern-Detektions-Dienst oder ein Kommunikationsmonitor-Dienst verstanden werden. Da das System losgelöst von IP-Adressen operiert und Peers durch uneindeutige Namen und eindeutige IDs identifiziert werden, sind alle Komponenten nicht an ihre darunter liegende Hardware gebunden. Mobile Einheiten können sich quasi durch Subnetzwerke „bewegen“ und währenddessen verschiedene IP-Adressen zugewiesen bekommen, ohne die Verbindung zum System zu verlieren.

Der nachrichtenorientierte Datenaustausch wird über einen als Super-Peer agierenden Kern organisiert. Zwischen den einzelnen Instanzen eines Kerns kann ein Nachrichtenaustausch stattfinden. Im Kern können verschiedene Dienste existieren, zum Beispiel für Datenspeicherung, Analyse, Systemüberwachung, Benutzerverwaltung oder Abrechnung von Diensten. Über die Verwendung der „Java Messaging API“ (kurz JMS) wird die ereignisgetriebene Kommunikation im System bzw. innerhalb der Super-Peers umgesetzt.

Durch eine Kommunikations-Bibliothek ist die Erstellung und Verbindung von eigenen Anwendungen einfach gestaltet. Diese Bibliothek bzw. API kapselt die gesamten

Kommunikationsfunktionen. Da eines der Hauptziele des Systems die Einbindung verschiedenster Hardwareplattformen ist, existiert die API auch für andere Plattformen, zum Beispiel für ARM-Linux-Systeme (wie den RCUBE [LLB 05]) PDAs (z.B. PocketPC) und Mobiltelefone (MIDP2.0).

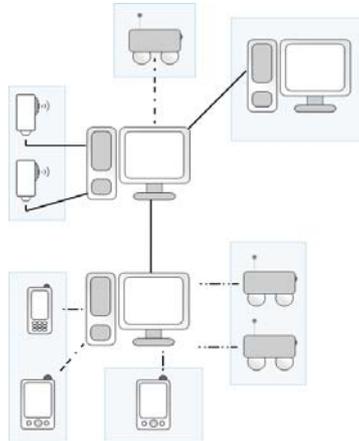


Abbildung 1: Netzwerktopologie

Abbildung 1 gibt einen Überblick über den primären Aufbau eines BOSPORUS-Netzwerks. Die unterschiedlichen Geräte, die in das System integriert werden können, gliedern sich in 5 Klassen. Diese Klassen unterscheiden sich in Leistungsfähigkeit, Verbindungsart, Java-Fähigkeit und ob für die Integration des Gerätes in das Netzwerk ein so genannter Stellvertreter benötigt wird.

Auf der einen Seite verfügt das BOSPORUS-Netzwerk über Geräte, die in der Lage sind, einen Kern (Super-Peer) auszuführen und auf der anderen Seite über Geräte, die als einfache Klienten (Peers) handeln. Aus der Sicht eines Kerns sind Stellvertreter ebenfalls einfache Klienten. Ein Stellvertreter kapselt vollständig die Geräte, die er im Netzwerk repräsentiert. Das System bietet die Möglichkeit, Daten an verschiedenen Stellen zu verarbeiten. Das heißt, dass ein Dienst, der im Kern arbeitet (kerninterne Komponente), Daten für einen Klient verarbeiten kann (kernexterne Komponente) und ein Klient kann für einen anderen Klienten Daten verarbeiten genauso wie für den Kern selbst.

Klasse	JAVA / JXTA Fähigkeit	IP o. seriell Verbindung	Stellvertreter	Beispiele
1	voll	IP	nein	PC, Laptop (x86)
2	teilweise	IP	nein	PDA, Mobiltelefone
3	teilweise	IP / seriell	nein	Roboter, Mikrocontroller mit IP over PPP (o. SLIP)
4	nein	seriell	ja	Geräte mit eigenem Mikrocontroller ohne IP o. PPP (or SLIP)
5	nein	seriell	ja	Sensoren, Geräte ohne Mikrocontroller

Tabelle 1: Geräteklassen

6 Anwendungsszenarien

Für das BOSPORUS-System sind mehrere Einsatzszenarien denkbar. Hauptsächlich wurde BOSPORUS zum Sammeln, Weiterleiten und Verarbeiten von Daten aus Sensornetzwerken und Robotersystemen entwickelt. Aber die gleichen Arten von Problemen, die in diesen Bereichen auftreten können, finden sich auch in anderen Bereichen wieder und somit eignet sich das System auch zur Verbindung von z.B. Altsystemen in Unternehmen. Es ist möglich auf Basis des Systems „Übersetzungsklienten“ zu entwickeln, welche beispielsweise im “Back End” als CORBA-basierte Nachrichtensender und Empfänger arbeiten und im “Front End” als JXTA-Peer mit dem BOSPORUS-Kern kommunizieren. In diesem Fall kann ein Kern so konfiguriert werden, dass er die Nachrichten zwischen verschiedenen Systemen steuert. Das ist der selbe Mechanismus, der eingesetzt wird, um Geräte, die über die serielle Schnittstelle (RS232) angebunden sind, mit dem System zu verbinden. Dies wird erreicht über das Verpacken von Nachrichten von dieser Schnittstelle für das BOSPORUS-System und vice versa. Für diesen Zweck existiert außerdem die Option, Dienste für den Kern zu entwickeln, die dessen Funktionalität erweitern. Der Vorteil, das BOSPORUS-System als „Message Backbone“ einzusetzen, liegt in der Verbindung der Vorteile einer P2P-Infrastruktur mit benutzerdefinierten Diensten.

7 Schlussfolgerung und zukünftige Arbeit

Das System kann heterogene Hardwareplattformen für eine einheitliche Informationsverarbeitung miteinander verbinden (Mikrocontrollersysteme, Rechner-Systeme etc.). Das Kernsystem selbst ist durch den Einsatz von Java-Technologie auf nahezu allen Betriebssystemen ausführbar. Eine Ad-hoc-Integration von existierenden und neuen Java-Programmen als Dienste in die BOSPORUS-System-Architektur ist möglich. Das System stellt eine Umsetzung einer SONA-basierten Middleware mit einer P2P-Kommunikationsinfrastruktur da. Die weitere Arbeit besteht darin, die Möglichkeiten des Systems auszubauen, zu testen und zu verbessern. Es dient als Basis für die Erforschung der Möglichkeiten des ISpace-Konzeptes (intelligenter Raum) [LLB 05] sowie als Basiskommunikations-Framework in weiteren Anwendungsgebieten.

Literaturverzeichnis

[PGR 05] Preuss, L. Gentsch, M. Rambow, "A generic Framework for Data Processing based on a JXTA-Peer-to-Peer-Network", Proceedings of the 2nd InterOP workshop at EDOC Conference in Enschede/The Netherlands, September 2005, pp. 55-58

[LLB 05] Lemke, C. ; Loose, H. ; Boersch, I.: "Distributed Intelligent RCUBE Devices in Intelligent Space, Proceedings of the 6th International Workshop on Research and Education in Mechatronics, (2005), pp. 420-425

[G 05] Gentsch, L.: BOSPORUS - Ein generisches Framework zur Prozessdatenverarbeitung, Proceedings of the 6th Workshop Performance Engineering in der Softwareentwicklung PE 2005, (2005), pp. 55-60

[AJN 05] Antoniu, Gabriel ; Jan, Mathieu ; Noblet, David A.: Enabling JXTA for High Performance Grid Computing. Rapport de recherche de l'INRIA - Rennes , Equipe: PARIS, February 2005

[AHJN 04] Antoniu, Gabriel ; Hatcher, Phil ; Jan, Mathieu ; Noblet, David A.: Performance Evaluation of JXTA Communication Layers (extended version). Rapport de recherche de l'INRIA - Rennes , Equipe: PARIS, October 2004

[FB 04] Felber, Pascal A. ; Biersack, Ernst W.: Self-scaling Networks for Content Distribution , Institut EURECOM, 06904 Sophia Antipolis, France 2004

[XBD+03] Xexéo, Geraldo ; Braga, Bruno ; D'Almeida Jr, José Nogueira ; Vivacqua, Adriana ; de Souza, Jano Moreira ; de Miranda, Bernardo Faria ; Almentero, Bruno Kinder ; Castilho, Rodrigo ; Oliveira, Jonice ; Ramirez, Milton ; Osthoff, Carla: Collaborative Editing of Ontologies in a Peer-to-Peer Framework, COPPE – UFRJ Rio de Janeiro, Brazil, March 2003

[CDK+03] Castro, Miguel ; Druschel, Peter ; Kermarrec, Anne-Marie ; Nandi, Animesh ; Rowstron1, Antony ; Singh, Atul: SplitStream: High-Bandwidth Multicast in Cooperative Environment":, Microsoft Research, 7 J J Thomson Avenue, Cambridge, CB3 0FB, UK. Rice University, 6100 Main Street, MS-132, Houston, TX 77005, USA. 2003

[LHM 01] Lenders, Vincent ; Huang,, Polly ; Muheim, Men : Hybrid Jini for Limited Devices, ETH Zurich, ETH TIK-Nr. 119, June 2001

* gefördert durch die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung

UNTERSUCHUNGEN ZUR NICHTLINEAREN PRÄDIKTIVEN REGELUNG MIT DEM EXTENDED DMC- ALGORITHMUS

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Fischer, Phone: ++49.3641-205-718, Fax: ++49.3641-205-701, E-Mail: Matthias.Fischer@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Carl- Zeiss- Promenade 2, 07745 Jena

Prof. Dr.-Ing. K.-D. Morgeneier, Phone: ++49.3641-205-713, Fax: ++49.3641-205-701, E-Mail: morgen@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Carl- Zeiss- Promenade 2, 07745 Jena

Abstract

Im Beitrag wird ein Verfahren zur nichtlinearen prädiktiven Regelung untersucht. Dabei wird für die Bewertung des prädiktiven Algorithmus ein Hammerstein- System benutzt. Das Verfahren arbeitet unter Verwendung eines empirischen Prozessmodells. Die Modellbildung des zu regelnden nichtlinearen dynamischen Systems wird mit einem Multilayer Perceptron (MLP) realisiert. Im Beitrag wird der prädiktive Algorithmus analysiert und in einer Simulationen untersucht. Es werden wesentliche Eigenschaften des Algorithmus herausgestellt.

1 Einleitung und Ausführungen zur Modellbildung

Wichtigstes Kennzeichen einer prädiktiven Regelung ist die Nutzung eines Prozessmodells, mit dessen Hilfe der zukünftige Verlauf der Regelgröße vorhergesagt werden kann. Damit ist man in der Lage die zukünftige Regeldifferenz zu ermitteln. Prädiktive Regelungen arbeiten in gewissem Sinne optimal. In jedem Abtastschritt wird ein Gütefunktional minimiert, welches in der Regel additiv aus einem Anteil der zukünftigen Regeldifferenz und einem Anteil der Stellgrößenaktivität gebildet wird. Die im Beitrag angestellten Betrachtungen beziehen sich auf den Fall einer Steuergröße und einer Regelgröße (SISO- System).

$$V(k) = \sum_{i=N_1}^{N_2} \left\| \hat{x}(k+i|k) - w(k+i|k) \right\|_{Q_i}^2 + \sum_{i=0}^{N_u-1} \left\| \Delta \hat{u}(k+i|k) \right\|_{R_i}^2 \quad (1)$$

Die erste Summe im Gütefunktional (1) beschreibt den Anteil der zukünftigen Regelabweichung. Die zweite Summe beschreibt den Beitrag der Stellaktivität. Die Größen N_1 , N_2 definieren den Prädiktionshorizont, $\hat{x}(k+i|k)$ ist die durch das Modell prädizierte freie Bewegung der Regelgröße, $w(k+i|k)$ ist der Sollwert, N_u der Stellhorizont und $\Delta \hat{u}(k+i|k)$ die Stellgrößenänderung. Die Summanden repräsentieren gewichtete quadratische Summen. Die Wichtung wird dabei durch die Matrizen \underline{Q} und \underline{R} realisiert, welche im SISO- Fall nur diagonal besetzt sind. Das Funktional (1) wird nun bei einer prädiktiven Regelung in jedem Abtastschritt minimiert. Die Parameter dieser Minimierung sind die Stellgrößenänderungen $\Delta \hat{u}(k+i|k)$ über den Stellhorizont N_u . Charakteristisch für prädiktive Regelungen ist das Prinzip des gleitenden Horizonts. Dabei wird nur der erste errechnete Stellwert auf die Strecke

gegeben. Danach werden der Prädiktions- und Stellhorizont um einen Abtastschritt verschoben und die beschriebene Berechnung wird erneut durchgeführt.

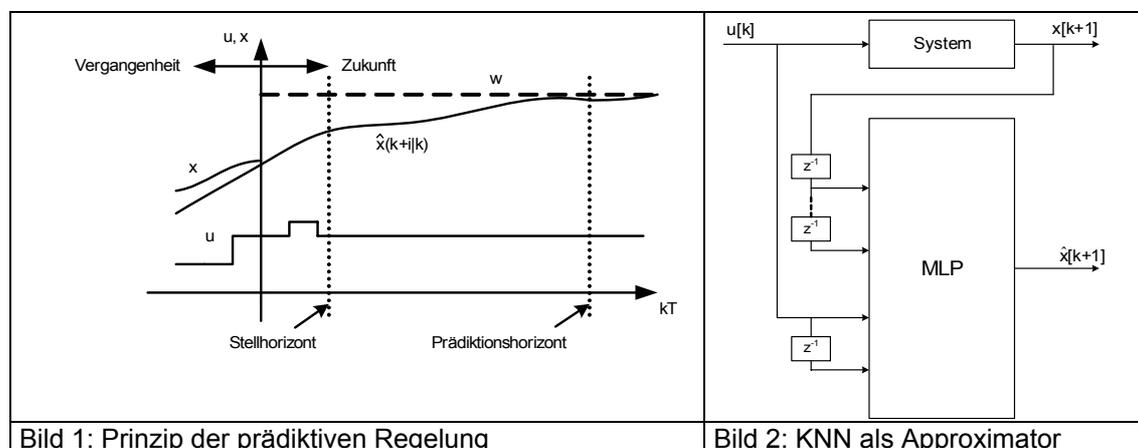
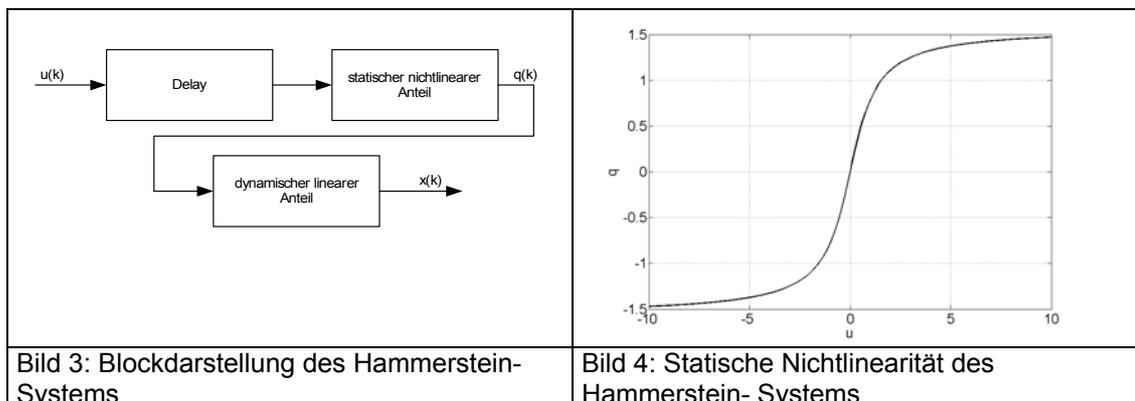


Bild 1 stellt das Prinzip einer prädiktiven Regelung dar. In den meisten Fällen, in denen eine prädiktive Regelung angewendet wird, geht man von einem linearisierbaren Prozess aus. In vielen Fällen ist diese Vorgehensweise auch gerechtfertigt, weil die durch die Linearisierung entstehenden Fehler hinreichend klein sind. Ist der zu regelnde Prozess jedoch stark nichtlinear bzw. muss die Regelung eines nichtlinearen Prozesses über einen großen Arbeitsbereich erfolgen, sind die Fehler durch eine Linearisierung nicht mehr vernachlässigbar. In diesen Fällen muss ein Verfahren angewendet werden, welches die nichtlinearen Eigenschaften des Prozesses berücksichtigt. Prinzipiell liegt es nahe das lineare Prozessmodell durch ein Nichtlineares zu ersetzen und mit diesem dann wie im linearen Fall die Schritte bei einer prädiktiven Regelung durchzuführen. Bei dieser Vorgehensweise ergeben sich jedoch einige ernsthafte Schwierigkeiten, z.B. die Modellbildung im nichtlinearen Fall und die nichtlineare Optimierung [1] [2].

In jüngerer Vergangenheit wurden einige Verfahren entwickelt, die mitunter respektable Ergebnisse liefern [1] [3]. In diesem Beitrag soll ein eher unbekanntes Verfahren untersucht werden. Als Prozessmodell wird dabei ein Multilayer Perceptron (MLP) verwendet (Bild 2), da dieses gut dazu geeignet ist nichtlineare Prozesse zu modellieren. Klassische Methoden der Modellbildung erfordern im Gegensatz zur Modellbildung mit dem MLP mehr a- priori Wissen. Auf die Vorgehensweise bei der Modellbildung kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Für eine Beschäftigung mit dieser Problematik wird auf [7] [8] [9] verwiesen. Die Untersuchung des prädiktiven Algorithmus wird mit einem simulierten Hammerstein- System mit signifikanter Totzeit durchgeführt. Der lineare dynamische Anteil des Systems ist 2. Ordnung und hat schwingfähiges Verhalten ($T_0=1s$, $D=0.3$, $K_p=1$). Der statische Anteil besitzt folgende Nichtlinearität:

$$q = \arctan(u) \quad . \quad (2)$$

Die Struktur des Systems ist in Bild 3, die nichtlineare statische Kennlinie ist in Bild 4 für das Intervall $-10 \leq u \leq 10$ dargestellt.



Das System wurde mit einer Abtastzeit von $T_A=0.1s$ diskretisiert und besitzt folgende Differenzgleichung:

$$\begin{aligned}
 x(k) = & 0,004849 \arctan(u(k-10-1)) + 0,004849 \arctan(u(k-10-2)) \\
 & + 1,932 x(k-1) - 0,9418 x(k-2) \quad .
 \end{aligned} \tag{3}$$

Im Folgenden soll angenommen werden, dass das MLP den Prozess ohne signifikante Fehler abbilden kann.

Eine prädiktive Regelung macht sich bei vorstehendem Prozess erforderlich, da die Totzeit im Verhältnis zur restlichen Dynamik (Zeitkonstanten des Systems) signifikant ist. Das System stellt deshalb, abgesehen von der Nichtlinearität und der Schwingfähigkeit, bereits ein schlecht regelbares System dar.

2 Extended Dynamic Matrix Control (EDMC)

Das Grundprinzip dieses Verfahrens besteht in einer Korrektur des linearen prädiktiven Algorithmus mit Sprungantwortmodellen (DMC) durch ein nichtlineares Prozessmodell. Das Verfahren wurde in [4] und [5] vorgestellt. Zeitnahe Untersuchungen wurden in [6] angestellt. Der so genannte Extended DMC- Algorithmus erlaubt es relativ einfach und ohne komplexere Berechnungen empirische Modelle wie Fuzzy- Systeme oder künstliche neuronale Netze (KNN) zu verwenden.

An dieser Stelle soll zunächst kurz das Verfahren des DMC- Algorithmus erläutert werden, um darauf aufbauend den EDMC erläutern zu können. Dazu wird vorerst die Prädiktion unter Verwendung der Sprungantwort dargelegt. Die Antwort eines linearen Systems auf ein Eingangssignal kann mit Hilfe der Sprungantwort über die Faltung berechnet werden. Dabei muss die Änderung der Eingangsgröße verwendet werden. Für die prädiktive Regelung ist es nun weiterhin sinnvoll zwischen der freien Bewegung des Systems (d.h. $\Delta u(k+i)=0 \quad i=N_1 \dots N_2$) und der erzwungenen Bewegung ($\Delta u(k+j) \neq 0 \quad j=0 \dots N_u-1$) zu unterscheiden. Eine Systemantwort setzt sich additiv aus freier und erzwungener Bewegung zusammen (4).

$$\underline{x} = \underline{x}_{fr} + \underline{x}_{erzw} \tag{4}$$

Die Prädiktion kann nun folgendermaßen berechnet werden:

$$\hat{\underline{x}}_p = \underline{x}_{fr} + \underline{H} \Delta \underline{u} + \underline{d} \quad (5)$$

In (5) bezeichnet $\hat{\underline{x}}_p$ die Trajektorie der Regelgröße über den Prädiktionshorizont, \underline{x}_{fr} die Trajektorie der freien Bewegung über den Prädiktionshorizont, \underline{H} ist die so genannte Dynamic Matrix und $\Delta \underline{u}$ ist der Vektor der zukünftigen Stellgrößenänderungen. Der Vektor \underline{d} berücksichtigt Störungen und Modellunsicherheiten und berechnet sich wie folgt:

$$d(i) = x(k) - x_p(k | k-1) \quad i = 1 \dots N_2 \quad (6)$$

Für die Bestimmung der freien Bewegung \underline{x}_{fr} werden vergangene Werte der Eingangsgröße und die Sprungantwort benötigt. Auf die konkrete Vorgehensweise soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, zumal beim EDMC eine Berechnung auf diese Weise entfällt. Der zweite Summand in (5) beschreibt die erzwungene Bewegung. Die Matrix \underline{H} setzt sich aus den Sprungantwortkoeffizienten zusammen [1]. Die Koeffizienten der Matrix sind so angeordnet, dass sich bei der Multiplikation mit $\Delta \underline{u}$ die erzwungene Bewegung über die Faltung berechnet. Die Optimierung des Funktional (1) wird durch den Parametervektor $\Delta \underline{u}$ erreicht, der die zukünftigen Stellgrößenänderungen über den Stellhorizont beinhaltet (vgl. Bild 1). Die Lösung dieser Optimierungsaufgabe lässt sich im linearen Fall und bei nicht vorhandenen Beschränkungen analytisch in einem Schritt berechnen [2]:

$$\Delta \underline{u} = \left[\underline{H}^T \underline{Q} \underline{H} + \underline{R} \right]^{-1} \underline{H}^T \underline{Q} (\underline{e} - \underline{d}) \quad (7)$$

In (7) bezeichnet \underline{e} den Vektor der zukünftigen Regelabweichungen. Eine Berechnung der Prädiktion über die Sprungantwort ist im nichtlinearen Fall nicht zulässig. Die entscheidende Idee beim EDMC ist die Korrektur \underline{d} in zwei Teile aufzuspalten:

$$\underline{d} = \underline{d}_{lin} + \underline{d}_{nl} \quad (8)$$

Der Anteil \underline{d}_{nl} soll dabei die Fehler berücksichtigen die entstehen, wenn man die erzwungene Bewegung über die Sprungantwort berechnet wird. Da die nichtlineare Korrektur \underline{d}_{nl} nicht bekannt ist, muss sie iterativ bestimmt werden.

Die Vorgehensweise ist nun folgende:

1. Berechnung der freien Bewegung über das nichtlineare Modell (KNN)
2. Berechnung der Prädiktion mit (5) und (8) (korrigierte lineare Prädiktion \underline{x}_{lin})
3. Berechnung der Stellgrößenfolge mit (7), (8)
4. Bestimmung der Prädiktion \underline{x}_{nl} über das nichtlineare Modell (KNN)
5. Berechnung der nichtlinearen Korrektur

$$6. \quad \underline{d}_{nl(i)} = a \underline{d}_{nl(i-1)} + (1-a) (\underline{x}_{nl} - \underline{x}_{lin}) \quad a < 1 \quad (9)$$

7. Abbruch nach einem Kriterium oder Wiederholung ab Punkt 2.

Die vorstehenden Punkte werden in jedem Abtastschritt abgearbeitet. Die Lösung des Optimierungsproblems kann also nicht mehr geschlossen erfolgen.

3 Untersuchungsergebnisse zum Extended Dynamic Matrix Control

Im Folgenden wird der EDMC- Algorithmus zur prädiktiven Regelung des vorgestellten Hammerstein- Systems verwendet. Dazu wird das KNN- Modell verwendet. Für die Simulation des realen Prozesses wird die Differenzgleichung (3) verwendet. Die Dynamic Matrix wurde mit Hilfe eines Einheitssprungs ermittelt. Bild 3 zeigt das Ergebnis der Regelkreissimulation ohne Störeinfluss und den zugehörigen Stellgrößenverlauf.

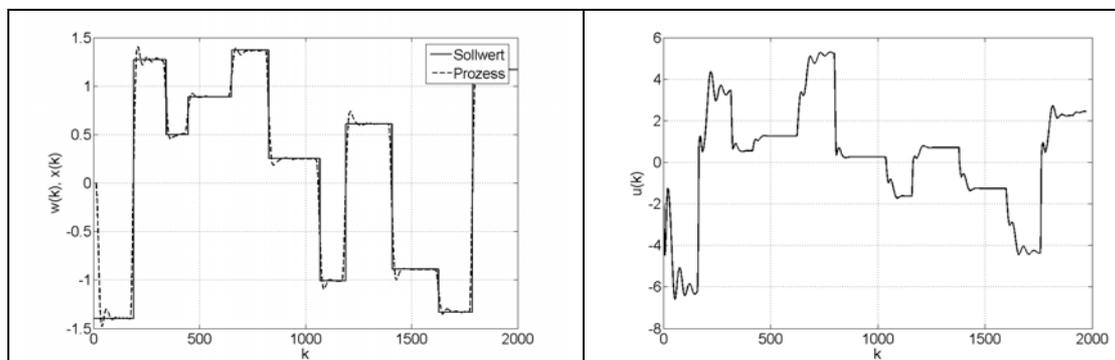


Bild 5: Regelkreissimulation (ohne Störung, rechts Stellgröße, links Regelgröße)

Bei der Simulation des Regelkreises wurde davon ausgegangen, dass der Sollwert in Abhängigkeit der Zeit a- priori bekannt ist. Aus dem Verlauf der Stellgröße ist zu erkennen, dass der Prozess im nichtlinearen Bereich betrieben wird (vgl. auch Bild 5). Der vorstehend dargestellten Simulation lag ein Prädiktionshorizont von $N_p = 30$ zugrunde. Der Stellhorizont wurde zu $N_u = 1$ gewählt. Die Matrizen \underline{Q} und \underline{R} sind nur diagonal besetzt (SISO- Fall). Da der Prozess eine Totzeit von $d_\tau = 10$ besitzt, wurden die entsprechenden Elemente in \underline{Q} zu Null gesetzt, die die prädizierte Regelabweichung innerhalb der Totzeit wichten.

Folgende als wichtig angesehene Ergebnisse konnten durch die vorstehende und weitere Untersuchungen ermittelt werden:

Der Algorithmus kann mit empirischen Modellen ohne deren Ableitung arbeiten.

Die Berücksichtigung der Nichtlinearität im Regelalgorithmus beruht fast ausschließlich auf der Prädiktion der freien Bewegung durch das nichtlineare Modell (hier KNN).

Dieses Ergebnis erhält man, indem die Bestimmung von \underline{d}_{nl} entfällt. In [6] ist angegeben, dass der EDMC schon inhärent nicht das optimale Ergebnis liefert. Bei eigenen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass der Fehler zwischen der Prädiktion des nichtlinearen Modells \underline{x}_{nl} und der korrigierten linearen Prädiktion \underline{x}_{lin}

unter Umständen nicht hinreichend minimiert werden kann. In vielen Fällen kann die nichtlineare Korrektur entfallen. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass jeweils nur der unmittelbar folgende Wert der Stellgröße auf den Prozess gegeben wird.

Der Algorithmus besitzt nach Einschätzung ein relativ ungünstiges Verhalten bei Modellunsicherheiten. Bei realen Aufgabenstellungen sind unvermeidbar Unsicherheiten beim Modell vorhanden. Ein vorteilhaftes Verhalten eines prädiktiven Algorithmus sollte mit Unsicherheiten einer bestimmten Größenordnung keine Probleme haben. Der in diesem Beitrag untersuchte Algorithmus besitzt die vorstehende Eigenschaft nach Einschätzung nur unzureichend.

Beim EDMC lassen sich weiterhin nach derzeitigem Entwicklungsstand keine Beschränkungen der Stellgrößen und Regelgrößen berücksichtigen. Die Berücksichtigung von Beschränkungen war und ist jedoch ein wesentlicher Grund für die Verbreitung prädiktiver Regelstrategien.

Weiterführende Untersuchungen und Entwicklungen werden sich unter anderem auf die Berücksichtigung von Beschränkungen beziehen.

Literatur

- [1] J. M. Maciejowski: Predictive Control with Constraints. Prentice Hall, 2002.
- [2] R. Dittmar, B.M. Pfeiffer: Modellbasierte prädiktive Regelung. Oldenbourg Verlag München Wien, 2004.
- [3] F. Allgöwer, A. Zheng (Editors): Nonlinear Model Predictive Control. Birkhäuser Verlag, 2000.
- [4] T. Peterson, E. Hernandez, Y. Arkun, F. Schock: Nonlinear predictive control of a semi batch polymerisation reactor by an extended DMC. In „Proceedings of the 1989 American Control Conference“ S. 1534-1539, 1989.
- [5] E. Hernandez, Y. Arkun: Neural network modeling and an extended DMC algorithm to control nonlinear systems. In „Proceedings of the 1990 American Control Conference“ S. 2454-2459, 1990.
- [6] V. Roßmann: Prädiktive Regelung mit neuronalen Netzen. Shaker Verlag Aachen, 2002, zgl. Dissertation Universität Dortmund.
- [7] P. Otto: Identifikation nichtlinearer Systeme mit künstlichen neuronalen Netzen. Automatisierungstechnik 2/95 S.62-68, 1995.
- [8] O. Nelles, S. Ernst, R. Isermann: Neuronale Netze zur Identifikation nichtlinearer, dynamischer Systeme: Ein Überblick. Automatisierungstechnik 6/97 S.251-261, 1997.
- [9] M. Fischer: Modellbildung und Simulation in MATLAB[®] mit künstlichen neuronalen Netzen unter Berücksichtigung von Totzeiten. Diplomarbeit, FH- Jena, 2004.

Ingenieurwissenschaften 1

Weiterentwicklung technologischer Verfahren am Beispiel des Finishen

Dipl.-Ing. (FH) Frank Rühle, Phone: ++49. 391886-4805, Fax: ++49. 391886-4123, E-Mail: frank.ruehle@hs-magdeburg.de, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Institut für Maschinenbau, Breitscheidstr. 2, 39114 Magdeburg

Prof. Dr. Harald Goldau, Phone: ++49.391886-4410, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), E-Mail: harald.goldau@hs-magdeburg.de

Abstract

Am Beispiel der Technologie des Finishens wird aufgezeigt, wie empirisch entstandene Verfahren zur Oberflächenfeinstbearbeitung mit den heutigen Möglichkeiten gezielt weiter entwickelt werden können. Hierbei werden der allgemeine Stand der Technik und vor allem eigene innovative Entwicklungsergebnisse aufgezeigt.

1 Einleitung

Die Hersteller auf dem Maschinen- und Fahrzeugmarkt sind zunehmend gefordert, Hochleistungsprodukte sowohl in der Einzel- als auch in der Massenfertigung herzustellen. Dabei gilt es nicht nur kostengünstig zu produzieren, sondern auch die zunehmenden Leistungsdichten erfolgreich und sicher zu realisieren. Bei den in diesen Produkten zum Einsatz kommenden Maschinenelementen liegen zum Teil sehr hoch belastete Funktionsflächen vor. Eine wesentliche Forderung an diese Funktionsflächen sind konstante Betriebsbedingungen über die gesamte Lebensdauer. Eine hervorragende Möglichkeit zur Erfüllung dieser Forderungen bietet das Endbearbeitungsverfahren Finishen.

2 Stand der Technik - Ausgangspunkt der Entwicklungen

2.1 Ziele des Verfahrens

Das Finishen ist ein Endbearbeitungsverfahren für tribologisch hoch beanspruchte Oberflächen. Bisher existiert es als ein Nischenverfahren mit einer gewissen Anzahl von speziellen Anwendungen, speziell in den Bereichen der:

- Automobil-,
- Automobilzulieferer-,
- Wälzlager- sowie
- verschiedener Präzisionsindustrien.

Durch dieses Verfahren können reproduzierbare Oberflächenkennwerte mit einer hohen Oberflächengüte erzeugt werden, die z. B. durch Feinfräsen, Feindreihen, Schleifen, Läppen oder Polieren nicht oder nur mit erheblichen Aufwand und Kosten erreicht werden können.

Zu den Verbesserungen gehören u. a. die:

- kostengünstige und prozesssichere Verbesserung der Gestalt
- Erhöhung der Form- und Maßgenauigkeit
- definierte Geometrie- und Oberflächenstrukturen der Bauteile
- verbesserte Oberflächenkennwerte R_t und R_k
- verbesserte Tragwirkungen sowie minimierte Verschleißintensitäten.

2.2 Das Verfahren

Das Verfahren des Finishens erfolgt im Wesentlichen in 2 Schritten, dem aufbringen einer definierten Struktur und dem Glätten. Dies geschieht durch ein gebundenes Korn mit geometrisch unbestimmten Schneiden, welche die Spitzen des Rauheitsprofils abtragen. Dabei verringert sich die Oberflächenrauheit (Bild 1) und erhöhen sich die Kernrautiefe und der Traganteil der Werkstücke. Die hierbei erzeugten Oberflächen zeigen eine Plateaustruktur mit Schmierstofftaschen, die eine ideale tribologische Charakteristik aufweisen. Somit liegt ein optimierter Einlaufprozess vor. Weiterhin werden eine bestmögliche Passgenauigkeit wie auch eine hohe Präzision der Bauteile während der gesamten Lebensdauer erzielt.

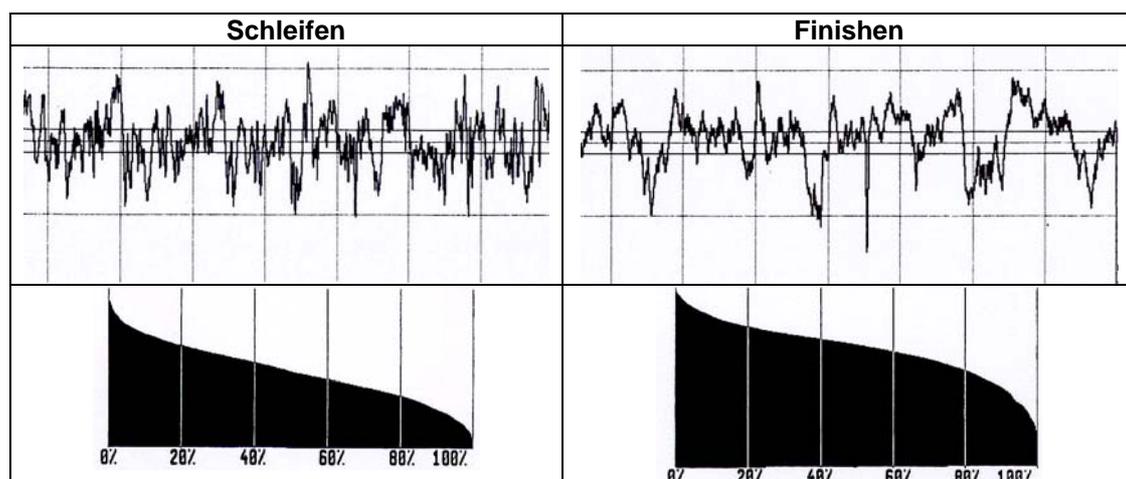


Bild 1: Rautiefen und Traganteile von Oberflächen im Vergleich

Im Gegensatz zu anderen Verfahren ist das Finishen ein thermisch neutrales Verfahren, beim dem keine Wärme in die Oberfläche eingebracht wird.

Weiterhin entsteht keine mit Oberflächenspannungen oder Mikrorissen durchsetzte Weichhaut im oberflächennahen Stoffbereich.

3 Entwicklungsziele

Die positiven Aspekte des Finishens sind Ausgangspunkt für die Zielstellungen der aktuellen Entwicklungsarbeiten dieses Verfahrens. Durch laufende Forschungsprojekte an unserem Institut soll es in mehreren Schritten möglich sein, dieses bisher weitestgehend empirische Endbearbeitungsverfahren zu einem zielgerichtet und universell einsetzbaren Verfahren in der technologischen Kette auszubauen. Wesentliche Punkte sollen hierbei sein:

- Erweiterung der bisherigen Steuerungen des Prozesses zu intelligenten Regelsystemen
- Zielgerichtete Vorauswahl des Finishverfahrens mit den optimalen Bearbeitungsparametern
- Visualisierung des gesamten Prozesses und der Ergebnisparameter im Vorfeld
- einfachste und sichere Handhabung für den Maschinenbediener
- hohe Prozesssicherheit mit 100% Kontrolle
- die Möglichkeit der Nacharbeit soll die Fehlerfreiheit garantieren → konstante Qualitäten
- kostengünstige Einbindung in vorhandene Produktionsabläufe.

Betrachte man den Entwicklungsstand der bisherigen Verfahrensvarianten, so können diese Ziele nur über einen längeren Entwicklungsweg erreicht werden.

Einen wesentlichen Meilenstein hierbei bezeichnet die Entwicklung einer Miniaturfinisheinheit zur Bearbeitung von Funktionsflächen, insbesondere Gleitflächen.

4 Beispiel einer Entwicklung

Ausgehend von den Anforderungen der Industrie wurde eine kompakte Finisheinheit zur Bearbeitung ebener Flächen entwickelt.

Bild 2 zeigt schematisch die Arbeitsweise des Gerätes. Am Beispiel des Weges eines Finish-Kornes kann man die zukünftige Charakteristik der Oberfläche erkennen. Durch die gezielte Variation der Bearbeitungsparameter kann u. a. der Kreuzungswinkel α_k systematisch beeinflusst werden. Dies ist ein wesentlicher Ausgangspunkt, um die Eigenschaften der Funktionsflächen zu optimieren.

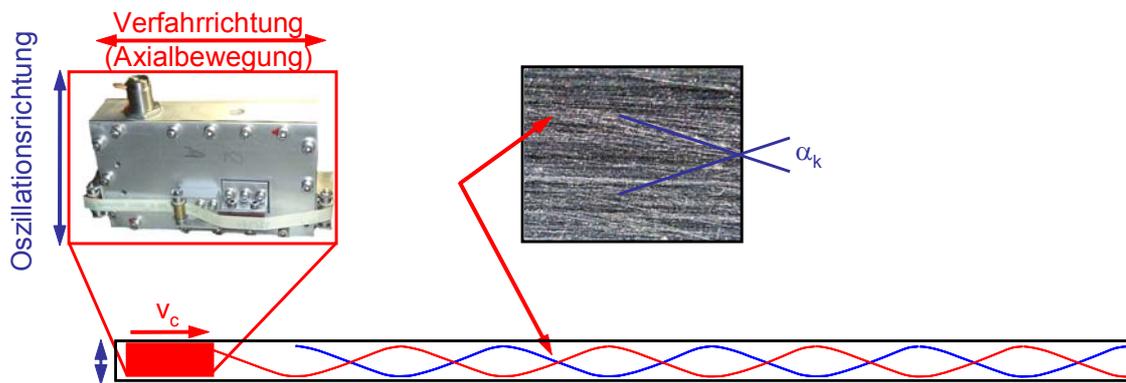


Bild 2: Funktionsprinzip der Finisheit

Weiterhin weist diese Einheit Merkmale auf, mit denen erstmalig spezielle technologische Kenngrößen erreicht werden können. So wird z. B. durch einen innovativen Antrieb eine Schwingungsamplitude von ca. 0,8 mm bei einer Schwingfrequenz bis 500 Hz (bisher üblich: Schwingweg 3 mm bei 50 Hz) erreicht. Dies lässt in Verbindung mit der kompakten Antriebseinheit eine hochpräzise Bearbeitung der Oberflächen bis in den Grenzbereich von Absätzen zu (Bild 3). Weiterhin kann während der Bearbeitung ein Ausgleich von makroskopischen Abweichungen bei gleichzeitiger Anpassung des Werkzeuges an die Oberfläche erfolgen.

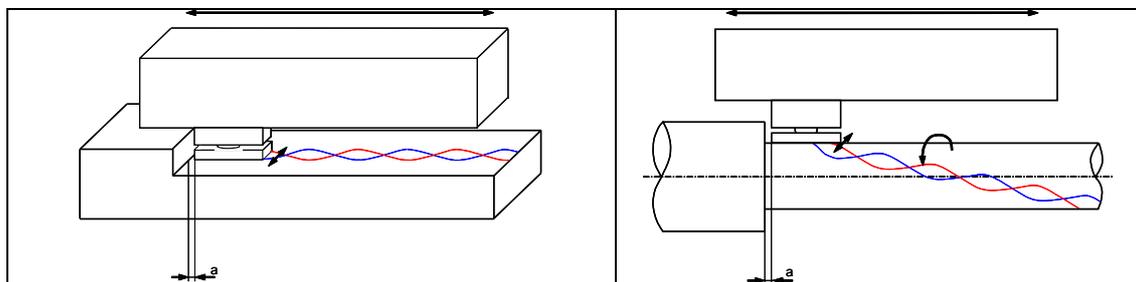


Bild 3: Bearbeitung in kritischen Grenzbereichen

Diese Finisheit konnte modular in ein neuartiges, vertikales Bearbeitungszentrum implementiert werden (Bild 4).

- sicherer Bearbeitungsprozess
- hohe Oberflächengüte mit optimalen tribologischen Eigenschaften
- definierte Strukturen
- sehr geringe Bearbeitungszeiten
- Kostenminimierung durch kurzen Prozessketten

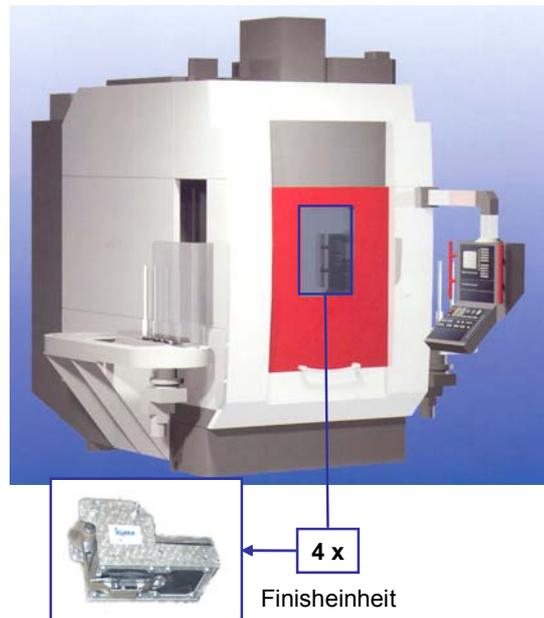


Bild 4: modulare Finisheinheit zur Bearbeitung ebener Flächen

In Verbindung mit den erreichbaren Oberflächen-Kenngrößen, besitzt dieses Verfahren Alleinstellungsmerkmale die besonders für die Bearbeitung von Gleitflächen geeignet sind. Die hochpräzise Finishstruktur verbessert die tribologischen Eigenschaften wesentlich, was für den Anwender u. a. zu geringeren Reibungskräften und einer erhöhten Lebensdauer der Bauteile führt.

5 Zusammenfassung

Durch zielgerichtete Forschungsarbeiten konnte eine neuartige Finisheinheit entwickelt werden. Durch die Implementierung eines innovativen Antriebes konnte diese Einheit sehr kompakt ausgeführt werden. Die Einheit weist Merkmale auf, mit denen erstmals spezielle technologische Kenngrößen erreicht werden können. Somit ist eine hochpräzise Bearbeitung von Oberflächen mit hoher Produktivität bis in den Grenzbereich von Absätzen möglich.

Diese Bearbeitungseinheit kann wie in Bild 2 dargestellt modular in vorhandene Maschinen der Prozesskette integriert werden.

Ausgehend von der Bearbeitung für Planflächen ist auch eine Verfahrensvariante zur Nutzung des Systems für rotationssymmetrische Körper denkbar.

Literatur

- [1] Goldau, H.; Clobes, H-J.: Innovative Bearbeitungsverfahren zur Präzisionsbearbeitung - Präzisionsreißschweißen und Finishen. Tagungsband der 7. Magdeburger Maschinenbau-Tage, 2005
- [2] Derenthal, R.: Kurzhubhonen für mehr als nur gute Oberflächen. Maschinenmarkt Industriejournal: Vogel Verlag, 1972
- [3] N. N.: Forschungsberichte des Institutes für Maschinenbau, Hochschule Magdeburg-Standal (FH)

Clusteranalyse von Impedanzspektren eines Gassensors für Hochtemperaturanwendungen

N. Bauersfeld, K.-D. Kramer, Hochschule Harz, Wernigerode, {nbauersfeld,kkramer}@hs-harz.de
H. Fritze, D. Richter, TU-Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, {holger.fritze,denny.richter}@tu-clausthal.de

1 Kurzfassung

Im folgenden wird die Anwendung von Clusteranalysemethoden auf Daten von Hochtemperatursensoren (Impedanzspektren) beschrieben, um Gasspezies und deren Konzentrationen bestimmen zu können. Das resultierende Muster soll zur Gaserkennung und damit zur Prozesskontrolle und zum Prozessmonitoring eingesetzt werden. Zunächst werden Labormessungen für die Erkennung von Gasgemischdaten durchgeführt. Anhand der Daten werden Merkmale für die Clusteranalyse gewonnen. Es werden Möglichkeiten zur Reduktion der Datenmenge und der Merkmalsdimension mittels selbstlernender neuronaler Netze untersucht, um geeignete Clusterverfahren und deren Modifikationen herauszustellen und die Ergebnisse zu vergleichen. Damit wird die Klassifikation eines reduzierten Datenraumes ermöglicht. Die Untersuchungen und der Vergleich der Methoden erfolgen ausschließlich im Fokus der o. g. Anwendung zur Erarbeitung einer prototypischen (mobilen) Messplattform.

2 Datenvorverarbeitung

Die Prozesskontrolle und das Prozessmonitoring in Hochtemperatursystemen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Herkömmliche Leitfähigkeitsgassensoren weisen nur eine eingeschränkte Selektivität bezüglich verschiedener Gasspezies in wasserstoffreduzierenden Atmosphären auf und sind nicht für Temperaturen bis 900 °C ausgelegt. Ein neues Sensorkonzept zur Erkennung bereits kleiner Mengen Kohlenmonoxid (CO) in wasserstoffhaltigen Atmosphären soll zum Beispiel Katalysatorvergiftungen durch einen zu hohen CO-Anteil in Versorgungsgasen für *Proton Exchange Fuel Cells* vermeiden. Die Online-Datenanalyse gelingt derzeit nur mit hochpreisigen optischen Messsystemen. Neue, weniger preisintensive Konzepte basieren auf Sensoren, deren Materialien und dessen Resonanzeigenschaften die Hochtemperaturanalyse ermöglichen [Richter0501] sowie einem neu entwickelten Messsystem für die mobile Online-Datenanalyse [Schneider0401]. Die Impedanzspektren im Bereich der Resonanz der spezialisierten Gassensoren zeigen gasspezifische Veränderungen, die in Zusammenhang mit Modifikationen der elektrischen und mechanischen Eigenschaften einer gassensitiven Schicht stehen. Die für die Analyse verwendeten Sensoren bestehen aus einem Langsitresonator, einer gassensitiven Metalloxidschicht aus CeO₂ und Platinelektroden für die piezoelektrische Anregung. In Abhängigkeit der Zusammensetzung der Gasgemische ändern sich die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der Sensorschicht und damit die Resonanzspektren der Sensoren.

Für die Datenanalyse erfolgen Messungen über den Realteil der Admittanz für den ersten und dritten Oberton. Die Funktionsverläufe werden mittels einer modifizierten Lorentzfunktion (Gl. in [Bau1105]) durch eine Funktionsapproximation (nach Marquardt) analysiert. Die resultierende Lorentzfunktion definiert durch ihre Parameter

die potentiellen Merkmale a bis f. Ein Merkmal für die Clusteranalyse wird als geeignet eingestuft, wenn die Varianz genügend groß ist, um Gaskonzentrationen unterscheiden zu können. Betrachtet werden Gruppen zu 0/100, 25/75, 50/50 und 100/0%-CO/H₂-Anteilen aus Labormessdaten [Richter0501]. Die Merkmale aus der (Fit-)Extraktion wurden einem Eignungstest unterzogen, d. h., auf ihren Beitrag zur Unterscheidung von Gasgemischgruppen untersucht. Für die folgenden Betrachtungen kann somit ein 2-d Merkmalsraum der temperaturkompensierten Frequenzen [Richter0501] (vom Maximum der Amplitude der Admittanz) als ausreichend angenommen werden. Den folgenden Ausführungen zu probabilistischen Clusteranalyseverfahren gingen einige Vorbetrachtungen [Bau1105] voraus, die einen Ansatz für die Auswahl eines geeigneten Analysealgorithmus liefern.

3 Datenanalyse

3.1 Vorbetrachtung

Die Clusteranalyse kann durch das Problem *Finden von Clustern* durch Lösen bzw. Minimieren eines Optimierungsproblems J beschrieben werden.

$$J_q(U, V) = \sum_{j=1}^N \sum_{c=1}^C (u_{j,c})^2 d_c^2(x_j, v_c) \equiv \chi^2$$

Eine Anzahl N an Daten wird dabei einem Cluster c mit $u_{j,c}$ zugehörig erklärt, wobei d als Distanz zwischen einem Clusterzentrum v_c und einem Datum x_j passender Metrik berechnet wird. m wird als Fuzzifier bezeichnet. Je kleiner m gewählt wird, desto schärfer ist die Zugehörigkeit eines Datums zu einem Cluster. In den Nebenbedingungen [Hoepfner] wird jedes Datum mindestens einem Cluster mit einer von 0 größeren Zugehörigkeit zugeordnet, als die Summe der Zugehörigkeiten eines Datums zu allen Clustern 1 (entspricht 100%) ergeben muss. Die Zugehörigkeit $u_{j,c}$ der Daten zu den Clusterzentren sowie die Zentren v_c werden iterativ durch Minimierung von J berechnet.

Unter den genannten Bedingungen kann der Algorithmus, wie in [Hoepfner] formuliert werden, der die Grundstruktur der probabilistischen Clusteranalyse wiedergibt. Er bietet die Freiheitsgrade der Merkmalsauswahl (Vektoren x), Distanzwahl, Festlegung der Clusteranzahl C sowie die Festlegung des Fuzzifizierungsgrades m an. Diese können das Clusteranalyseergebnis entscheidend beeinflussen und müssen am realen Beispiel getestet werden. In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse aus der Anwendung probabilistischer Clusteranalysealgorithmen auf einen Beispieldatensatz (Abb. 1) vorgestellt.

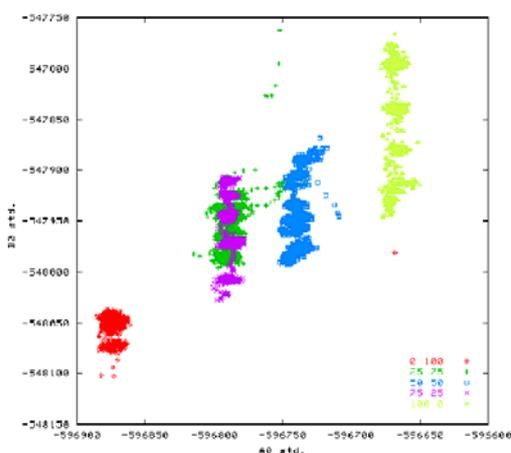


Abbildung 1: Beispieldatensatz

3.2 FCM/GK/GG

Die Datenanalyse wird zunächst mit dem FCM (Fuzzy-C-Means) zur Erkennung von vier Clustern gestartet. Unscharfe Zustandsübergänge können bereits mit Hilfe dieses Algorithmus abgebildet werden. Die Distanzberechnung zwischen einem Datensatz (Datum) und den Prototypen (Zentren) der Cluster erfolgt durch eine spezifische Metrik (Minkowski oder Mahalanobis repräsentiert durch die Matrix M)

$$d^2 : D \times X \rightarrow (x - v)^T M (x - v)$$

Als Maß wird der euklidische Abstand und der Fuzzifier 2 verwendet. Für die äußeren Gruppen (Abb. 1) kann damit bereits eine gute (kreisförmige) Trennung gefunden werden. Nach Bestimmung der optimalen Lage der Prototypen v_c wird zudem für jedes Datum eine Zugehörigkeit u zum jeweiligen Zentrum berechnet. Das Datum wird dem Cluster zugeordnet, bei dem die Zugehörigkeit maximal ist. Ausreißer können anhand eines Schwellwertes für die minimale Zugehörigkeit zu den jeweiligen Prototypen erkannt werden. Für Abb. 1 wurde eine FCM-Clusterbildung mit $c=4$ durchgeführt. Der Partitionskoeffizient beträgt 0.84, die Partitionsentropie 0.34 begründet mit der kreisförmige Gruppierungseigenschaft des FCM und der eigentlich ellipsoiden Lage der Gruppen. Im Sinne einer strengeren Zuordnung der Daten zu den jeweiligen Clustern wird versucht, durch Einsatz modifizierter Algorithmen ein optimaleres Ergebnis mittels des Gustafson-Kessel- und Gath-Geva-Verfahren zu erreichen. Der Algorithmus von Gustafson-Kessel (GK) erweitert den FCM durch Einbeziehung der Datenlage. Dazu erfolgt die Berechnung der Fuzzy-Kovarianzmatrix, die für jedes Cluster verschieden ist und somit ausschließlich eine spezifische Lage und Form, nicht aber die Datendichte, betrachtet werden [Hoepfner]. Der Abstand zwischen einem Datum und den jeweiligen Prototypen wird mittels d^2 berechnet, wobei $M \equiv A$, so dass $A = \sqrt{\det S_c} S_c^{-1}$ durch Bestimmung der clustereigenen Norm mit der Fuzzy-Kovarianzmatrix S_c [Bau1105] für jeden Cluster und S_c^{-1} (Inverse) ermittelt wird. Der GK-Algorithmus unterstützt in Teilen die intuitive Annahme der Clusterstruktur. Der Algorithmus von Gath-Geva (GG) [Hoepfner] erweitert den GK durch Betrachtung der Clustergröße und -dichte. Die Variablen des Datensatzes werden als normalverteilt angenommen. Die Distanzen werden mittels des Kehrwertes der Wahrscheinlichkeit $1/P$, mit dem ein Datum zu einem Cluster gehört, berechnet ([Hoepfner] od. [Bau1105]). Der GG separiert die Clusterdaten durch eine Zugehörigkeitswertberechnung von 0 und 1. Die strikte Trennung und damit die Nutzung des GG für die Anwendung der Klassifikation muss überprüft werden.

$$u_{j,c} = (d_c^2(x_j, v_c))^{1/(1-m)} \left(\sum_{i=1}^C d_i^2(x_j, v_i)^{1/(1-m)} \right)^{-1} \quad v_c = \left(\sum_{j=1}^N (u_{j,c})^m x_j \right) \left(\sum_{j=1}^N (u_{j,c})^m \right)^{-1}$$

3.3 Vergleichende Übersicht

Für den Beispieldatensatz liegen keine weiteren Messungen vor, so dass noch keine Aussage über die Ausbreitung der Cluster (Ellipse oder Korridor) getroffen werden kann. Da der GG die Daten fehlerfrei unterteilt, wird dieses Verfahren zunächst als das geeignete angesehen. Vergleichend seien in den Abb. 2 (FCM) und Abb. 3 (GG) die Konturen der Cluster dargestellt und ein deutlicher Unterschied in den Clustertrennlinien zu erkennen.

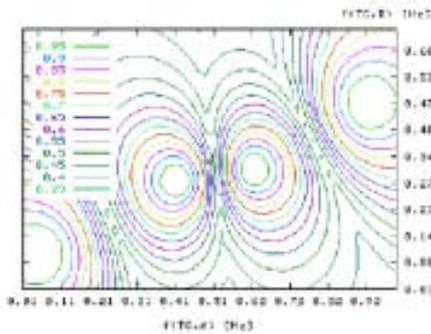


Abbildung 2: FCM-Kontur

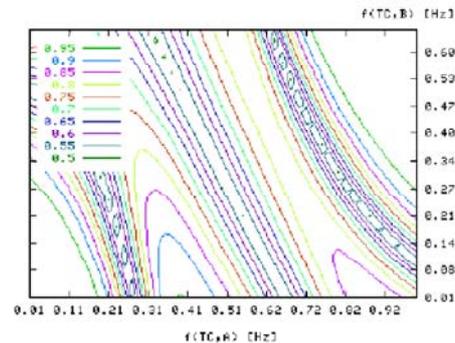


Abbildung 3: GG-Kontur

Die Maßzahlen zur Clusteranalyse, wie Partitionskoeffizient (PC) und Partitionsentropie (PE), unterstützten die Annahme zur Auswahl des Algorithmus von GG. Der Partitionskoeffizient bezeichnet dabei den Grad der Trennung und die Partitionsentropie die Verteilung der Daten im Merkmalsraum zur Bestimmung der Eindeutigkeit der Zuordnungen. Je größer der Partitionskoeffizient und je kleiner die Entropie ist, desto eindeutiger ist die Zuordnung der Daten zu den jeweiligen Clustern. Beispiel: Bei vollständig gleichverteilten Daten wäre die Entropie 1 und damit jedes Datum jedem Cluster zu gleichen Anteilen zugeordnet. Anhand der Berechnungszeit t und der Maßzahlen PC und PE lassen sich die Partitionsergebnisse bei gleichbleibender Clusteranzahl vergleichen. Für die Algorithmen wurden ermittelt

	t (ms)	it	PC	PE
FCM	520,93	12	0,84	0,34
GK	676,93	24	0,93	0,17
GG	569,30	22	0,99	0,00

Tabelle 2: Maßzahlen, t =Zeit, it =Iterationen

3.4 Self organizing maps (SOM)

Bei den oben verwendeten Verfahren musste die Clusteranzahl vordefiniert werden. Mittels SOM wird nun untersucht, ob die vordefinierte Anzahl der Cluster als richtig angenommen werden kann. (Der vereinfachte Datensatz erlaubt dies offensichtlich, jedoch erfolgen die Untersuchungen bereits in Voraussicht der Analyse komplexerer und dichter gruppierterer Daten.) SOM kategorisieren automatisch (Training) anhand der Varianzen der Eingangsdaten und erzeugen eine Abbildung des Eingangsdatenmusters. Eine Selbstorganisierende Karte (SOM) findet Cluster unbekannter Anzahl durch Veränderung ihrer Topologie aus einem Initialisierungszustand. Die topologischen Gruppen müssen nach der Datenrepräsentation einem Label-Verfahren aus a-priori Prozesswissen unterzogen werden. Vorteilhaft bei der SOM ist dabei die Abbildung von n -d Merkmalsvektoren auf ihre 2-d Struktur. Die im Datensatz vermuteten und zu bestimmenden Klassen werden durch eine Anzahl von Prototypen repräsentiert, die als Ansatz für eine reduzierte Struktur im Datenraum verwendet werden können. Die gekennzeichnete SOM (*labeled*) kann als Entscheidungsfläche für die Zielanwendung dienen.

Es kann außerdem untersucht werden, ob anhand topologischer Veränderungen der Karte, Entscheidungsräume modifiziert werden müssen und damit Rückschlüsse auf die Datenqualität zu ziehen sind. Auf eine algorithmische Betrachtung der SOM wird an dieser Stelle verzichtet und auf [Koh] verwiesen.

Die SOM für den Beispieldatensatz (Abb. 1) wurde durch eine 64 mal 64-Karte initialisiert, als Konvergenzkriterium wurden 500 Iteration in 5 Epochen, eine Startlernrate von $\eta = 0.9$ und $d_0 = 30$ festgelegt. Die Gauß'sche Nachbarschaftsfunktion passt die hexagonal um das Gewinnerneuron angeordneten Neuronen iterativ dem Dateneingaberaum an. Die Visualisierung des 2-d Merkmalsraumes wurde in [Ultsch] vorgestellt. Die U-Matrix veranschaulicht Informationen zur lokalen Struktur der Abstände der Datensätze durch Analyse der modifizierten Gewichtsvektoren der Neuronen der SOM. Wenn v ein Neuron der Karte ist und nei_v die Anzahl der betrachteten Nachbarneuronen Gewichtsvektor, dann werden Höheninformationen für U mit $h_v = \sum_{m \in nei_v} d(w_v, w_m)$ wobei

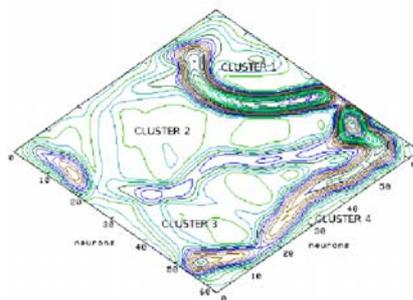


Abbildung 4: SOM-U-Matrix

und w_v der die berechnet der Karte ist. werden Konturen einer SOM

Abstand für die Erstellung der Die Gruppen im Eingaberaum durch die verdichteten (Berge) getrennt. Abb. 4 stellt die an generierte U-Matrix anhand des Beispieldatensatzes dar. Die entsprechenden Cluster können in den Tälern der Matrix bezeichnet werden. Die Annahme von vier probabilistische Clustern wird damit visuell bestätigt.

3 Zusammenfassung/Ausblick

Durch die Aufnahme von Spektren im Bereich der Resonanz des Sensors wurde zunächst nach einem geeigneten analytischen Modell für die Nachbildung des Funktionsverlaufs der Resonanzkurve gesucht.

Die aus einer nichtlinearen Funktionsapproximation gewonnenen Parameterdaten bilden die Merkmale für die Clusteranalyse (Lernphase). Geeignete Clusteranalysemethoden erzeugen anhand der Merkmalsdaten Entscheidungsmuster für die Online-Datenanalyse auf Mikrocontrollern (Arbeitsphase). Die Auswahl der die Merkmale definierenden Parameter kann aufgrund der Ergebnisse der Datenanalyse als hinreichend genau angenommen werden. Im Fokus eines neuen Sensorkonzeptes und Messgerätes unter Ausnutzung verschiedener Messmodi wurden mit einem Beispiel-Datensatz verschiedene Clustermethoden getestet.

Die probabilistische Clusteranalyse ergab eine hinreichend genaue Clusterung mittels Gath-Geva-Algorithmus. Im 2-d Datenraum (f - f -Plot) kann das Muster einer *gelernten* SOM als reduzierter Datenraum aufgefasst werden. Jeder Gewichtsvektor eines Neurons bildet einen Repräsentanten in der SOM aus.

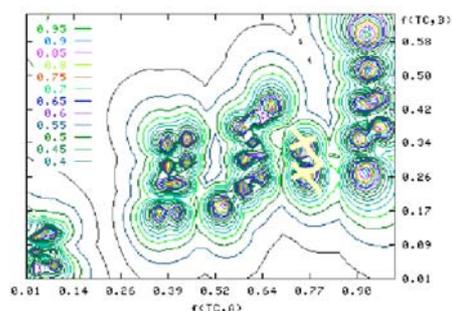


Abbildung 5: FKCN SOM-GK

Für jeden Repräsentanten werden die Zugehörigkeiten eines Datensatzes mittels eines probabilistischen Algorithmus berechnet. Dadurch wird eine Gruppe nicht mehr nur durch einen sondern durch eine Anzahl von Prototypen beschrieben. Die Zusammenfassung der Prototypen ermöglicht eine komplexere Ausbildung der Clustergrenzen und lokale Betrachtung der Lage- und Dichteigenschaften des Datensatzes im Merkmalsraum. Die Kombination aus SOM und probabilistischen Clusteranalysealgorithmus wird als *Fuzzy Kohonen Clustering Network* (FKCN,

[TsaoBezdekPal]) bezeichnet. Das FKCN gruppiert nach FCM Methoden unter Zuhilfenahme der SOM Repräsentanten. Die Untersuchungen werden auf die FCM-Ableitungen GK und GG erweitert. Erste Untersuchungen mittels FCM und GK auf den Beispieldatensatz in Abb. 5 ergaben eine Kontur, welche die Dichteinformation noch unbeachtet lässt (zu erkennen an den durch Kreuze markierten überbestimmten Repräsentanten), aufbauend auf einer 6 mal 6 SOM. Ziel der Ausweitung der Untersuchungen auf FKCN soll die Möglichkeit der Abbildung des 2-d Datensatzes auf einen reduzierten Datensatz von Repräsentanten und damit eine effizientere, schnellere, jedoch hinreichend genaue Bestimmung der Gaszusammensetzungen in der Arbeitsphase sein.

5 Danksagung

Das Sensorsystem wurde im Rahmen eines vom BMBF im Programm WING geförderten kooperativen Projektes entwickelt.

Literatur

- [Richter0501] Fritze, H.; Richter, D.; Tuller, H. L.: Simultaneous detection of atmosphere induced mass and conductivity variations using high temperature resonant sensors. In: Sensors and Actuators B 111-112, 2005, S. 200-206.
- [Schneider0401] Schneider, T.; Richter, D.; Doerner, S.; Fritze, H.; Hauptmann, P.: Novel impedance interface for resonant high-temperature gas sensors. In: Sensors and Actuators B 111-112, 2005, S. 187-192.
- [Hoepfner] Höppner, F.; Klawonn, F.; Kruse, R.: Fuzzy-Clusteranalyse. Verfahren für die Bilderkennung, Klassifikation und Datenanalyse, Vieweg, Braunschweig, Wiesbaden, 1997.
- [TsaoBezdekPal] Tsao, E. C.-K.; Bezdek, J. C.; Pal, N. R.: Fuzzy Kohonen Clustering Networks, Pattern Recognition, Vol. 27, No. 5, 1994, S. 757-764.
- [Bau1105] Bauersfeld, N., Kramer, K.-D.: Methoden der Clusteranalyse für die Auswertung von Impedanzspektren eines selektiven Gassensors für Hochtemperaturanwendungen bis 900 °C., In: Mikut, R., et. al. (Hrsg.): 15. Workshop Computational Intelligence, Dortmund: Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Informatik/Automatisierungstechnik, Universitätsverlag Karlsruhe, 2005, S. 59-73.
- [Koh] Kohonen, T.: Self-organizing maps, Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- [Ultsch] Ultsch, A.; Simon, H. P.: Kohonen's Self Organizing Feature Maps for Exploratory Data Analysis, Kluwer Academic Press, Dordrecht (Netherlands), 1990, S. 305-308.

Die Unschärfe des Wissens in der Siedlungsforschung - Untersuchungen zum Einsatz von computergenerierten 3D Modellen

Dipl.- Ing. (FH) M.A. Stefan Baumeier, Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter eines vom BMBF geförderten Forschungsprojektes an der Hochschule Anhalt (FH) Dessau, Fachbereich AB, Fachgebiet CAD Entwerfen bei Prof. C. Dießenbacher, Phone: ++49.340-51971540, Fax: ++49.340-5197-91540, E-Mail: baumeier@ab.hs-anhalt.de, Bauhausstraße 6, 06818 Dessau

Abstract

Die Frage nach einem „sinnvollen“ und dem Potenzial des digitalen Mediums entsprechenden Einsatz von Computern auf dem Gebiet der Architektur, ist nach wie vor viel diskutiert und umstritten. Diskussionsgegenstand ist vor allem der Nutzen der Computer, um die Realität abzubilden und unsere gebaute Umwelt in Form von 3D Modellen zu visualisieren. Antipathien dieser Art gibt es in der Archäologie ebenfalls. Computergenerierten Bildern wird von Archäologen kaum eine Wissenschaftlichkeit zugestanden. In beiden Disziplinen, der Architektur und der Archäologie, liegt das Missverständnis zu Grunde der Nutzen von Computern liegt allein darin, anschauliche Bilder zu generieren. Rechner können mehr leisten. Die Darstellung von Prozessen und die Simulation komplexer Vorgänge ist in anderen Wissenschaften ein verbreitetes Einsatzgebiet von Computermodellen. Die in zahlreichen Projekten verstärkt einsetzende Kooperation von Architekten und Archäologen bietet die Möglichkeit, bisher Versäumtes nachzuholen, neu zu etablieren und damit die Kommunikation zwischen beiden Wissenschaften auf eine neue Basis zu stellen.

Im vorliegenden Konferenzbeitrag wird der Arbeitsstand aus zwei laufenden Forschungsprojekten dargestellt. Zum einen wird das vom BMBF geförderte Forschungsprojekt mit dem Thema: *„Entwicklung eines interdisziplinären, digitalen Kommunikationssystems zur Erforschung und Darstellung von Siedlungen am Beispiel der mittelalterlichen Wüstung Marsleben“* vorgestellt, zum anderen die laufende Dissertation mit dem Arbeitstitel: *„Zum Einsatz von computergenerierten 3D Modellen in der Siedlungsforschung - Untersuchungen zu Potenzialen computergestützter 3D Modelle zur Erforschung wüstgefallener Siedlungen in der Bau- und Siedlungsforschung unter dem Aspekt physikalischer Strukturen“* erläutert.

Während es sich bei der Dissertation um die Entwicklung einer Methode für den Einsatz und Wissensgewinn durch 3D Modelle handelt, ist es Inhalt des Forschungsprojektes, ein Kommunikationssystem zu entwickeln, es zu programmieren und am Beispiel der wüstgefallenen, d.h. zerstörten Siedlung Marsleben bei Quedlinburg in Sachsen Anhalt erstmalig einzusetzen. Beide vorgestellten Projekte haben nicht das Ziel, die bisherige Arbeit der Wissenschaftler in Frage zu stellen oder zu kritisieren. Vielmehr sollen die entstehenden Forschungsergebnisse ein erweitertes Angebot an Möglichkeiten für die Arbeit der Archäologen, Architekten und anderer Wissenschaftler sein, die neue Anforderungen an Kooperationen stellen. Durch eine umfassende Analyse von heutigen Arbeitsweisen und der Zukunftsvisionen aller Partner über „gelebte“ Kooperationen, kann der Weg für eine funktionierende und effektive interdisziplinäre Arbeit geebnet werden.

1 Einführung

Die bundesdeutsche Bodendenkmalpflege steht durch den Fortfall und die Reduktion von finanziellen Mitteln vor Veränderungen. Infolge der Reduzierung von Geldern ist

zu erwarten, dass personelle Ressourcen abgebaut werden müssen. Zukünftige Arbeitsfelder der Archäologen liegen weniger in der personell und finanziell aufwendigen Grabungsarbeit, sondern in der Bearbeitung und Interpretation von Funden und Befunden.

Für Aufbereitung, Auswertung und Vermittlung von gesammelten Daten besteht die Notwendigkeit, Forschungstätigkeiten zu bündeln und Forschungsverbünde zu gründen. Dadurch können die Archäologen effektiver auf das Wissen verschiedener Forschungsdisziplinen zugreifen und den Forschungsprozess insgesamt effizienter gestalten. Momentan mangelt es der archäologischen Forschung an fachlicher Vernetzung mit anderen Disziplinen, um in kürzerer Zeit bessere Interpretationen zu erhalten.

Die Erfolge, die interdisziplinäre Vernetzungen haben können, zeigen einzelne Projekte auf dem Gebiet der Archäologie, die in entscheidendem Maße durch die Zusammenarbeit mit den Naturwissenschaften ermöglicht wurden [Sto94].

Einen hohen Stellenwert, verbunden mit besonderen Anforderungen an die Zusammenarbeit verschiedener Forschungsdisziplinen, stellt die Erforschung und Rekonstruktion von wüst gefallenem, d.h. von Menschen verlassenen und meist zerstörten Siedlungen und deren Umland dar. Der in diesem Zusammenhang geprägte Begriff der „Unschärfe des Wissens“ [Die04], beschreibt die Unsicherheit über die Vergangenheit. Alle im Boden gefundenen Teile einer Siedlung sind eindeutig, wenn auch teilweise in ihrer Datierung umstritten. Alles Aufgehende, d.h. oberhalb der Erdoberfläche Liegende, ist bei Wüstungen nicht mehr vorhanden. Die Darstellung von Siedlungen z.B. in Form von gerenderten Bildern ist hochspekulativ und für wissenschaftliche Arbeiten nur sehr eingeschränkt nutzbar. 3D Modelle die in Verbindung mit anderen Medien (z.B. Bilder, Filme, Texte, GIS Daten etc.) in einen übergeordneten Arbeitsprozess eingebettet sind, haben dennoch für die wissenschaftliche Arbeit im Siedlungsbereich einen hohen Wert. Diese werden allerdings bisher in diesem Zusammenhang kaum betrachtet.

Die laufenden Forschungsprojekte fokussieren deshalb bewusst den Forschungsbereich der Siedlungsrekonstruktionen im örtlich besonderen Kontext. Andere archäologische Forschungsbereiche werden ausdrücklich abgegrenzt. Um Siedlungen zu rekonstruieren, müssen komplexe natürliche und anthropogene Einflüsse auf Siedlungsentstehung, -entwicklung und -verfall betrachtet werden. Für die wissenschaftliche Erforschung, die fundierte Rekonstruktion und in der Folge auch deren öffentlichkeitswirksame Visualisierung, sind verschiedenste Fachleute nötig. Dazu zählen Archäologen, Architekten, Geologen, Geographen, Bodenkundler, Paläobotaniker, Palynologen, Zoologen und Anthropologen.

Trotz moderner digitaler Kommunikationssysteme findet der erforderliche interdisziplinäre Wissensaustausch auf digitaler Basis kaum statt. Umfrageergebnisse zeigen, dass es bisher durch unterschiedliche fachliche und geschichtlich gewachsene Arbeitsmethoden kaum eine gemeinsame Diskussionsbasis gibt. Interdisziplinär zu arbeiten sollte in der wissenschaftlichen Praxis eine Selbstverständlichkeit sein. In der Realität wird der Informationsaustausch noch nicht im erforderlichen Maß gelebt, wie zahlreiche Beispiele zeigen.

Ein Umbruch in den Strukturen ist teilweise generationsabhängig, setzt sich aber, nicht zuletzt durch geänderte Förderrichtlinien, in Form von Verbundforschungsprojekten,

momentan auf breiter Basis durch. Die Arbeitsmittel und Arbeitsmethoden, speziell im Bereich der Architektur und Archäologie, sind sehr unterschiedlich. Beispielsweise ist die „dritte Dimension“ für Architekten unerlässlicher Teil ihrer Arbeitstechnik und wird in Form von 3D Modellen und -Zeichnungen in der laufenden Arbeit ständig überprüft. Archäologen arbeiten zum großen Teil mit Texten und zweidimensionalen Bildern. Eine kooperative Kommunikationsbasis, welche die verschiedenen Arbeits- und Denkweisen vereint, ist eine Ausgangsbedingung für die erfolgreiche interdisziplinäre, standortübergreifende Zusammenarbeit. “The composition of an interdisciplinary team is fundamental for beginning a project of a 3D virtual reconstruction, and a good final result depends mainly on this” [FBS00].

Auf dem Gebiet der Siedlungs- und Stadtbaugeschichte arbeiten Archäologen und Architekten u.a. an siedlungsgeschichtlichen Fragestellungen zusammen. Gespräche und Interviews mit Archäologen, Bauforschern und Historikern zeigen, dass der Computer in der Archäologie und Bauforschung meist nicht seinem Potenzial entsprechend genutzt wird.

Ein Vorteil des Computers ist es, sich verändernde Strukturen, Objekte und Prozesse, durch für den Rezipienten angepasste Darstellungsformen, anschaulich zu machen. Durch eine Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen (Rechenoperationen pro Zeiteinheit) wird eine Arbeitserleichterung für den Menschen geschaffen. Das kann auch bedeuten, dass Lösungen zu wissenschaftlichen Fragestellungen erst durch die Hilfe des Computers ermöglicht werden. Vorgänge deren Komplexität sehr hoch ist, können so mit überschaubarem Mehraufwand bearbeitet und dargestellt werden (z.B. Hochwassersimulationen, Lichtsimulationen, Mustererkennung in der Keramikforschung).

Für Archäologen bietet der Rechner mehr als nur eine Datenbank und die Möglichkeit der Texteingabe und Fotobetrachtung. Auf der diesjährigen VAST Konferenz (Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage) [Vas05] wurde anhand zahlreicher Projekte aus der wissenschaftlichen Praxis sehr deutlich, dass Archäologen digitale Modelle nutzen wollen.

Diese Modelle müssen, um in der wissenschaftlichen Arbeit akzeptiert zu werden, Forschungsprozesse dokumentieren und nicht wie heute üblich, lediglich ein „nettes“ Bild der Vergangenheit präsentieren. Verständlicherweise wollen Archäologen den Weg z.B. zur Rekonstruktion sehen und nicht nur die Endversion in Form eines fertig gerenderten Bildes.

Um an der Diskussion mitwirken zu können, müssen neue Systeme und Diskussionswerkzeuge bereitgestellt werden. Die Handhabung von 3D Modellen für Archäologen muss vereinfacht werden. Der Versuch der TU Graz, ein 3D Modeling Kit for Non- Expert Users [vgl. Hav05] einzusetzen, erscheint erfolgversprechend zu sein. Bei der Weiterentwicklung sollte allerdings die Balance zwischen Standardisierung von Objekten kritisch überprüft und mit Archäologen diskutiert werden.

2 Dissertation

2.1 Arbeitshypothesen

Als Ergebnis der bisherigen Voruntersuchungen und Umfeldanalysen werden dem Promotionsvorhaben folgende Hypothesen zugrunde gelegt:

1. Computergenerierte 3D - Modelle werden auf der Maßstabebene der Siedlung bisher fast ausschließlich in der Visualisierung für die Öffentlichkeit eingesetzt.
2. 3D – Modelle bilden im Verbund mit anderen Medien eine leistungsfähige Grundlage für die effektive interdisziplinäre Kommunikation im Bereich der Siedlungsforschung.
3. In Kommunikationsprozessen eingesetzte 3D Modelle, und damit verbundene Animationen und Simulationen, können dazu beitragen, Entwicklungsstadien von Siedlungen aufzuzeigen und einen Erkenntnisgewinn für die Wissenschaft zu fördern. Zentrale bauliche Aspekte zur Erforschung der Siedlungen sind:
 - a. Besiedlungsabläufe
 - b. Siedlungsverhalten
 - c. Siedlungsmorphologie
4. Abläufe der 3D Modellgenerierung (z.B. auf Basis von Karten, Bildern, Texten und anderen Rohdaten) können so strukturiert werden, dass sie bei der Lösung von Fragestellungen anderer Siedlungsprojekte durch Anpassungen und Ergänzungen wiederholt einsetzbar sind.

2.2 Ziele und Methodik

Die Archäologie befasst sich mit den materiellen Hinterlassenschaften vergangener Kulturen aus prähistorischer und historischer Zeit. Archäologen werten Denkmäler, Bodenfunde und Schriftquellen aus, um das Bild einer geographisch und zeitlich begrenzten Kultur nachzuzeichnen. Im Zentrum stehen Fragen zu Gesellschaftsstrukturen, Wirtschafts- und Siedlungswesen, Formen des Alltagslebens, Totenbrauchtum, religiösen Vorstellungen und künstlerischen Entwicklungen. Ein archäologischer Forschungsbereich ist die antike Bau- und Siedlungsforschung. Sie befasst sich mit der Architektur, d.h. einzelnen Bauten und ganzen Siedlungen, in der Antike. [Def01]

Siedlungsarchäologie hat die Aufgabe, Besiedlungsabläufe und Gründe für die Änderungen des Siedlungsverhaltens vorgeschichtlicher Siedlergemeinschaften zu erschließen [Def02]. In Architektur und Städtebau werden u.a. Fachkenntnisse über bauliche und räumliche Strukturen menschlichen Zusammenlebens vermittelt.

Die anzustrebende Verbindung dieser einzelnen Fachdisziplinen in einem interdisziplinären Kommunikationsprozess hat zur Folge, dass auch Architekten ihr Spezialwissen in die Siedlungsforschung einfließen lassen können, bzw. andere Wissenschaftler dieses Wissen abrufen können. Die Dissertation beschäftigt sich mit digitalen 3D Modellen und den daraus entstehenden Potenzialen für die Erforschung wüstgefallener Siedlungen in der Bau- und Siedlungsforschung unter dem speziellen

Aspekt der physikalischen Strukturen einer Siedlung. Es soll untersucht werden, welche Rolle computergenerierte 3D Modelle bisher in der Siedlungsforschung gespielt haben und wie Modelle zukünftig einzusetzen sind, um zu neuen Erkenntnissen durch einen interdisziplinären Kommunikationsprozess zu gelangen. Im ersten Schritt der Arbeit werden Fallbeispiele daraufhin untersucht, welchen Mehrwert ihr Einsatz für Siedlungsforschungsprojekte ermöglicht hat. Die Untersuchung ist auf die Erforschung von, u.a. Stadtbefestigungen, Quartieren, Straßen u.a. baulichen Strukturen der Siedlungen begrenzt.

Das Ziel des Promotionsvorhabens ist es, eine Methode für den zukünftigen, mediengerechten Einsatz von digitalen 3D Modellen in der interdisziplinären Siedlungsforschung zu entwickeln.

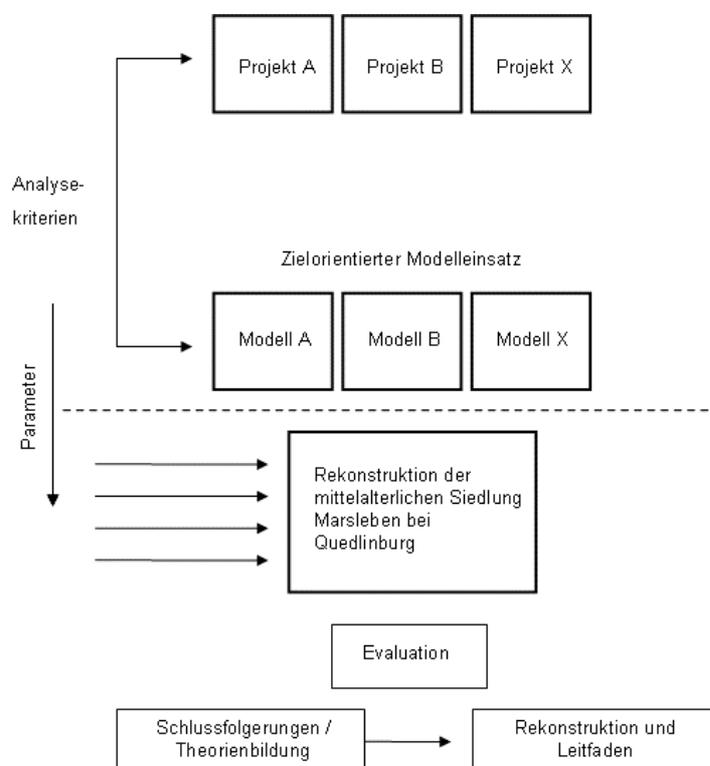


Abb. 1 Übersichtsschema Forschungsmethode

3 Überblick zum BMBF Forschungsprojekt

Das vom BMBF für eine Laufzeit von 3 Jahren geförderte Forschungsprojekt mit dem Thema: „Entwicklung eines interdisziplinären, digitalen Kommunikationssystems zur Erforschung und Darstellung von Siedlungen am Beispiel der mittelalterlichen Wüstung Marsleben“ [For05] beschäftigt sich mit der Erforschung und Rekonstruktion der mittelalterlichen Siedlung Marsleben. Das um 1400 n. Chr. von seinen Bewohnern aufgegebene Marsleben entwickelte sich bis zum Zeitpunkt der Zerstörung, parallel zu Quedlinburg. Das Projekt ist in drei Hauptphasen gegliedert. In der ersten Phase wird die Grundlagenermittlung, Analyse und Konzeption des Kommunikationssystems

durchgeführt. In dieser Phase werden die methodischen Grundlagen gelegt und Wissenschaftler und Laien durch Befragungen und Prototypentests in die Entwicklung des Systems eingebunden. In der zweiten Phase wird das System durch Medientechniker und Informatiker programmiert und in der dritten Phase am Beispiel von Marsleben eingesetzt. Für das Pilotprojekt werden unterschiedliche Wissenschaften standortübergreifend mit dem digitalen Kommunikationssystem zusammenarbeiten. Zum Team gehören momentan: Archäologen, Architekten, Städtebauer, Medientechniker und Bauforscher und Kunsthistoriker. Die gewonnenen Forschungsergebnisse werden dazu genutzt, das System zu verbessern und nachhaltig, d.h. für weitere Projekte dieser Art und Größenordnung, zu gestalten. Zielgruppe sind vor allem Archäologen und Bauforscher, die mit der Datenauswertung nach der Durchführung von Großgrabungen beschäftigt sind, Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen, die an der Erforschung der Daten arbeiten und Laien, für die das Wissen in aufbereiteter Form zur Verfügung gestellt wird.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die laufenden Projekte werden in nächster Zeit nach dem aufgestellten Arbeitsplan weitergehend bearbeitet. Für die Dissertation werden weitere Referenzprojekte aus dem Bereich der Siedlungsforschung recherchiert, bei denen 3D Modelle eingesetzt wurden. Die Projekte werden dann umfassend analysiert. Darauf aufbauend werden Methoden zum Einsatz von Modellen abgeleitet und am Fallbeispiel Marsleben evaluiert.

Im BMBF Forschungsprojekt sind die Grundlagen für das Team in Form von Kommunikations- und Datenaustauschmöglichkeiten gelegt. Wesentlich für die weiteren Schritte wird die Analyse der aufgenommenen Daten des Partners Landesamt für Archäologie und Denkmalpflege sein. Die Qualität der Grabungsdokumentation der Siedlung Marsleben liegt sicherlich über dem momentanen Standard für Grabungen. Die demnächst erscheinende Dokumentation wird das Optimum an genutzter Dokumentationstechnik darstellen, welches für eine Grabung derzeit technisch möglich ist. Es wird in den nächsten Arbeitsphasen u.a. zu bestimmen sein, wie die Kommunikation zu strukturieren und programmtechnisch umzusetzen ist. Die wissenschaftliche Arbeit und die Präsentation von Teilergebnissen für Laien sind die beiden Hauptschwerpunkte des Projektes. Die Fortschritte müssen durch einen ständigen Austausch von Daten nach Innen und Außen transparent gestaltet werden.

Literaturliste

- [Def01] <http://www.darv.de/archaeo.html> (Stand 01.03.2005)
- [Def02] <http://www.hgb44.com/denkmal/amt/archologie/seite4.htm> (Stand 01.03.2005)
- [Die04] nach C. Dießenbacher, 2004
- [FBS00] Borra, D., Forte, M., The Estense Castle of Ferrara (Italy): Multimedia project and virtual reconstruction, In: Forte, M., Barcelo, J.A., Sanders, M. (Hrsg.), Virtual reality in archaeology, Archaeopress BAR, 2000
- [For05] <http://ab-ntcl245.ab.hs-anhalt.de/marsleben/> (Stand 28.11.2005)
- [Hav05] http://www.cgv.tugraz.at/0x811be082_0x000040dd (Stand 28.11.2005)
- [Sto94] Vgl. Stoll O. (Hrsg.), *Computer und Archäologie*, Scripta Mercaturae Verlag, 1994, S.1
- [Vas05] <http://vcg.isti.cnr.it/vast05/location.php> (Stand 28.11.2005)

Bauingenieurwesen / Ingenieurwissenschaften

Lebensdauervorhersage für vorgeschädigte Stahlbetonbrücken unter Berücksichtigung unscharfer Datenmodelle

Prof. Dr.-Ing. Doris Hedeler, Phone: ++49.5197-1531, E-Mail: hedeler@ab.hs-anhalt.de
Hochschule Anhalt (FH), FB 03, PF 2215, 06818 Dessau

Dipl.-Ing. (FH) Christian Palkies, Phone:++49.5197-1531; E-Mail: christianpalkies@arcor.de

Abstract

Der vorliegende Beitrag ist Bestandteil eines vom BMBF geförderten Forschungsprojektes und beinhaltet die Entwicklung eines Prognoseverfahrens zur Bestimmung der Restlebensdauer und Resttragfähigkeit vorgeschädigter Stahlbetonbrücken. Dabei werden der aus Bauwerksprüfungen bekannte objektbezogene Schädigungszustand, der zukünftige Schädigungsverlauf und die zu erwartenden Belastungen erstmals durch mathematische Unschärfemodelle in Form von Fuzzy-Größen, Fuzzy-Funktionen und Fuzzy-Prozesse erfasst. Die Simulation des Lebensdauerprozesses erfolgt durch Zeitdiskretisierung. Die prototypische Anwendung des Prognoseverfahrens erfolgte an einer vorgeschädigten, dreifeldrigen Stahlbetonplattenbrücke, die als Straßenbrücke eine Nutzungsdauer von 40 Jahren aufweist. Es werden erste Ergebnisse vorgestellt.

1 Analyse des Schädigungszustandes von Stahlbetonbrücken

Der Zustand eines Brückenbauwerks wird durch Bauwerksprüfungen und Bauwerksüberwachungen kontrolliert, Schäden werden aufgenommen und dokumentiert. Für jeden erfassten Einzelschaden wird eine nach den Kriterien „Standicherheit“, „Verkehrssicherheit“ und „Dauerhaftigkeit“ getrennte Schadensbewertung mit Hilfe einer Zahlenskala von „0“ bis „4“ vorgenommen. Die Bewertung der Kriterien Standicherheit und Verkehrssicherheit berücksichtigt ausschließlich die aktuellen Einflüsse eines Schadens. Bei der Bewertung der Dauerhaftigkeit wird die zeitliche Auswertung des Schadens einbezogen. Die an Stahlbetonbrücken auftretenden Schäden können nach Schädigungsart dem Beton, der Bewehrung und dem Bauwerk selbst zugeordnet werden. Schäden am Beton sind z. B. Ausblühungen, Kiesnester, Hohlstellen, Abplatzungen, Risse, Karbonatisierung und Chlorid-belastung. Die häufigsten Schäden an der Bewehrung sind freiliegende Bewehrung und Korrosion in Verbindung mit Karbonatisierung und Betonabplatzungen. Schäden am Bauwerk sind z. B. Fahrbahn- oder Lagerschäden. Die folgenden Bilder zeigen einige der genannten Schäden.



Bild 1.1 Netzrisse



Bild 1.2 Rostflecken, Betonablösung



Bild 1.3 Betonabplatzungen



Bild 1.4 Frei liegende, korrodierte Bewehrung

Die am Bauwerk festgestellten und dokumentierten Schäden werden im Verlauf weiterer Bauwerksprüfungen hinsichtlich ihrer fortschreitenden Entwicklung beobachtet. Die Dokumentation der zeitlichen Entwicklung von Schäden bildet die Grundlage für eine Prognose des zukünftigen Schädigungsverlaufes.

2 Datenmodelle zur Erfassung des objektbezogenen Schädigungszustandes

2.1 Unschärfe von Schädigungsparametern

Der aktuelle Zustand einer vorgeschädigten Brücke wird an Hand der Zustandsberichte durch Geometrie- und Materialparameter sowie durch quantitative Aussagen des Bauwerksprüfers beschrieben. Aus einem Zustandsbericht der untersuchten Straßenbrücke (s. Bild 3.1) können z. B. folgende Feststellungen entnommen werden: Schräggriss 0,2 mm bis 0,5 mm und Abplatzung 0,4 m × 0,5 m im Brückenmittelfeld, Kiesnester 0,3 m × 0,4 m bzw. 0,2 m × 0,5 m an der

Kragarmunterseite, im Mittelfeld geringfügig frei liegende Bewehrung, zweites Brückenfeld bereichsweise gerissen, vereinzelte Netzkrisse. Die Beispiele zeigen, dass Informationen in Form von deterministischen Werten und Aussagen (Expertenwissen) nur in begrenzter Anzahl zur Verfügung stehen. Da jede Brücke ein Einzelbauwerk mit unterschiedlichem Schädigungszustand ist, liegen auch keine ausreichend großen Stichproben mit gesicherten Stichprobenelementen vor. Methoden der Stochastik können folglich nicht angewendet werden. Die Daten weisen Unschärfen auf, die keine stochastischen Eigenschaften besitzen. *Unschärfe ist die graduelle Bewertung des Wahrheitsgehaltes einer Aussage, die auf das Eintreten eines definierten Ereignisses bezogen werden kann.*¹

2.2 Datenmodell Fuzzy-Größen

In Abhängigkeit von der Ursache ihrer Entstehung ist zwischen verschiedenen Arten von Unschärfen zu unterscheiden. Sind Daten aus Mangel an Informationen nur in begrenzter Anzahl verfügbar, so liegt eine informelle Unschärfe vor. Sprachlich quantifizierte Aussagen können als lexikalische Unschärfen erfasst werden. Datenunschärfe wird mathematisch mit Hilfe der Fuzzy-Set-Theorie als Theorie der unscharfen Mengen beschrieben. Im Folgenden werden informelle und lexikalische Unschärfen betrachtet.

Eine unscharfe Menge \tilde{A} ist ein mit einer Zugehörigkeitsfunktion $\mu_A(x)$ bewertetes Intervall der Form

$$\tilde{A} = \{ (x ; \mu_A(x)) \mid x \in \mathbf{X} \} \quad (2.1)$$

die auch als Fuzzy-Größe \tilde{x} bezeichnet wird. Die Elemente x der Grundmenge \mathbf{X} werden mit der Zugehörigkeitsfunktion informell oder lexikalisch unscharf bewertet. Eine informelle Unschärfe liegt vor, wenn für Daten ein Informationsdefizit vorliegt. Eine lexikalische Unschärfe ist durch linguistische Variable gekennzeichnet, die sprachlich quantifizierte Aussagen z. B. in Form von Expertenwissen darstellen.

Bild 2.1 zeigt zwei verschiedene normierte Zugehörigkeitsfunktionen einer Fuzzy-Größe \tilde{x} . Die Bewertung der Elemente x erfolgt bei normierten Zugehörigkeitsfunktionen im Intervall $[0 ; 1]$.

Mit der Zugehörigkeitsfunktion der scharfen Menge werden allen Elementen x im Intervall $x_u \leq x \leq x_o$ die gleichen Wertigkeiten zugeordnet. Die Zugehörigkeitsfunktion der unscharfen Menge lässt dagegen für unterschiedliche Wertigkeiten, z. B. $\mu_A(x) = 0,2; 0,6$ nur eine begrenzte Anzahl der Elemente x zu.

¹ Bode, H.H.: Fuzzy Logic: Berlin, Heidelberg: Springer 1993

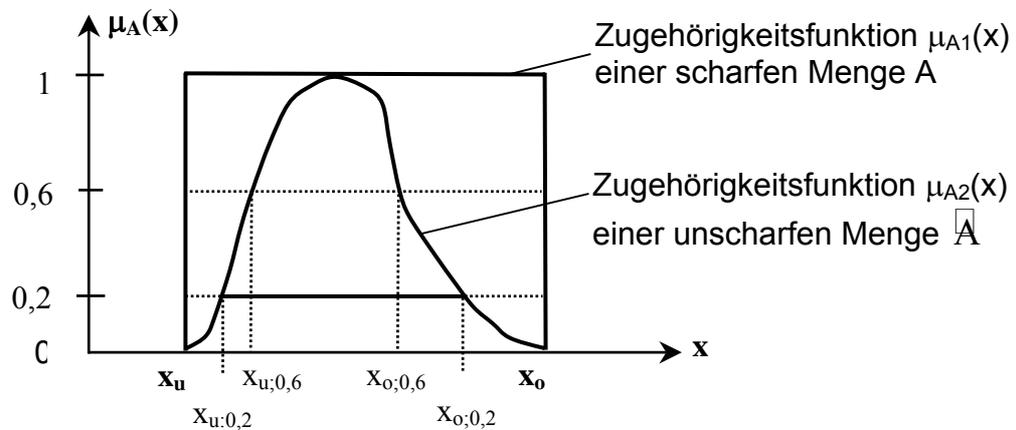


Bild 2.1 Gegenüberstellung von scharfer und unscharfer Menge

Für die Anwendung wird vorausgesetzt, dass Fuzzy-Größen konvex sind. Besonders geeignet sind Fuzzy-Zahlen. Sie besitzen genau einen x-Wert mit $\mu_A(x) = 1$. In Bild 2.2 ist eine Fuzzy-Dreieckzahl \tilde{a}_z dargestellt.

Einer unscharfen Menge \tilde{A} können für reelle Zahlen $\alpha_k \in [0;1]$ scharfe Mengen, so genannte α -Niveaumengen entnommen werden.

$$A_{\alpha_k} = \{ x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha_k \} \quad (2.2)$$

Alle α -Niveaumengen A_{α_k} sind scharfe Mengen der Stützmenge $S(\tilde{A})$, s. Bild 2.3.

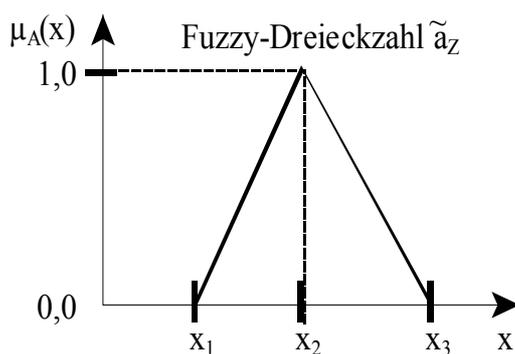


Bild 2.2 Fuzzy-Dreieckzahl $\tilde{a}_z = \langle x_1; x_2; x_3 \rangle$

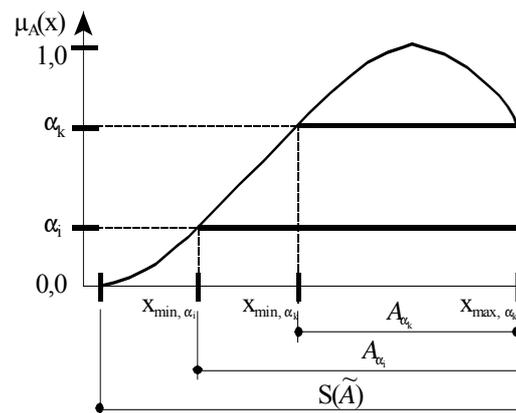


Bild 2.3 α -Niveaumengen

2.3 Modellierung von Fuzzy-Größen

Unschärfe Mengen werden mit Hilfe von Zugehörigkeitsfunktionen beschrieben. Die Festlegung dieser Funktionen wird Fuzzifizierung genannt. Das Ergebnis der Fuzzifizierung ist die Fuzzy-Größe \tilde{x} . Mit der Fuzzifizierung werden informelle und lexikalische Unschärfen bewertet. In Abhängigkeit von der Art der Unschärfe werden verschiedene Techniken angewendet. Im Folgenden werden zwei Möglichkeiten vorgestellt.

Für die untersuchte Straßenbrücke liegen für die Betondeckung vereinzelte Messwerte als Stichprobe mit wenigen Elementen vor. Die Modellierung als Zufallsgröße ist deshalb ausgeschlossen. Aus den Stichprobenelementen wird ein Histogramm entwickelt. Die Zugehörigkeitsfunktion als Erstentwurf folgt aus der Häufigkeit der einzelnen Stichprobenelemente. Das aus den Messwerten und der Häufigkeit ihres Auftretens folgende Histogramm zeigt Bild 2.4, die normierte Zugehörigkeitsfunktion Bild 2.5.

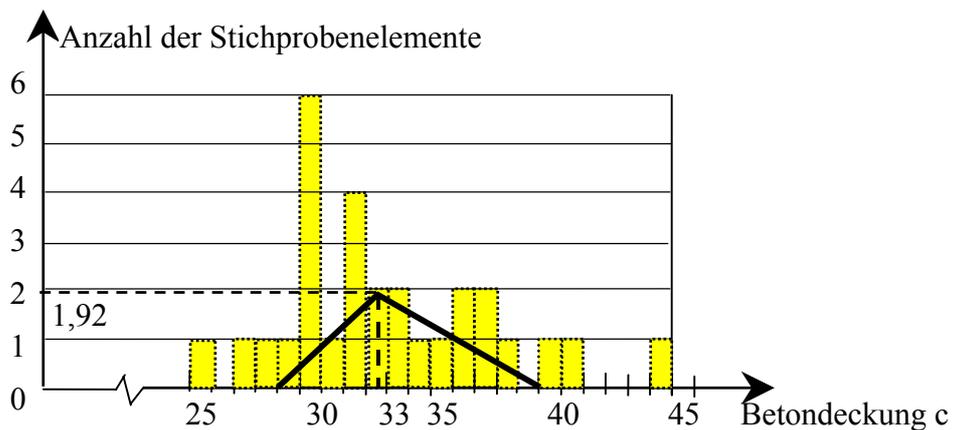


Bild 2.4: Histogramm und Fuzzifizierung der Betondeckung
Nicht normierte Zugehörigkeitsfunktion

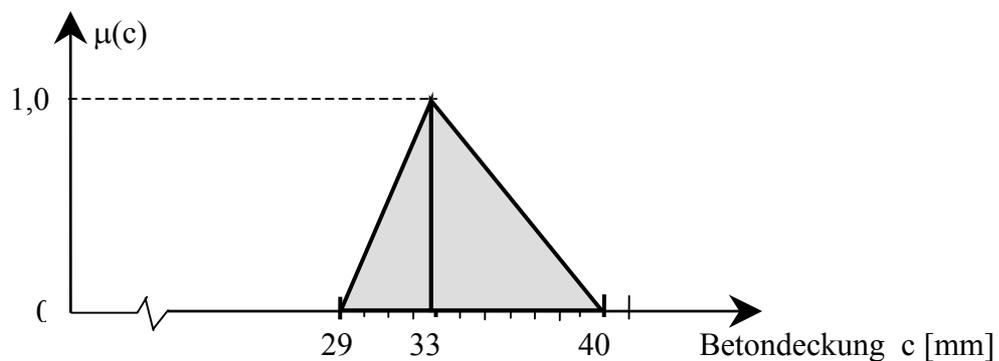


Bild 2.5 Fuzzy-Betondeckung c; normierte Zugehörigkeitsfunktion

Wird die Güte der Betondeckung durch die Expertenmeinung des Bauwerksprüfers mit Hilfe linguistischer Variablen wie *hoch*, *mittel*, *niedrig* oder *sehr gering*, *gering*, *mäßig*, *ausreichend* beurteilt, so können diese linguistischen Variablen ebenfalls auf eine numerische Skala transformiert werden. In Bild 2.6 ist die linguistische Bewertung der Betondeckung dargestellt.

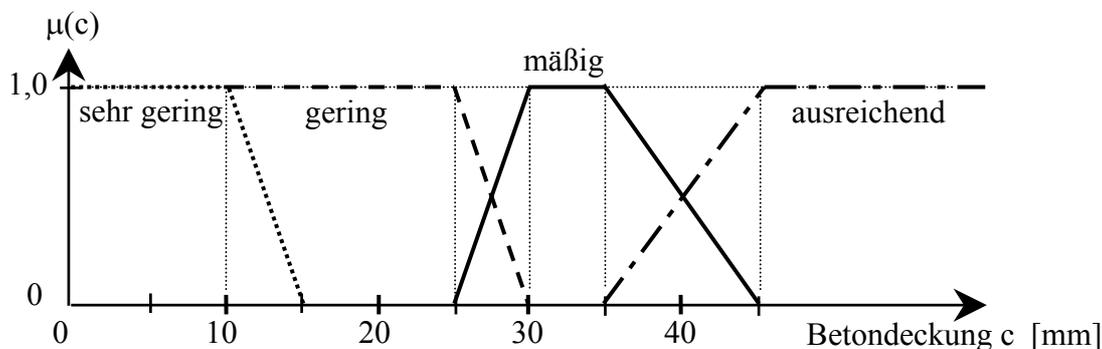


Bild 2.6: Linguistische Bewertung der Betondeckung

3 Prototypische Anwendung des Prognoseverfahrens

Für die Erprobung des Prognoseverfahrens wurde in Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Straßenwesen des Landes Brandenburg, Niederlassung Eberswalde, eine schiefwinklige dreifeldrige Stahlbetonbrücke als Prototyp ausgewählt. Die Brücke wurde 1966 als Straßenbrücke in der Nähe von Neukünkendorf (Brandenburg) errichtet (Bild 3.1).

Der aktuelle objektbezogene Schädigungszustand der Brücke umfasst insbesondere großflächige Aussinterungen infolge dauerhafter Durchfeuchtung, Rissbildungen, Betonabplatzungen, frei liegende Bewehrung und Bewehrungskorrosion. Diese Bauwerksschäden wurden als Vorschädigung (ausgenommen die Durchfeuchtung) in das Berechnungsmodell einbezogen. Die numerische Simulation des Lebensdauerprozesses wurde für ausgewählte Zeitpunkte unter Berücksichtigung der Vorschädigung und des zukünftigen Schädigungsverlaufes durchgeführt. Der Lebensdauerprozess beginnt im Jahr 1966 mit der Verkehrsübergabe der Brücke. Zu diesem Zeitpunkt wird von einem ungeschädigten Zustand ausgegangen.

Die Eintragung der Vorschädigung erfolgte zum Zeitpunkt der aktuellen Nutzungsdauer im Jahr 2005. Die Schädigungssimulation beginnt ebenfalls 2005 und wird in Zeitschritten von jeweils 10 Jahren bis zum Bauwerksversagen fortgesetzt.



Bild 3.1 Brückenansicht

Die numerische Simulation des Lebensdauerprozesses erfolgte unter Berücksichtigung eines deterministischen Lastprozesses. Die Untersuchungen wurden bis zum Bauwerksversagen durchgeführt. Dieses tritt mit dem Erreichen der unscharfen Betondruckfestigkeit als Grenschädigungsparameter ein. Die für eine ausgewählte Belastungssituation prognostizierte Lebensdauer kann als Fuzzy-Lebensdauer mit $t_L = \langle 80; 88; 98 \rangle$ Jahren angegeben werden. Bild 3.2 zeigt als Zwischenbearbeitungsstand erste Ergebnisse des Prognoseverfahrens.

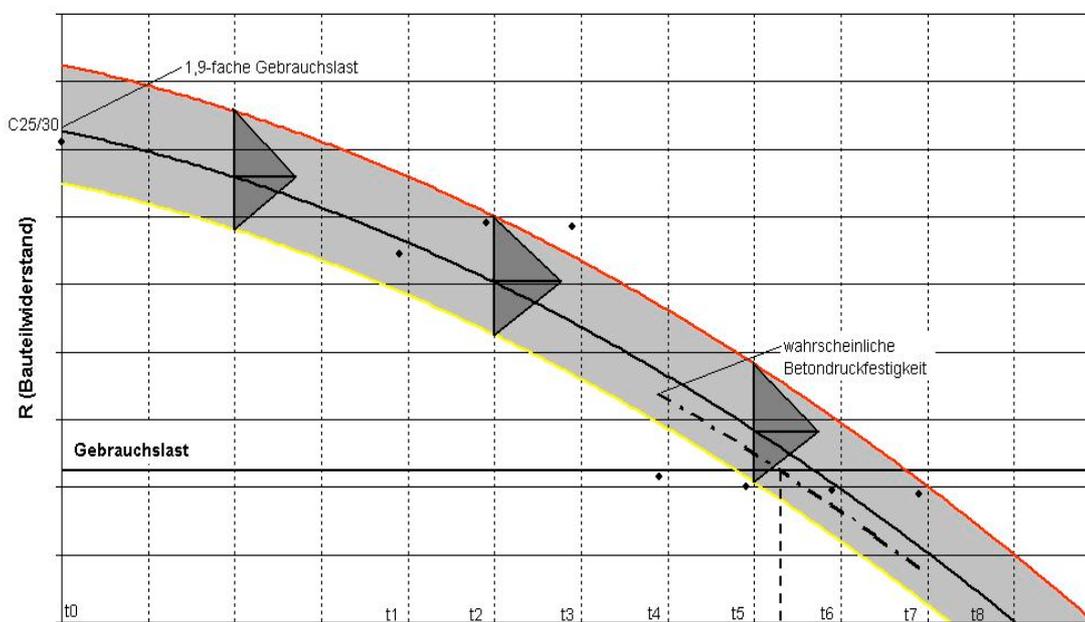


Bild 3.2 Nichtstationärer Fuzzy-Prozess, Abnahme des Bauwerkswiderstandes

Untersuchung der jahreszeitlich bedingten Tragfähigkeitsschwankungen auf Versuchsstrecken im Bereich des alternativen ländlichen Wegebaus

Dipl. Ing. (FH) Marko Wieland, Phone: ++49.340-5197-1592, Fax: ++49.340-5197-1576, Mobile: 0176-21186253 E-Mail: Marko_Wieland@t-online.de, Hochschule Anhalt, Gropiusallee 38, 06846 Dessau

Abstract

Die heutigen technologischen Verfahren und Geräte zur Bewirtschaftung von land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen setzen gut ausgebaute ländliche Wege voraus. Die Sanierung bzw. der Neubau von ländlichen Wegen ist in vielen Fällen mit erheblichen Kosten verbunden. Diese Kosten können durch eine wirtschaftliche Bauweise und den Einsatz alternativer Tragschichtmaterialien deutlich gesenkt werden. Angeregt durch die regionale Recycling- und Natursteinindustrie wurden abweichend vom Regelwerk für derartige Straßen verschiedene alternative Tragschichtmaterialien in einer Versuchsstrecke verwendet.

Durch den gezielten Einsatz von Recyclingmaterialien und Produkten der Natursteinindustrie beim Bau untergeordneter Straßen soll ein wichtiger Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen und der besseren Umsetzung des KrW-/AbfG geleistet werden. In einer Langzeituntersuchung soll die Verwendbarkeit dieser alternativen Tragschichtmaterialien getestet werden.

1 Aufbau der Versuchsstrecke

Die Versuchsstrecke wurde auf dem Gelände des Institutes für Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz der landwirtschaftlichen Fakultät der Martin- Luther- Universität Halle-Wittenberg errichtet. Für den Bau wurde ein 90 m langer und 4 m breiter Wirtschaftsweg erneuert. Derartige Baumaßnahmen richten sich in ihrer Planung und Bauausführung nach der RLW 99 bzw. ZTV LW 99/1.

Für die Langzeituntersuchung der jahreszeitlich bedingten Tragfähigkeitsschwankungen und der Frostsicherheit ist die Straße bzw. der Baugrund mit verschiedenen Messeinrichtungen ausgestattet. Weiterhin wurden vor und während der Bauphase statische und dynamische Tragfähigkeitsmessungen durchgeführt.

1.1 Straßenaufbau

Die Versuchsstrecke wurde in ihrer Länge in fünf Teilabschnitte aufgeteilt, deren Straßenaufbau sich in der Verwendung verschiedener Tragschichtmaterialien unterscheidet.

Zum Einsatz kamen Tragschichtmaterialien nach ZTVT-StB 95/02 bzw. TL Min-StB 2000 wie: Schottertragschichtmaterial 0/32 (B1) aus Quarzporphyr und Betonrecyclingmaterial 0/32 (B2). Alternativ wurde ein brechsandreiches Schottertragschichtmaterial 0/32 aus Quarzporphyr, ein Brechsand 0/5 und ein ziegelreiches Betonrecyclingmaterial 0/32 eingesetzt.

Der anstehende Baugrund ist der Abb. 1 zu entnehmen. Die im Bereich des Planums anstehende Schwarzerde (Frostempfindlichkeitsklasse F3) besaß nach Verdichtung eine hinreichende Tragfähigkeit $E_{V2} = 33,3 \text{ MN/m}^2$.

Der Aufbau erfolgte nach RLW 99, Bild 8.2, Zeile 3, Spalte 4 und wurde mit einer 0,4 m dicken Tragschicht ausgeführt. Diese ergab sich aus der Bemessung der geforderten Mindesttragfähigkeit ($E_{V2} = 80 \text{ MN/m}^2$) für den Brechsand 0/5. Die Dicke der Asphalttragdeckschicht beträgt 0,10 m.

alter Straßenaufbau (Betonplatten auf Kiessand)	0,00m bis -0,15m	Asphalttragdeckschicht (10cm)
Schwarzerde S, u (Sand, schluffig) F3 (sehr frostempfindlich)	-0,15m bis -0,75m	Tragschicht ohne Bindemittel (40cm) 1.) STS 0/32 B1 2.) brechsandreiche STS 0/32 3.) Brechsand 0/5 4.) Betonrecycling 0/32 B2 5.) Betonrecycling 0/32 (ziegelreich)
		Schwarzerde S, u (Sand, schluffig) F3 (sehr frostempfindlich)
Sandlöß S, u (Sand, schluffig) F3 (sehr frostempfindlich)	-0,75m bis -1,05m	Sandlöß S, u (Sand, schluffig) F3 (sehr frostempfindlich)
Geschiebemergel (keine bodenmechanische Untersuchung)	-1,05m bis	Geschiebemergel (keine bodenmechanische Untersuchung)

Abbildung1: Aufbau und Schichtenverlauf vor und nach dem Neubau

1.2 Messprogramm

Die Messungen an der Versuchsstrecke sind über einen Zeitraum von 5 Jahren geplant.

Temperaturmessung: Für die Untersuchung der Frostempfindlichkeit der Tragschichtmaterialien und des anstehenden Bodens wurden 35 Temperatursensoren in der Versuchsstrecke eingebaut (siehe Abb.2). Diese geben im Zeitraum der Frosteinwirkung Auskunft über die Tiefenlage der 0°C-Isotherme im Straßenkörper. Die Temperaturmessung erfolgt an allen 35 Messpunkten automatisch mit einem Messintervall von 20 Minuten. Die Datenspeicherung erfolgt in einem Datenlogger, der einmal im Monat ausgelesen wird. Eine Onlineabfrage der Messwerte ist künftig über das Internet möglich.

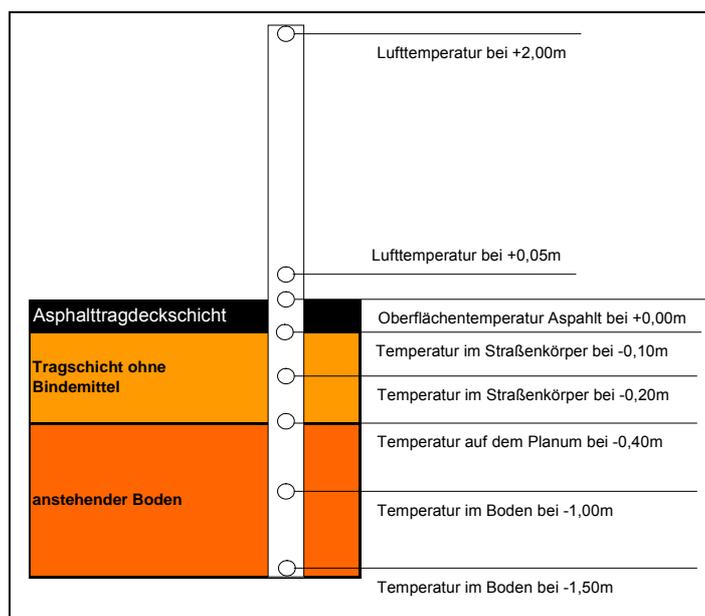


Abbildung 2: Anordnung der Temperatursensoren

Höheniveauerfassung: Die Entwicklung des Höhenniveaus wird an drei Messpunkten je Versuchsstrecke erfasst. Die Messbolzen sind auf der Tragschicht montiert. Für die Höhenmessung wird ein Digitalnivellier mit Strichcodemesslatte aus Invar verwendet. Durch die Temperaturdaten hinterlegte Höhenniveaumessung können eventuelle Frosthebungen festgestellt und lokalisiert werden. Die in situ ermittelten Frosthebungen dienen zur Kalibrierung der im Frosthebungsversuch ermittelten Ergebnisse. Das Höhennivellement wird in der frostfreien Zeit einmal im Monat durchgeführt. Im Zeitraum der Frosteindringung bzw. der Tauphase werden die Anzahl und Zeitpunkt der Höhenmessungen den Bedingungen entsprechend bestimmt.

Tragfähigkeitsbestimmung: Die genaue Kenntnis über die Temperaturverteilung im Straßenkörper bildet weiterhin die Grundlage für die Tragfähigkeitsbestimmung mittels Deflektionsmessung. Diese erfolgt mittels dynamischer oder statischer Belastung. Im Zeitraum der Tau- und Frostphase wird die Anzahl der Messungen sowie deren Zeitpunkt den Bedingungen entsprechend bestimmt.

Für die Tragfähigkeitsbestimmung mit dynamischer Belastung wird ein Falling-Weight-Deflectometer verwendet. Das Messfahrzeug (siehe Abb.3) ist in der Lage, Stoßkräfte bis zu 225 kN zu erzeugen. Die Messungen auf der Versuchsstrecke erfolgen mit einer Stoßbelastung von 50kN. Die Messungen zur Tragfähigkeitsbestimmung mit dem Falling-Weight-Deflectometer werden einmal im Monat an 6 Messpunkten pro Abschnitt durchgeführt.

Der Benkelmanbalken wird für die Einsenkungsmessung mit einem Belastungsfahrzeug (Radlast 50 kN) verwendet (siehe Abb.4). Diese Messungen werden aufgrund des hohen Aufwandes (Belastungsfahrzeug, Rad- und Achslastbestimmung) nur zweimal jährlich an 30 Messpunkten durchgeführt.



Abbildung 3 und 4: FWD-Messfahrzeug und Benkelmanmessung mit Belastungsfahrzeug

2 Erste Messdaten und Ergebnisse

Die Frosthebungsversuche im Labor zeigten, dass der im Planumbereich anstehende Boden Frosthebungen verursacht. Da es in Deutschland derzeit noch keinen genormten Frosthebungsversuch gibt, können die Ergebnisse nur anhand von Erfahrungswerten bewertet werden. Ein direkter Vergleich der Laborergebnisse mit den in situ ermittelten Hebungen konnte noch nicht erfolgen, da der Winter 2004 zu 2005 nur geringe Frosteindringtiefen bewirkte. Die Frosteindringtiefe lag im Dezember 2004 auf dem Abschnitt 3 der Versuchsfläche bei ca. 16 cm (siehe Abb. 5). Auch in den durchgeführten Nivellements konnten keine signifikanten Frosthebungen festgestellt werden.

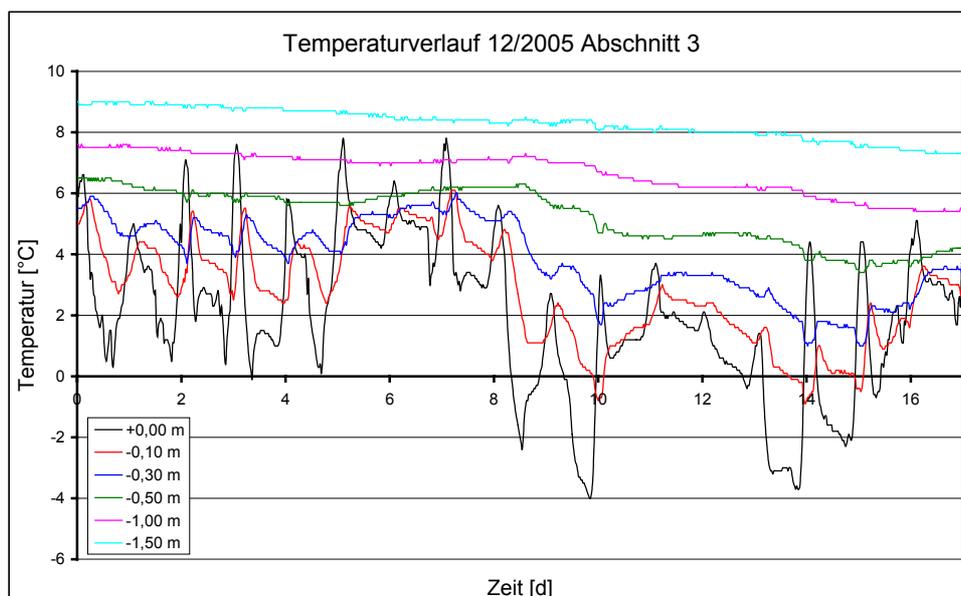


Abbildung 5: Auszug aus der Temperaturganglinie 12/2005 Versuchsabschnitt 3

Die im Frühjahr durchgeführten Tragfähigkeitsuntersuchungen zeigten jedoch eine veränderte Tragfähigkeit in den verschiedenen Versuchsabschnitten.

Die Bewertung der FWD Messung im Frühjahr 2005 nach Jendia ist in der Abbildung 6 zu sehen.

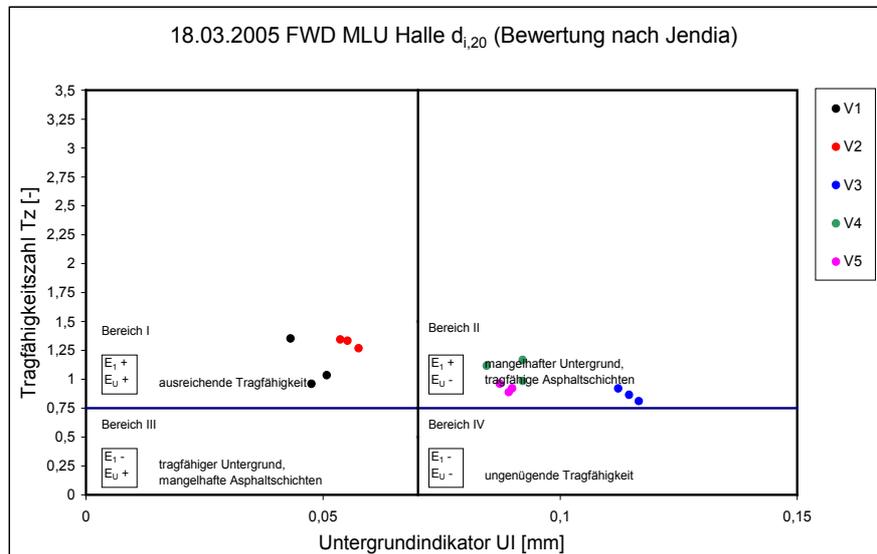


Abbildung 6: Bewertung der FWD Messergebnisse vom 18.03.2005 nach Jendia

Die starke Temperaturabhängigkeit der Deflektionsmessungen auf dem Asphalt setzt eine genaue Kenntnis der Temperaturverteilung voraus. Deflektionsmessungen über einen Tagesverlauf an einem Messpunkt zeigen, dass selbst die temperaturkorrigierten Deflektionen (nach Ehrola) noch Schwankungen aufweisen (siehe Abb. 7). Die Tragfähigkeit der Tragschicht und des anstehenden Bodens wird hierbei als unveränderlich angenommen.

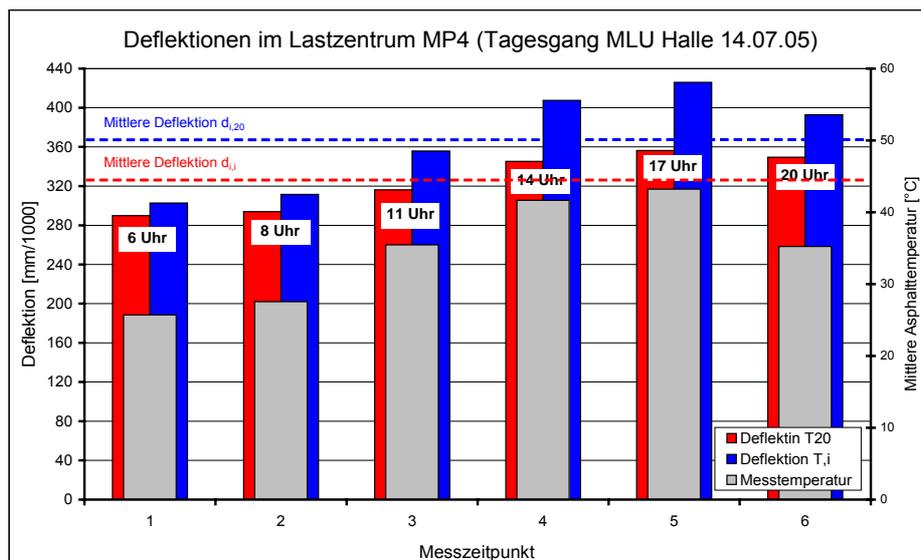


Abbildung 6: Tagesgang der Deflektionen im Lastzentrum (FWD-Messung) am Messpunkt 4

Die auf den fünf Versuchsabschnitten bei einer mittleren Asphalttemperatur von 16,5 °C und einem maximalen Temperaturgradienten von 4,3 K ermittelten mittleren Deflektionen sind in der nachfolgenden Tabelle (Abbildung 8) zusammengestellt. Diese Messergebnisse zeigen, dass die Tragfähigkeit der alternativen Tragschichten in der gleichen Größenordnung liegt wie die der Vergleichsvariante STS 0/32 B1.

Versuchsabschnitt	Mittlere Deflektion im Lastzentrum [mm] (mittlere Asphalttemperatur 16,5 °C, Stoßkraft 50 kN)
STS 0/32 B1	0,457
STS 0/32 brechsandreich	0,436
Brechsand 0/5	0,545
Betonrecycling 0/32 ziegelreich	0,333
Betonrecycling 0/32 B2	0,305

3 Heutiger Erkenntnisstand

Die bisherigen Untersuchungen zur Tragfähigkeit und der Frostepfindlichkeit haben gezeigt, dass die alternativ eingesetzten Materialien den traditionellen Tragschichtmaterialien nicht unterlegen sind. Ausgehend von dem heutigen Kenntnisstand ist festzustellen, dass keine der 5 Versuchsabschnitte signifikante Tragfähigkeitsverluste aufwies. Die allgemeine Tragfähigkeit ist auf allen Versuchsabschnitten als ausreichend einzuschätzen. Eine starke Frosteinwirkung konnte auf der Versuchsstraße jedoch noch nicht verzeichnet werden.

Der große Einfluss der Temperatur bei Asphaltstraßen auf die Deflektionsmessung muss durch eine aufbauspezifische Korrekturformel kompensiert werden, um die über das Jahr gesammelten Deflektionswerte besser vergleichen zu können. Die Kalibrierung der Ergebnisse aus Frosthebungsversuchen im Labor mit den in situ auftretenden Hebungen ist dringend erforderlich.

4 Ausblick

Auf Wunsch der Zementindustrie wurde auf dem Gelände eine weitere Versuchsstrecke errichtet, deren Tragschicht aus einer Bodenverfestigung besteht. Hierbei kamen nach entsprechender Eignungsprüfung drei verschiedenen Bindemittel zum Einsatz. Die gleichen örtlichen Gegebenheiten beider Versuchsstrecken bilden die Grundlage zu einem weiteren Vergleich und zur gemeinsamen Nutzung der Messdaten beider Versuchsstrecken. Um eine genau Einhaltung der Messpunkte in ihrer Lage über den langen Versuchszeitraum garantieren zu können, ist die Messpunkterfassung per GPS geplant.

Messaufbau zur Bestimmung kleiner Ultraschalleistungen durch Nutzung der Schallstrahlungskraft

Steven Kanzler, Hochschule Merseburg (FH), steven.kanzler@web.de
Alexander Haak, Hochschule Merseburg (FH), alexander.haak@in.fh-merseburg.de

Abstract

Ziel der Arbeit war der Aufbau eines Messplatzes zur Messung der Ultraschalleistung, unter Verwendung der Methode der Schallstrahlungskraftmessung. Die Arbeiten umfassten den Aufbau der Versuchsanordnung, Erstellung einer Software zur automatisierten Messung, Planung und Fertigung von Elektronik zur Steuerung des HF-Signals, Arbeiten zur Präparation verschiedener Targets, sowie Testmessungen an einem Impulsschallwandler der Firma SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH.

1 Motivation

Ziel der Arbeit war der Aufbau eines Messplatzes zur Messung der Ultraschalleistung. Der Einsatz erfolgt im Rahmen eines umfassenderen Projektes zur Schallwandlercharakterisierung sowohl in der Forschung in aktuellen und geplanten Forschungsvorhaben des Ultraschalllabors der FH als auch der Lehre des Fachbereiches. Ziel des Labors ist es weiterhin, Wandlerkalibrierungen als Dienstleistungen für Dritte anzubieten.

2 Einleitung

Zur Messung der Schallintensität J wurde die Wirkung der Schallstrahlungskraft F auf ein Messtarget bestimmt. Die Kraft F tritt infolge nichtlinearer Ausbreitungsgesetze an akustischen Grenzflächen auf und berechnet sich aus folgender Gleichung:

$$F = \frac{hJA}{c} \cos^2 \theta \quad (1)$$

Der Faktor h berücksichtigt die Wechselwirkung der Schallwelle mit dem Target und ist für ideale Absorber gleich Eins, c ist die Schallgeschwindigkeit im Medium, θ der Einfallswinkel der Schallwelle auf das Target. Bei senkrechter Einstrahlung und genügend großer Targetfläche (A) folgt für die akustische Leistung P eines Wandlers dann:

$$P = cJF \quad (2)$$

P kann somit aus der Gewichtsverminderung F des Targets in einem vertikalen Schallfeld berechnet werden (Davidson, 1991, Rosenfeld, 1987).

3 Messaufbau

Ein Wasserbecken (1) wurde in einem Gestell (2) auf einem schwingungsfrei gelagerten Tisch (3) montiert. Oberhalb des Beckens befindet sich eine elektronische Mikrowaage (M3P, Sartorius) (4), an die das auftriebskompensierte Target (schallreflexionsfreier Gummi SOAB® bzw. NTR Systems Target) (5) angehängt wurde. Von unten wird der Schall mittels eines Ultraschallwandlers (6) in das Becken eingekoppelt. Der Ultraschallwandler wird von einem Generator (für die Testmessungen Agilent 33120A) über BNC-Kabel mit einer HF-Spannung versorgt. Für die Ansteuerung der Spannungsversorgung des Wandlers mit beliebigen Generatoren ohne IEEE-Schnittstelle (z.B. spezielle Ultraschallgeräte eines Anwenders) wurde eine externe Relaisbox gefertigt, dessen Relais mit einer Relaiskarte vom Typ Advantech PCI 1760 von der Software gesteuert werden.

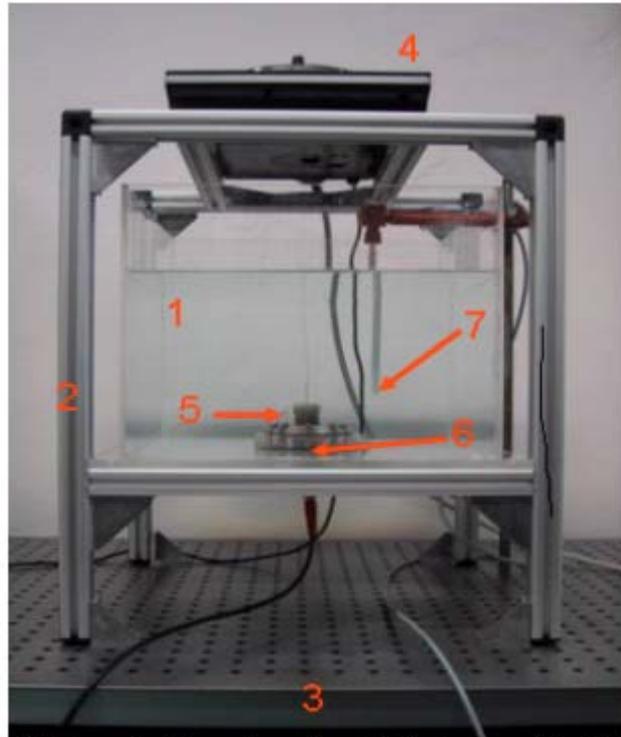


Abbildung 1: Versuchsaufbau (Erläuterung siehe Text)

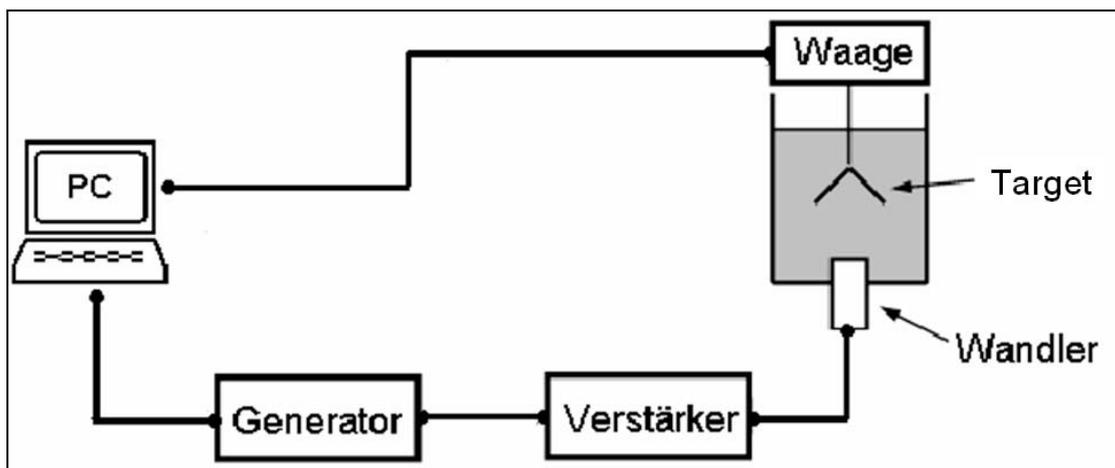


Abbildung 2: Schematischer Versuchsaufbau

Zur Automatisierung des Messprozesses wurde eine Software entwickelt, welche den Generator über eine IEEE-488 Schnittstelle ansteuert, die Messwerte der Waage über eine serielle RS232-Schnittstelle ausliest, auswertet und darstellt. Außerdem werden Störsignale herausgefiltert. Erstellt wurde dieses Programm mittels der Programmiersprache Agilent-Vee 6.0.

Im Messprogramm werden die Einstellungen für Frequenz und Amplitude der HF-Spannung vorgenommen. Außerdem gibt es die Möglichkeit die Anzahl der Messungen und die Schalldauer einzustellen. Das Tarieren der Waage ist mittels eines Buttons möglich (Abbildung 3).

Nach Start der Messung, wird während des Messvorgangs die Kraft-Zeit-Kurve auf dem Bildschirm in Milligramm dargestellt. Sprunghafte Messwertänderungen (gestrichelte vertikale Linien in Abbildung 4) werden von der Software registriert und aus der Höhendifferenz zwischen „an“ und „aus“ wird die Ultraschalleistung nach Formel 2 berechnet. Diese Messungen werden wiederholt und der Mittelwert gebildet, um den Gesamtfehler zu minimieren. Die Messwerte werden automatisch in einer vom Benutzer angegebenen Textdatei gespeichert.

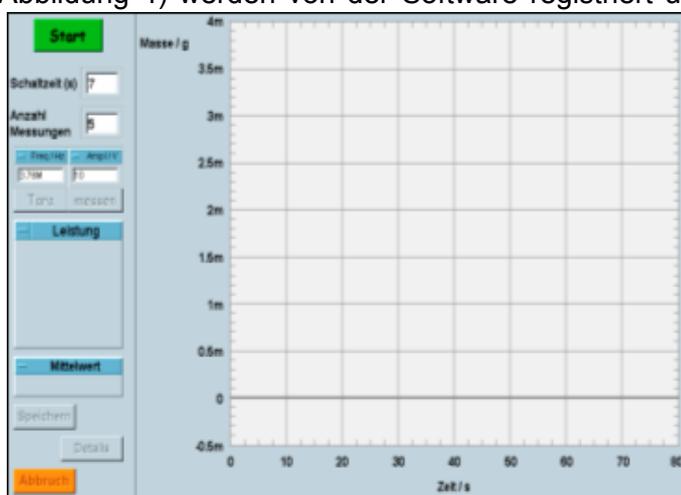


Abbildung 3: Benutzeroberfläche des VEE-Messprogramms

Abbildung 4 zeigt die Registrierung einer Messung. Zu erkennen sind die Schaltzyklen des Generators, das leichte Überspringen der Waage nach den Schaltflanken sowie die Drift durch Auftriebsänderung infolge der Schallabsorption im Target.

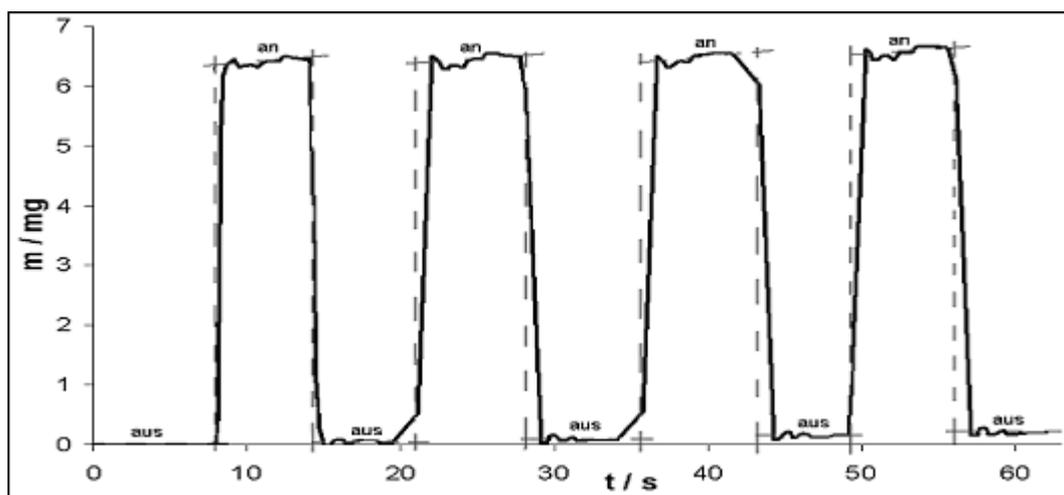


Abbildung 4: Ausgangssignal der Strahlungsdruckwaage

4 Messergebnisse

Bei den Messungen wurde der Impulsschallwandler E02 der Firma SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH verwendet. Die Wandlerspannung wurde mittels eines 10:1 Teilerastkopfes direkt am Wandler gemessen, und an einem Oszilloskop (Phillips, PM3350A) abgelesen. Die ersten beiden Diagramme (Abb.5 und 6) zeigen Messungen im cw-Modus (continuous wave), das dritte Diagramm (Abb.7) wurde im Burst-Modus gemessen. Die Fehlerbalken in allen Abbildungen entsprechen der dreifachen Standardabweichung des Einzelwertes.

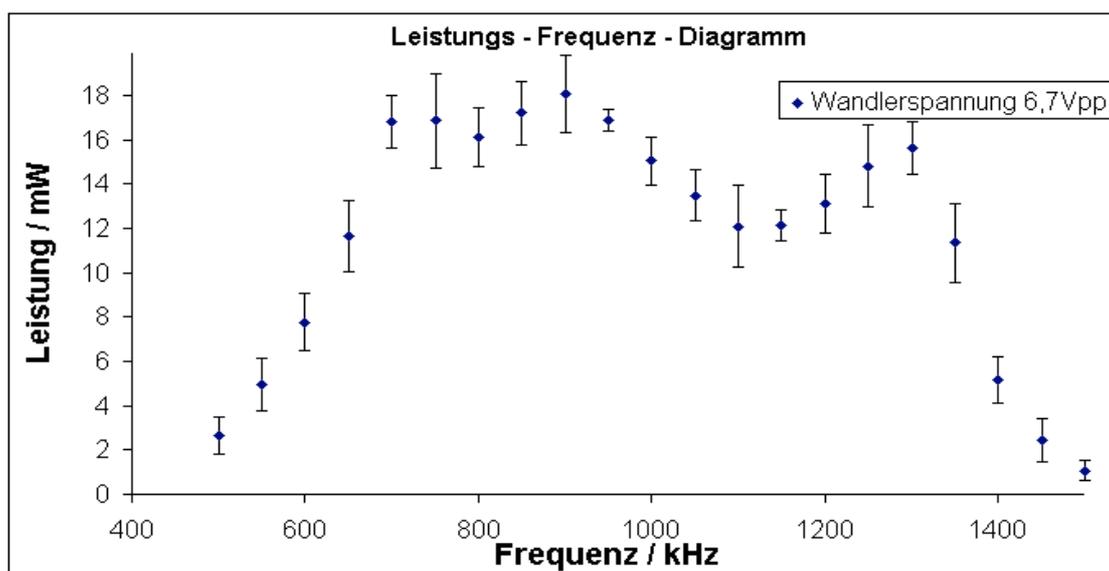


Abbildung 5: Messung der Leistung in Abhängigkeit von der Wandlerfrequenz

In Abbildung 5 ist das Frequenzverhalten des Ultraschallwandlers dargestellt. Gut erkennbar ist das breite Frequenzband zwischen 700 Kilohertz und 1300 Kilohertz dieses Wandlers. In der Messkurve ist außerdem ein systematischer Fehler durch die Frequenzabhängigkeit der Leistungsanpassung zwischen Generator und Wandler enthalten.

In Abbildung 6 ist die Leistung in Abhängigkeit vom Quadrat der Wandlerspannung für zwei Targets unterschiedlicher Materialien und Größe dargestellt. Die Leistung zeigt für beide Targets die zu erwartende lineare Abhängigkeit von der quadratischen Wandlerspannung. Da der Proportionalitätsfaktor bei beiden Targets gleich ist, kann davon ausgegangen werden, dass von beiden Targets die gesamte Schallintensität absorbiert wird. Tendenziell sind bei größeren Entfernungen zwischen Wandler und Target höhere Schalleistungen zu messen, welches auf die dann stärkere Ausbildung von Schallströmungen zurückzuführen ist.

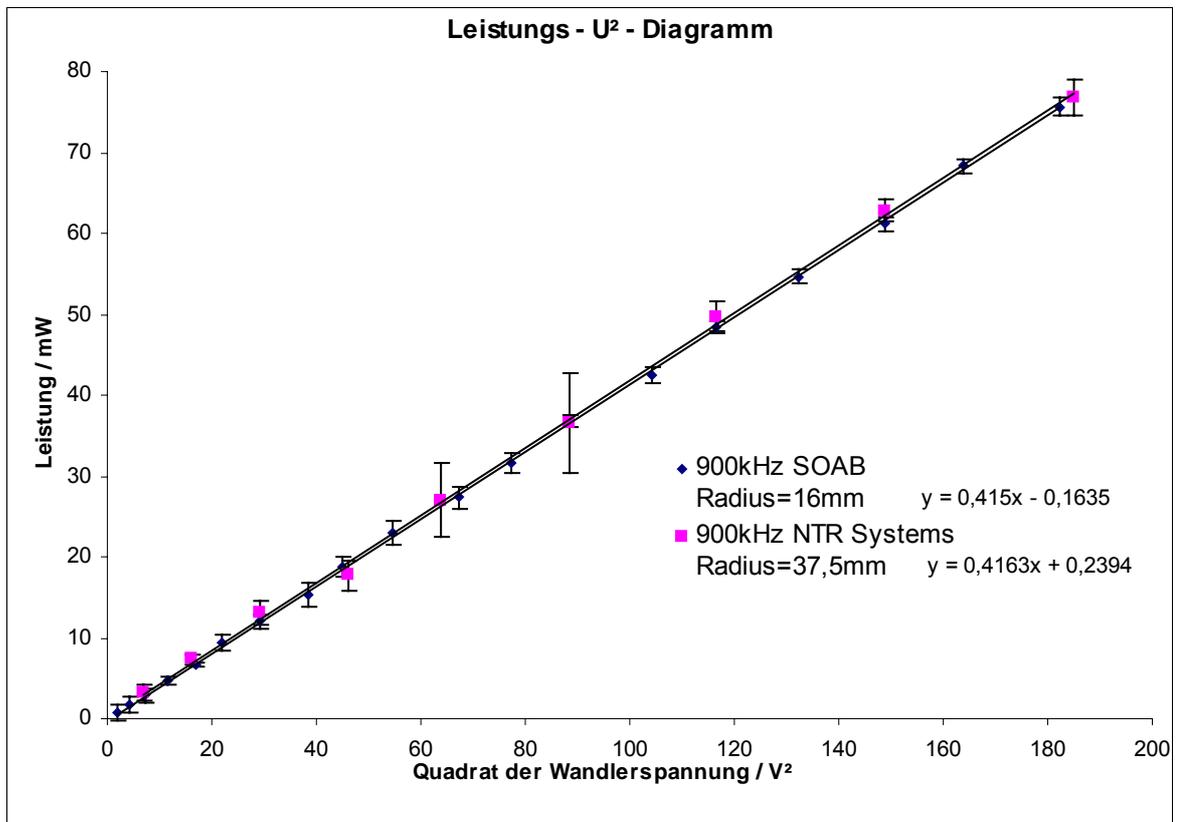


Abbildung 6: Messung der Leistung in Abhängigkeit vom Quadrat der Wandlerspannung

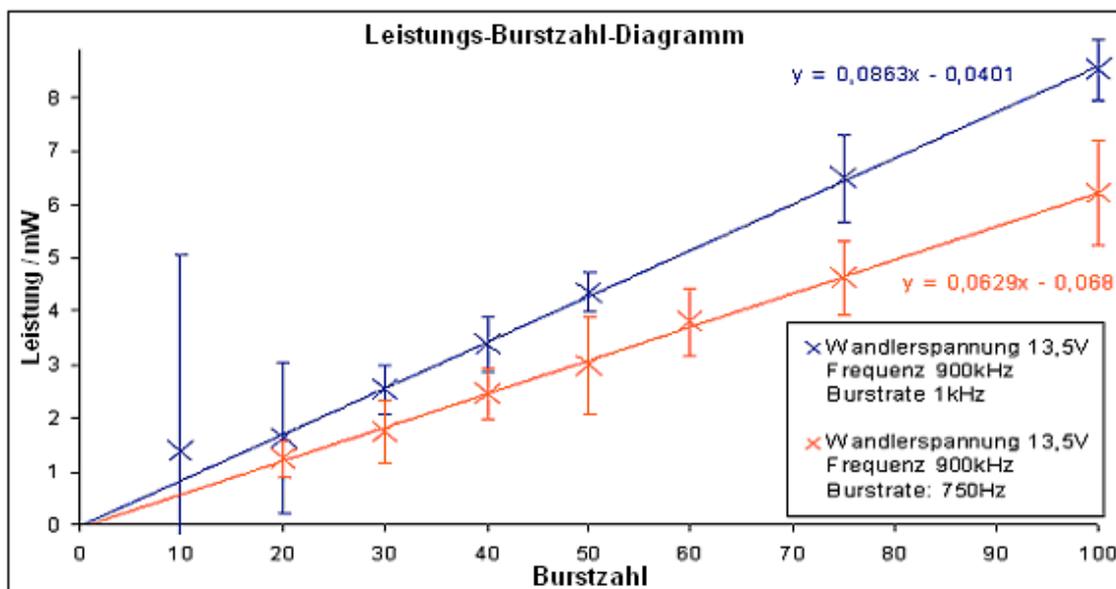


Abbildung 7: Messung der Ultraschalleistung in Abhängigkeit von der Burstzahl

In Abbildung 7 wurde im Burst-Modus bei zwei verschiedenen Burstraten gemessen. Gut erkennbar ist der lineare Zusammenhang. Auch stimmt das Verhältnis zwischen den Werten des cw-Modus und denen des Burst-Modus innerhalb der Messtoleranz überein. Des Weiteren sind Schalleistungsmessungen mit sehr kurzen Impulsen möglich, wie sie für die Verwendung in der medizinischen Ultraschall Diagnostik üblich sind. Allerdings sind, durch die kleineren Schalleistungen, auch die relativen Fehler wesentlich höher.

5 Empfindlichkeit und Genauigkeit

Die Ablesegenauigkeit der Waage wird vom Hersteller mit 5 μg angegeben, was theoretisch einer Schalleistung von etwa 70 μW entspricht. Empfindlichkeit und Genauigkeit der Messung sind unter idealen Bedingungen (keine Erschütterungen im Raum) weniger äußeren Einflüssen abhängig, sondern werden von Nebeneffekten begrenzt, die mit dem Regelverhalten der Waage zusammenhängen.

Die kleinste noch messbare akustische Leistung beträgt für die verwendete Messkonfiguration ca. 0,75mW.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Prof. E. Rosenfeld sowie Herrn Dipl. Phys. A. Kopp (Hochschule Merseburg (FH), FB INW) für die hilfreiche Unterstützung.

Ebenfalls bei Frau K. Meier (Hochschule Merseburg (FH)) für ihre Arbeiten am Messaufbau und Herrn A. Klingler (Hochschule Merseburg (FH), FB INW) für seine Hilfe bei der Präparation der Targets.

Literatur

Davidson, F: Ultrasonic power balances; In: Output Measurements for Medical Ultrasound R. Preston (Ed.), Springer London etc., 76-90 (1991)

Rosenfeld, E: Ultraschallstrahlungsmesstechnik, in: Wissensspeicher Ultraschalltechnik; R. Millner (Hrsg.), Fachbuchverlag Leipzig, 116 – 142 (1987)

Ingenieurwissenschaften 2

Laseroptische Charakterisierung von fokussierten Ultraschallfeldern

Dipl.-Ing. (FH) Michael Schwanecke, Hochschule Merseburg (FH), Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften, Geusaer Str. 88, 06217 Merseburg, Phone: ++49.3461-46-2181, Fax: ++49.3461-46-3281, E-Mail: michael.schwanecke@hs-merseburg.de
Prof. Dr. rer. nat. E. Rosenfeld, Hochschule Merseburg (FH),
Phone: ++49.3461-46-2186, E-Mail: eike.rosenfeld@hs-merseburg.de

Dipl.-Phys. A. Kopp, Hochschule Merseburg (FH),
Phone: ++49.3461-46-2183, E-Mail: andreas.kopp@hs-merseburg.de

Dipl.-Ing. (FH) Michael Brutscheck, Hochschule Merseburg (FH)
Phone: ++49.3461-46-2406, E-Mail: michael.brutscheck@hs-merseburg.de

Abstract

Die Amplitude von Schallfeldgrößen wie Druck, Schnelle oder Intensität sowie deren räumliche Verteilung sind wichtige Parameter zur Beschreibung von Ultraschallwandlern. Im vorliegenden Projekt sollte ein System von fokussierenden Wandlern zur Erzeugung hoher Schallintensitäten in Wasser mit Hilfe eines Laser-Doppler-Vibrometers (LDV) charakterisiert werden. Zur Messung wird der optische Dopplereffekt als Folge der Wechselwirkung eines Lichtstrahles (He/Ne-Laser) mit einer sich im Ultraschallfeld befindlichen, der Teilchenbewegung in der Schallwelle folgenden Membran ausgenutzt. Zur Verwendung kam das Messsystem PSV-300 der Firma Polytec. Vorteile der Messung mit diesem System gegenüber den Messungen mit in x-y-Positioniersystemen befindlichen Hydrophonen, z.B. hergestellt aus Piezokeramik oder Polymerfolien, sind die höhere räumliche Auflösung (Laser: Durchmesser ca. 60µm, Hydrophon: ca. 500µm) und die um vieles höhere Scangeschwindigkeit durch Ausnutzung der Winkelscaneinheit am LDV.

1 Einleitung

Im vorliegenden Projekt sollte ein System von fokussierenden Wandlern zur Erzeugung hoher Schallintensitäten in Wasser charakterisiert werden. Wichtige Parameter zur Beschreibung von Ultraschallwandlern sind die Amplitude der Schallfeldgrößen Druck, Schnelle oder Intensität sowie deren räumliche Verteilung. Für solche Schallfeldanalysen werden im Allgemeinen in einem scannenden Verfahren piezoelektrische Hydrophone eingesetzt. Diese gibt es in verschiedenen Ausführungen, z.B. hergestellt aus Polymerfolien (PVDF) oder Piezokeramik als Membran- oder Nadelhydrophone. Trotz dem Fortschritt auf dem Gebiet der PVDF-Hydrophone sind diese mit 0,5mm Durchmesser noch relativ groß, was besonders bei Hochfrequenzanwendungen störend sein kann. Zudem müssen piezoelektrische Hydrophone kalibriert werden, denn sie sind grundsätzlich sekundäre Sensoren. Alternativ können zu den klassischen Hydrophonen optische Messverfahren, wie z.B. laseroptische Hydrophone eingesetzt werden, die jedoch eine spezielle und teure Messtechnik voraussetzen. Weiterhin ist von Nachteil, dass die üblichen Scanverfahren zur Messung der räumlichen Verteilung der Schallfeldgrößen sehr zeitaufwändig sind.

In der vorliegenden Arbeit verwendeten wir zur Schallfeldmessung ein Laser-Doppler-Vibrometer (LDV), dessen Messsystem auf einem modifizierten Michelson-Interferometer beruht. Zur Messung wird der optische Dopplereffekt als Folge der Wechselwirkung eines Lichtstrahles (He/Ne-Laser) mit einer sich im Ultraschallfeld befindlichen, der Teilchenbewegung in der Schallschnelle folgenden Membran ausgenutzt (Abb.1). Zur Verwendung kam das Messsystem PSV-300 der Firma Polytec [2].

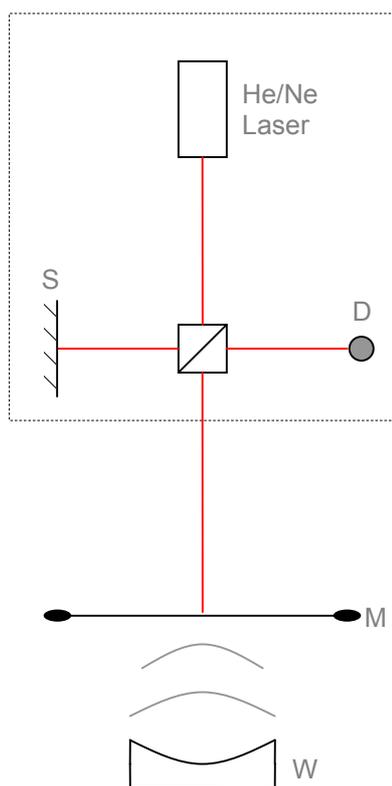


Abb.1: Schematischer Messaufbau des LDV als Michelson-Interferometer mit Strahlteiler, Spiegel (S), Detektor (D), Membran (M), Ultraschallwandler (W)

2 Messmethode

Zur Absolutmessung mit dem PSV-300 kann der Hochfrequenz-Displacement-Demodulator OVD-30 eingesetzt werden, der einen Frequenzbereich bis 20 MHz und somit einen weiten Ultraschallbereich erfasst. Weiterhin kann man einen 2-MHz-Tiefpass zur Rauschminderung nutzen. Allerdings hat der vorhandene Vibrometer-Controller OFV-3001 den Nachteil, dass er nur eine Bandbreite von 40kHz hat und somit die Ultraschallfrequenz nicht erfassen kann. Dies konnte durch die Verwendung von amplituden- und impulsmodulierten Schallwellen (Burstbetrieb) umgangen werden. Der Dopplereffekt ist dann nicht nur mit Hilfe der Hochfrequenz am OVD-30 nachweisbar, sondern auch mit der Modulationsfrequenz am OFV-3001. Letztere

wurde in unserem Falle mit 1 kHz passend zum A/D-Konverter des PSV-300 gewählt. Auf diese Weise wurden die Softwareressourcen des PSV-300 nutzbar.

Dazu gehören u.a. die Averaging und verschiedene Filterungsformen. Außerdem sind die schwingenden Flächen als 3D- Animation darstellbar. Der notwendige x-y-Scan zur Erzeugung der Flächen wurde nicht wie üblich mit langsamen externen linearen Positioniersystemen, sondern mit der internen Scanvorrichtung des PSV ausgeführt, wobei mit Hilfe von Spiegeln ein Winkelscan realisiert wird. Aus der Darstellung kann zwar kein absoluter Messwert für die Geschwindigkeit abgeleitet werden, jedoch wird die Schallfeldverteilung auf der Targetfolie richtig wiedergegeben. Ein Absolutwert wurde durch Messung in einem Punkt mit Hilfe des OVD-30 (wie oben beschrieben) bestimmt.

Die Auswahl des Materials der Membran und deren Dimensionierung sind von großem Einfluss auf die Genauigkeit der Messung. In unserem Falle erwies sich eine 6µm starke Polyethylenfolie, die in einem kreisrunden Rahmen mit 150mm Durchmesser aufgespannt wurde, als weitgehend rückwirkungsfrei. Um ausreichend Licht in das LDV zurückzustrahlen wurde die Folie zuvor mit Gold durch Sputtern beschichtet.

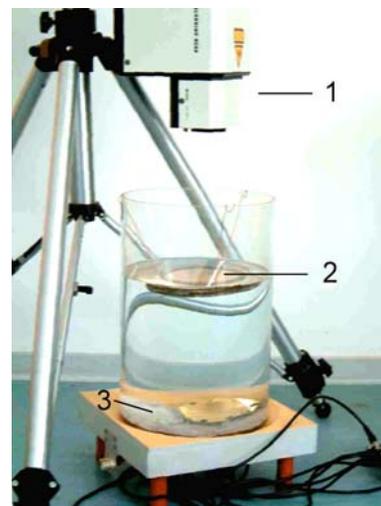


Abb.2: Messaufbau mit Objektiv des LDV (1), Targetmembran (2), Leistungsschallwandler

3 Messergebnisse

An einem Versuchsaufbau zur Erzeugung von fokussiertem Hochintensitätsultraschall erfolgte die Anwendung der beschriebenen Messmethode. Die Versuchsanordnung (Abb.2) besteht aus einem zentralen und sechs weiteren symmetrisch auf einer Kugelschale angeordneten piezokeramischen Wandlern. Jeder einzelne Wandler ist mit einer sphärischen Polystyrenlinse versehen, die einen Fokus von 250mm erzeugt. Somit treffen sich die Foci der Einzelwandler in einem gemeinsamen Fokus. Eine mechanische Justierung erfolgte mit Hilfe von Schrauben, die die auf Gummiringen gelagerten Wandler verkippen können. Zusätzlich, zur geometrischen Justierung, war ein Abgleich der Phasen aller 7 Wandler erforderlich. Dazu wurde die Phasenlage oszillographisch gemessen und mit Hilfe einer speziellen elektronischen Verzögerungsschaltung unter Verwendung von FPGA [3] korrigiert.

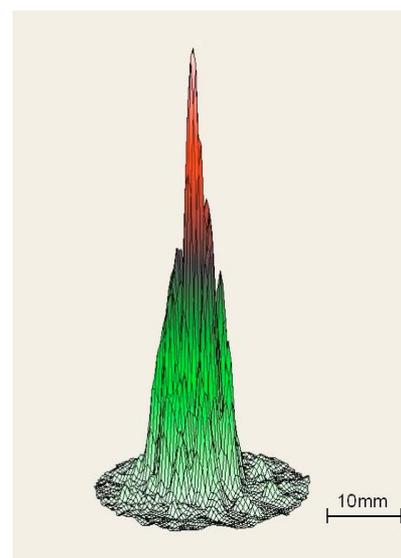


Abb.3: Schallschnelle im Fokus des Wandlersystems

Die TTL-Ausgangssignale des FPGA wurden zu in jeder Wandlerfassung befindlichen Verstärkern geleitet, dort verstärkt und dann der Piezokeramik zugeführt. Weiterhin ermöglichte die Programmierung des FPGA das dynamische Verschieben des gemeinsamen Fokus durch bestimmte Überlagerung der einzelnen Ultraschallwellen.

Die Ergebnisse der Messungen am Hochleistungsschallsystem sind in Abb.3 wiedergegeben. Die Schnelleamplitude im Fokus, gemessen mit dem OVD 30 beträgt 0,64 m/s. Das entspricht einem Schallwechseldruck von 0,95 MPa. Der Messwert wurde mit Hilfe einer von Polytec angegebenen Funktion bezüglich der Nichtlinearität des Ausgangssignals korrigiert. Der verbleibende Fehler wird von Polytec mit 5% angegeben. Die Größe des Laserflecks wurde mit Hilfe eines Beamprofilers gemessen; die Halbwertsdurchmesser der Ellipse betragen 58 μm bzw. 60 μm .

Zum Vergleich der mit dem Vibrometer erzielten Ergebnisse wurden Messungen mit einem PVDF-Nadelhydrophon durchgeführt. Dieses wurde gegen ein kommerzielles Membranhydrophon (TMU 001, NTR) kalibriert. Der so bestimmte Wert für den Schallwechseldruck beträgt 0,92 MPa. Dabei liefert NTR keine Messunsicherheit für den angegebenen Hydrophon-Responsefaktor. So steht ein genauer quantitativer Vergleich beider Messmethoden noch aus.

Literaturverzeichnis

- [1] R.Preston/ Output Measurements for medical Ultrasound
- [2] www.polytec.com
- [3] Brutscheck, M., Becker, St., Schwanecke, M., Rosenfeld, E., Kopp, A. 2005: Verfahren zur elektronischen Fokussierung von Ultraschall unter Verwendung von FPGA
- [4] Schwanecke, M., Rosenfeld, E., Kopp, A. 2005: Quantitative Erfassung von Ultraschallfeldern mit Hilfe eines Laser-Doppler-Vibrometers. Forschungsbericht im Druck

Optical mode field transformers integrated at the end of single mode fibers

Th. Windel, Phone: ++49.3943-659-371, Fax: ++49.3943-659-399, E-Mail: twindel@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

U. H. P. Fischer (member IEEE), Phone: ++49.3943-659-351, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode, ufischerhirschert@hs-harz.de

Abstract

In this paper we present the fabrication of optical mode field adaptors for fiber optical communications devices. At the end of standard single mode fibers we have manufactured reproducible mode field transformers with diameters from 5 μm to 90 μm .

1 Introduction

The demand for high-speed digital communication such as data, video, and the broadband Internet increases, the required throughput of the modules in communications systemsⁱ will also increase. Fast transmitter and receiver modules are basic elements of these systems, which should be able to transmit terabits/s of information via the fiber. Such technologies in turn rely strongly on advanced optoelectronically technologies, and the progress made in integrated optics. With rapidly increasing market demand for the use of these technologies and access to the information highway, the next challenge in optical communications is to provide high coupling efficiency in stable modulesⁱⁱ at affordable prices.

A comparison of the optical fields of a butt ended cleaved standard SMF fiber and of integrated waveguides shows great mode field mismatch which is the reason for the very low coupling efficiency of 10 %. This low efficiency can be overcome by a better adaptation of the two optical mode fields with our newly developed mode field transformers. We found parameters to shape the radius of the fiber end from 5 μm up to 90 μm . With different settings of parameters like introduced power, time and speed of pulling the radius and length of taper can be modified.

2 OEIC - FIBER COUPLING

One important item in all optical transmission systems is the necessity to couple a maximum amount of light from a single mode laser diode into a standard monomode fiber (SMF). But there are also important the coupling from the SMF into photo diodes and the coupling of light from /into SMF to passive waveguides in InP or GaAs devices. For low cost coupling normally a butt fiber is used which is fixed with glue in front of the OEIC facet. For lasers and passive waveguides this technique allows only 10-15% coupling efficiency into SMF. Saruwatariⁱⁱⁱ ^{iv} has shown the analytical calculation of the SMF to OEIC coupling problem in detail.

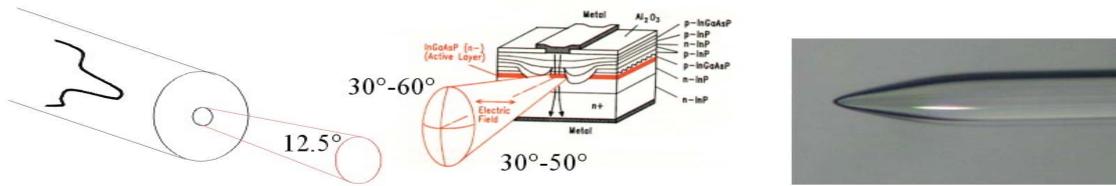


Fig. 1: Optical far field of SMF and laser diodes

Fig. 2: Fiber taper lens

The use of glue also introduces problems with long-term stability of the fixation of the fiber-chip coupling. For higher coupling efficiencies one has to adapt the mode fields of the OEIC and the SMF with good overlap. The numerical aperture (NA) of the SMF of 0.15 is very low in comparison to an InP DFB-Laser of 0.3-0.4, respectively. A lens or a system of lenses could perform this. Often used is a system with two lenses with a parallel beam part in between where an optical isolator could be implemented to prevent back reflections into the emitting device. Industrial solutions for high-speed networks with more than 10GB/s use these two lens systems with an optical isolator with 60dB isolation and are available from different suppliers. The relatively high cost of the components in combination with a high amount of work time by handling many discrete parts is a great disadvantage and causes high packaging cost.

3 INTEGRATED OPTICAL MODE FIELD TRANSFORMER

Reducing the cost of the packaging could be established by using a micro lens at the end of the SMF, which is called mode field transformer^v or fiber taper, respectively. We are fabricating these fiber tapers by melting the fiber in a RF-plasma and drawing it in the longitudinal direction (see Fig. 3). Other approaches to form such lenses are by photolithography, etching, micromachining^{vi} ^{vii} or dipping into molten glass and fusing^{viii} ^{ix}. For the realization of the fiber tapers we used a specially adapted fiber splicing machine of Fujikura. The splicing machine was modified mechanically and in software to get a long drawing length of the z-axis. The ends of two pre-fabricated butt-ended glass fibers are fusion sliced in a first step. In the second step we add an additional heat pulse by current flow between two electrodes activating a RF-plasma and pull one of the fiber ends with a distinct velocity to the outside direction. Here, the splice is melting and is torn apart. As a function of several parameters, a lens like fiber end can be realized.

Several parameters must be controlled very precise to form the desired shape and radius of curvature of the fiber lens (fig 5):

- Heat injection power
- Injection time
- Pulling speed
- Pulling length

All kinds of glass fibers can be processed (9 μm /50 μm /62.5 μm), as well step index (SI) profiles, as graded index multimode fibers (GI-MMF). For MMF fibers, the lens function will also be effective, but with larger spot-size in comparison to the lens radius.

The end of the glass fiber is formed conical and works like a mode field transformer with radii from 5 μm to 90 μm . With these different radii one could make an optimum adaptation to the field modes of the coupling OEIC (fig 3).

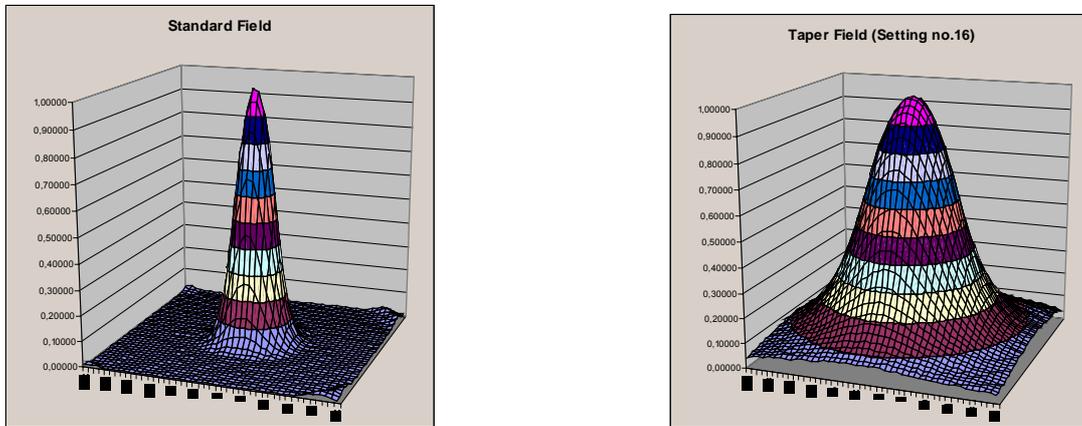


Fig. 3: Adaptation of modefield

Coupling efficiencies from 30% to 50% could be obtained with these tapers. At the end of standard single mode fibers we have manufactured reproducible mode field transformers with diameters from 5 μm to 90 μm as shown in fig. 5. After melting the following mechanical and optical parameters of the lens are quantified:

- Length of pulled region
- Radius of fiber tip end
- Symmetry
- Optical mode field/spot size (depicted in fig. 3)

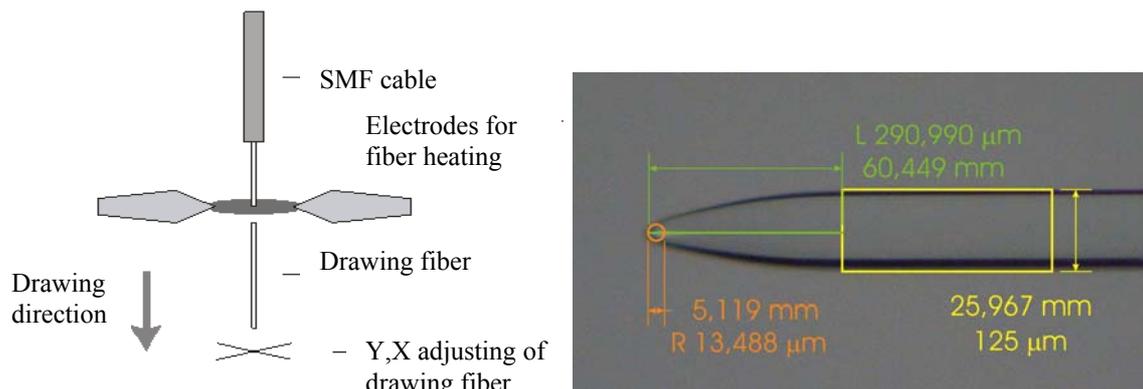
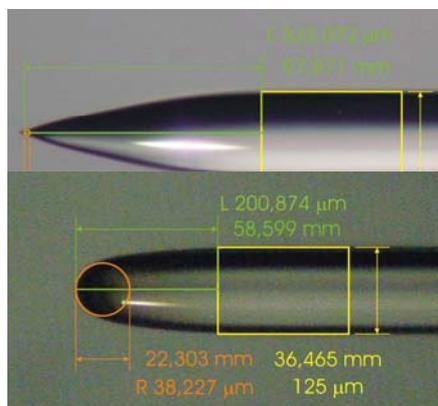


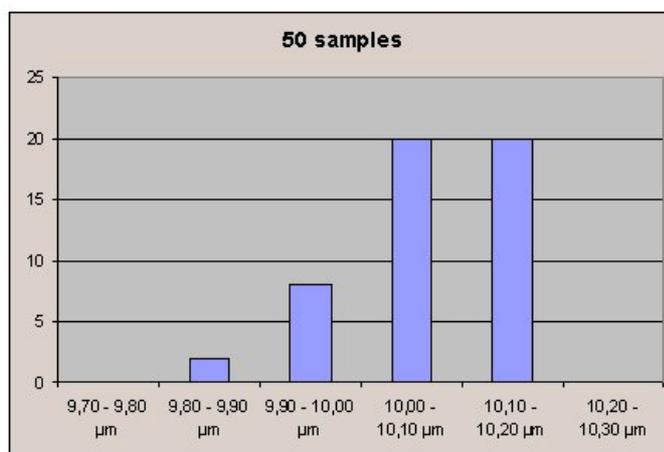
Fig. 4:Schematic view of the drawing process Fig. 5:Parameters for taper lens analysis

The advantages of these fiber tapers are the small dimensions and the integration into the end of the SMF which results in a very small opto-electronically package. The most disadvantages are the high sensitivity to small mechanical dislocations. 0.3 μm lateral dislocation results in ca. 2-3dB optical loss. Normally, optical lenses realized these

transformers, which are integrated within the SMF-end face so called fiber taper lenses (fig. 2) with a coupling efficiency of more than 50 % (-3 dB).



3μm Fig. 7: stabile drawing process of 50 samples with 10μm and 80μm radii with standard deviation $\sigma = 0.16\mu\text{m}$



As it can be noticed in fig. 7, fabrication with low standard deviation $\sigma = 0.16\mu\text{m}$ is achieved. The measurement error is estimated to $0.1\mu\text{m}$.

4 SUMMARY

We presented a new method for the fabrication of optical mode field transformers for efficient packaging of lightwave modules. Radii from $5\mu\text{m}$ to $90\mu\text{m}$ can be processed. We have shown that the developed fiber lenses have an excellent reproducibility in mechanical and optical sizes. The optical coupling efficiency of these lenses is better than 50%.

5 ACKNOWLEDGEMENT

The Department of Research and Development of the Federal Republic of Germany and the Ministry of Sachsen-Anhalt supported this work.

References

- ¹ T. Naito: "One Terabit /s Transmission over 10.000km using C-Band and L-Band", Networks and Optical Communications I, IOS Press, pp 2-9 (2000)
- ¹ U. H. P. Fischer (Member IEEE), S. Zech, K. Peters : "Transmitter modules with reusable fiber-chip coupling method for optical communications systems", TechOnline (http://www.techonline.com/community/ed_resource/tech_paper/14811) (2002)
- ¹ M. Saruwatari, K. Nawata: "Semiconductor laser to single-mode coupler", Appl. Optics, Vol 18, No 11, (1979)
- ¹ M. Saruwatari, T. Sugie: "Efficient laser diode to single-mode fiber coupling using a combination of two lenses in confocal condition", IEEE Jour. Quant. Opt., Vol 18, pp 1847-1856, (1981)

- ¹ U. H. P. Fischer, O. Krips, E. Müller, A. Jacob: "Laser micro welding for fiber-chip coupling modules with tapered SMF-fiber ends for optical communication systems", *Optical Engineering*, Vol 41, No 12, pp 3221-3229 (2002)
- ¹ L. Landany et al. : "Wedge coupling of lasers into multimode fibers", *Appl. Opt.*, Vol 22, No 7, pp 960-961 (1983)
- ¹ M. Presby et al.: "Efficient Coupling of Polarisation-Maintaining Fiber to Laser Diodes", *IEEE Phot. Techn. Lett.* , Vol 4, No 8, pp 897-899 (1992)
- ¹ Mathyssek, K. et. al. : "Fabrication and Investigation of Drawn Fiber Tapers with Spherical Microlenses", *Journ. of Opt. Comm.* , Vol 6, pp. 142-b 146, (1985)
- ¹ U. H. P. Fischer, K. Peters, R. Ziegler, D. Pech, Th. Eckhardt, G. G. Mekonnen, G. Jacumeit: "Packaging of OEIC's with Tapered Fibers for Optical Communications Systems with up to 45GHz Modulation Bandwidth", *Broadband Access and Technology*, Faulkner and Harmer (editors), IOS Press pp 296-300, (1999)

Interferenzlithographische Strukturierung von Resistfilmen auf Funktionsflächen optischer Lichtleitfasern

Dipl.-Ing. (FH) Uta Jauernig, Phone: ++49.3641-205-440, Fachhochschule Jena, uta.jauernig@fh-jena.de

Dr. rer. nat. Siegmund Schröter, Phone: ++49.3641-206-209, E-Mail: siegmund.schroeter@ipht-jena.de, Institut für Physikalische Hochtechnologie, Albert-Einstein-Str. 9, 07745 Jena

Prof. Dr.-Ing. Jens Bliedtner, Phone: ++49.3641-205-444, E-Mail: jens.bliedtner@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Carl-Zeiss-Str. 2, 07745 Jena

Abstract

Für die Erzeugung hochfrequenter Gitterstrukturen kommen die Verfahren Laserlithographie und Interferenzlithographie zum Einsatz. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Anwendbarkeit der Interferenzlithographie für die Strukturierung von Lichtleitfasern untersucht. Es werden erste Simulations- und experimentelle Ergebnisse vorgestellt.

1 Motivation

Lichtleitfasern haben sich vor allem in der Nachrichtenübertragung und faseroptischen Sensorik etabliert. Durch die lithographische Strukturierung von ein- und zweidimensionalen Beugungsgittern direkt in oder auf den Stirnflächen von Lichtleitfasern können zusätzliche Funktionalitäten realisiert werden. Dabei sind Gitterstrukturen mit kleinen Gitterperioden in der Größenordnung der Wellenlänge oder weniger von besonderem Interesse, mit denen beispielsweise eine effiziente Strahlteilung und die Steuerung der Polarisations-eigenschaften der austretenden Strahlung sowie antireflektive Funktionalität realisiert werden können.

2 Interferenzlithographiesystem

Für die Belichtung der auf die Stirnflächen aufgetragenen Resistschichten kommt ein DUV-Interferenzlithographiesystem unter Verwendung eines bei 248nm emittierenden gepulsten Excimerlasers zum Einsatz. Der experimentelle Aufbau und das Funktionsprinzip sind in Abb. 1 dargestellt.

Der Laserstrahl wird über eine Phasenmaske (in Quarzglas geätztes Gitter mit einer Periode von 560nm) aufgespaltet. Die Teilstrahlen treffen auf drehbar gelagerte Spiegel und werden auf der Probenoberfläche wieder vereinigt. Über den Kippwinkel der Spiegel kann die Gitterperiode der zu erzeugenden Struktur eingestellt werden (minimale Gitterperiode etwa 200nm).

Mit Hilfe dieses Systems können periodische Strukturen mit einer \sin^2 -förmigen Intensitätsverteilung aufbelichtet werden. Das nach der Entwicklung des belichteten Resistes resultierende Gitterprofil ist jedoch auch von der Belichtungs-dosis und den Prozessierungsbedingungen (z.B. Entwicklung, Temperung) abhängig.

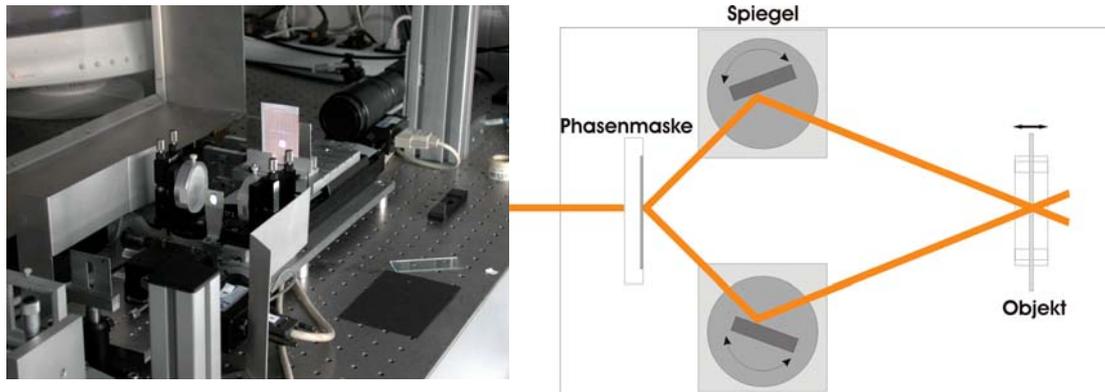


Abb. 1: Interferenzlithograph (links) und Strahlverlauf im Talbot-Interferometer (rechts)

3 Simulation

Zur Simulation der Beugungseigenschaften müssen für den Fall $\lambda \approx \Lambda$ (λ - Wellenlänge, Λ - Gitterperiode) rigorose Berechnungsverfahren verwendet werden. Hierfür wird das kommerziell verfügbare Programm GSolver eingesetzt.

3.1 Eindimensionale Strukturen

Ein binäres eindimensionales Transmissionsgitter mit einer Gitterperiode von 500nm und einem Tastverhältnis von 1 (Stegbreite = Furchenbreite) in einer Resistschicht ($n=1,6$) auf der Stirnfläche einer Lichtleitfaser ($n_{\text{Kern}}=1,5$) hat bei einer Wellenlänge von z.B. 442nm für TE-Polarisation und senkrechten Einfall demnach folgende Funktion, s. Abb. 2:

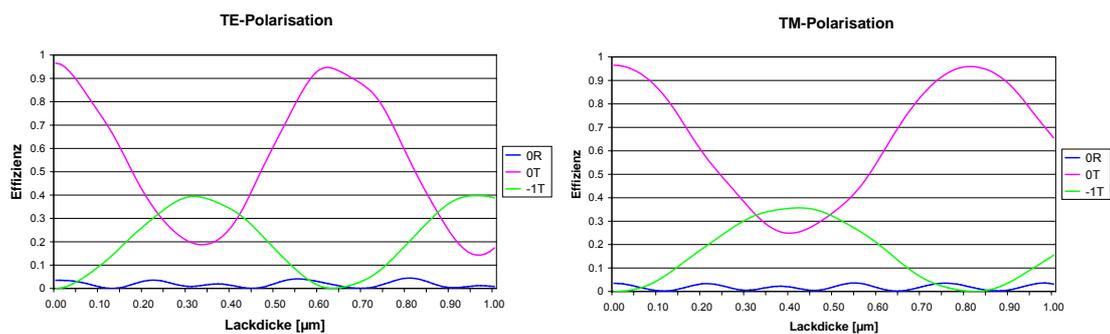


Abb. 2: Berechnete Effizienz der Reflexion (0R) und der 0. (0T) und 1. (1T) Beugungsordnung in Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung

- in Transmission existieren nur die 0. und die ± 1 . Beugungsordnung

- bei einer Lackdicke von 320nm ist die Beugungseffizienz in die ± 1 . Ordnung maximal und beträgt ca. 40%
- bei einer Lackdicke von 240nm haben die 0. und die ± 1 . Beugungsordnung die gleiche Leistung (1 auf 3 Strahlteiler)

3.2 Zweidimensionale Strukturen

Bei einem hinreichend kleinen Verhältnis von Λ/λ sind außer der direkten Transmission (0T) und Reflexion (0R) alle weiteren Beugungsordnungen evaneszent (sogenannte zero order Gitter). Insbesondere in zweidimensionaler Ausführung können solche Strukturen bei entsprechender Dimensionierung eine spektral breitbandige antireflektive Wirkung aufweisen (Mottenaugen-Effekt). Wiederum für den Fall einer Resiststruktur mit einem Brechungsindex von 1.6 auf der Stirnfläche einer Lichtleitfaser hat z.B. ein zweidimensionales quadratisches Gitter mit einer Periode von 265 nm und einem als Kreiszyylinder approximierten Lackprofil mit einem Durchmesser von 190 nm, siehe Abb. 7, die in Abb. 3 dargestellte Wirkung. Bei einer nicht entspiegelten Lichtleitfaser werden hingegen etwa 4% der Leistung an der Grenzfläche Glas/Luft reflektiert und nur 96 % der geführten Leistung transmittiert.

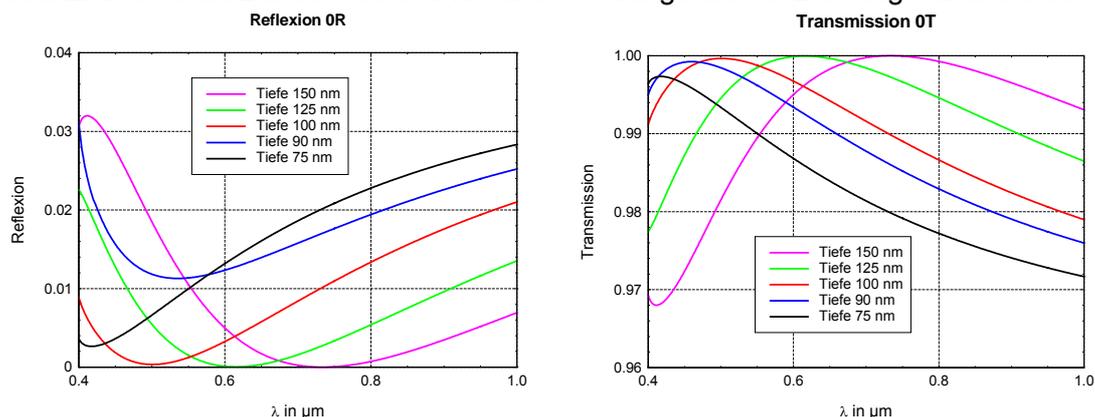


Abb. 3: Abhängigkeit der Reflexion und Transmission von der Beleuchtungswellenlänge und der Schichtdicke des strukturierten Resistfilmes

4 Experimentelle Ergebnisse

Zur Entwicklung der erforderlichen Technologien und zum experimentell einfacheren Nachweis der Funktionalitäten im Vergleich zu Simulationenergebnissen wurden zunächst Strukturierungen auf resistbeschichteten planaren Substraten durchgeführt.

4.1 Erzeugung eindimensionaler Strukturen

Zum Einsatz kommt der für die Elektronenstrahlolithographie optimierte Lack AR-P610. Bei einer Schleuderbelackung mit 2500U/min bildet der Resist eine Schichtdicke von 500nm aus. Die Temperung wurde bei 210°C für 60min im Konvektionsofen

durchgeführt. Die Belichtung erfolgte mit 150 Pulsen einer Pulslänge von 20ns bei einer Energiedichte von $120\text{mJ}/\text{cm}^2$. Durch die Entwicklung mit Isobutylmethylketon und Isopropanol im Verhältnis 1:3 werden die belichteten Resistbereiche herausgelöst. Abb. 4 zeigt die REM-Aufnahme einer der in diesem Prozess erzeugten Strukturen. Bei einer Gitterperiode von 500nm und einer Lackdicke von 500nm wird auf einer Fläche von 1cm^2 ein homogen strukturiertes Gitter erzeugt.

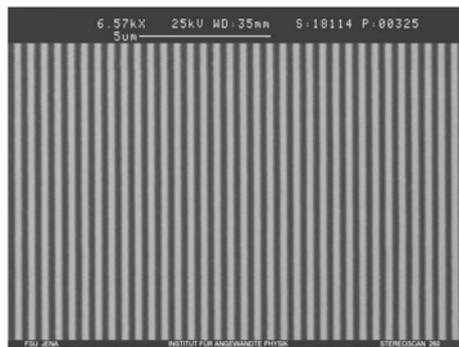


Abb. 4: REM-Aufnahme eines strukturierten Resistfilmes auf planarem Substrat (Gitterperiode 500nm)

An diesem Beugungsgitter ist bei einer Beleuchtungswellenlänge von 633nm und einem Einfallswinkel von 30° experimentell eine Beugungseffizienz von 80% messbar. Somit kann im Vergleich zu den in Abb. 2 simulierten Funktionen bei Variation der Lackdicke für größere Einfallswinkel eine Erhöhung der Effizienz in der 1. Beugungsordnung erzielt werden.

Der Erzeugung von Beugungsgittern auf planaren Substraten schließt sich die Überführung des Prozesses auf Funktionsflächen von Lichtleitfasern an. Im Beispiel konnte eine Gitterperiode von 500nm auf der gebrochenen Stirnfläche einer Faser erzeugt werden. Die Abb. 5 zeigt REM-Aufnahmen dieser Strukturen.

Das Gitter weist die geforderte Tiefe von 300nm auf. Diese Lackdicke wurde durch Schleuderbelackung bei 2500U/min erzielt. Jedoch zeigt das Gitterprofil eine deutliche Abweichung von der binären Form.

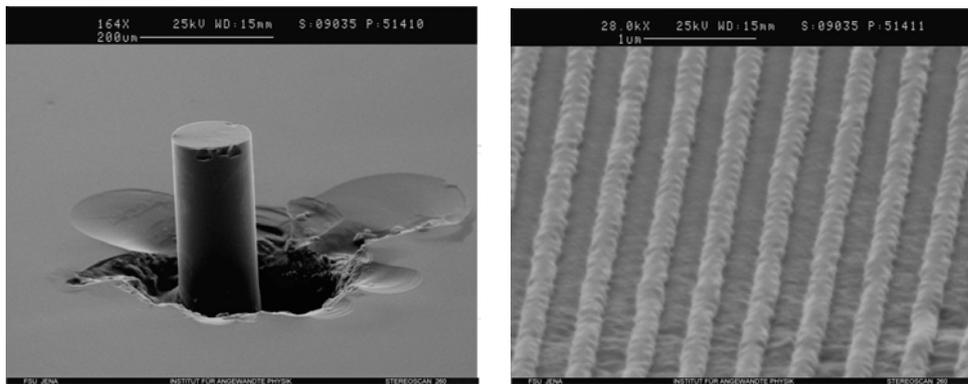


Abb. 5: REM-Aufnahme der Stirnfläche einer gebrochenen Einmodenfaser mit Kerndurchmesser $3\mu\text{m}$ in Faserhalterung (links) sowie Gitter mit einer Periode von 500nm in Photolack AR-P610 mit einer Tiefe von ca. 300nm auf der Faser (rechts)

Die theoretisch ermittelten Effizienzen der Beugung in die ± 1 . Ordnung werden experimentell nicht erreicht. Die Beugung ist nachweisbar, beträgt aber nur ca. 1%. Für die Aufnahme von Abb. 6) wurde die aus der Faser austretende Strahlung auf einer Papierebene rückseitig erfasst.

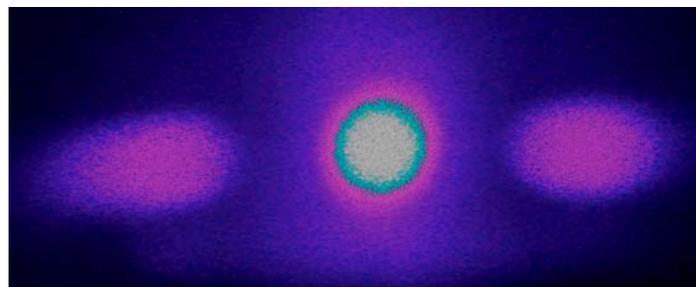


Abb. 6: Aufnahme der Intensitätsverhältnisse zwischen zentraler 0. Ordnung und der ± 1 . Beugungsordnung

Zu erkennen ist ein hoher Intensitätsunterschied zwischen der 0. und der ± 1 . Beugungsordnung. Anhand der Simulationsrechnung sind diese nicht zu erwarten gewesen. Die Ursache der starken Abweichung zwischen den theoretisch und tatsächlich ermittelten Intensitätsverhältnissen soll anhand weiterer Untersuchungen geklärt werden.

4.2 Erzeugung zweidimensionaler Strukturen

Die Technologie ermöglicht weiterhin die Erzeugung zweidimensionaler Strukturen. Dazu wird die Probe in zwei 90° zueinander angeordneten Richtungen nacheinander der Belichtung unterzogen. Zur Anwendung kommt wiederum der Elektronenstrahllack AR-P610 mit einer Schichtdicke von 500nm. Die Belichtung erfolgt mit 50 Pulsen je Richtung bei einer Energiedichte von 210mJ/cm².

Eine REM-Aufnahme der somit erzeugten Strukturen zeigt Abb. 7. Erkennbar ist auch in diesem Fall eine homogene Strukturierung des belichteten Substratbereiches. Experimentell kann die angestrebte antireflektive Wirkung anhand einer Erhöhung der Transmission im Vergleich zum unbehandelten Plattenmaterial gezeigt werden. Der theoretische Reflexionsgrad der unbeschichteten Substratfläche in Luft liegt bei 4% ($n_{\text{substrat}}=1,5$). Bei einer Beleuchtung der strukturierten Fläche mit Strahlung der Wellenlänge 633nm erhöht sich die Transmission experimentell um 1,4%.

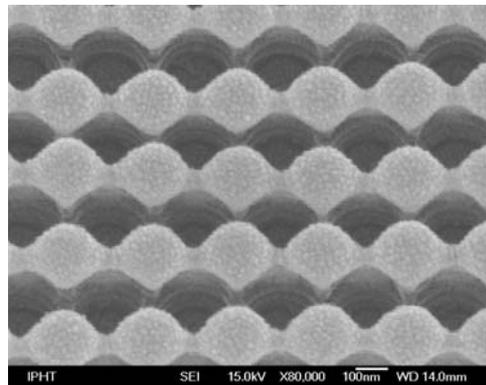


Abb. 7: REM-Aufnahme eines gekreuzt strukturierten Resistfilmes auf planarem Substrat (Gitterperiode 265nm, Strukturdurchmesser 195nm)

Eine Überführung der Ergebnisse der zweidimensionalen Strukturierung auf die Stirnflächen von Lichtleitfasern steht noch aus. Dafür sind entsprechend den Simulationsergebnissen, siehe Abb. 3, dünnere Lackschichten zu strukturieren. Ausgehend von der Reflexion an der Grenzfläche zu Luft von 4% kann im sichtbaren Spektralbereich für Schichtdicken von beispielsweise 100 oder 125nm eine Verringerung der Reflexion auf kleiner 1% erzielt werden.

5 Ausblick

Mit der zur Verfügung stehenden Technologie der Interferenzlithographie können in einem Belichtungsschritt auf einer Fläche von mehreren Quadratmillimetern hochfrequente periodische Strukturen erzeugt werden.

Derartig strukturierte Funktionsflächen von Lichtleitfasern erweitern das Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten für sensorische Zwecke oder für eine effizientere Kopplung von Lichtleitfasern.

Automatisierungstechnik / Informatik 2

Software-Debugging und Kalibrierung unter Echtzeitbedingungen

Dipl.-Ing. Kai-Uwe Irrgang, Phone: ++49.3573-85-616, Fax: ++49.3573-85-609,
E-Mail: kirrgang@fh-lausitz.de, FachHochschule Lausitz, Großenhainer Str. 57, 01968 Senftenberg

Prof. Dr. Horst Kolloschie, Phone: ++49.3573-85-617, Fax: ++49.3573-85-609,
E-Mail: Kolloschie@iem.fh-lausitz.de, FachHochschule Lausitz, Großenhainer Str. 57, 01968 Senftenberg

Abstract

Der Softwareanteil in SoC hat ein hohes Maß erreicht und nimmt weiter zu. Softwaretest, Debugging und Kalibrierung werden durch Fortschritte in der Halbleitertechnologie zunehmend erschwert. Der klassische In-Circuit-Emulator als sehr leistungsfähiges Werkzeug verliert an Einsetzbarkeit. Eine Alternative ist unverzichtbar und eine mögliche Variante ist der Package Sized In-Circuit-Emulator von Infineon. Durch die Integration von umfangreicher Emulatorhardware auf den Chip des SoC müssen auch die Softwarewerkzeuge zur Nutzung der Hardware den neuen Herausforderungen angepasst werden. Eine dreistufige Basistechnologie zeigt eine mögliche Lösung.

1 Einleitung und Motivation

Wesentliche Kennzeichen der aktuellen Entwicklung von System-on-Chip (SoC) sind wachsende Systemkomplexitäten bei kürzeren Entwicklungszeiten, stetig steigende Integrationsdichten und stark zunehmende Maskenkosten aufgrund immer kleinerer Strukturgrößen im Halbleiterfertigungsprozess. Hinzu kommen die stärkere Wiederverwendung von vorgefertigten und verifizierten Hardwarekomponenten und der Trend, mehrere heterogene Prozessorkerne in einem SoC zu vereinigen. Damit verbunden sind neue Herausforderungen für alle am Systementwurf beteiligten Ingenieurdisziplinen.

Zur Erzielung eines akzeptablen Stückpreises sind bei der Fertigung der Chips entsprechend große Stückzahlen erforderlich, um die hohen Maskenkosten zu kompensieren. Die hohen Stückzahlen erfordern eine entsprechende Flexibilität in der Einsetzbarkeit, was nur durch ein hohes Maß an Programmierbarkeit und Konfigurierbarkeit erreicht wird. Eine direkte Folge ist der hohe Softwareanteil in den Systemen. Damit kommt der Softwareentwicklung eine bedeutende Rolle im Systementwurf zu. Kritisch ist hierbei das Fehlen einer allgemein praktisch anwendbaren Entwurfsmethode, welche die Erstellung einer fehlerfreien Software garantiert. Aufgabe des Debugging ist es, Softwarefehler zu detektieren, zu lokalisieren und zu beheben.

Debugging findet wegen der zeitlich parallelen Entwicklung von Hardware und Software auf verschiedenen Plattformen statt. Modelle der künftigen Zielhardware bilden die Basis in frühen Entwurfsstadien. Dabei lassen sich Simulation und

Emulation unterscheiden. In späteren Stadien ist die reale Zielhardware verfügbar und die Software kann und muss auch auf dieser getestet werden.

Neben der Beseitigung von Fehlern existieren weitere Testaufgaben, welche ähnliche Strukturen und Mechanismen erfordern. Hierzu zählen die Kalibrierung von Systemparametern und das Profiling unter Echtzeitbedingungen. Solche anspruchsvollen Aufgaben bedingen ein hohes Maß an Beobachtbarkeit von Systemzuständen, wobei das Systemverhalten nicht beeinflusst werden darf.

2 klassischer In-Circuit-Emulator

In der Softwareentwicklung für eingebettete Systeme sind In-Circuit-Emulatoren (ICE) als sehr leistungsfähige Debuggingwerkzeuge fest etabliert, insbesondere für den Einsatz unter harten Echtzeitbedingungen. Ermöglicht wird dies durch die Fähigkeit eines ICE, auf komplexe Konstellationen verschiedenster Daten- oder Ereignisquellen zu triggern sowie die Möglichkeit, Systemzustände über lange Zeiträume mittels der Trace-Funktionalität zu beobachten. Insbesondere zur Lokalisierung und Beseitigung von nur selten oder sporadisch auftretenden Fehlern sind solche Leistungsmerkmale unverzichtbar. Mit Hilfe des Tracings lassen sich Aufgaben wie Performance-Messung, Analyse von Codeabdeckung oder Aufrufhäufigkeit von Funktionen realisieren.

Ein ICE ist ein Werkzeug für Testaufgaben und ist somit verschieden von der realen Zielhardware. Als Ersatz für den zu emulierenden Prozessor sind zwei grundsätzliche Realisierungen üblich. Die erste Variante basiert auf einem so genannter Bond-out-Chip, einer speziellen Version des Serienprozessors mit Herausführung wichtiger interner Signalknoten auf zusätzliche Pins. Eine zweite Variante basiert auf der Implementierung des Prozessors als Softcore in eine flexibel konfigurierbare FPGA-Hardware. Angesichts des hohen Entwicklungsaufwandes und der kleinen Produktionsvolumina werden ICE in der Regel nur für Standardprozessoren gefertigt. Die Bedeutung für SoC, insbesondere für kundenspezifische Systeme oder MultiCore-SoC, ist vergleichsweise gering.

3 integrierter In-Circuit-Emulator

Mit wachsender Integration und Systemkomplexität wird die Realisierung von Emulatorhardware zunehmend schwierig bis unmöglich. Hohe Taktfrequenzen, tiefe Pipelinestrukturen und umfangreiche interne Bussysteme sind wesentliche Ursachen dafür. Hinzu kommen Schwierigkeiten mit der Kontaktierung des ICE im Zielsystem. Für moderne Standardprozessorfamilien wurde das Problem durch die Integration von dedizierter Hardware zur Unterstützung von Test und Debugging zumindest teilweise gelöst. Implementierungsbeispiele hierfür sind der Background-Debug-Mode (BDM) von Motorola oder die On-Chip-Debug-Solution (OCDS) von Infineon. Der volle Leistungsumfang eines ICE kann damit jedoch nicht erreicht werden.

Um ICE-Funktionalitäten auch für MultiCore-SoC zu ermöglichen, sind neue Ansätze erforderlich. Ein innovativer Lösungsvorschlag kommt von Infineon [1]. Es handelt sich hierbei um den „Package Sized In-Circuit Emulator“ (PSI), einer Emulatorhardware auf dem Chip des Prozessors bzw. SoC (Abbildung 1). Die Basis des Konzeptes bildet ein so genannter „Emulation Side Booster“ (ESB), der optional zum eigentlichen Prozessorkern auf dem Chip ergänzt werden kann. Das Gesamtsystem aus dem

Prozessorkern bzw. Produktionschip und der Emulationserweiterung wird als „Emulation Device“ (ED) bezeichnet.

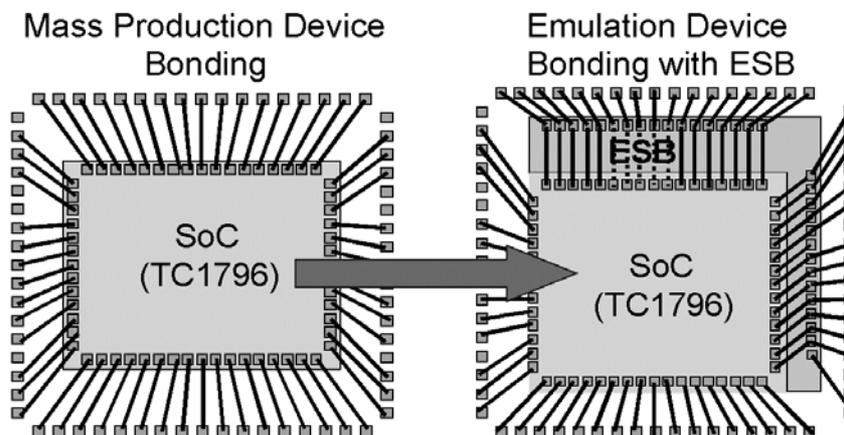


Abbildung 1: Prozessor mit optionalem ESB [1]

Während die Realisierung klassischer Debuggingmechanismen wie das Starten und Stoppen des Prozessorkerns, der Einzelschrittbetrieb oder das Lesen und Schreiben von Register- und Speicherwerten relativ unproblematisch sind, ist die Implementierung der Trace-Funktionalität eine erheblich größere Herausforderung. Um verlässliche Daten über die Systemzustände zu erhalten, darf das Debugging und Tracing das innerhalb seiner realen Prozessumgebung und in harter Echtzeit laufende System nicht beeinflussen. Es entstehen sehr große Mengen an Tracedaten, welche entweder auf dem Chip zwischengespeichert und/oder mit entsprechend hoher Geschwindigkeit ausgelesen werden müssen. Aus diesem Grund wurde bei der Entwicklung des PSI auf das Tracing besonderes Augenmerk gelegt.

Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die Kalibrierung von Systemparametern im laufenden Betrieb durch schnelles Umschalten von entsprechend vorgeladenen Speicherseiten. Der Tracespeicher innerhalb des ESB wird zu diesem Zweck von einem leistungsfähigen Memory-Subsystem verwaltet, mit dem Segmente des Speichers in den Speicherbereich des Prozessors eingebündelt werden können. Mit diesem Mechanismus ist es möglich, in Echtzeit ein Finetuning von Systemparametern vorzunehmen und die Auswirkungen auf das Gesamtsystem sofort in Echtzeit aufzeichnen zu können. Damit ist ein Hardware-in-the-Loop mit vergleichsweise geringem Aufwand möglich.

Eine der initialen Ideen für den PSI war, dass die Analyse bzw. Bewertung der Tracedaten zumeist durch Menschen erfolgt, weil praktisch keine geeigneten Methoden zur vollautomatischen Analyse, Fehlererkennung oder gar Fehlerbehebung für solche komplexen Systeme existieren. Somit ist die Menge der in endlicher Zeit analysierbaren Daten von vornherein beschränkt. Dieser Nachteil wird zum Vorteil, wenn sichergestellt werden kann, dass nur die für die aktuelle Analyseaufgabe relevanten Daten gespeichert werden. Um das zu erreichen, sind umfangreiche skalierbare und konfigurierbare Mechanismen zur Trigger- und Trace-Qualifikation nötig, wobei komprimierte Trace-Messages auf dem Chip erzeugt werden. Trotz der damit erreichbaren signifikanten Datenreduktion kann das Datenvolumen die Bandbreite des Traceports übersteigen.

Mit der so realisierten Trace-Funktionalität sind die Voraussetzungen für Profiling und Kalibrierung geschaffen. Ein herausragendes Merkmal des PSI ist die Verwendbarkeit für das Multi-Core-Debugging, insbesondere für hochintegrierte SoC. Dabei ist es unerheblich, ob die Cores identisch oder verschieden sind. Jeder Core generiert seine eigenen Trace-Messages. Da es aus Kostengründen pro SoC nur einen Debugport und auch nur einen Traceport zur gemeinsamen Nutzung für alle Komponenten gibt, müssen die Tracemessages mittels eines Messagesorters bezüglich der Zeit sortiert werden, bevor sie ausgegeben werden. Hierfür muss ein leistungsfähiges Takt-Management vorhanden sein, welche den Taktzyklen der einzelnen Komponenten sowohl relative als auch absolute Zeiten zuordnen kann. Einen strukturellen Überblick mit der Ankopplung von Softwarewerkzeugen liefert die Abbildung 2.

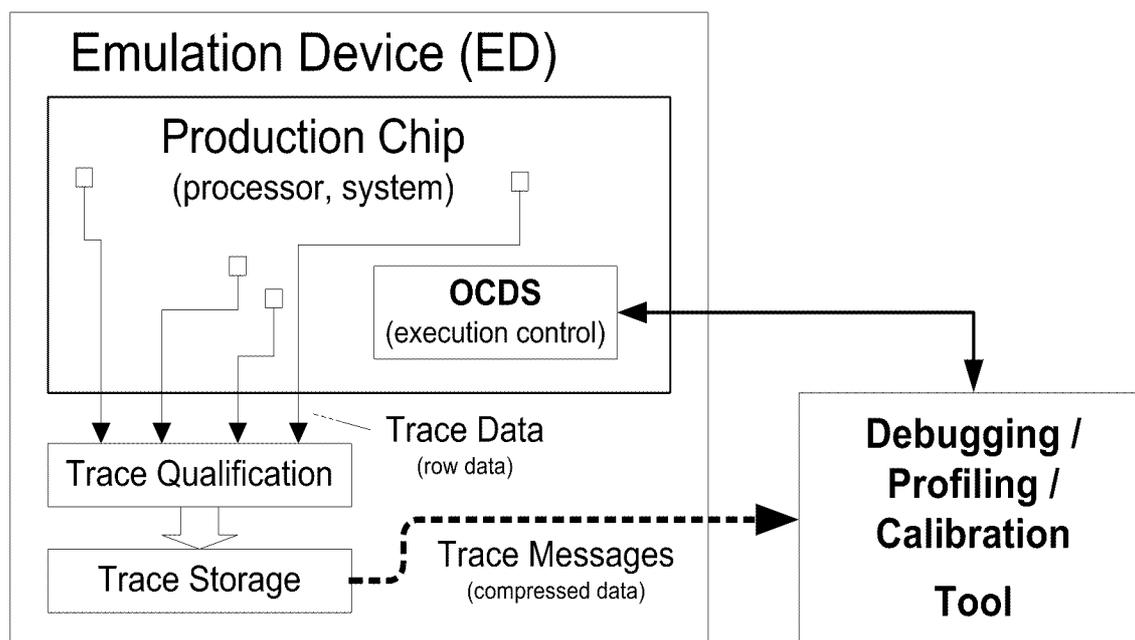


Abbildung 2: Basiskonzept des integrierten Emulators

Der wichtigste Vorteil dieser neuen Lösung ist die Tatsache, dass sie mit der Halbleiterprozesstechnologie und damit mit Moore's Law wächst. Sowohl der Prozessor-Core bzw. das System als auch die Emulatorhardware befinden sich in dem selben Gehäuse und basieren auf der gleichen Fertigungsstruktur. Wenn beispielsweise die maximale Taktfrequenz des Cores um einen bestimmten Faktor steigt, so steigt sie in gleichem Maße auch für die Emulatorhardware. Die mögliche Bandbreite zwischen Core und Tracespeicher ist sehr hoch. Weiterhin ist mit dem PSI keine externe Emulatorbox notwendig und der Originalchip muss nicht ersetzt werden. Es entfallen somit im Zielsystem auch die mechanisch und elektrisch kritischen Konnektoren. Dadurch werden Einsatzfelder erschlossen, die mit dem klassischen ICE nicht möglich waren.

Der PSI hat auch einige Nachteile. So erhöht sich die Verlustleistung im Falle des aktiven Tracings. Der Tracespeicher ist fest im System integriert und damit in der Größe nicht änderbar. Das beschränkt die mögliche Tracetiefe.

4 Konfiguration des PSI

Zur Konfiguration konkreter Debug- und Analyseaufgaben existieren innerhalb des ESB zahlreiche Register. Für den TC1796ED beispielsweise liegt deren Anzahl in der Größenordnung von 500. Damit ist eine manuelle Konfiguration, wie sie bisher üblich war, nicht mehr praktikabel. Es sind neue Methoden und entsprechende Softwarewerkzeuge zu deren Umsetzung erforderlich.

Mögliche Analyseaufgaben können sehr vielschichtig sein, im Umfang stark variieren und auf verschiedenen Abstraktionsebenen angesiedelt sein. Eine der essentiellen Anforderungen an neue Konfigurationsmethoden ist deshalb die Beschreibbarkeit von Analyseaufgaben auf verschiedenen Abstraktionsebenen. Vorgeschlagen wird eine dreistufige Hierarchie von Beschreibungsformen. Die erste Stufe dient dabei zur direkten Verwendung der Ressourcen der Emulatorhardware auf der Basis einer als Trace Qualification Language (TQL) bezeichneten Sprache, deren Notation mit der einer Assemblersprache vergleichbar ist. Die Assemblierung eines TQL-Scriptes erzeugt unmittelbar die entsprechenden Registerbelegungen, die dann in die Emulatorhardware geladen werden.

Die Beschreibung von Test- und Analyseaufgaben auf der Basis von Statemachines ist eine verbreitete Methode. Es ist zwar prinzipiell möglich, Statemachines mittels TQL-Script zu beschreiben, jedoch ist eine zugeschnittene Beschreibungssprache aus der Sicht des Nutzers wesentlich geeigneter. Hierfür dient die zweite Stufe auf der Basis von High Level TQL (HTQL), einer Sprache, deren Notation mit der Hochsprache C vergleichbar ist. Damit ist eine abstraktere Beschreibung von Analyseaufgaben ohne exakte Kenntnis der Hardwareressourcen möglich. Weiterhin lassen sich auch komplexe Aufgaben mit vergleichsweise geringem Aufwand beschreiben. Ein HTQL-Compiler erzeugt aus einem HTQL-Script ein entsprechendes TQL-Script.

Die dritte Stufe ist ein flexibler grafischer Editor, welcher als Frontend für den HTQL-Compiler aus der grafischen Repräsentation einer Statemachine direkt den zugehörigen HTQL-Code erzeugt. Häufig gebrauchte Konfigurationen für einzelne States sind in vordefinierten Bibliotheken abgelegt. Diese können beliebig erweitert oder durch eigene ergänzt werden. Als Datenformat dient XML gewählt, um ein hohes Maß an Modularität, Flexibilität und Nutzerfreundlichkeit zu erzielen. Analyseaufgaben, die auf Basis der Bibliothekselemente erstellt wurden, lassen sich ebenfalls im XML-Format sichern und laden. Ein State wird neben den ergänzenden Informationen für den Nutzer im wesentlichen durch drei Komponenten beschrieben. Dabei handelt es sich um das grafische Erscheinungsbild, die Definition der Parameter sowie um das Template für den zugehörigen HTQL-Codeabschnitt. Damit ist es möglich, jedes beliebige HTQL-Konstrukt auch als grafisches Element verfügbar zu machen.

5 Zusammenfassung

Das Software-Debugging in SoC ist ein entscheidender Erfolgsfaktor im gesamten Entwurfsprozess. Neben den klassischen Problemen des Debuggings in eingebetteten Systemen gilt es, mit wachsender Integration und Miniaturisierung zusätzliche Herausforderungen zu meistern. Ein kritischer Punkt hierbei ist die schwindende Einsetzbarkeit des In-Circuit-Emulators. Wegen seiner Leistungsfähigkeit und Überlegenheit gegenüber anderen Werkzeugen ist die Bereitstellung eines adäquaten Tools unbedingt notwendig. Eine mögliche Lösung ist die Integration einer dedizierten Emulatorhardware auf dem Produktionschip. Mit einer geeigneten Architektur ist so

auch die Unterstützung von MultiCore-SoC möglich. Neben dieser dedizierten Hardware sind Methoden und Softwarewerkzeuge zu deren Konfiguration notwendig. Eine dreistufige Basistechnologie zur Unterstützung der Konfiguration wurde vorgestellt.

6 Literatur

- [1] Mayer, A.; Debug Support for Complex Systems-on-Chip. Embedded Systems Conference 2003
- [2] Mayer, A.; Siebert, H.; Scheibert, K.: Development Tool Support Architecture for high-performance Automotive Control Units. Euro DesignCon, 2004
- [3] Infineon Technologies AG: TriCore TC1796 User's Manual V0.5. München, 2005

Approaches to Testing UML-based State Machines

Dipl.-Informatiker (FH) Frank Grimm, Phone: ++49.375-536-1322, E-Mail: fgr@fh-zwickau.de, University of Applied Sciences Zwickau (FH), Dr.-Friedrichs-Ring 2A, 08056 Zwickau, Germany

Abstract

The article summarises the results of the author's Diploma thesis and the subsequent implementation of a program realizing the findings of the thesis.

The Diploma thesis examines approaches to testing state-based software systems. Different approaches are analysed which allow for the generation, execution and validation of test cases based on UML statechart and class diagrams.

1 Introduction

State machines are often used to describe the behaviour of objects in state-based software systems. The following description assumes that UML statechart diagrams are used to describe the event-driven behaviour of a state-based system and that UML class diagrams are used to specify the structure of the system. Classes of such system are called active classes because the behaviour of their instances when events occur depends on the current state of the instance handling an event.

In model driven software development, class and statechart diagrams are used as input models for model-based code generators. Code generators transform such diagrams into an implementation programming language. Thus, the architecture and infrastructure of a software system can be automatically transformed into a specific target language. The semantics of the classes have to be manually inserted into automatically generated artefacts (i.e. source code frames) using the (implementation) language of these artefacts. Therefore, it is desirable to verify whether the implementation of a software system conforms to its UML-based specification. Since the UML uses state machines to describe state-based systems, this article describes approaches to verify whether state machine implementations conform to the UML statechart specifications that are the basis of these implementations. An implementation conforms to its specification, if events are correctly handled, i.e. the occurrence of a certain event results in the execution of a specific state transition that was defined in the specification, and if the specified actions are correctly performed during state transition executions.

1.1 Typical errors of state machine implementations

When transforming a state machine model into an implementation and during the semantic enrichment of state machine action implementations, the following errors can be introduced into the implementation [Binder]:

- A valid event, i.e. an event defined in the state machine specification, is not handled or the state transition associated with the event is not performed.

- After performing a valid state transition, the state machine implementation is not in the specified state but in a different one – this state is a valid state, but not the target state of the state transition.
- A state transition is performed even though according to the state machine specification the triggering event must not be handled in the current state.
- An action specified for a state transition is not performed when the transition is executed.
- An action is performed that is different to the action specified in the model.

1.2 Approaches to automatically generate test cases for state machines using their UML-based specification

There exist several approaches to generate test cases for UML-based state machine specifications [Offutt]. A cost-benefit estimation of these approaches was conducted in [Briand]. The results of the estimation show that the so-called Transition Tree criterion is, in terms of test costs, the most feasible testing approach. Starting at the initial state of a statechart, the Transition Tree criterion generates a tree representing all transition paths of the state machine under test. A path is terminated when the final state is reached or a state that is already present in the tree is reached for the second time. These paths are so-called Round Trip paths.

2 State machine tests

The result of applying the Transition Tree criterion (described in 1.2) to a state machine specification is a number of test cases. A test case is a sequence of events. Each test case starts with the initial state of a state machine. All events of a test case have to be sent to the implementation of a state machine in order to execute a given test case. This means that all consecutive state transitions belonging to a path of the transition tree are executed.

In a model driven software development environment, the automatically generated infrastructure of the software system is extended by additional functionality that helps to execute the test cases. Like the infrastructure, these additional functionalities are automatically generated as well. They are used during the execution of test cases to log which events were triggered, which state transitions and actions were executed, and which target states were entered. This means that an aspect for executing state machine test cases is added to the state machine implementations.

2.1 Communicating state machines

There are cases in which different state machines are communicating with each other. Interrelated state machines are common practice in state machine hierarchies that consist of different levels of state machines. State machines of the lowest level get input signals directly from the system interfaces (e.g. hardware sensors). In most cases these signals don't have strong semantics and get passed to higher-level state machines which interpret the signals, enrich them with semantics and transform them

into state machine events that are understood by the software system. Another example of communicating state machines are reactive systems, i.e. state machines that are communicating in order to synchronize each other. Since state machines are assigned to a class represented in a UML class diagram, communicating state machines imply associations between their classes.

UML class models specify the structure of a software system, but do not make any statement about instances of classes and their associated state machines that actually exist in the implementation of a software system. In order to determine which instances really exist in a system, we assume that an association between two classes always denotes two instances of the associated classes. Using this assumption, it is possible to interpret the associations between classes starting with the class associated with the state machine under test. In order to trigger an event in an associated state machine instance, a state machine instance uses the unique role name of the association end that points to the other state machine instance.

In order to allow for arbitrary association types, i.e. in order to connect more than two instances with one specific association, we suggest using UML object diagrams. These diagrams allow a precise description of the configuration of instances in a software system and their interrelationships.

2.2 State machine initialization

Beside the problem of specifying how many instances of which classes really exist in the implementation of a system, we encountered another problem with communication state machines: the initialization order of state machine instances. In order to conduct correct tests, the initialization order has to be specified. It comes into play when state machines exhibit spontaneous (also called anonymous) state transitions that originate from the initial state. This means that these transitions are executed when a state machine instance gets started.

As with communicating state machines, described in 2.1, we suggest using UML object diagrams in order to allow for automatic determination of the initialization order of state machine instances. Since the diploma thesis was carried out in cooperation with an industrial partner, we were asked to describe state machine testing approaches using UML class and statechart diagrams only.

2.3 Using independent events to replace dependent events

When testing state machines that are interrelated with other state machines, it could become necessary to trigger a certain event in a state machine under test (A) that is triggered by a state machine (B) that is connected with the state machine under test. In order to trigger this event, state machine B has to send it to state machine A. Events that are triggered by other state machines are so-called dependent events. Dependent events are triggered as a consequence of performing state transition. Thus, in order to trigger a dependent event, it becomes necessary to trigger an additional event in another state machine.

In order to trigger events in a state machine A (which in turn triggers dependent events in another state machine B) it could become necessary to first transfer A into the source state of the state transition that triggers the dependent event in B. Therefore, executing a sequence of events (or at least one event) in state machine A could be

required in order to trigger a dependent event in state machine B. Each of the replacing events could itself be a dependent event that has to be replaced by (a sequence) of other events as described. In order to test state-based software system thoroughly, all dependent events have to be replaced by independent ones. Independent events are those which are triggered from outside the system, i.e. the interfaces of the software system (e.g. triggered by hardware sensors, the operation system, or the user).

2.4 Test case extension

State transitions can hold guard conditions, i.e. a state transition can hold a condition that has to be fulfilled for the state transition to fire when its triggering event occurs. Therefore, test cases could be generated that are not viable and their execution will not succeed because the state transition conditions are not fulfilled, and thus the state transition is not performed. State transition conditions depend on the values of event parameters and/or attributes of the class/instance associated with the state machine instance. For a test case to become viable, the tester has to manually verify whether the state transition conditions are fulfilled. If a state transition condition is not fulfilled, the test case has to be extended in such a way that it can be successfully executed. Thus a number of events (at least one) have to be triggered before triggering the event whose guard condition is not yet fulfilled. Thus additional actions are performed which make sure that the yet unfulfilled guard condition becomes fulfilled afterwards. When verifying test cases, state transitions could occur whose guard conditions cannot be fulfilled in the test case being verified. Then an error in the specification of a system was detected and has to be corrected in the model.

2.5 Using the Object Constraint Language (OCL) for test case generating and execution

Using OCL helps to avoid the manual extension of test cases that consist of state transitions with guard conditions. Therefore we examined how to use OCL in order to automatically generate test cases for state-based software systems.

OCL allows one to extend state machines using pre and post conditions. Pre conditions are the actual guard conditions. Post conditions define the conditions that hold true after the state transition and the associated actions were executed. Thereby post conditions help to describe the semantics of the system. By combining the pre and post conditions of consecutive events and actions it becomes possible to determine which conditions have to be met *before* executing an entire test case in order to execute it successfully without extending it manually.

Using of conditional statements complicates the analysis of pre and post conditions. In addition, conditional statements can lead to a huge number of different possible statement combinations that could hold true in order to successfully execute a test case. When examining the possibilities of OCL, no tools were available that were able to combine pre and post conditions expressed in OCL.

2.6 Test case execution

After generating a test case, replacing all dependent events, and possibly extending the test case, it has to be executed in the implementation under test. As described in 2, the implementation is extended by aspects that allow tracing the execution of events and actions, and which states a state machine entered.

In order to execute a test case, all independent events have to be triggered manually in the implementation of the according state machine. Before executing a test case, it could become necessary to give certain values to parameters of independent events in order to allow for guard conditions to become true.

2.7 Test case execution evaluation

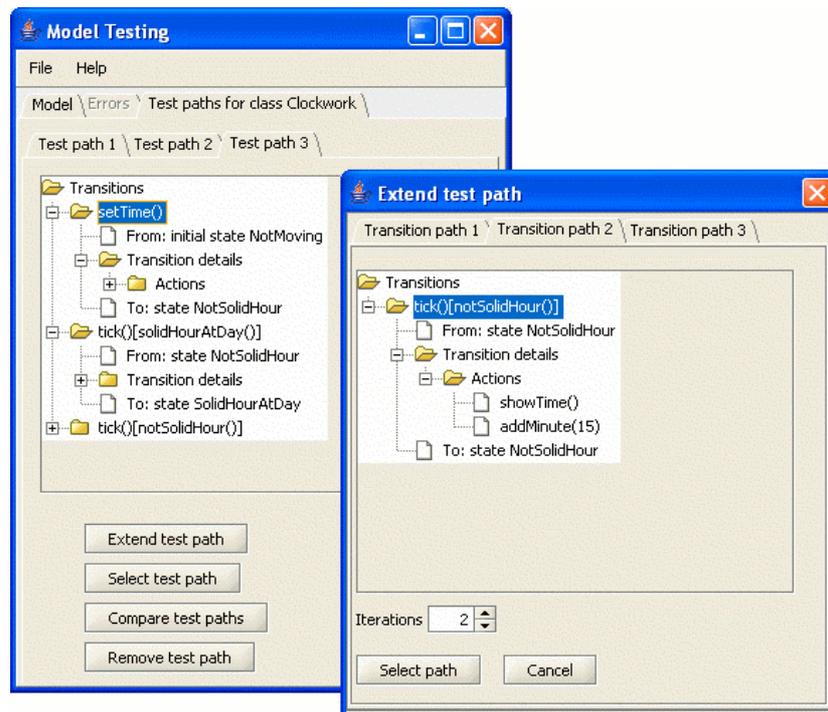
When the implementation of a state-based software system conforms to the state machine specification it is based on, then an entire test case will be executed by just triggering its independent events. After executing in a test case, its execution log is used in order to verify if all events and actions were executed as specified and if all specified states were entered.

3 Resume and future prospects

We successfully developed a tool that implements the concepts on state machine tests described in this article. This tool (see figure below) automatically generates test cases, replaces all dependent events, and automatically verifies whether a test case execution conformed to the underlying specification. Since XMI (XML Metadata Interchange) allows for a CASE tool independent exchange of UML models, it is used by the tool to parse class and statechart diagrams. The tool is utilized to verify state machines that are implemented in C.

In addition to testing whether the implementation handles valid events correctly, tests can be conducted which trigger events that are not valid in the current state of a state machine and should be ignored by the implementation.

We expect that the process of standardizing OCL [OCL] will lead to better tool support. Thus, it could become possible to specify pre and post conditions in state machine specifications using OCL to automatically derive test conditions that have to hold true in order to successfully execute a test case. Pre and post conditions defined in the state machine specification could then be transformed into the implementation. This would allow for a verification of pre and post conditions during the execution of a test case.



4 References

- [Binder] Robert Binder, *Testing Object Oriented Systems. Models, Patterns and Tools*, Addison Wesley, 1999
- [Briand] Lionel Briand, Yvan Labiche: *A UML-Based Approach to System Testing*, UML 2001, 2001
- [OCL] Object Management Group, <http://www.omg.org>
- [Offutt] A. J. Offutt and A. Abdurazik, *Generating Tests from UML specifications*, (UML'99), Fort Collins, CO, pp. 416-429, October, 1999

Mobile Systeme in einer verteilten intelligenten Umgebung

Christiane Lemke, Phone: ++49.3381-355-427, Fax: ++49.3381-355-499, E-Mail: lemkec@fh-brandenburg.de, Fachhochschule Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg

Prof. Dr. Harald Loose, Phone: ++49.3381-355-428, E-Mail: loose@fh-brandenburg.de, Fachhochschule Brandenburg

Daniel Förder, E-Mail: foerder@fh-brandenburg.de

Chavdar Papazov, E-Mail: papazov@fh-brandenburg.de

Abstract

Ohne elektronische Geräte ist der Alltag für viele Menschen heute kaum noch vorstellbar. Doch während ein einzelnes Gerät nur eine stark begrenzte Sicht auf den es umgebenden Raum haben kann, liegt ein großes Potential darin, mehrere Geräte zu vernetzen und so eine intelligente Umgebung zu schaffen.

Diese Arbeit beschreibt ein generisches System zur Datenverarbeitung und -weitergabe, welches eine Vielzahl von verschiedenen Hardwareplattformen miteinander verbinden kann. Viele Teilnehmer sind denkbar, das Hauptaugenmerk dieses Beitrages liegt jedoch auf mobilen Systemen, die von der intelligenten autonomen Roboterplattform namens RCUBE gesteuert werden. Lösungsansätze für eine sichere Kommunikation, robuste Hardware und eine verlässliche Navigation werden vorgestellt.

1 Einleitung

Die Anzahl auf dem Markt erhältlicher elektronischer Systeme ist in den letzten zwei Jahrzehnten enorm gestiegen. Computer, Notebooks, PDAs und Mobiltelefone begleiten das tägliche Leben. Sogar auf dem Gebiet der intelligenten autonomen Systeme sind heute bereits allgemein gebräuchliche Komponenten erhältlich, wie zum Beispiel Module für die Bildverarbeitung oder für Navigation. Sie decken eine große Breite an Performance- und Funktionalitätsanforderungen ab, nichtsdestotrotz gibt es ein großes Manko bei den vielen Lösungen: Sie arbeiten zum großen Teil eigenständig und unabhängig von Netzwerken oder anderen Komponenten. Die starke Heterogenität in Hard- und Software erschwert die Zusammenarbeit und eine einheitliche Informationsverarbeitung über Plattformgrenzen hinweg.

Das in diesem Beitrag vorgestellte System namens BOSPORUS wurde entworfen, um diese Schwierigkeiten zu überwinden, indem es einen generischen Ansatz für das allgegenwärtige Problem einer plattformübergreifenden Informationsverarbeitung liefert. Es werden weiterhin Ansätze beschrieben, wie verschiedene intelligente autonome RCUBE-Geräte aufgebaut werden, um über das BOSPORUS-Netzwerk kommunizieren zu können. Sie bilden eine intelligente Umgebung um Daten zu sammeln und zu verarbeiten, um Sensordatenfusion vorzunehmen und um mobile Plattformen mit globalen Informationen zu navigieren. Das entstehende System hat vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, von Botendiensten über Explorationsaufgaben

bis hin zu Überwachungsarbeiten. Auf dem Campus der Fachhochschule Brandenburg soll eine entsprechende Referenzanwendung entstehen.

Die Infrastruktur von BOSPORUS wird in Kapitel 2 vorgestellt, die notwendige Hardware für die Referenzanwendung in Kapitel 3 beschrieben. Die Kapitel 4 und 5 beschäftigen sich mit der Navigation der mobilen Plattformen mit Hilfe von GPS-Daten bzw. Bildverarbeitung.

2 BOSPORUS – generische Datenverarbeitung

BOSPORUS ist ein von der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung gefördertes Projekt an der Fachhochschule Brandenburg. Es beschäftigt sich mit der Sammlung, dem Austausch, der Weitergabe sowie der Verarbeitung von Daten, dies können zum Beispiel Messdaten oder Steuerinformationen sein. Es setzt sich aus drei Hauptkomponenten zusammen, die nun kurz näher vorgestellt werden.

2.1 Das Kommunikationssystem

Die Kommunikationsinfrastruktur nutzt Peer-to-Peer Technologie mit Hilfe des JXTA-Frameworks². JXTA kapselt die Kommunikation über verschiedene Protokolle wie Bluetooth oder WLAN und bildet so virtuelle Netzwerke unabhängig von der physischen Infrastruktur des zugrundeliegenden Netzwerks.

2.2 BOSPORUS – Kern

Der Kern verbindet die Teilnehmer eines Netzwerkes miteinander. Er arbeitet auf einem oder mehreren PCs. Eintreffende und ausgehende Datenpakete werden nachrichtenbasiert mit dem Java Messaging System JMS³ verarbeitet, wodurch sowohl synchrone als auch asynchrone Kommunikation möglich wird. Verschiedene Dienste, die zu einem Teil bereitgestellt und zum anderen Teil selbst programmiert werden können, geben dem Kern seine eigentliche Funktionalität. Beispielsweise sind Persistenz- oder Visualisierungsdienste denkbar.

2.3 Peers

Die Peers des BOSPORUS-Systems werden auf verschiedenen Hardware-Plattformen ausgeführt und können eine große Vielfalt von Aufgaben wahrnehmen. Denkbar sind beispielsweise mobile Roboterplattformen, fest angebrachte Sensoren und Kameras oder tragbare Geräte wie Mobiltelefone und PDAs. Solche Geräte, die Java- und JXTA-fähig sind, werden mit einem JXTA-Konnektor an den Kern angebunden, andere werden durch einen so genannten Stellvertreter integriert.

BOSPORUS wird in [1] ausführlich beschrieben. Dieser Beitrag beschäftigt sich im folgenden mit mobilen Roboterplattformen als Bestandteil eines BOSPORUS-Netzwerks.

2 <http://www.jxta.org/>

3 <http://java.sun.com/products/jms/>

3 RCUBE

RCUBE ist eine an der Fachhochschule Brandenburg entwickelte Plattform für autonome intelligente Systeme, die zudem mit der Fähigkeit zur Bildverarbeitung ausgestattet ist [2]. Sie wird erfolgreich in studentischen Projekten eingesetzt und bildet die Schlüsselkomponente für die Beispielanwendung des BOSPORUS-Netzwerkes mit mobilen Systemen.

RCUBE besteht aus drei Komponenten: Das CPU-Board als Gehirn des Systems enthält einen 200MHz StrongArm Prozessor und ein ArmLinux-Betriebssystem. Das VIO-Board (video input/output) hat ebenfalls einen StrongArm-Prozessor, es können bis zu 4 Standard PAL Kameras angeschlossen werden. Das AKSEN-Board stellt Verbindungen für einfache Peripheriegeräte wie Aktoren und Sensoren bereit. Das Compact-Flash-Modul bietet bei Bedarf zusätzlichen Speicherplatz. Die Komponenten können mit einem Feldbus mit 1MBit Bandbreite miteinander verbunden werden.

4 Navigation

Eine verlässliche Navigation ist äußerst wichtig für ein intelligentes mobiles System. Verschiedene Methoden werden implementiert, um eine größtmögliche Genauigkeit zu erreichen. Da die entstehende Referenzimplementierung für den Gebrauch außerhalb von Gebäuden gedacht ist, wurde das *Global Positioning System* (GPS) als Ausgangspunkt für Positionsermittlung gewählt.

Die Positionsbestimmung mit GPS kann eine Genauigkeit mit Abweichungen im Millimeterbereich erzielen. Die dafür nötige hochpräzise Ausrüstung ist allerdings sehr teuer und unhandlich, ebenso kostet Software zur Verbesserung der Genauigkeiten mehrere tausend Euro. Empfänger mit erschwinglichem Preis dagegen haben typischerweise Positionsabweichungen von mehreren Metern. Um die Genauigkeit von kostengünstigen Empfängern mit eigenen Soft- und Hardwaremethoden zu erhöhen, werden verschiedene Ansätze verfolgt. Die Untersuchungen werden an GPS-Boards der Schweizer Firma u-blox⁴ vorgenommen, die weniger als 100 Euro pro Stück kosten.

4.1 Positionsbestimmung mit GPS-Rohdaten

Einige GPS Empfänger geben zusätzlich zum Standardprotokoll für GPS-Nachrichten auch die Rohdaten aus, die sie von Satelliten empfangen. Mit ihnen können die Positionsberechnungen, die sonst auf dem Empfängerchip stattfinden, auf einem PC oder einem eingebettetem System nachempfunden werden, wo aufgrund der höheren Rechenleistung genauere Berechnungen und Korrekturmodelle angewendet werden können.

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fachhochschule Brandenburg [3] wurde die Genauigkeit der Positionsberechnung mit Hilfe von Rohdaten unter der Verwendung verschiedener Satellitenkombinationen untersucht. Die Ergebnisse sind im Vergleich

4 <http://www.u-blox.de>

zu den chipinternen Berechnungen konkurrenzfähig, und in einigen Fällen sogar besser, wie die Abbildungen 1(a) und 1(b) zeigen.

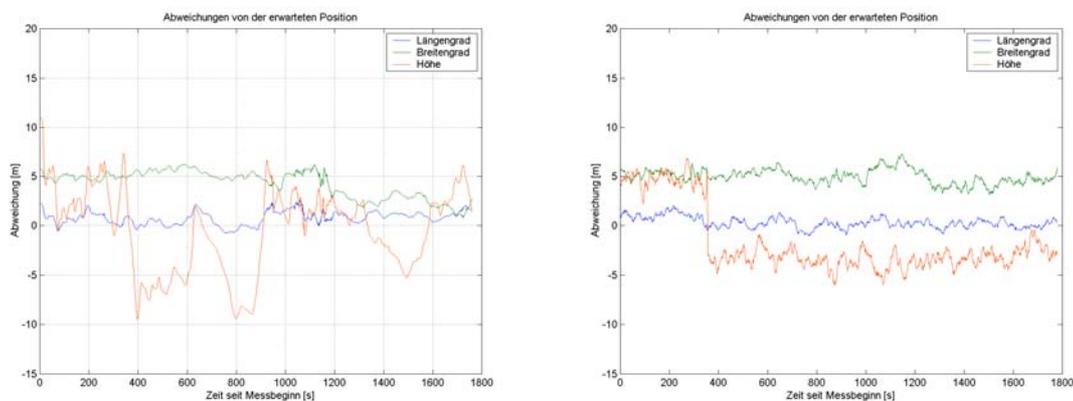


Abb. 1: Ergebnisse einer Messung auf freiem Feld: (a) Originaldaten, (b) eigene Berechnungen

Differentielles GPS (DGPS) beruht auf der Tatsache, dass durch den Vergleich der errechneten Positionen zweier Empfänger, die sich in der Nähe voneinander befinden, viele systematische Fehler durch z.B. atmosphärische Einflüsse eliminiert werden können. Auch hier sind eigene Berechnungen mit Rohdaten sinnvoll, da Synchronisation und Verarbeitung der eintreffenden Daten erheblich vereinfacht wird.

Da die Referenzanwendung für den Campus der Fachhochschule Brandenburg entworfen wird, ist es aufgrund der gleichbleibenden Höhenverhältnisse möglich, den bekannten Mittelpunkt der Erde als zusätzlichen Satelliten anzusehen (2D Fix).

Durch die genannten Methoden wurden die ursprünglich erreichbaren Genauigkeitswerte gesteigert. Unter Idealbedingungen und bestimmten Kombinationen von Algorithmen wurden Genauigkeiten von bis zu 1,3 Metern im zweidimensionalen und von bis zu 2,3 Metern im dreidimensionalen Raum erreicht (Wahrscheinlichkeitsmaß 95%).

4.2 Weitere Informationsquellen

Trotz der bisher erzielten Steigerungen der Genauigkeit von GPS-Positionen ist sie noch nicht ausreichend, um damit Roboter zu navigieren. Deswegen werden Informationen zusätzlicher Sensoren in die Berechnungen einbezogen, dazu gehören die Winkelgeschwindigkeiten eines Gyroskops, Odometriesignale oder Richtungssensoren, Algorithmen dazu finden sich in [4].

Landmarken können ebenfalls helfen, um die Position eines mobilen Systems zu bestimmen. Da die RCUBE-Plattform über ein Bildverarbeitungsmodul verfügt, können Objekterkennungsalgorithmen zum Bestimmen von Landmarken eingesetzt werden.

(siehe Kapitel 5). Werden die GPS-Positionen der Landmarken nun im Vorfeld aufgezeichnet und auf einer Karte vermerkt, so kann die Position des mobilen Gerätes beim Auftauchen einer Landmarke korrigiert werden.

5 Bildverarbeitung

Der RCUBE verfügt über genügend Leistungsfähigkeit, um auch komplexere Aufgaben auf dem Gebiet der Bildverarbeitung in Echtzeit zu bewältigen. Für die Referenzanwendung des BOSPORUS-Systems spielt die Erkennung von Landmarken durch RCUBEs eine wichtige Rolle. Es gibt verschiedene Bildverarbeitungsbibliotheken die auf dem RCUBE eingesetzt werden können, eine sehr viel versprechende ist die OpenSource Computer Vision Library (OpenCV⁵), die eine Sammlung von hochperformanten Operationen bereitstellt.

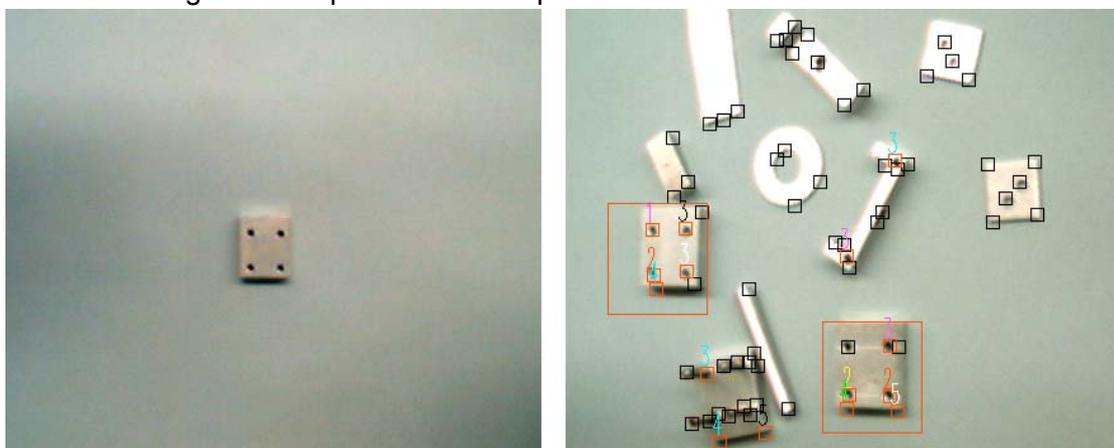


Abb. 2: Beispiel einer Objekterkennung: (a) Modell, (b) erkannte Instanzen (umrandet)

Die besondere Schwierigkeit bei der Implementierung stellen dabei die Einschränkungen des Zielsystems RCUBE dar. Es ist eine Gratwanderung, ein gutes Verhältnis zwischen Performanz und Robustheit der Algorithmen zu finden. Bei dem implementierten Objekterkennungssystem wird zunächst ein Referenzbild des Objektes untersucht und dessen Ecken detektiert. Die besten Resultate erzielt dabei ein selbst entwickelter auf Grauwertdifferenzen beruhender Algorithmus, GVD-Algorithmus genannt. Es werden Beschreibungen für diese Punkte mit einem gradientenbasierten Deskriptor entwickelt. Im Suchbild passiert das gleiche. Korrespondierende Eckpunkte im Referenz- und Suchbild werden basierend auf ihren Beschreibungen detektiert und einer Hough-Transformation[5] unterzogen, um Fehlzuordnungen zu eliminieren und das Objektmodell zu erkennen. Die Verarbeitungszeit dieser Kombination betrug bei Tests etwa 3 Sekunden. Eine ausführliche Beschreibung der Algorithmen und Testergebnisse ist in [6] zu finden.

5 <http://www.intel.com/research/mrl/research/opencv/>

6 Zusammenfassung und Ausblick

BOSPORUS ist ein generisches System, welches die Zusammenarbeit verschiedenster Hardwareplattformen fördert, indem es Datenaustausch und –verarbeitung ermöglicht. Die möglichen Beispielanwendungen sind vielfältig, eine Variante besteht in der Verknüpfung verschiedener mobiler Systeme mit Kameras und Sensoren, um in einer Referenzanwendung auf dem Campus der Fachhochschule Brandenburg als intelligentes Netzwerk für verschiedene Aufgaben zusammenzuarbeiten.

Als mobiles Gerät dafür wird der RCUBE eingesetzt, eine intelligente Plattform für autonome Roboter. Untersuchungen zur Navigation des RCUBE mit Hilfe von GPS wurden vorgenommen, weiterhin wurde ein Bildverarbeitungssystem entwickelt, welches zur Landmarkenerkennung eingesetzt werden soll.

Die Algorithmen zur GPS-Positionsbestimmung mit Rohdaten werden weiter untersucht und verbessert. Insbesondere soll die Trägerphase des Satellitensignals in die Berechnungen einbezogen werden. Das Bildverarbeitungssystem wird mit weiteren Deskriptoren getestet, außerdem sollen auch Verfahren zur Objektverfolgung auf dem RCUBE implementiert werden.

Die Referenzanwendung soll letztendlich zusammengesetzt und als Beispiel für eine Anwendungsmöglichkeit des BOSPORUS-Netzwerkes dienen.

5 Literaturverzeichnis

- [1] T. Preuss, L. Gentsch, M. Rambow, "A generic Framework for Data Processing based on a JXTA-Peer-to-Peer-Network", Proceedings of the 2nd InterOP workshop at EDOC Conference in Enschede/The Netherlands, September 2005, pp. 55-58
- [2] H. Loose, I. Boersch, J. Heinsohn, K.-U. Mrkor, "RCUBE – A Multipurpose Platform for Mobile Robots", 3rd IFAC Symposium on Mechatronic Systems in Sydney/Australia, September 2004, pp. 423-428
- [3] D. Förder, "Verbesserte GPS-basierte Positionsbestimmung durch Verarbeitung der Rohdaten der Empfänger" (Diplomarbeit), Fachhochschule Brandenburg, August 2005
- [4] M.S. Grewal, L.R. Weill, A.P. Andrews, "Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration", Wiley Interscience Book&Disc edition, December 2000
- [5] D.H. Ballard, "Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes", Pattern Recognition, 13(2), p.11-122, 1981
- [6] C. Papazov, "Objekterkennung auf der Plattform RCUBE" (Diplomarbeit), Fachhochschule Brandenburg, August 2005

Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften

Strategisches Management in Tourismusregionen

Dipl.-Kffr. (FH) Beatrice Pohle, Phone ++49.3943-659-861, E-Mail: bpohle@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

Dipl.-Kff. (FH) Ilka Sehl, Phone ++49.3943-659-273, E-Mail: isehl@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

Abstract

Touristische Regionen (Destinationen) operieren wie Unternehmungen der Konsum- und Investitionsgüterindustrie teils auf Massen-, teils auf Nischenmärkten. Sie versuchen ebenso wie diese Unternehmungen durch strategisches Management ihren Wettbewerbsvorteil langfristig zu sichern. Diese Bestrebungen werden aufgrund der volkswirtschaftlichen Bedeutung des Tourismus (In Deutschland stellt der Tourismus einen Anteil von 8 Prozent am Bruttoinlandsprodukt. In der Tourismusbranche arbeiten ca. 2,8 Millionen Menschen. Dies entspricht 8 Prozent der arbeitenden Bevölkerung. DIW 1999) und der immer knapper werdenden Haushalte zunehmend intensiviert.

Strategische Entscheidungen in einer Destination werden von einer Vielzahl an Einflussgrößen und Interaktionen beeinflusst, die sich im Zeitverlauf schnell ändern können. Sie sind daher komplexe Systeme, die sich durch ein hohes Maß an Eigendynamik auszeichnen. (Grüning 2002, S. 130) Die Schwierigkeit bei der Übertragung strategischer Managementinstrumente auf Destinationen besteht darin, diese Eigendynamik zu nutzen.

Zwei strategische Managementinstrumente, die den Strukturen von Destinationen gerecht werden können sowie eben genannte Grundgedanken vereinen, stellen die Balanced Scorecard (BSC) und das Benchmarking dar. Um ein destinationsweites strategisches Management einzuführen, stellt sich die Frage nach der Übertragbarkeit der Instrumente auf Regionen sowie nach der Möglichkeit ihrer Kombination.

1 Tourismusdestinationen als komplexe Systeme

Der Begriff „Destination“ lässt sich aus Sicht der Nachfrage als das Reiseziel oder der geografische Raum definieren, in dem der Tourist seine Ferien oder seinen Kurzurlaub verbringt. (Bleile o.J., S. 4) Die Destination stellt einen vom Gast als Reiseziel und Produkt wahrgenommenen Raum dar, der sämtliche für einen Aufenthalt notwendigen Einrichtungen und Dienstleistungen enthält.

Innerhalb der Destination agieren entlang der touristischen Servicekette Unternehmen (Leistungsträger) aus den für den Tourismus als charakteristisch geltenden Branchen des Gastgewerbes, des Personenverkehrs oder des Bereichs Unterhaltung, Kultur und Sport. (Bieger 1997, S. 76 ff.) Von den Ausgaben der Gäste profitieren darüber hinaus Branchen, welche zunächst nicht mit dem Tourismus in Verbindung gebracht werden. Zu diesen touristischen Randindustrien zählen z.B. Tankstellen, Apotheken und Banken.

Ergänzt durch die verschiedenen Umweltbereiche, welche die Destination beeinflussen, lässt sich das System Destination folgendermaßen abbilden.

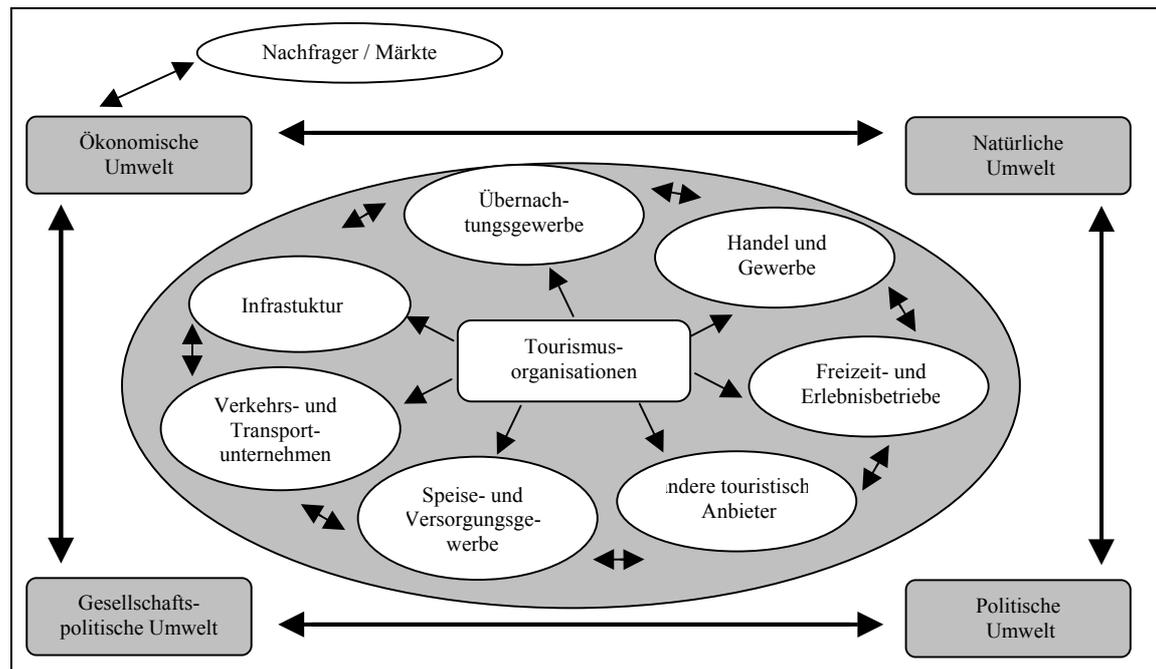


Abbildung 1: Das System Destination (Quelle: eigene Darstellung nach Bieger S. 79.)

Destinationen als Produzenten touristischer Leistungen sind daran zu messen, wie gut sie ihre Leistungen an den Bedürfnissen der Abnehmer ausrichten. Nur wenn es ihnen gelingt, für ihre Produkte am Markt einen ausreichenden Preis zu erzielen, können sie genügend Wertschöpfung generieren. Eine Destination muss als Ganzes strategisch mit dem Ziel geführt werden, ausreichende Wertschöpfung zu erzielen und damit die langfristige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Die Destination stellt somit eine Wettbewerbseinheit im Tourismus dar. (Bieger 1997, S. 76)

2 Balanced Scorecard (BSC)

Das kennzahlenbasierte Managementsystem BSC wurde Anfang der 90er Jahre von Kaplan und Norton entwickelt. Die vier Perspektiven des vorgeschlagenen Standardmodells (Finanzen, Kunden, interne Geschäftsprozesse, Lernen & Entwicklung) können nach den individuellen Unternehmensbedürfnissen verändert werden.

Ausgangspunkt für die Erstellung einer BSC ist die Vision des Unternehmens. Ausgehend von der Vision wird die Strategie festgelegt und schließlich konkrete Ziele für die strategisch relevanten Unternehmensbereiche (Perspektiven) abgeleitet. Mit der Überlegung welche Messgrößen notwendig sind, um die Erfüllung der strategischen Ziele abzubilden, werden Kennzahlen definiert.

Die Perspektiven einer BSC sind nicht unabhängig voneinander zu betrachten. Sie sind durch Ursache-Wirkungsketten untereinander verbunden.

Die BSC bietet sich insbesondere aus folgenden Gründen für einen Einsatz im strategischen Destinationsmanagement an:

- Der Erfolg des Managementsystems BSC wird durch zahlreiche Implementierungen in deutschen und internationalen Unternehmen bzw. die Diskussionen in der wissenschaftlichen Forschung sichtbar.
- Die ausgewogene Abbildung unterschiedlicher Perspektiven ermöglicht eine Berücksichtigung unterschiedlicher Ziele der einzelnen Akteure des Netzwerkes Destination.
- Die Verbindung von vergangenheitsorientierten finanziellen Kennzahlen (Ergebniskennzahlen bzw. Spätindikatoren) und zukunftsorientierte nicht-monetäre Größen (Leistungstreiber bzw. Frühindikatoren) scheint sehr geeignet für die Dienstleistungsbranche Tourismus, da die Bewertung von Leistungen oft nicht monetär ausgedrückt werden kann (z.B. Qualität einer Beratung).

Bereits Kaplan und Norton gehen davon aus, dass für ein Unternehmen ein komplexes BSC-System umgesetzt werden kann. Sie geben an, dass ein stufenweises von der Geschäftsführung bis zu den einzelnen Verantwortungszentren herabgeführtes BSC-System, eine lückenlose, zielgerichtete Arbeit im Sinne der Strategieerfüllung sichert. (Kaplan / Norton 1997, S. 192. ff.)

Um analog zu der unternehmensweiten Ausdehnung das BSC System auf eine Region zu übertragen, muss das gesamte Destinationsgefüge in Betracht gezogen werden. Dabei müssen die Leistungsträger entlang der touristischen Servicekette erfasst werden, um sie in einem System zu vereinen. Die unterschiedlichen Leistungsträger werden entsprechend der Leistung, welche sie offerieren, zusammengefasst. (Leistungsträgergruppen vgl. Abbildung 1).

Da die Leistungsträger innerhalb einer Destination unabhängig voneinander arbeiten und auch einer übergreifend arbeitenden Tourismusorganisation nicht weisungsgebunden unterstellt sind, kann der Top-Down-Prozess nach Kaplan und Norton nicht uneingeschränkt durchgeführt werden.

Aus diesem Grund wird eine Kombination des Top-Down- und des Bottom-Up-Ansatzes vorgeschlagen. Eine Betrachtung der separat erarbeiteten BSCs auf regionaler Ebene und Leistungsträgerebene sollte die möglichen Zielbeziehungen hinreichend berücksichtigen. Das so entstehende komplexe System stellt einen geeigneten Ansatz für das strategische Management einer Destination dar. (Westermann / Pohle / Sehl 2005, S. 191 ff.)

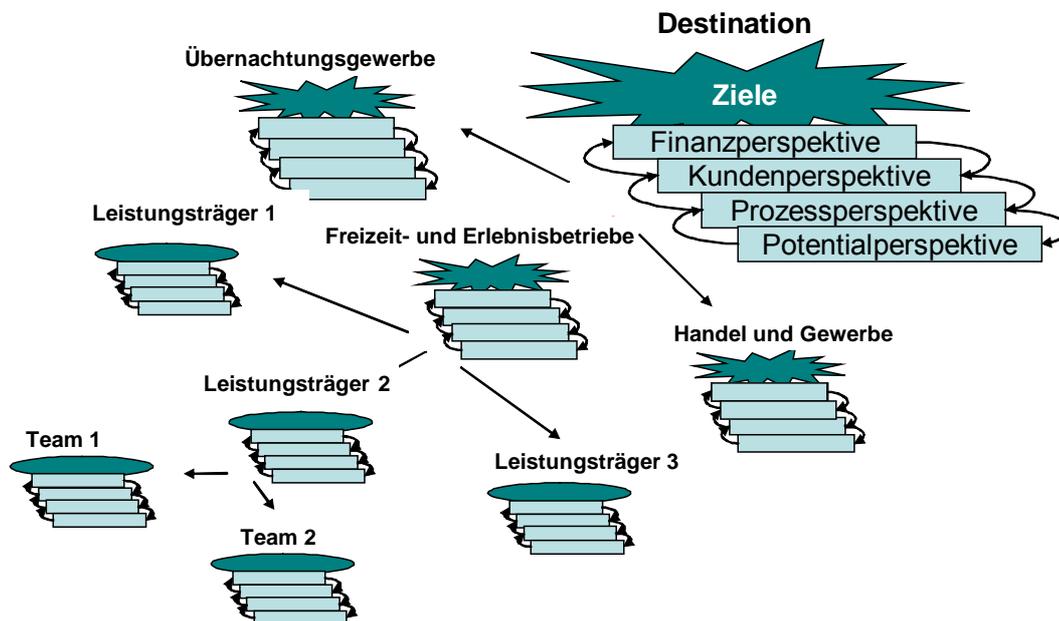


Abbildung 2: BSC System in einer Destination (Quelle: eigene Darstellung.)

3 Benchmarking

Benchmarking umfasst die gezielte und umfassende Suche nach Vergleichsgrößen und Richtwerten („Benchmarks“) die repräsentativ für die besten Verfahren („Best Practices“) zur Realisierung bestimmter Vorhaben sind. Diese Best Practices können konkrete Ansatzpunkte für Leistungsverbesserungen im eigenen Unternehmen aufzeigen. (Homburg 2000, S. 584.) Neben diesem direkten Nutzen durch den kriteriengebundenen Vergleich mit anderen Organisationen besteht ein indirekter Nutzen, welcher aus dem kritischen Hinterfragen und Verstehen der eigenen Geschäftsabläufe während des Benchmarkingprozesses resultiert.

In der Tourismuswirtschaft werden Benchmarkingverfahren nicht nur auf privatwirtschaftlicher Ebene (z.B. Beherbergungsgewerbe, Gastronomie, Reiseveranstalter, Reisebüros) angewendet, sondern auch im öffentlichen Sektor (z.B. Tourismusmarketinggesellschaften, Fremdenverkehrsverbände) sowie für den Leistungsvergleich ganzer Destinationen (z.B. Destinations Management Monitor Austria).

4 Kombination der Instrumente BSC und Benchmarking

BSC und Benchmarking können richtig eingesetzt in Unternehmen neue Dynamik auslösen. Ein Zusammenwirken der beiden Management-Tools wird in der Regel auf die Möglichkeit der Vorgabe von Zielwerten bei der Erstellung und Überarbeitung einer BSC mit Hilfe des Benchmarking fokussiert. Empfohlen wird, von anderen Unternehmen realisierte Ist-Werte als Zielwerte auf das eigene Unternehmen, eventuell unter Berücksichtigung unternehmensindividueller Rahmenbedingungen, zu

übertragen. (Horváth & Partner 2001, S. 213 ff.; Ehrmann 2000, S. 90; Gehringer / Michel 2000, S. 50 ff.)

Eine differenzierte Betrachtung zeigt jedoch, dass es weitere Ansatzpunkte für ein Zusammenspiel der beiden Management-Tools gibt. Obwohl jede BSC ein Unikat ist, lassen sich aus ihr Schlüsselindikatoren erarbeiten, die vergleichbar sind. Dadurch wird nicht nur die Betrachtung der Ausgeglichenheit zwischen den vier Perspektiven innerhalb der BSC ermöglicht, sondern ebenso der Vergleich mit anderen Unternehmen. Die BSC kann somit unmittelbar zum Benchmarking herangezogen werden. (Bandow 2005) Eine Kombination der BSC mit einer vergleichenden Wirtschaftlichkeitsanalyse (Benchmarking) hat sich z.B. bei der Siemens Building Technology Landis & Staefa Division bewährt.

Voraussetzung für die Nutzung der BSC zum Benchmarking ist, dass die am Benchmarking-Projekt beteiligten Organisationen eine BSC mit zumindest ähnlichen Zielen und gleichen Kennzahlen verwenden. Eine Übereinstimmung in den Maßnahmen ist dagegen nicht notwendig bzw. gar nicht sinnvoll. (ebenda 2005)

Dieser Gedankengang lässt sich wie folgt grafisch darstellen:

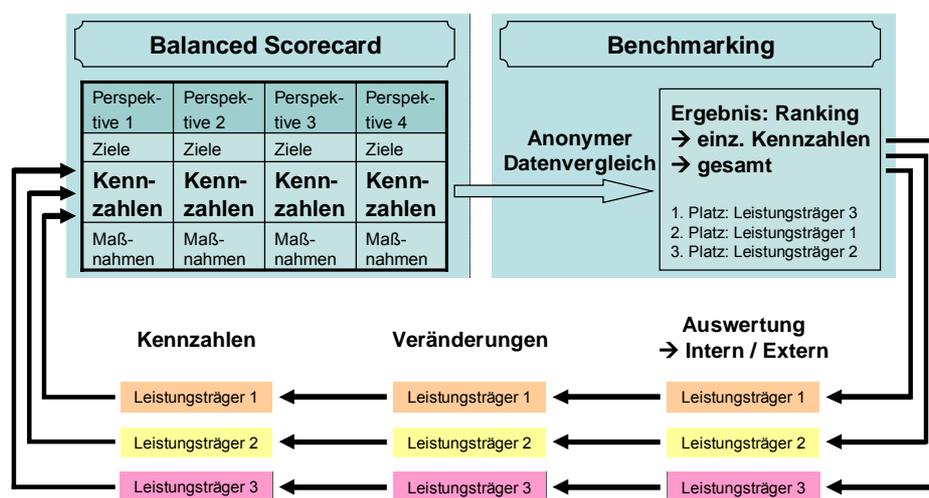


Abbildung 3: Das Zusammenwirken von BSC und Benchmarking
(Quelle: eigene Darstellung)

Die Voraussetzung der Verwendung ähnlicher Ziele und gleicher Kennzahlen kann dadurch erfüllt werden, dass die Leistungsträger wie in Abbildung 2 dargestellt zu Gruppen zusammengefasst werden. Jede Leistungsträgergruppe setzt ihre eigenen Ziel- und Kennzahlenprioritäten und erarbeitet auf diese Art eine Standard-BSC. Das individuelle Ergänzen der BSC durch die einzelnen Leistungsträger (flexible Zonen) muss dabei nicht ausgeschlossen sein. Sofern die Kennzahlen übereinstimmen ist ein Benchmarking auch zwischen den Leistungsträgergruppen nicht ausgeschlossen, da im Sinne des Benchmarking auch branchenfremde Unternehmen für bestimmte Bereiche / Abläufe Best Practice sein können.

Damit Einflussfaktoren wie Betriebsart und Betriebsgröße nicht den Vergleich verfälschen, ist eine möglichst hierarchische und funktionale Vergleichbarkeit der zu Leistungsträger z.B. durch eine Kategorisierung zu gewährleisten.

5 Status quo der Umsetzung in der Destination Harz

Die oben aufgeführten Ansätze für ein strategisches Destinationsmanagement wurden innerhalb eines InnoRegion Verbundprojektes: „Wirtschaftswissenschaftliche Evaluation und Steuerung der Produkt- und Strategieimplementierung zum barrierefreien integrativen Tourismus in der Talsperrenregion am Rennsteig (Thüringen)“ erarbeitet. Auftraggeber des Projektvorhabens ist das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Ein Erfolgsfaktor des Projektes bildet die enge Kooperation mit Entscheidungs- und Leistungsträgern der Region Harz. Während zahlreicher Einzelgespräche und Workshops konnten bisher die regionale BSC sowie Leistungsträger BSCs erarbeitet werden. Die nächsten Arbeitsschritte beinhalten das Zusammenführen der beiden Ebenen sowie die Übertragung des Systems in ein interaktives IT-System.

Eine Unterstützung der zielorientierten Arbeit in der Region durch das BSC-Benchmarking-System wurde durch die regionalen Tourismusakteure als langfristige Chance für den Erfolg bewertet. Insbesondere die Festlegung gemeinsamer strategischer Ziele für die Region wurde als Schritt zu einer professionelleren Arbeitsweise von Tourismusorganisationen und Leistungsträgern gesehen.

6 Zusammenfassung

Durch die Kombination der strategischen Managementinstrumente BSC und Benchmarking in einer touristischen Region kann die destinationsweite Lern- und Innovationsfähigkeit nachhaltig untermauert werden. Das Benchmarking hilft den Leistungsträgern kontinuierlich Verbesserungspotentiale in den Kernkompetenzbereichen zu identifizieren sowie Handlungsalternativen zu entwickeln. Die verbesserte Einzelleistung unterstützt den Gesamterfolg der Region.

Das BSC-System trägt dazu bei, die Aktivitäten einzelner touristischer Leistungsträger in ihrer Wirkung auf die Region für regionale Entscheidungsträger transparent zu machen. Dies verbessert nicht nur die strategische Steuerung einer Destination sondern erlaubt gleichzeitig eine rationale Vergabe von Fördermitteln sowie die Messung des Erfolges anhand festgelegter Kriterien. Im Sinne eines Fördermittelcontrollings können Zielerreichung, Schwachstellen und Verbesserungspotenziale innerhalb der touristischen Wertschöpfungskette durch den Einsatz empirisch überprüfbarer Größen aufgezeigt werden.

Wenn die regionalen Tourismusakteure die inhaltlichen Schwerpunkte des Systems selbst definieren, werden die Stärken und Potenziale der Region konsequent zu einem individuellen zukunftsfähigen Profil ausgebaut und die Rahmenbedingungen für langfristig wettbewerbsfähige Standorte geschaffen.

Quellenverzeichnis

Bandow, G. (2005): Balanced Scorecard und Benchmarking in der Instandhaltung, von Dr.-Ing. Gerhard Bandow (Fraunhofer IML), 24.04.2005 und 02.08.2005; Download: 09.08.2005

URL: [http://www.competence-site.de/catalog.nsf/?SearchDomain&Query=\(%5BDb](http://www.competence-site.de/catalog.nsf/?SearchDomain&Query=(%5BDb)

Categories%5D%20CONTAINS%20(%22Netskill%22))%20AND%20(Gerhard
%20Bandow)&Start=1&Count=20&SearchEntry= ResultEntry&ASPID=1000

Bieger, T. (1997): Management von Destinationen und Tourismusorganisationen, 2. Auflage, München; Wien: Oldenbourg

Bleile, G. (o.J.): Neue Tourismuslandkarte „D“, Leitfaden für ein marktorientiertes Destination Management, Schriftenreihe Tourismus Heft 5, hrsg. von: Akademie für Touristik Freiburg, Freiburg

- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, DIW (1999):** Studie „Tourismus als Wirtschaftsfaktor“, Berlin
- Ehrmann, H. (2000):** Kompakt-Training Balanced Scorecard, Ludwigshafen (Rhein)
- Gehring, J. / Michel, W.J. (2000):** Frühwarnsystem Balanced Scorecard, Düsseldorf / Berlin
- Grüning, M. (2002):** Performance-Measurement-Systeme, Wiesbaden
- Horváth & Partner (Hrsg.) (2001):** Balanced Scorecard umsetzen, Stuttgart
- Homburg, C. (2000):** Benchmarking durch Data Envelopment Analysis“, Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 29. Jg., S. 583-587.
- Kaplan, R.S. / Norton, D.P. (1997):** Balanced Scorecard – Strategien erfolgreich umsetzen, Stuttgart
- Westermann, G. / Pohle, B. / Sehl, I. (2005):** Strategic Management of Tourism Regions Applying Balanced Scorecards, in: Tourism in Scientific Research, Hrg. Alejziak, W. / Winiarski, R., Kraków, Rzeszów

Brauchen wir noch eine Bundesagentur für Arbeit?

Dipl.-Betriebswirtin (FH) Susanne Burbank, Phone: ++49.3943-659-205, E-Mail: sburbank@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

Abstract

Die neu gestaltete Gesetzgebung zur Arbeitsmarktpolitik trifft auf mehr oder weniger geeignete Vollzugsstrukturen, die sich zwangsläufig in der Umsetzungsqualität und -effizienz niederschlagen. Mit Hilfe des Ansatzes des akteurzentrierten Institutionalismus in Verbindung mit einer politik-orientierten Verwaltungsanalyse werden die Disponibilität vorhandener Strukturen für die besonderen Belange der Arbeitsmarktpolitik herausgearbeitet und die Auswirkungen struktureller Trägheiten dargelegt. Die Ineffizienz wird vor allem durch die mangelnde Transparenz und die Verwaltungsstrukturen verursacht. Einer Beseitigung dieser Effizienzprobleme steht das Eigeninteresse der BA als Ganzes bzw. seiner Behördenteile entgegen. Diese Ineffizienzen sind von den Beitrags- und Steuerzahlern zu finanzieren und sind damit mitverantwortlich für die hohen Lohnnebenkosten. Eine Abschaffung der BA und die Installation von regionalen Behörden in Landeszuständigkeit würde einen effizienteren Mitteleinsatz sowie eine Senkung der Verwaltungskosten erwarten lassen.

1 Einleitung

Die neu gestaltete Gesetzgebung zur Arbeitsmarktpolitik trifft auf mehr oder weniger geeignete Vollzugsstrukturen, die sich zwangsläufig in der Umsetzungsqualität und -effizienz niederschlagen. Zwar wird der Umbau der Bundesagentur für Arbeit (BA) als eine wichtige Aufgabe angesehen und vorangetrieben – jedoch ist davon auszugehen, dass die Umgestaltung der Implementationsstrukturen vor allem nach interessenpolitischen Gesichtspunkten bzw. Eigeninteressen der beteiligten Verwaltungseinheiten erfolgt. Mit Hilfe des Ansatzes des akteurzentrierten Institutionalismus (Scharpf 2000) in Verbindung mit einer politik-orientierten Verwaltungsanalyse (Grunow 2003) werden die Disponibilität vorhandener Strukturen für die besonderen Belange der Arbeitsmarktpolitik herausgearbeitet und die Auswirkungen struktureller Trägheiten dargelegt.

Zunächst wird die BA als komplexer Akteur mit eigenen Handlungsorientierungen und Fähigkeiten analysiert. Danach werden die Problemfelder der Implementation diskutiert, die aus der Verteilung der finanziellen Ressourcen und aus der Organisationsstruktur der BA erwachsen. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse schließt die Arbeit ab.

2 Die Bundesagentur für Arbeit - ein komplexer politischer Akteur

Der von Scharpf entwickelte Ansatz des akteurzentrierten Institutionalismus charakterisiert Akteure durch ihre Handlungsorientierungen, die durch Wahrnehmungen und Präferenzen bestimmt sind, sowie ihre Fähigkeiten. Die Fähigkeiten eines Akteurs werden bestimmt durch seine Handlungsressourcen und die

ihm zugewiesenen institutionalisierten Kompetenzen und Vetorechte (vgl. Scharpf 2000, S. 95 f.)

Zunächst wird geklärt, ob die BA ein komplexer Akteur im Sinne des o. g. Ansatzes ist und ob sie eher die Eigenschaften eines korporativen oder eines kollektiven Akteurs aufweist. Danach wird versucht, die Handlungsorientierungen und Fähigkeiten der BA zu bestimmen.

2.1 Zuordnung der BA innerhalb der komplexen Akteure

Nach Scharpf können Ansammlungen von Individuen dann als komplexe Akteure behandelt werden, wenn sie zu strategischem Handeln fähig sind oder sich zumindest als Einheit betrachten lassen. Die Fähigkeit zum Handeln auf einer Ebene oberhalb des Individuums setzt interne Interaktionen voraus. Je nach Integrationsgrad der Mitglieder eines Akteurs spricht man von kollektiven bzw. korporativen Akteuren. Kollektive Akteure sind von den Präferenzen ihrer Mitglieder abhängig und werden von diesen kontrolliert (z. B. Sportverein). Korporative Akteure verfügen über ein hohes Maß an Unabhängigkeit von den Nutznießern ihres Handelns und ihre Aktivitäten werden von Arbeitnehmern ausgeführt. Typischerweise sind korporative Akteure „Top-down“-Organisationen, die von einem Eigentümer bzw. einer hierarchischen Führung kontrolliert werden. Sie können Identitäten, Ziele und Fähigkeiten haben, die nicht mit den Interessen und Präferenzen der Gruppen übereinstimmen, denen sie dienen sollen (vgl. Scharpf 2000, S. 96. ff).

Folgende Perspektiven sind zu unterscheiden: In der Außenperspektive wird davon ausgegangen, dass ein komplexer Akteur mit bestimmten Ressourcen mehr oder weniger in der Lage ist, diese Ressourcen zu strategischem Handeln einzusetzen. In der Innenperspektive wird die institutionelle Struktur betrachtet, innerhalb derer interne Akteure interagieren, um die Handlungen zu produzieren, die dem komplexen Akteur zugerechnet werden (vgl. Scharpf 2000, S. 97).

Die BA weist alle genannten Merkmale eines korporativen Akteurs auf. Sie ist zentralistisch organisiert, wird vom Vorstand geleitet und vom Verwaltungsrat überwacht (vgl. Satzung der BA). Außerdem verfügt sie über einen großen Stab von Personal. Es wird davon ausgegangen, dass die Eigeninteressen dieses Personals durch die Beamten- bzw. Dienstverhältnisse weitgehend neutralisiert sind. Ein Indiz für abweichende Interessen und Präferenzen zwischen BA und Arbeitslosen bzw. Gesellschaft sind die Image- und Akzeptanzprobleme der BA. Die der BA zugewiesenen institutionellen Kompetenzen ergeben sich vor allem aus dem SGB III und der Satzung der BA.

Intern weist die BA eine spezifische Struktur auf, die festgelegt ist durch institutionelle Regelungen im SGB III und die Satzung der BA. Dabei können die Zentrale, die Regionaldirektionen und die Agenturen für Arbeit mit ihren Geschäftsstellen jeweils als Akteure mit eingeschränkt eigenen Handlungsorientierungen und Fähigkeiten betrachtet werden.

2.2 Handlungsorientierungen und Fähigkeiten der BA

Die Handlungsorientierungen eines Akteurs können nicht direkt beobachtet werden. Daher empfiehlt Scharpf eine Zerlegung dieses komplexen Konzepts der Handlungsorientierungen in einfachere Bestandteile, die institutionell geprägt sind oder empirisch beobachtet werden können. Diese Bestandteile sind Wahrnehmungen direkt beobachtbarer Tatsachen und Präferenzen, die vor allem durch das Eigeninteresse,

normative Rollenerwartungen und Identität geprägt sind. Bei korporativen Akteuren wird von ihrer grundlegenden Präferenz für die Sicherung des Fortbestands, der Autonomie und des Wachstums der Organisation ausgegangen. Weitere Komponenten zur Beschreibung von Handlungsorientierungen können von Bedeutung sein, lassen sich aber nur schwer bestimmen (vgl. Scharpf 2000, S. 110 ff.).

Für die BA spielen neben dem Eigeninteresse die normativen Vorgaben des SGB III eine wichtige Rolle. Konflikte zwischen Handlungsoptionen, die das Eigeninteresse nahe legt und normativen Zielen sind möglich und wahrscheinlich. Zur Lösung solcher Entscheidungsprobleme können Akteure eine eigene Identität herausbilden indem sie eigene Interessen und Normen definieren und dabei spezifische Aspekte des Eigeninteresses und der normativen Regeln selektiv hervorheben (vgl. Scharpf 2000, S. 119). Ein Beispiel hierfür sind die internen Zielvereinbarungen der einzelnen Agenturen für Arbeit sowie Anweisungen von Führungskräften⁶.

Ein Akteur kann seine Handlungsorientierungen nur dann durchsetzen, wenn er über entsprechende Fähigkeiten bzw. Handlungsressourcen verfügt. Als Handlungsressourcen kommen finanzielle, personelle und infrastrukturelle Ressourcen sowie Kapazitäten zur Informationsverarbeitung in Frage. Der Haushaltsplan der BA für das Jahr 2005 sieht Einnahmen von knapp 58 Mrd. € und Ausgaben in gleicher Höhe vor. An personellen Ressourcen hat die BA für das Jahr 2005 einen Bedarf im Haushaltsplan von 90.645 Stellen berücksichtigt. Im Jahr 2004 betrug die Anzahl der Stellen nur 85.649. Infrastruktur in Form von technischer und räumlicher Ausstattung steht den ca. 900 Dienststellen zur Verfügung. Es gibt 180 Agenturen für Arbeit mit ca. 660 Geschäftsstellen, 10 Regionaldirektionen auf Landesebene, 57 besondere Dienststellen sowie die Zentrale in Nürnberg (vgl. Dienststellenverzeichnis der BA). Nicht zu unterschätzen sind die Informationsverarbeitungskapazitäten, die der BA vor allem durch ihr Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung zur Verfügung stehen.

Für die interne Interaktion innerhalb der BA spielen die institutionellen Kompetenzen der Zentrale und der Regionaldirektionen aufgrund gesetzlicher Normen im SGB III sowie Festlegungen in der Satzung der BA eine wichtige Rolle.

Aufgrund dieser Feststellungen kann man annehmen, dass die BA sich bei Handlungsalternativen für diejenige Alternative entscheiden wird, die zur Mehrung ihrer Ressourcen führt, denn eine Ausweitung der Ressourcen führt meist zu einer Verbesserung der Fähigkeiten. Mit verbesserten Fähigkeiten wäre die BA wiederum in der Lage, ihre Handlungsorientierungen besser durchzusetzen.

3 Diskussion der Problemfelder der Implementation

Nachfolgend sollen zwei wichtige Problemfelder, die bei der Implementation der Verwaltungsprogramme zur Arbeitsmarktpolitik eine Rolle spielen, näher betrachtet werden. Zum einen setzt die Zuordnung der finanziellen Ressourcen Anreize, die gesamtgesellschaftlich nicht gewünscht sind; zum anderen verursacht das zentrale vertikale Arrangement der Verwaltungsbehörden Implementationsprobleme.

⁶ Die Einhaltung des geplanten Budgets wird von der BA als eines der wichtigsten Ziele angesehen. In dem Papier „Maßnahmen des Arbeitsamtes Magdeburg zur Sicherung des zuschussfreien Haushalts“ vom 15.04.2003 werden z. B. Ungleichbehandlungen von Arbeitslosen aufgrund ihrer Restanspruchsdauer auf Arbeitslosengeld und dessen Höhe angeordnet.

3.1 Zuordnung der finanziellen Ressourcen

Die BA verfügt über einen Haushaltsplan, der vom Vorstand aufzustellen und durch die Bundesregierung zu genehmigen ist (§ 71 a SGB IV). Die für die Ermessensleistungen der aktiven Arbeitsförderung veranschlagten Mittel werden in einem Eingliederungstitel zusammengefasst und den Agenturen für Arbeit zur Bewirtschaftung zugewiesen (§ 71b SGB IV). Laut Haushaltsplan der BA für 2005 beträgt dieser Eingliederungstitel jedoch nur 4,4 Mrd. €. Das entspricht 7,6 % der Gesamtausgaben in 2005. Dies bedeutet, dass 92,4 % der Ausgaben nicht durch die Agenturen für Arbeit bewirtschaftet werden. Es stellt sich die Frage, warum den Agenturen für Arbeit nicht ein Budget zur Verfügung gestellt wird, das die gesamten, in ihren Zuständigkeitsbereich fallenden Ausgaben und Einnahmen umfasst. Sicher ist, dass eine vollständige Budgetierung der Agenturen für Arbeit (einschließlich aller Einnahmen und Ausgaben) zu mehr Transparenz führen würde. Eine Steigerung der Transparenz legte jedoch die Ineffizienzen des Systems offen, was dazu führen könnte, dass sich politische Mehrheiten für die Abschaffung der BA fänden. Die gesamte BA hat daran natürlich kein Interesse und nutzt ihre Fähigkeiten, um die Intransparenz zu erhalten.

Außerdem würde durch die vollständige Budgetierung die Autonomie der Agenturen für Arbeit zu- und die der Zentrale abnehmen. Dies liegt jedoch nicht im Interesse der Zentrale, da ihre Handlungsorientierung darauf gerichtet ist, ihre eigene Autonomie zu erhalten bzw. zu mehren. Durch institutionelle Regelungen besitzt die Zentrale die Fähigkeit, ihre Interessen durchzusetzen.

Weiterhin ist festzustellen, dass die Zahlungen für das Arbeitslosengeld II aus dem Bundeshaushalt geleistet werden und damit den Haushalt der BA nicht belasten. Somit wird sich die BA bei Vermittlung und aktiver Arbeitsmarktpolitik auf Empfänger von Arbeitslosengeld mit einem hohen Restanspruch konzentrieren. Ist der Restanspruch auf Arbeitslosengeld gering oder besteht kein Anspruch mehr, ist eine Vermittlung für die BA nur dann interessant, wenn kein Arbeitsloser mit hohem Restanspruch zur Vermittlung zur Verfügung steht. Es stehen ihr durch diese Handlungsweise mehr finanzielle Ressourcen zur Verfügung, die wiederum ihre Fähigkeiten zur Durchsetzung ihrer Interessen erhöhen. Bei der Vermittlung eines Arbeitslosengeld II-Empfängers tritt dieser Effekt nicht ein. Der Aussteuerungsbetrag nach § 46 SGB II verstärkt diesen Anreiz noch⁷. Volkswirtschaftlich sinnvoll wäre es jedoch, denjenigen zu vermitteln, bei dem die Kostenentlastung für die Gesamtgesellschaft am größten ist. Außerdem benachteiligt eine Konzentration auf Menschen mit erst geringer Arbeitslosendauer Langzeitarbeitslose und andere Problemgruppen des Arbeitsmarktes.

3.2 Organisationsstruktur

Die BA weist ein zentrales vertikales Arrangement mit dezentrierten Verwaltungsbehörden auf (Agenturen für Arbeit bzw. deren Geschäftsstellen). Diese Organisationsform erschwert die Kooperation zwischen den regional tätigen Behörden, da der Instanzenweg über die übergeordneten Behörden einzuhalten ist, um eine Autorisierung der Zusammenarbeit zu erreichen. Dies spielt insbesondere bei der Suche nach neuen Wegen der Arbeitsförderung eine Rolle. Wenn nicht die

⁷ Die BA entrichtet vierteljährig einen bestimmten Betrag an den Bund für jeden Hilfebedürftigen, der nach dem Auslaufen seines Versicherungsanspruchs auf Arbeitslosengeld II Arbeitslosengeld II bezieht.

gemeinsame übergeordnete Behörde ein Projekt für den jeweiligen Fall bestimmt, ist eine Kooperation eher nicht zu erwarten. Als Ursache dafür kann wieder die Ressourcenbindung (vor allem auch personelle Ressourcen) angeführt werden. Werden die Ziele einer der Behörden durch die Zusammenarbeit nicht stark genug berücksichtigt, wird sie keine Ressourcen zur Verfügung stellen; es sei denn, die Kooperation wird durch eine übergeordnete Stelle angewiesen.

Durch die Zentralisation wird die Implementation der Verwaltungsprogramme in den einzelnen Regionen Deutschlands vereinheitlicht. Die Anpassung der Implementation an die örtlichen Verhältnisse wird damit erschwert. Zwar wird versucht, dieses Problem abzumildern durch die räumliche Untergliederung der Verwaltungsbehörden (Dekonzentration) in Verbindung mit der Budgetierung – aber die Entscheidungsgrundlagen der Agenturen für Arbeit können durch Anordnungsermächtigungen von der Zentrale bestimmt werden.

Deutschland weist starke regionale Unterschiede in Bezug auf die Arbeitslosigkeit und die Wirtschaftsstruktur auf (vgl. Miegel, Wahl 2001, S. 119 sowie die aktuellen Arbeitslosenquoten). Es stellt sich die Frage, ob eine Einheitlichkeit der Implementation unter diesen Bedingungen sinnvoll ist. Eine größere Autonomie der regionalen Behörden könnte nach Auffassung der Verfasserin die Implementation wesentlich verbessern. Jedoch wird, wie oben bereits beschrieben, eine solche Autonomie von der Zentrale nicht gewünscht.

Die Betrachtung zeigt, dass Ineffizienz in der BA vor allem durch die mangelnde Transparenz und die Verwaltungsstrukturen verursacht wird. Einer Beseitigung dieser Effizienzprobleme steht das Eigeninteresse der BA als Ganzes oder seiner Behördenteile entgegen. Diese Ineffizienzen sind von den Beitrags- und Steuerzahlern zu finanzieren und sind damit mitverantwortlich für die hohen Lohnnebenkosten.

Die hier beschriebenen Probleme könnten größtenteils gelöst werden durch die Abschaffung der BA und die Installation von regionalen Behörden in Landeszuständigkeit. Durch die neuen Implementationsstrukturen sind ein effizienterer Mitteleinsatz sowie eine Senkung der Verwaltungskosten zu erwarten.

Dieser Vorschlag dürfte aber an den Machtkalkülen des Bundes scheitern, da er durch die Übertragung von Befugnissen an die Länder an Einfluss einbüßen würde (vgl. hierzu auch Miegel 2002, S. 280). Denn auch der Bund als komplexer Akteur weist die Handlungsorientierung zur Erhaltung seiner Autonomie auf. Außerdem verfügt er durch seine Kompetenzen bei der Gesetzgebung über die Fähigkeit, seine Interessen zu verfolgen.

4 Zusammenfassung

Die BA erscheint nicht geeignet, das Problem der Arbeitslosigkeit zu lösen da sie selbst Teil des Problems ist. Durch über Jahrzehnte gewachsene Verwaltungsstrukturen und mangelnde Transparenz ist in dieser riesigen Behörde Ineffizienz zementiert. Das Eigeninteresse der Behörde führt zur Erhaltung dieser Strukturen

Diese Ineffizienzen sind von den Beitrags- und Steuerzahlern zu finanzieren; sie sind mitverantwortlich für die hohen Lohnnebenkosten. Durch eine radikale Neugestaltung der Arbeitsmarktpolitik mit völlig neuen Implementationsstrukturen ist eine Senkung der Verwaltungskosten und damit der Lohnnebenkosten zu erwarten. Durch die Senkung der Lohnnebenkosten verbilligte sich der Produktionsfaktor Arbeit was

wiederum zu einer steigenden Nachfrage nach Arbeitskräften führte. Ein Rückgang der Arbeitslosigkeit wäre die Folge.

5 Quellenangaben

Gedruckte Quellen:

Grunow, Dieter 2003: Der Ansatz der politikfeldbezogenen Verwaltungsanalyse. In: Grunow, Dieter (Hg.): Verwaltungshandeln in Politikfeldern. Opladen, S. 15-59

Miegel, Meinhard 2002: Die deformierte Gesellschaft – Wie die Deutschen ihre Wirklichkeit verdrängen. 10. Auflage, Berlin, München,

Miegel, Meinhard; Wahl, Stefanie 2001: Arbeitslosigkeit in Deutschland – Phantom und Wirklichkeit. München

Scharpf, Fritz W. 2000: Interaktionsformen – Akteurzentrierter Institutionalismus in der Politikforschung. Opladen

Weitere Quellen:

Dienststellenverzeichnis der Bundesagentur für Arbeit, Stand 01.06.2004,

Haushaltsplan der Bundesagentur für Arbeit für das Haushaltsjahr 2005

Satzung der Bundesanstalt für Arbeit (BA) vom 14. November 2002 (BAnz. S. 5082; ANBA 2003 S. 348)

SGB II: Sozialgesetzbuch Zweites Buch – Grundsicherung für Arbeitsuchende, Artikel 1 des Gesetzes vom 24. Dezember 2003 (BGBl. I S. 2934), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. August 2005 (BGBl. I S. 2407)

SGB III: Sozialgesetzbuch Drittes Buch – Arbeitsförderung, vom 24. März 1997 (BGBl. I S. 594, ber. BGBl. 2002 I S. 1542), zuletzt geändert durch Art. 1 Zweites Dienstleistungs-Modernisierungsg v. 23.12.2002 (BGBl. I S. 4621)

SGB IV: Sozialgesetzbuch Viertes Buch – Gemeinsame Vorschriften für die Sozialversicherung, vom 23. Dezember 1976 (BGBl. I S. 3845), zuletzt geändert durch Gesetz vom 23.12.2002 (BGBl. I S. 4621)

www.arbeitsagentur.de

Ziel- und wirkungsorientierte Steuerung – ein Konzept für die Verwaltungsreform in Deutschland?

Stefan Schneider, Phone: ++49.3943-659-289, Fax: ++49.3943-659-289, E-Mail: sschneider@hs-harz.de, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das vorliegende Dokument fasst die Ergebnisse einer Arbeit zur Ziel- und Wirkungsorientierung als Aspekt des aktuellen Reformprozesses in der öffentlichen Verwaltung in Deutschland im Sinne einer Bestandsaufnahme zusammen. Dabei wurde die Frage untersucht: Ist die ziel- und wirkungsorientierte Steuerung ein geeignetes Konzept für die Verwaltungsreform in Deutschland?

Das neue Verständnis der Verwaltung als Dienstleister für den Bürger, die Optimierung interner Abläufe und der Einsatz betriebswirtschaftlicher Instrumente zur Unterstützung von Entscheidungen sind wesentliche Merkmale des Neuen Steuerungsmodells in Deutschland. Die Umsetzung entsprechender Prinzipien soll helfen, das Verwaltungshandeln effektiver und effizienter zu gestalten. Auf Grund der angespannten Situation öffentlicher Haushalte wurde der Schwerpunkt dabei jedoch allzu häufig in der Senkung der Kosten gesehen. Durch die einseitige Orientierung an Effizienzkriterien konnten zwar schnelle Erfolge nachgewiesen werden, die Veränderungen blieben jedoch meist auf interne Aspekte des Verwaltungsapparates beschränkt. Durch den Aufbau entsprechender Instrumente konnte die operative Ebene gestärkt werden. Die Verbesserung der normativ-strategischen Steuerung durch die Politik wurde dabei jedoch vernachlässigt. Mittlerweile ist die ursprüngliche Begeisterung für die Reformvorhaben gedämpft und weicht einer gewissen Ernüchterung.⁸ Die folgenden zentralen Schwachpunkte werden als Ursache für die zunehmende Reformmüdigkeit in Deutschland angesehen:⁹

- **Produktbürokratie**
Durch die häufig in mechanistischer und sehr detaillierter Form erarbeiteten Produktkataloge und –beschreibungen bildete sich eine neue Form der Bürokratie heraus, die die Reformbemühungen erschwert.
- **Vernachlässigung der strategischen Perspektive**
Im Mittelpunkt der Modernisierungsansätze stand überwiegend das operative Geschäft, verbunden mit Effizienz Gesichtspunkten. Die Wirksamkeit und Effektivität politischer Entscheidungen als Erkenntnisobjekte eines strategischen Managements wurden hingegen vernachlässigt.
- **Verhältnis von Politik und Verwaltung**
Es fehlt bisher eine Neudefinition des Verhältnisses zwischen Politik und Verwaltung, verbunden mit einer Trennung von strategischer Steuerung durch die

8 Vgl. Hofmeister, 2003, S. 12 f.

9 Vgl. Bühler, 2002, S. 273

Politik (Was ist zu tun?) und der operativen Aufgabenerfüllung und Zielerreichung durch die Verwaltung (Wie ist etwas zu tun?).

Nach dem ursprünglichen Reformmodell soll die Neue Steuerung bei der Politik beginnen. Durch die Vorgabe eines Handlungsrahmens liefert diese demnach die Grundlage für Zielvereinbarungen mit der Verwaltung. Dies ist auch eine Voraussetzung für die Flexibilisierung des Haushaltvollzugs und für eine dezentrale Ressourcenverantwortung.¹⁰ Ausgehend von diesem Ansatz rücken entgegen der aktuellen Praxis der Effektivitätsgedanke und damit die strategische Perspektive des Verwaltungshandelns in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Für die Politik sind die Produkte bzw. der Output der Verwaltung nicht die entscheidende Größe. Ihr Interesse gilt dem Erreichen bzw. Nichterreichen politischer Ziele auf der Grundlage der Wirkungen des Verwaltungshandelns.¹¹

2 Forschungsleitende Fragestellungen

Die vorgestellte Arbeit legt die wesentlichen definitorischen Grundlagen für eine systematische Hinwendung zu den politischen Zielen bzw. Outcomes als zentrale Steuerungsgrundlage und stellt die Begriffe Ziele, Wirkungen und Effektivität in einen Zusammenhang mit der gegenwärtigen politischen und administrativen Praxis. Bisherige Ansätze der neuen Verwaltungssteuerung wurden hinsichtlich ihrer Ziel- bzw. Wirkungsorientierung analysiert. Ziel der Untersuchung war neben einer klaren Abgrenzung relevanter Begriffe, die Schaffung eines einheitlichen Verständnisses des Status Quo als Grundlage für weitere Betrachtungen sowie die Ermittlung des gegenwärtigen Entwicklungsbedarfs.

Im Vordergrund standen dabei insbesondere die Fragestellungen:

- Welche Rolle spielen Ziele und Wirkungen für die Steuerung von Organisationen, insbesondere von Verwaltungen?
- Wie werden Ziele und Wirkungen öffentlicher Aufgabenerfüllung im Rahmen des Neuen Steuerungsmodells berücksichtigt?
- Welche Bedeutung hat die Orientierung an Zielen und Wirkungen in der Reformpraxis der öffentlichen Verwaltung in Deutschland?

Untersuchungsgegenstand waren die Reformprojekte in den Städten Berlin, Bremen und Hamburg. Die drei Stadtstaaten arbeiten seit einigen Jahren an der Verbesserung ihrer administrativen Strukturen und Abläufe und können bereits von ersten Teilerfolgen und Praxiserfahrungen berichten, aber auch auf Misserfolge zurückschauen. Auf Grund ihrer besonderen Stellung im föderalen System der Bundesrepublik verschwimmen hier die Grenzen zwischen kommunalen Aspekten und landespolitischen Erfordernissen. Für eine Untersuchung werden sie dadurch besonders interessant, da sich einzelne Erkenntnisse in einen kommunalen Kontext,

10 Vgl. Klages, 2003, S. 6

11 Vgl. Bühler, 2002, S. 275

aber auch auf das politisch-administrative System der Bundesländer transferieren lassen.¹²

3 Methodisches Vorgehen

Ausgehend von den theoretischen Grundlagen des Neuen Steuerungsmodells wurden in einem ersten Schritt Kriterien erarbeitet, die im Rahmen der Untersuchung für die Beurteilung ausgewählter Reformvorhaben herangezogen werden sollten.

- Formulierung und Vereinbarung von Zielen in einem Zielsystem
Klare Ziele sind eine entscheidende Voraussetzung für ziel- bzw. wirkungsorientierte Steuerung. Enthält das zu untersuchende Reformkonzept entsprechende Ansätze zur Formulierung strategischer Ziele und zu deren Operationalisierung?
- Festlegung relevanter Wirkungen/ Ergebnisse
Für die Beurteilung des Handlungserfolges ist die Untersuchung der beabsichtigten und unbeabsichtigten Wirkungen von Aktivitäten notwendig. Wie werden diese in der Praxis ermittelt und als Steuerungsgröße definiert?
- Verknüpfung von Zielen und Wirkungen
Die Ermittlung der Effektivität des Verwaltungshandelns kann nur erfolgen, wenn Ziele und Wirkungen in einen kausalen Zusammenhang gebracht werden. Welche Ansätze kommen dabei in der Praxis zum Einsatz?
- Verknüpfung mit Produkten
Für die betriebswirtschaftliche Steuerung ist auch die Betrachtung von Effizienzgrößen von Bedeutung. Hierzu ist eine Verknüpfung der eigentlichen Verwaltungsleistungen, die in der Regel in Form von Produkten definiert sind, mit den dadurch realisierten Wirkungen notwendig. Dadurch wird auch die Zuordnung von Kosteninformationen zu den Wirkungsgrößen möglich. Wird dies in der Praxis umgesetzt und wie wird dabei verfahren?
- Evaluierung und Kontrolle von Output- und/ oder Outcome-Größen
Neben der Definition der relevanten Steuerungsgrößen ist es notwendig, dass die benötigten Daten in geeigneter Form und in entsprechender Detaillierung vorliegen. Enthalten die zu untersuchenden Konzepte Aussagen, wie die Steuerungsgrößen zu erheben und zu bewerten sind?
- Rückkopplung in den Zielfindungsprozess
Die Erkenntnisse aus dem Abgleich zwischen Ziel- und Wirkungsgrößen sollen im Rahmen des Managementprozesses Eingang in die Planung zukünftiger Aktivitäten finden. Nur wenn dies in der Praxis auch tatsächlich geschieht, kann die Ziel- und Wirkungsorientierung zu einer verbesserten Verwaltungssteuerung beitragen. Werden die vorliegenden Konzepte diesem Anspruch gerecht?

12 Vgl. Prigge, Rolf/ Prange, Martin/ Bovenschulte, Andreas, 1999, S. 1 f.

Im Anschluss an die Definition der Analysekriterien wurden zu den betrachteten Reformprojekten veröffentlichte Dokumente analysiert und ihre Aussagen zu den einzelnen Untersuchungskriterien erfasst. Der so gewonnene Überblick über die Reformaktivitäten bildet die Grundlage für die Beantwortung der eingangs dargestellten Forschungsfragen.

4 Bisherige Erkenntnisse

Die Analyse der Reformansätze in den drei Stadtstaaten hat gezeigt, dass die Bedeutung von Zielen und Wirkungen für die Steuerung von Verwaltungen erkannt wurde. Insbesondere in Berlin, aber auch in Bremen wurde die ziel- und wirkungsorientierte Verwaltungssteuerung als das anzustrebende Reformkonzept festgelegt. Die Freie und Hansestadt Hamburg ist da noch zurückhaltender. Der hohe Aufwand für die Erfassung der notwendigen Daten sowie die Komplexität von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, die nur schwer im Modell abbildbar sind, werden als Argumente gegen den hier betrachteten Ansatz vorgebracht.

Die Möglichkeiten der praktischen Umsetzung ziel- und wirkungsorientierter Steuerungsinstrumente wurden in Berlin im Rahmen des Pilotprojektes IdA erprobt. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Festlegung von Zielen, die Ermittlung relevanter Wirkungen und die Steuerung auf dieser Grundlage sehr wohl möglich sind. Die Erkenntnisse fließen nun in ein Konzept ein, dass die Ausweitung der ziel- und wirkungsorientierten Steuerung auf andere Bereiche der Berliner Verwaltung ermöglichen soll.

In der Freien Hansestadt Bremen konnten zwar noch keine so umfassenden Erfahrungen in einem Pilotprojekt gesammelt werden, trotzdem wird auch hier an einer verwaltungsübergreifenden Einführungsstrategie gearbeitet. Die Grundlagen für die koordinierte Entwicklung zentraler und dezentraler Steuerungsansätze sollen die überarbeiteten Entscheidungsvorlagen sowie Arbeitshilfen, z. B. zur Ermittlung und Festlegung von Zielen und Wirkungen, bilden.

Die technischen Voraussetzungen für die ziel- und wirkungsorientierte Steuerung sind zumindest in der Bundeshauptstadt Berlin sowie in der Freien und Hansestadt Hamburg erfüllt. Die IT-Verfahren liefern bereits wesentliche Steuerungsinformationen, z. B. Kosten einzelner Verwaltungsleistungen bzw. Produkte und können in der Regel bei sich änderndem Informationsbedarf angepasst bzw. ergänzt werden. In Bremen wird dagegen in einigen Bereichen auf die Einführung einer Kosten- und Leistungsrechnung verzichtet. Diese soll jedoch auch bei der ziel- und wirkungsorientierten Steuerung ganz entscheidende Daten liefern. Die fehlende Datengrundlage könnte in späteren Phasen des Reformprozesses zu Verzögerungen führen, wenn etwa die Systeme nachträglich installiert werden müssten.

Alle drei Städte sind mit ihren Reformprojekten richtungweisend in Deutschland. Zwei davon wollen mit ihren Steuerungskonzepten zukünftig verstärkt auf die Wirkungen politischer Entscheidungen und administrativer Handlungen referenzieren. Trotzdem verharren sie weiterhin bei einer auf das operative Geschehen in den Verwaltungen begrenzten Steuerungsphilosophie. Die grundsätzliche Rollenverteilung zwischen Politik und Verwaltung bleibt weiter so diffus wie bisher. Dezentralisierungsansätze, die die Fach- und Ressourcenverantwortung zusammenführen, verbessern die

Flexibilität auf der Ausführungsebene und sind die Grundlage für operative Effizienz. Strategische Entscheidungen, die die Effektivität des Verwaltungshandelns an sich betreffen, werden davon kaum berührt.

Als möglicher Ansatz wurde in diesem Zusammenhang oft die Trennung in Strategie und Ausführung diskutiert. Diese ist in der politisch-administrativen Praxis nicht umsetzbar, da die Politik bei ihren Entscheidungen stets auf die fachliche Unterstützung der Verwaltung angewiesen ist. Gleichzeitig legitimieren erst die Vorgaben der Politik das Verwaltungshandeln. Wenn also keine strikte Trennung möglich ist, so ist zumindest eine klare Definition der Zusammenarbeit zwischen Politik und Verwaltung notwendig. Das zentrale Grundmodell für die strategisch/wirkungsorientierte Steuerung des Konzerns Bremen könnte hier geeignete Ansätze liefern.

5 Fazit und Ausblick

Ziel- und wirkungsorientierte Aspekte sind wesentliche Bestandteile aktueller Reformkonzepte der öffentlichen Verwaltung in Deutschland. In der Praxis kann eine Fokussierung auf die genannten Steuerungsgrößen beobachtet werden, die Umsetzung entsprechender Konzepte steht jedoch noch an ihrem Anfang. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass mit der ziel- und wirkungsorientierten Steuerung ein Ansatz vorliegt, der der Verwaltungsreform in Deutschland neue Impulse gibt und den Verwaltungen zusätzliche Steuerungsmöglichkeiten eröffnet.

Die Analyse der Reformkonzepte in den Städten Berlin, Bremen und Hamburg hat jedoch auch gezeigt, dass der Einsatz der ziel- und wirkungsorientierten Steuerung nicht überall gleichermaßen angestrebt wird. Kritische Faktoren bilden dabei die Definition von Zielen und Wirkungen sowie der Aufwand für die Erhebung der relevanten Steuerungsinformationen. Hier gilt es, geeignete Umsetzungsvarianten zu entwickeln, die den Aufwand begrenzen und trotzdem die Basis für Steuerungsentscheidungen liefern können.

Die vorliegende Untersuchung bestätigt, dass bei der Konzeption von ziel- und wirkungsorientierten Steuerungsinstrumenten meist auf den vorhandenen Produktkatalogen aufgebaut wird. Dadurch besteht die Gefahr, dass die Ziele und Wirkungen „passend“ zu den aktuellen Leistungen gebildet werden, ohne dass eine kritische Analyse der Aufgaben erfolgt. Dem theoretischen Ansatz entsprechend sollte eher von den Zielen und den zu deren Erreichung notwendigen Wirkungen ausgegangen werden. Erst in einem weiteren Schritt werden dann die relevanten Maßnahmen bzw. Produkte abgeleitet. In der Praxis kann ein solches Vorgehen jedoch zu Akzeptanzproblemen bei den Beschäftigten führen, da diese prinzipiell mit dem Wegfall ihrer aktuellen Aufgabe, verbunden mit entsprechenden Veränderungen, rechnen müssten. Der Erfolg der ziel- und wirkungsorientierten Verwaltungssteuerung hängt demzufolge maßgeblich von der Wahl einer geeigneten Umsetzungsstrategie ab.

Sowohl in Berlin, als auch in Bremen erfolgt eine Ergänzung der Produktkataloge um die Ebene der Ziele, so dass eine Kostenzuordnung möglich wird. Es besteht dabei jedoch die Gefahr, dass die aktuellen Konzepte den systematischen Fehler der KLR-

Systeme der Vergangenheit fortsetzen. Häufig wurde die Leistungsseite zwar in Form von Kostenträgern abgebildet, ohne dass jedoch tatsächlich Leistungsinformationen erhoben und zugeordnet wurden. Von besonderem Interesse ist deshalb die Abbildung und Messung der Wirkungen des politischen und administrativen Handelns.

Ein Ergebnis der vorgestellten Arbeit ist auch die Erkenntnis, dass die ziel- und wirkungsorientierte Steuerung stets in ein umfassendes strategisches Managementsystem eingebunden werden muss, damit die relevanten Steuerungsinformationen in einem geeigneten Sachzusammenhang betrachtet werden können. Hier gilt es ein geeignetes Instrumentarium zu entwickeln, das die Vielzahl verschiedener Informationen systematisiert, empfängergerecht aufbereitet und die Möglichkeit bietet, bei Entscheidungen verschiedene Perspektiven einer Organisation, neben den Finanzdaten z. B. auch Informationen zu Kunden oder Zielgruppen, mit einzubeziehen.

Die dargestellten Erkenntnisse bilden den Ausgangspunkt für das Dissertationsvorhaben des Autors, welches differenzierter auf die Möglichkeiten und Grenzen der wirkungsorientierten Verwaltungssteuerung im kommunalen Kontext eingeht. Die vollständige Arbeit einschließlich einem umfassenden Literatur- und Quellennachweis sowie weitere Informationen zum Thema, insbesondere zum Stand des Dissertationsvorhabens, werden vom Autor bei Interesse zur Verfügung gestellt.

Literatur

- Bühler, Bernd M.: Von Outputs zu Outcomes – Internationale Erfahrungen mit outcome-orientierter Steuerung, in: Verwaltung und Management – Zeitschrift für allgemeine Verwaltung, 8. Jg. (2002), Heft 5, S. 273-278.
- Hofmeister, Albert: Die Politik stärker für die Verwaltungsreform gewinnen – Thesen zur Zusammenführung von Politik und Verwaltung, in: Innovative Verwaltung, Heft 1-2/ 2003, S. 12-15.
- Klages, Helmut: Nachhaltige Verwaltungsmodernisierung – Eine Bilanz nach zwölf Jahren Neuer Steuerung, in: Verwaltung und Management – Zeitschrift für allgemeine Verwaltung, 9. Jg. (2003), Heft 1, S. 4-12.
- Prigge, Rolf/ Prange, Martin/ Bovenschulte, Andreas: Die Stadtstaaten im Modernisierungsfieber?: Bedingungen und Strategien der Modernisierung in Berlin, Hamburg und Bremen, PraxisReihe VerwaltungsReform, Band 4, Bremen, Boston: Kellner, 1999.

Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen

Psychologische Erfordernisse in der Betreuungspraxis von Kleinstkindern

Dipl.- Reha-Psych. Sophie Müller-Bauer, E-Mail: sophiem-b@web.de

Einleitung

Den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit stellen die aktuellen sozialpolitischen Forderungen nach bedarfsgerechten Angeboten für die Betreuung von unter Dreijährigen dar. Sie führten zu einer Auseinandersetzung mit den Erfordernissen in einer öffentlichen Betreuungspraxis, die eine optimale Entwicklung von Kleinst- und Kleinkindern gewährleisten soll.

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Die kleinkindpädagogische Perspektive

Aus kleinkindpädagogischer Perspektive handelt die Erzieherin nach einem professionellen Leitbild, welches ihre sozialen Kompetenzen widerspiegelt. Über Beobachtungen beurteilt sie, ob und welche Unterstützung die Kinder benötigen und setzt diese dann in Form von Impulsen ein. Dabei schafft sie Rahmenbedingungen, die den Kindern eigene Aktivität und Erkundung ermöglichen und gewährt dem einzelnen Kind individuelle Freiräume.

1.2 Die entwicklungspsychologische Perspektive

Betrachtet man nun die entwicklungspsychologische Perspektive wird deutlich, dass sie auf dieselben Anforderungen abzielt. Die Psychologie der Frühen Kindheit beurteilt dyadische Interaktionsstrukturen des Kleinstkindes mit seiner Erzieherin als wesentliche Voraussetzung für die Entstehung und Aufrechterhaltung optimaler Erzieherin-Kind-Interaktionen. Innerhalb dieser Interaktionen, in denen die Erzieherin prompt auf die Signale des Kleinstkindes reagiert, macht es die Erfahrung, dass seine Handlungen bei der Erzieherin etwas bewirken. Die somit gebildeten Kontingenzen spielen eine entscheidende Rolle bei der emotionalen Regulation. Kleinstkinder sind dabei noch stark auf die Unterstützung der Bezugsperson angewiesen, die sensitiv auf ihre Bedürfnisse und Signale reagiert und damit ein Gefühl von Vorhersagbarkeit und Kontrollierbarkeit der Emotionen vermittelt. Die Erzieherin-Kind-Beziehung hat dabei eine sicherheitsgebende Funktion, die dem Kind in unsicheren, irritierenden Situationen Trost und Unterstützung bietet und damit als sichere Basis fungiert. Mit dieser als Ausgangspunkt kann das Kind seine Umgebung mit all ihren Reizen und Neuartigkeiten erkunden und sich der schützenden Rückzugsmöglichkeit zur Erzieherin bewusst sein. Die damit motivationsunterstützende Funktion der Erzieherin-

Kind-Beziehung ist somit ebenfalls auf die Interaktionsqualität zurückzuführen, die sich im Laufe der Entwicklung des Kindes zunehmend gruppenorientiert ausbildet. Aufgrund zunehmender kognitiver Fähigkeiten entwickelt das Kleinkind Autonomiebestrebungen und kann dadurch vielgestaltigere Interaktionen vor allem mit den Peers seiner Gruppe eingehen. Die dabei entstehenden Konflikte versucht das Kind selbständig zu lösen, bedarf dabei aber noch immer der Unterstützung durch die Erzieherin. Allmählich entwickelt das Kleinkind eigene Regulationsstrategien, die es unabhängiger von der Erzieherin werden lassen. Die sich damit verändernde Erzieherin-Kind-Beziehung erfüllt zwar weiterhin die sicherheitsgebende und motivationsfördernde Funktion, das Kleinkind orientiert sich nun jedoch stärker an Gleichaltrigen. Diese so wichtigen dyadischen Strukturen in der Kleinstkindzeit lassen sich nur umsetzen, wenn eine Erzieherin möglichst wenige Säuglinge und Kleinstkinder zu betreuen und zu versorgen hat. In größeren Kindergruppen machen Kleinstkinder mitunter die Erfahrung, dass auf ihre Bedürfnisse nicht adäquat reagiert wird, da ihre Bezugsperson nicht konstant verfügbar ist. Die unter diesen Bedingungen entstehende Erzieher-Kind-Beziehung kann ihre sicherheitsgebende und motivationsunterstützende Funktion nicht in vollem Maße gewähren und damit nicht zu einer optimalen Entwicklung des Kindes beitragen.

2 Die Fragestellungen der vorliegenden Arbeit

Mit diesen Ausgangsüberlegungen sollte in der vorliegenden Arbeit geprüft werden, wie sich unterschiedliche Betreuungskontexte auf die mentale und motorische Entwicklung von Kleinst- und Kleinkinder allgemein, im Besonderen jedoch auf die emotionale Regulationsfähigkeit und Motivation auswirken. Es stellte sich die Frage, ob kleine Gruppen sich nachweislich fördernd auf die Entwicklung des Kindes zumindest im Kleinstkindalter auswirken und ob im Gegensatz dazu eine Betreuung in größeren Gruppen zu Verhaltensauffälligkeiten und emotionalen Dysregulationen führt. Dabei sollte auch untersucht werden, welchen Einfluss das Verhalten der Erzieherin und ihre Beziehung zu den Kindern auf die Entwicklung dieser ausübt.

3 Die Stichprobe

Grundlage der Untersuchung waren 77 Kinder, die in Kindertagesstätten der Stadt und im Umland von Stendal betreut wurden. Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Untersuchung 12 bis 30 Lebensmonate alt und wurden in kleinen und großen Gruppen aufgesucht. 40 Kinder besuchten kleine Gruppen, in der maximal 14 Kinder betreut wurden, 37 Kinder wurden in großen Gruppe mit mehr als 15 Kinder betreut. Die Kinder wurden mit ihren Betreuungspersonen sowohl in der KiTa, als auch zu Hause beobachtet und sowohl die Mütter, als auch die Erzieherinnen wurden ergänzend befragt.

4 Die Durchführung der Untersuchung

Mit Hilfe der Bayley Scales wurden die mentale und psychomotorische Entwicklung sowie die allgemeine Verhaltensanpassung der Kinder eingeschätzt. Die mentale

Skala umfasst Items, die die Gedächtnisleistungen, die Gewöhnungs- und Problemlöseprozesse sowie allgemeine Fertigkeiten im sozialen Bereich erfassen. Mit Hilfe der psychomotorischen Skala wurde die fein- und grobmotorische Entwicklung des Kindes beurteilt. Für beide Skalen lagen für jedes Kind Indizes als MDI- und PDI-Index vor. Die Skala Verhaltensanpassung gab darüber hinaus Auskunft über die emotionale Regulation sowie die Orientierung und das Engagement des Kindes, die als Prozentränge für jedes Kind vorlagen. Hinsichtlich der Orientierung bzw. des Engagements werden die positiven Affekte des Kindes, sein Interesse sowie sein soziales Engagement beurteilt. Die emotionale Regulation wird über die Aktivität, negative Affekte sowie die Frustrationstoleranz des Kindes eingeschätzt. Darüber hinaus interessierten auch Verhaltensabweichungen des Kindes, zu deren Erfassung die deutschsprachigen Versionen des CBCL/1½–5 bzw. C-TRF/1½–5 eingesetzt wurden, die die Mütter bzw. Erzieherinnen beantworteten. Für die Fragestellung relevanten Skalen waren (1) Emotionale Reaktivität, (2) Aufmerksamkeitsprobleme sowie (3) Aggressives Verhalten. Außerdem wurde die Qualität der Beziehung zwischen der Erzieherin und dem Kind ermittelt und dazu eine zweistündige Beobachtung mit dem Attachment Q-Sort (kurz: AQS) durchgeführt. Insgesamt werden dabei 90 Items danach beurteilt, ob sie für das Kind und seine Erzieherin zutreffende Betreuungssituationen beschreiben und letztendlich Aussagen über die Beziehungsqualität des Kindes zu seiner Erzieherin zulassen. Diese Qualitätswerte liegen dabei zwischen -1 und +1 und reflektieren suboptimale bis optimale Beziehungsqualitäten. Die aus dem AQS entwickelte Safe and Secure Scale (kurz: SASS), die die fünf Komponenten Zuwendung, Sicherheit, Explorationsunterstützung, Stressreduktion sowie Assistenz der Erzieherin-Kind-Beziehung beschreibt, wurde zusätzlich benutzt. Die 15 Items dieser SASS wurden aus der AQS-Sortierung der jeweiligen Beobachtung herausgelöst, so dass die fünf Komponenten der Beziehungsqualität für die Erzieherin-Kind-Beziehung vorlagen. Um das Verhalten einer Erzieherin einschätzen zu können, wurde die deutsche Übersetzung der Arnett-Scales eingesetzt. Dieser Fragebogen „Erziehverhalten“ lässt Rückschlüsse bezüglich der vier Komponenten Empathie, Durchsetzung, Toleranz sowie Mangelndes Engagement zu. Die durch Addition errechneten Punktwerte werden mittels einer Tabelle in Stanine-Werte umgewandelt. Dabei kann das Verhalten der Erzieherin bei Werten, die zwischen 4 und 6 liegen als durchschnittlich, bei Werten < 4 als eher inadäquat sowie bei Werten > 6 als überaus angepasst und kindgerecht bezeichnet werden.

6 Die Hypothesen

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit führte zu Annahmen über die kindliche Entwicklung und über Unterschiede im Erziehverhalten in Abhängigkeit vom Betreuungskontext. Hinsichtlich des aktuellen kindlichen Verhaltens wird angenommen, dass Kleinstkinder in kleinen Gruppen höhere Werte in den Bereichen Orientierung/Engagement sowie der emotionalen Regulation der Bayley Scales aufzeigen. Dieser Effekt wird für Kinder über 18 Lebensmonate nicht mehr erwartet. Weiterhin wird angenommen, dass die optimalere Verhaltensanpassung von Kleinstkindern in kleinen Gruppen zu einer allgemein besseren Entwicklung der Kinder beiträgt und sich somit in höheren MDI- und PDI-Indizes der Bayley Scales zeigt. Es wird vermutet, dass die Betreuung von Kleinkindern in großen Gruppen zu

Verhaltensabweichungen führt, die sich auf den Skalen Emotionale Reaktivität, Aufmerksamkeitsprobleme sowie Aggressives Verhalten des CBCL/1½-5 bzw. des

C-TRF/1½-5 zeigen. Bezüglich des Erziehverhaltens erwarten wir, dass Erzieherinnen in kleinen Gruppen empathischer, toleranter, engagierter und weniger durchsetzend handeln als Erzieherinnen in großen Gruppen. Auch hinsichtlich der Erzieherin-Kind-Beziehung glauben wir bessere Beziehungen in kleinen als in großen Gruppen zu finden, wobei die fünf Komponenten Zuwendung, Sicherheit, Explorationsunterstützung, Stressreduktion sowie Assistenz ausgeprägter zu beobachten sein sollten. Insgesamt nehmen wir an, dass sich positives Verhalten einer Erzieherin positiv auf die kindliche Entwicklung auswirkt und damit der MDI bzw. PDI umso höher ausfällt, je besser die Beziehung sei. Dabei sollten sich besonders hohe Werte in der Assistenz und Explorationsunterstützung zeigen.

7 Die Ergebnisse

Die Hypothesen wurden durch t-Tests für unabhängige Stichproben, durch einfache Korrelationen sowie multiple lineare Regressionen mit Hilfe der Statistik-Software SPSS (Version 12.0) überprüft. Die Ergebnisse zeigten angepassteres Verhalten von Kleinstkindern in kleinen als in großen Gruppen. Vor allem die Unterschiede in der emotionalen Regulation fielen signifikant aus und zeigen, dass die Erzieherin in kleinen Gruppen nachweislich prompter und unmittelbarer auf die Bedürfnisse der Kinder reagiert. Wie vermutet, wurden diese Unterschiede in der Regulation negativer Affekte bei Kindern über 18 Lebensmonate nicht mehr in dieser Weise deutlich. Weiterhin bestätigte sich die Annahme, dass Kinder in kleinen Gruppen mental und psychomotorisch besser entwickelt sind als Kinder in großen Gruppen. Dabei ließen sich vor allem mit den MDI-Indizes signifikante Unterschiede, für Kinder in kleinen vs. großen Gruppen im Hinblick auf effizientere kognitive Leistungen und erfolgreichere Problemlöseprozesse nachweisen. Die Vermutung, dass Kinder in großen Gruppen Abweichungen im Verhalten zeigen, hat sich nicht bestätigt. Die Erzieherinnen schätzten zwar die Aufmerksamkeitsprobleme von Kindern in großen Gruppen signifikant stärker ein, jedoch liegen diese T-Werte im Normbereich. Obwohl damit keine Verhaltensabweichungen für Konzentration und Ablenkbarkeit der Kinder vorliegen, sollte die Tendenz dazu ernst genommen werden, da sie sich in Abweichungen manifestieren kann.

Betrachtet man die Unterschiede im Erziehverhalten wird deutlich, dass Erzieherinnen in kleinen Gruppen ähnliches Verhalten zeigen, wie ihre Kolleginnen in großen Gruppen. Die Empathie, Toleranz, Durchsetzung und das Engagement einer Erzieherin sind somit nicht abhängig von der Anzahl der zu betreuenden Kinder. Auch die Qualität der Erzieherin-Kind-Beziehung unterscheidet sich nicht in kleinen und großen Gruppen und kann damit als unabhängig von der Gruppengröße betrachtet werden. Es zeigte sich jedoch, dass Erzieherinnen in großen Gruppen stärker in die Komponenten der Sicherheit und Explorationsunterstützung investierten, da die Kinder in großen Gruppen diese stärker von der Erzieherin forderten. Damit kann nachgewiesen werden, dass die Erzieherin dem einzelnen Kind in einer großen Gruppe nicht konstant zur Verfügung steht und somit nicht immer als sichere Basis angesehen wird. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die Exploration des Kindes, die weniger stark ausgeprägt ist und intensiver der Unterstützung durch die Erzieherin

bedarf. Welche Rolle die Beziehungsqualität für die Entwicklung des Kindes spielt, zeigt sich anhand des positiven Zusammenhangs der MDI- bzw. PDI-Indizes mit den AQS-Werten. Damit sind bessere Beziehungsqualitäten des Kindes zu seiner Erzieherin mit seiner besseren mentalen und psychomotorischen Entwicklung verbunden. Welchen Einfluss dabei die fünf Komponenten der Beziehungsqualität nahmen, wurde mittels multipler linearer Regressionen ermittelt. Dabei zeigte sich, dass der Einfluss auf die mentale Entwicklung zu 28 Prozent, der Einfluss auf die psychomotorische Entwicklung zu immerhin 11 Prozent auf die fünf Komponenten der Beziehungsqualität zurückgeführt werden kann. Die Explorationsunterstützung der Erzieherin beeinflusste dabei sowohl die mentale als auch die psychomotorische Entwicklung des Kindes positiv. Damit ermöglicht sie dem Kind, seine Umgebung mit Neugier zu entdecken und unterstützt es bei Hindernissen und Schwierigkeiten. Es wurde jedoch auch deutlich, dass die Erzieherin so wenig wie möglich assistieren und ihre Hilfe lediglich in Form von Impulsen anbieten sollte, damit sich das Kind mental und psychomotorisch optimal entwickelt.

Leider kann sich die vorliegende Arbeit in manchen Aussagen, aufgrund der kleinen Stichprobenumfänge, lediglich auf Trends stützen. Die vorliegende Studie sollte dringend empirisch erweitert werden, um zu verdeutlichen, dass sich die Betreuung von Kleinstkindern in kleinen Gruppen positiv auf ihre Entwicklung auswirkt.

Bildungsfähigkeit von Migranten-Kindern: Die Entwicklung einer Theory-of-Mind

Dipl.- Rehabilitationspsychologin Kerstin Schmidt, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH),
k-schmidt@hotmail.de

Abstract

Wenn Kinder im Alter von 4 bis 5 Jahren beginnen eine Theory-of-Mind zu entwickeln, sind sie zunehmend in der Lage, Schlussfolgerungen darüber abzuleiten, was andere Personen in bestimmten Situationen denken, fühlen und tun würden. Wir gehen davon aus, dass der Kontakt zu Gleichaltrigen, neben einer sicheren Mutter-Kind-Bindung, eine wesentliche Rolle bei der Ausbildung einer Theory-of-Mind spielt, da dieser das Kind zu einem ständigen Perspektivwechsel anregt. Einerseits fördert die Ausbildung einer Theory-of-Mind das Gelingen der Interaktion mit Gleichaltrigen, andererseits trägt der ständige Perspektivwechsel in einer solchen Interaktion zur Ausbildung einer Theory-of-Mind bei. Diese sozial-kognitiven Fähigkeiten sind für den Schulstart von großer Bedeutung. Kinder mit einem Migrationshintergrund haben eine besondere Anpassungsleistung (Integration) zu bewältigen. Es kann angenommen werden, dass sie daher in der KiTa über weniger soziale Kontakte verfügen als ihre deutschen Peers und sich dieses Interaktionsdefizit negativ auf die Ausbildung einer Theory-of-Mind auswirkt. Es wird der Frage nachgegangen, ob eine erfolgreiche Integration eines Migranten-Kindes in eine vorschulische Einrichtung zum Bildungserfolg beitragen kann. Es wurde eine Stichprobe von 40 Kindern im Alter von 4 bis 5 Jahren vergleichend mit und ohne Migrationshintergrund untersucht. Wir konnten bestätigen, dass die Integration eines Kindes in seine Peer-Gruppe und die Qualität der Mutter-Kind-Bindung bedeutsam für die Ausbildung einer Theory-of-Mind sind. Kinder mit und ohne Migrationshintergrund unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihrer Integration in die Peer-Gruppe. Demnach ist eine mangelhafte Integration ist kein vorrangiges Problem der Migranten-Kinder, die unter anderem dadurch auch nicht in ihrer Theory-of-Mind Entwicklung benachteiligt sind. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen gut und schlecht integrierten Kindern bei der Bewältigung der Theory-of-Mind Anforderungen. Gut integrierte Kinder zeigten signifikant bessere Leistungen als schlecht integrierte Kinder. Nicht das Migranten-Kind ist von vornherein in der Entwicklung einer Theory-of-Mind gefährdet, sondern alle Kinder, die schlechte Integrationsbedingungen haben.

1 Theoretischer Hintergrund

Im Alter von 4 Jahren findet ein entscheidender Fortschritt in der Denkentwicklung bei Kindern statt. Obwohl schon jüngere Kinder mentale Phänomene von objektiven Gegebenheiten aus der Realität unterscheiden können, verstehen erst 4-Jährige, dass Denken ein aktiver Prozess ist, der Situationen konstruiert und interpretiert (vgl. Astington, 2000). Die „Theory-of-Mind“ (kurz: TOM) bezeichnet derartige naive Erklärungsansätze über mentale Aktivitäten (Ahnert, im Druck). So wird dem Kind im Vorschulalter unter anderem zunehmend bewusst, dass Wissen auch falsch sein kann, die mentalen Repräsentationen damit von der Wirklichkeit abweichen können, aber dennoch derartige falsche Überzeugungen handlungsleitend sein können. Damit das Kind bei einer Person mit falschen Überzeugungen korrekte Handlungsvorhersagen

machen kann, muss es deren falsche Überzeugungen berücksichtigen. Eine der bekanntesten Untersuchungen zur Überprüfung falscher Überzeugungen ist die Geschichte von Max und der Schokolade (Wimmer/Perner, 1983, nach Silbereisen/Ahnert, 2002). Die Kinder sollen das Verhalten von Max, der eine falsche Überzeugung hinsichtlich des Aufenthaltsortes der von ihm gesuchten Schokolade hat, vorhersagen. Dies gelang jedoch nur den Kindern, die ein Verständnis für falsche Überzeugungen hatten, da sie begreifen, dass eine andere Person einen Glauben haben kann, von dem sie selbst wissen, dass er falsch ist. Daher leiten sie aus falschen Überzeugungen richtige Handlungsvorhersagen ab. Durch den entscheidenden Fortschritt in der Entwicklung einer TOM sind Kinder in der Lage, vom Standpunkt anderer Personen aus über etwas nachzudenken und Einfühlungsvermögen zu entwickeln. Es befähigt sie aktiv am sozialen Austausch teilzunehmen (vgl. Astington, 2000). Eine sichere Mutter-Kind-Bindung stellt eine wesentliche Voraussetzung für die Herausbildung sozial-kognitiver Prozesse dar. Sie hat somit auch einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung einer TOM. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch die Beziehung des Kindes zur Erzieherin die TOM Entwicklung fördert. Eine besondere Bedeutung kommt jedoch den Gleichaltrigen zu. Perner et al. (1994) konnten zeigen, dass die Anzahl der Geschwister (und damit die Familiengröße) positiv mit dem logischen Denken in den TOM Aufgaben zusammenhängt.

Für Familien mit Migrationshintergrund besteht eine große Herausforderung darin, sich in einer anderen Kultur und Gesellschaft zurechtzufinden (Kuhlemann, 2005). Kinder mit einem Migrationshintergrund haben deshalb eine besondere Anpassungsleistung (Integration) zu bewältigen. Es kann angenommen werden, dass sie daher in der KiTa über weniger soziale Kontakte verfügen als ihre deutschen Peers und sich dieses Interaktionsdefizit negativ auf die Ausbildung einer TOM auswirkt. Tiedemann und Billmann-Mahecha weisen darauf hin, dass Migranten-Kinder aufgrund vielfältiger Beeinträchtigungen von einem Interaktionsdefizit betroffen sein können. Diese vielschichtigen Beeinträchtigungen wirken sich unvorteilhaft auf den Bildungserfolg aus. Dies macht PISA deutlich.

2 Methodik

2.1 Stichprobe

Es wurde eine Stichprobe von 40 Kindern untersucht, davon hatten 18 Kinder einen Migrationshintergrund. Jedem Migranten-Kind wurde ein deutsches Kontrollkind aus der gleichen KiTa und Kindergruppe zugeordnet, die von der gleichen Erzieherin betreut wurde. Den 20 Kontrollkindern wurden auch schlecht integrierte Kinder (nach Aussage der Erzieherin) hinzugefügt. Bezüglich entscheidender Eigenschaften (Alter, Geschlecht, tägliche Betreuungszeit) wurden die Kinder beider Gruppen parallelisiert. Die Kinder waren bei Eintritt in die Studie durchschnittlich 63 Monate alt (SD = 6,19).

Untersucht wurden 14 Jungen und 26 Mädchen. In der Gruppe der Kinder mit Migrationshintergrund kamen bei 77,8 Prozent der Kinder ($n = 14$) beide Eltern aus dem gleichen Ausland. Bei 11,1 Prozent der Kinder ($n = 2$) kamen Mutter und Vater aus unterschiedlichem Ausland und bei weiteren 11,1 Prozent ($n = 2$) kam ein Elternteil aus Deutschland und ein Elternteil aus dem Ausland. Zum Zeitpunkt der Untersuchung befanden sich alle Kinder in außerfamiliärer Betreuung unterschiedlicher Kindertagesstätten in der Stadt Stendal. Der tägliche Aufenthalt der Kinder in der KiTa beträgt durchschnittlich 5 Stunden ($SD = 1\text{h}:51\text{min}$). Kinder mit Migrationshintergrund ($M = 4\text{h}:04\text{min}$; $SD = 1\text{h}:21$) unterschieden sich hierbei signifikant von den deutschen Kontrollkindern ($M = 5\text{h}:52\text{min}$; $SD = 1\text{h}:50$).

2.2 Erhebungsmethoden

Die TOM Entwicklung wird mit Hilfe experimenteller Anforderungen untersucht, die nach einer Studie von Call und Tomasello (1999) für die vorliegende Stichprobe adaptiert wurden. Diese Anforderungen überprüfen, ob eine Kind begreift, dass ein anderer eine Wissenslücke dadurch hat, dass er etwas nicht weiß, was das Kind gerade erfahren hat (z.B. wohin man einen Gegenstand in Abwesenheit des anderen gelegt hat). Zur Überprüfung der allgemeinen Intelligenzleistung wird der Snijders-Oomen Non-verbaler Intelligenztest (kurz: SON-R $2^{1/2-7}$) (Tellegen, Winkel, Wijnberg-Williams, Laros, 1998) durchgeführt. Der SON-R $2^{1/2-7}$ ist ein sprachfreier Intelligenztest zur Untersuchung der allgemeinen Intelligenzleistung bei Kindern im Alter von 2; 6 bis 7 Jahren. Da der Test nonverbal und ohne schriftliche Anweisungen durchgeführt werden kann, eignet er sich besonders zur Untersuchung von Kindern, die fremd- oder zweisprachig aufgewachsen sind. Um Aussagen über die Beziehungsqualität des Kindes zur Mutter und zur Erzieherin machen zu können, wird das Attachment Behavior Q-Sort (Waters, 1995) verwendet (kurz: AQS). Anhand dieses Untersuchungsdesigns können Aussagen über die Mutter-Kind-Bindung gemacht werden. Elicker und Noppe (2000) übertrugen dieses Verfahren auf die Erzieherin-Kind-Bindung (AQS-E). Um zu erfassen, inwieweit ein Kind in seine Peer-Gruppe integriert ist, wurde im Rahmen der Diplomarbeit ein Fragebogen entwickelt. Dieser besteht aus neun Items, die von der Erzieherin des Kindes beantwortet werden. Der Fragebogen „Familiensituation“ erfasst die demographischen Daten der untersuchten Kinder und ihrer Familien. Um möglichst genaue Aussagen über die familiäre Situation der ausländischen Kinder machen zu können, wurde der Fragebogen leicht verändert und liegt in einer zweiten Version für Familien mit Migrationshintergrund vor.

3 Ergebnisse und Interpretation

Unsere Untersuchungen bestätigten, dass die Integration eines Kindes in seine Peer-Gruppe bedeutsam für die Ausbildung einer TOM ist. Die multiple Regression ergab einen signifikanten Einfluss der Integration eines Kindes in seine Peer-Gruppe ($Beta =$

-0,287; $p < .1$) und der Qualität der Mutter-Kind-Bindung (Beta = -0,388; $p < .05$) auf die Sicherheit bei den TOM Anforderungen (mit anschaulicher Unterstützung). Dies bestätigt die grundlegende Bedeutung einer sicheren Mutter-Kind-Bindung für die Entwicklung sozialer Beziehungen und damit auch die Ausbildung einer TOM. Diese trägt zum Verständnis und zum Gelingen sozialer Interaktionen bei. Da sich die Beziehung zu Gleichaltrigen durch eine größere Balance an Wissen und Einfluss auszeichnet (Hartup, 1996, zitiert nach Silbereisen/Ahnert, 2002), wird das Kind zu einem ständigen Perspektivwechsel angeregt. So fördert die Ausbildung einer TOM einerseits das Gelingen der Interaktion mit Gleichaltrigen, andererseits trägt der ständige Perspektivwechsel in einer solchen Interaktion zur Ausbildung einer TOM bei. Ein signifikanter Einfluss der Qualität der Erzieherin-Kind-Bindung auf die Sicherheit bei den TOM Anforderungen (mit anschaulicher Unterstützung) lag nicht vor. Obwohl davon ausgegangen werden kann, dass auch die Bindung zur Erzieherin die TOM Entwicklung fördert, ist deren Einfluss weniger bedeutsam als der von Mutter und Peers. Der positive Zusammenhang ($r = -.368$; $p < .05$, zweiseitig) zwischen Intelligenzleistung und Bewältigung der TOM Anforderungen (mit anschaulicher Unterstützung) lässt darauf schließen, dass Kinder im Alter von 4; 5 Jahren noch am Anfang dieser Entwicklungsaufgabe stehen. Sie sind durchaus in der Lage TOM Aufgaben mit anschaulicher Unterstützung zu lösen. Es gelingt jedoch nur den intelligenteren Kindern TOM Aufgaben ohne anschauliche Unterstützung zu bewältigen.

Wir interessierten uns hauptsächlich für den Einfluss der Integration in die Peer-Gruppe. Wie Perner et al. (1994) zeigten, besteht ein Zusammenhang zwischen der Familiengröße (und damit auch der Geschwisteranzahl) und der Ausbildung einer TOM. Unsere eigenen Untersuchungen bestätigen den Einfluss der Peer-Kontakte. Wir gingen eingangs davon aus, dass Kinder mit einem Migrationshintergrund in der KiTa über weniger Kontakte zu Gleichaltrigen verfügen als ihre deutschen Peers. Da PISA 2003 belegte, dass Migranten-Kinder in allen untersuchten Domänen ein geringeres Kompetenzniveau erreichten (Deutsches PISA-Konsortium, 2004), stellte sich uns die Frage, inwieweit frühe soziale Erfahrungen spätere kognitive Leistungen beeinflussen. Eine naheliegende Vermutung wäre, dass Migranten-Kinder aufgrund ihrer Interaktionsdefizite später als deutsche Kinder eine TOM ausbilden und dies Schwierigkeiten im sozialen Umgang nach sich zieht, der sich nachteilig auf die Entfaltung schulischer Kompetenzen auswirkt. Die vergleichende Untersuchung von Migranten-Kindern und deutschen Kindern hinsichtlich der außerfamiliären Betreuungssituation und der Integration in die Peer-Gruppe ergab, dass Kinder mit Migrationshintergrund täglich weniger Zeit in der KiTa verbringen ($M1 = 4\text{h}:18\text{min}$ ($SD1 = 1\text{h}:41\text{min}$) vs. $M2 = 5\text{h}:48\text{min}$ ($SD2 = 1\text{h}:44\text{min}$); $t(38,2) = 2,7$; $p < .01$) und diese auch erst zu einem späteren Alter besuchen ($M1 = 46,1$ ($SD1 = 10,05$) vs. $M2 = 35,9$ ($SD2 = 12,56$); $t(38,2) = -2,82$; $p < .01$). Eine nahe liegende Ursache hierfür scheint die Tatsache zu sein, dass Eltern mit Migrationshintergrund in Deutschland selten einer beruflichen Tätigkeit nachgehen. Es ist für sie daher weniger problematisch ihre Kinder zu einem späteren Zeitpunkt in die KiTa zu bringen oder früher abzuholen als für berufstätige Eltern. Des weiteren bedeutet für Migranten-

Eltern eine öffentliche Tagesbetreuung ihrer Kinder, dass ihr eigener erzieherischer Einfluss zeitweise durch andere Einflüsse ersetzt wird. Sowohl durch die Erzieherin als auch durch den Kontakt zu Peers werden dem Kind Werte und Normen einer für sie teilweise fremden Gesellschaft vermittelt. Wenn beide Systeme von den Eltern als sehr unterschiedlich wahrgenommen werden, kann bei den Eltern die Angst entstehen, dass sich ihre Kinder entfremden (vgl. Kuhlmann, 2005). Im Kontakt mit der Erzieherin suchten und erhielten Migranten-Kinder weniger Zuwendung, weniger Stressreduktion und weniger Assistenz. Möglicherweise stellt der Tagesablauf in der KiTa und die Rolle der Erzieherin für sie eine völlig neue Situation dar. Obwohl Migranten-Kinder ein nicht immer optimales Erzieherinverhalten hervorrufen, täglich weniger Zeit in der KiTa verbringen und diese erst später besuchen, sind sie nicht schlechter in ihre Peer-Gruppe integriert als ihre deutschen Peers. Es ließ sich kein Unterschied in den mentalen Leistungen bei Kinder mit und ohne Migrationshintergrund feststellen. Dies veranlasste uns dazu einen Perspektivwechsel vorzunehmen und die Integration in die Peer-Gruppe in den Mittelpunkt unserer Untersuchungen zu stellen. Es ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen gut und schlecht integrierten Kindern bei der Schnelligkeit in der Bewältigung der TOM Anforderungen mit anschaulicher Unterstützung ($M1 = 0,21$ ($SD1 = 0,52$) vs. $M2 = 0,02$ ($SD2 = 0,01$); $t(35,2) 1,32$; $p < .1$, einseitig) und ohne anschaulicher Unterstützung ($M1 = 0,23$ ($SD1 = 0,57$) vs. $M2 = 0,02$ ($SD2 = 0,004$); $t(35,2) 1,33$; $p < .1$, einseitig). Gut integrierte Kinder zeigten signifikant bessere Leistungen als schlecht integrierte Kinder. Die Sicherheit in den TOM Aufgaben mit anschaulicher Unterstützung hängt positiv zusammen mit der Integration in die Peer-Gruppe ($r = -.251$; $p < .1$, zweiseitig). Die Sicherheit in den TOM Aufgaben bezieht sich auf die Fehleranzahl. Daher weist eine negative Korrelation auf einen positiven Zusammenhang hin. Dies bedeutet, je mehr Kontakte ein Kind innerhalb seiner Peer-Gruppe hat, desto sicherer war es in der Bewältigung der TOM Aufgaben mit anschaulicher Unterstützung. Demnach hat die Integration in die Peer-Gruppe einen entscheidenden Einfluss auf die Ausbildung einer TOM. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich entgegen unserer Vermutung, Kinder mit und ohne Migrationshintergrund im Bezug auf die Integration in ihre Peer-Gruppe nicht unterscheiden. Eine mangelhafte Integration ist kein vorrangiges Problem der Migranten-Kinder, die unter anderem dadurch auch nicht in ihrer TOM Entwicklung benachteiligt sind. Somit ist nicht das Migranten-Kind von vornherein in der Entwicklung einer TOM gefährdet, sondern alle Kinder, die schlechte Integrationsbedingungen haben. Unsere Vermutung, dass frühe soziale Erfahrungen mit Gleichaltrigen eine wesentliche Rolle auf die Entwicklung einer TOM haben, konnte damit bestätigt werden.

Die Psychosoziale Beratung unfreiwilliger Klienten - Motivierungsstrategien im Praxistest

Sylvia Wünsche, Dipl.-Kommunikationspsychologin (FH), Phone: ++49.3581-421788, E-Mail: sylvia.wuensche@web.de, Biesnitzer Str. 75, 02826 Görlitz

Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fachbereich Sozialwesen an der Hochschule Zittau / Görlitz, Obermarkt 17, 02826 Görlitz, Phone: ++49.3581-476412

Abstract

Wie können Psychotherapeuten und Mitarbeiter psychosozialer Beratungsstellen Personen, die unfreiwillig und nur durch äußere Zwänge motiviert zu ihnen in die Einrichtung kommen, zu echter innerer Motivation verhelfen?

Um dieser Fragestellung nachzugehen, wurden Motivationstheorien untersucht und ein Motivierungskonzept als Gegenstand empirischer Forschung ausgewählt. Die Entscheidung fiel auf das Konzept der Motivierenden Gesprächsführung von Miller und Rollnick, weil dieses Modell verschiedene psychologische Ansätze miteinander kombiniert und seine Anwendung keine psychotherapeutische Ausbildung voraussetzt. Untersucht wurde, auf welchen psychologischen Theorien das Konzept der Motivierenden Gesprächsführung basiert und wie praktikabel es in der Anwendung mit verschiedenem Klientel ist.

Auf der Basis der in der Untersuchung gewonnenen Daten wurde ein Praxisleitfaden zur Beratung unfreiwilliger Klienten für Interessenten in Beratungsstellen, Kliniken, Weiterbildungsinstituten, Ämtern u.a. entworfen.

1 Einleitung

Ziel der Diplomarbeit war, Strategien für den Umgang mit Patienten¹³ herauszufinden, die nur unter äußerem Druck, d.h. unfreiwillig, zu einer Beratung oder Therapie zu bewegen sind, z.B.:

- Personen mit Bewährungsauflagen,
- Patienten mit Suchtproblematiken oder psychosomatischen Beschwerden,
- Kinder, deren Eltern eine Behandlung wegen schulischer oder sozialer Defizite anregen,
- psychisch Kranke ohne Krankheitseinsicht, die sich und andere gefährden.

Der genannte Personenkreis ist vorwiegend extrinsisch motiviert. Hauptanliegen der Interventionen sollte es deshalb sein, zunächst intrinsische Motivation¹⁴ aufzubauen.

¹³ Angeregt durch das gut lesbare Buch zur Motivierenden Gesprächsführung von Miller und Rollnick habe ich mich dafür entschieden, die männliche Sprachregelung zu verwenden. Selbstverständlich schließt diese Wortwahl auch Patientinnen, Beraterinnen, Therapeutinnen, Klientinnen usw. ein (vgl. Miller & Rollnick 1999, S. 11).

¹⁴ Heckhausen definiert *Motivation* als psychische Kraft bzw. Verhaltensbereitschaft, die den wesentlichen Aspekten menschlichen Verhaltens zugrunde liegt (vgl. Heckhausen 1989, S. 10).

Eine grundlegende Unterscheidung ist die zwischen intrinsischer "von innen her" *Motivation* (Absicht, eine Handlung um ihrer selbst willen auszuführen, z.B. Klienten, die eine Beratung wegen ihres

S. Wünsche

Die amerikanischen Autoren *William R. Miller und Stephen Rollnick* haben ein Konzept der Motivierenden Gesprächsführung entwickelt, in welches Aspekte verschiedener psychotherapeutischer Schulen eingeflossen sind. Mit diesem Konzept und den Theorien, auf denen es basiert, setzt sich die Forschungsarbeit vertiefend auseinander.

Während der empirischen Bearbeitung lag das Hauptaugenmerk darauf,

1. ob es Beratern überhaupt möglich ist, intrinsisch zu motivieren bzw. welche Strategien sich dafür eignen und
2. ob das Konzept der Motivierenden Gesprächsführung über den Suchtbereich hinaus auf andere Anwendungsgebiete von Psychotherapie und Beratung übertragbar ist.

Ergebnis der Forschungsarbeit ist ein Leitfaden, der sich für die Beratungstätigkeit mit Klienten eignet, die unfreiwillig an Beratungsgesprächen teilnehmen.

2 Theorie

Im Theorieteil A wurden auf der Basis des Konzeptes der Motivierenden Gesprächsführung von *Miller und Rollnick* verschiedene wissenschaftliche Positionen zum Thema Beratungs-/Therapiemotivation aufgezeigt sowie der Frage nachgegangen, wie die Therapiemotivation aus der jeweiligen Sicht wirksam gefördert werden kann.

In der psychoanalytischen Perspektive *Freuds*, in Erkenntnissen des Humanisten *Rogers* und in den kognitiv-verhaltenstheoretischen Ansichten *Banduras*, *Seligmans* und *Kanfers* ließen sich Parallelen zum Konzept der Motivierenden Gesprächsführung finden. Es kristallisierten sich individuelle und soziale Einflussfaktoren auf die Behandlungsmotivation als Ansatzpunkte für die Beratung heraus.

An **individuellen Einflussfaktoren** auf die Motivation von Klienten finden sich in den verschiedenen Konzepten überwiegend Ambivalenz, Selbstwirksamkeitserwartung, Erlernte Hilflosigkeit und kognitive Verzerrungen (Fehlattributionen, dysfunktionale Selbstkonzeptionen, Übergeneralisierungen). Im Zusammenhang mit dem Leidensdruck wird lebhaft die Anwendung konfrontativer Verfahren diskutiert.

Die meisten Theoretiker heben den Einfluss **Sozialer Faktoren** auf die Motivation von Klienten hervor. Während *Freud* auf sozialen Druck als motivationssenkend hinweist, betonen *Miller und Rollnick*, *Bandura* und *Kanfer* vor allem die soziale Unterstützung als wichtige Ressource des Klienten. Eine kooperative, stabile therapeutische Beziehung ist für *Freud*, *Rogers*, *Kanfer* sowie *Miller und Rollnick* die Basis für den Aufbau intrinsischer Motivation.

Auffallend ist, dass das Thema Widerstandsverhalten bei den meisten Theoretikern eine wichtige Rolle spielt, wenngleich sie sich unterschiedlich dazu äußern. Die

Leidensdruckes aufsuchen) und extrinsischer "von außen her" Motivation (die Handlung wird ausgeführt, weil damit positive Konsequenzen verbunden sind, z.B. soziale Anerkennung oder weil negative Folgen / Strafen verhindert werden können).

Psychoanalytiker (vgl. Pervin 1993, S. 173) nennen Widerstand¹⁵ einen neurotischen Trend, der fatale Auswirkungen auf die Motivation eines Menschen hat und dem mit Konfrontation begegnet werden sollte. Für *Miller und Rollnick* dagegen ist " *Widerstand des Klienten* ein Problem des Therapeuten" (Miller und Rollnick 1999, S. 114), da er signalisiert, dass der Klient nicht mehr mitarbeitet und der Berater seine Strategien ändern muss (vgl. ebd. 1999, S. 22). Abwehr und Widerstand steigen bei einem konfrontativen Gesprächsstil (vgl. ebd., S. 27), da Widerstand auf die Theorie der Reaktanz¹⁶ zurückzuführen ist.

Diese Erkenntnisse, Zusammenhänge und Einflussfaktoren sind Themen der empirischen Untersuchung, die nun vorgestellt werden soll.

3 Empirie

3.1 Inhaltliche Überlegungen

Die beiden Autoren *Miller und Rollnick* sind der Auffassung, das Konzept der Motivierenden Gesprächsführung sei über den Suchtbereich hinaus auf andere Anwendungsgebiete von Psychotherapie und Beratung anwendbar, in denen mit unfreiwilligen Klienten gearbeitet wird (vgl. Miller & Rollnick 1999, S. 14). Sinn dieser Arbeit sollte es deshalb erstens sein zu untersuchen, ob das tatsächlich der Fall ist, zweitens sollten andere bekannte und erfolgreiche Strategien zur Umwandlung extrinsischer in intrinsische Motivation exploriert werden. Es kristallisierten sich zwei bedeutsame Fragestellungen heraus:

1. Inwiefern halten Berater verschiedener Tätigkeitsfelder das Konzept der Motivierenden Gesprächsführung von *Miller und Rollnick* für übertragbar auf den Bereich, in dem sie arbeiten?
2. Welche Motivierungsstrategien werden in der psychosozialen Beratung unfreiwilliger Klienten erfolgreich eingesetzt, um intrinsische Motivation zu fördern?

3.2 Methodik

Die Entscheidung für qualitative Interviews fiel, weil diese **Erhebungsmethode** ohne großen Aufwand durchführbar und eher mit der Bereitschaft der Untersuchungsgruppe zu rechnen war als beispielsweise bei einer Beobachtung. Elemente verschiedener Interviewarten kamen zur Anwendung, die die Autorin unter der neuen Bezeichnung „Fokussiertes Experteninterview“ miteinander kombinierte.

¹⁵ Verleugnung des Nähebedürfnisses, feindselige Haltung

¹⁶ Aversiver Zustand, der durch Beschränkung der Freiheit einer Person zustande kommt, zwischen wichtigen Verhaltensalternativen wählen zu können; dies führt wiederum zu einer Motivationstendenz, die eingeschränkte Freiheit wiederherzustellen (vgl. Stroebe 2003, S. 292).

Konkret wurde beabsichtigt, Ansichten zur Motivierenden Gesprächsführung von *Miller und Rollnick* zu explorieren, weshalb der Fokus in den Interviews auf diesem Konzept lag. Die potentiellen Interviewpartner erhielten jeweils etwa eine Woche vor dem geplanten Interviewtermin eine Zusammenfassung zum Konzept der Motivierenden Gesprächsführung.

Absichtlich fiel die Wahl auf eine breite Streuung der Gesprächspartner, weil die Anwendbarkeit des Modells der Motivierenden Gesprächsführung auf andere Bereiche als den Suchtbereich untersucht werden sollte. Anliegen war, Vertreter aus der ambulanten und stationären Suchttherapie, Berater von Patienten mit psychischen Störungen und Berater, die mit psychosomatisch Erkrankten arbeiten, zu gewinnen.

Meuser und Nagel schlagen für Experteninterviews ein spezifisches **Auswertungsverfahren** vor, das für die Analyse verwendet wurde. Es ermöglicht die Vergleichbarkeit der Positionen der Interviewpartner, das "Herausarbeiten des Überindividuell-Gemeinsamen" (Meuser und Nagel 2002, S. 80).

4 Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Konzept der Motivierenden Gesprächsführung von *Miller und Rollnick* nicht überall in der Arbeit mit unfreiwilligen Klienten einsetzbar ist. Nicht alle Klienten sind durch die aufgezeigten Strategien zu motivieren und oft liegt es nicht in der Macht des Beraters, dies zu erreichen.

Für jede Strategie gibt es Ausnahmen, nicht jede passt in jedes Tätigkeitsfeld und nicht jede ist auf jeden Klienten anwendbar. Deshalb sollten Berater bestenfalls viele Strategien und Methoden in ihrem Repertoire haben, um jene auszuwählen, die der individuellen Persönlichkeit des jeweiligen Klienten am besten entsprechen.

Ausgehend von den theoretischen und den empirischen Erkenntnissen der Diplomarbeit konnte eine Motivierungsstrategie entwickelt und als Praxisleitfaden formuliert werden, die abschließend an dieser Stelle skizziert werden soll:

Motivierungsstrategie für unfreiwillige Klienten in drei Schritten

1. Als Konsens war in den Aussagen der Experten zu verzeichnen, dass es möglich ist, unfreiwillige Klienten, die nur aufgrund von äußeren Zwängen an Beratungsgesprächen teilnehmen, intrinsisch zu motivieren. Dazu ist es zuallererst wichtig, ein Arbeitsbündnis im Sinne einer stabilen, vertrauensvollen Therapiebeziehung aufzubauen. Das gelingt am besten mit einem klientenzentrierten, dabei direktiven Vorgehen. Die Direktivität lässt sich langsam reduzieren, wenn der Klient Selbstkontrolle lernt.
 - Methoden: Prinzipien Empathie, Kongruenz, Wertschätzung; bewusst andere Kommunikationsmuster als die aus dem sozialen Umfeld vertrauten, offene Fragen
2. Ist ein Vertrauensverhältnis hergestellt, wird der Klient umfassend über Symptomhintergründe, Veränderungsmöglichkeiten, Rückfallrisiko und soziale Einflussfaktoren informiert und aufgeklärt. Bei der Darstellung der therapeutischen Möglichkeiten wird seine Entscheidungsfreiheit hervorgehoben, um Widerstand zu vermindern.
 - Methoden: Psychoedukation (Grafiken, Tests, Berichte etc.); Modelle und Metaphern; Kognitives Umstrukturieren; Verstärkungsprinzip; Anregung zur Selbst- und Fremdbeobachtung
3. Nach diesem Schritt unterstützt der Berater den Klienten bei der Zielklärung. Der Klient legt selbst fest, was er erreichen möchte. Der Therapeut hilft dabei, Ziele zu ordnen, in Teilziele zu zerlegen, diese zu strukturieren und Vereinbarungen zu treffen. Wird es vermieden, Vereinbarungen zu treffen und einzuhalten, kann der Klient gezielt aus der Nähe heraus mit aktuellem Fehlverhalten und dessen Folgen konfrontiert werden.
 - Methoden: Ressourcen- und Lösungsorientierung; Denkanstöße; prozessbegleitende Ziel- und Veränderungsbilanzierung; konfrontative Verfahren (Voraussetzungen: gute Therapiebeziehung, klare Indikation, Zielgerichtetheit)

5 Basisliteratur

De Shazer, Steve. (1998). Das Spiel mit den Unterschieden. Wie therapeutische Lösungen lösen. 3. Aufl. Heidelberg: Verlag Carl Auer Systeme.

Dietrich, Georg. (1991). Allgemeine Beratungspsychologie. Eine Einführung in die psychologische Theorie und Praxis der Beratung. 2. Aufl. Göttingen; Toronto; Zürich: Hogrefe Verlag für Psychologie.

Heckhausen, Heinz. (1989). Motivation und Handeln. 2., völlig überarb. u. erg. Aufl. Berlin; Heidelberg; New York: Springer Verlag.

Kanfer, Frederick H. (1990). Selbstmanagement-Therapie als Veränderungsprozess: Ein Lehrbuch für die klinische Praxis. Berlin; Heidelberg; New York: Springer Verlag

Meuser, Michael & Nagel, Ulrike. (2002). ExpertInneninterviews - vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: Bogner, Alexander, Littig, Beate & Menz, Wolfgang (Hrsg.), Das Experteninterview. Theorie, Methode, Anwendung. Opladen: Verlag Leske und Budrich.

Miller, William R. & Rollnick, Stephen. (1999). Motivierende Gesprächsführung. Ein Konzept zur Beratung von Menschen mit Suchtproblemen. Freiburg im Breisgau: Lambertus-Verlag.

Pervin, Lawrence A. (1993). Persönlichkeitstheorien. 3. neu bearb. Aufl. München; Basel: Verlag E. Reinhardt.

Petry, Jörg. (1998). Suchtentwicklung und Motivationsdynamik. In: Beutel, Martin (Hrsg.), Motivation in der Suchttherapie. Intrapsychischer Prozess und versorgungspolitische Aufgabe. Bundesverband für stationäre Suchtkrankenhilfe. Geesthacht: Verlag Neuland.

Reinecker, Hans. (1999). Lehrbuch der Verhaltenstherapie. Tübingen: Verlag der Deutschen Gesellschaft für Verhaltenstherapie.

Rogers, Carl R. (1991). Die klientenzentrierte Gesprächspsychotherapie. Originalausgabe (1951). Client-Centered Therapy. Boston: Verlag Houghton Mifflin. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag.

Sachse, Rainer. (1995). Der psychosomatische Patient in der Praxis. Grundlagen einer effektiven Therapie mit „schwierigen“ Patienten. Stuttgart; Berlin; Köln: Verlag Kohlhammer.

Seligman, Martin E.P. (1999). Erlernte Hilflosigkeit. Weinheim; Basel: Beltz Verlag.

Stroebe, Wolfgang, Hewstone, Miles & Stephenson, Geoffrey M. (2003). Sozialpsychologie. Eine Einführung. 4. akt. Aufl. Berlin; Heidelberg; Toronto: Springer Verlag.

Watzlawick, Paul, Beavin, Janet H., Jackson, Don D. (1996). Menschliche Kommunikation. Formen, Störungen, Paradoxien. 9. unveränd. Aufl. Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Verlag Hans Huber

Naturwissenschaften / Umwelttechnik

Photokatalytischer Abbau von Arzneimittelreststoffen in Abwässern

Prof. Dr. Jens Hartmann, Phone: ++49.391-8864521, Fax: ++49.391-8864234, E-Mail: jens.hartmann@hs-magdeburg.de, Hochschule Magdeburg - Stendal (FH), Breitscheidstraße 2, 39114 Magdeburg

Dipl.-Ing. (FH) Jana Engeldinger, Phone: ++49.391-8864443, E-Mail: jana.engeldinger@hs-magdeburg.de, Hochschule Magdeburg Stendal (FH)

Abstract

In Deutschland sind derzeit in der Human- und Veterinärmedizin rund 3000 unterschiedliche Wirkstoffe zugelassen, die in einer weitaus größeren Anzahl von Arzneimitteln Anwendung finden. Viele der verabreichten Medikamente erreichen das kommunale Abwassersystem unverändert oder als Metaboliten, werden an Kläranlagen nur teilweise abgebaut und gelangen über die Vorfluter in die Flüsse. Die auf diesen Weg in die Umwelt eingetragenen Arzneimittel sind meist polar und nur schwer biologisch abbaubar, so dass die Gefahr einer Anreicherung dieser Stoffe in der Umwelt und eine Kontamination des Trinkwassers besteht. Inwiefern von Arzneimittelrückständen in der Umwelt und insbesondere im Grundwasser eine Gefährdung ausgeht, kann derzeit nicht eindeutig beantwortet werden. Medikamentenwirkstoffe wurden im Grundwasser bislang nur in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen. Andererseits ist nicht auszuschließen, dass diese Substanzen bereits in äußerst geringen Konzentrationen oder als Arzneistoffcocktail auf lange Sicht negative Wirkungen bei Mikroorganismen, bei Tieren oder beim Menschen hervorrufen können. Aktuelle Studien über das Aussterben von Geiern in Indien und Pakistan, aufgrund einer erhöhten Aufnahme des Wirkstoffes Diclofenac durch deren Nahrung, beweisen die Gefährlichkeit der Akkumulation solcher Stoffe in der Umwelt.^[1]

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Verfahrens zum photokatalytischen Abbau der Arzneimittelstoffe bzw. zur Überführung in biologisch abbaubare Substanzen. Das Vorhaben basiert auf der photokatalytischen Wirkung von Titandioxid. Dabei wird durch Absorption von Lichtquanten aus dem UV-Bereich eine Ladungsträgertrennung hervorgerufen, die zur Bildung von positiv geladenen Elektronenlöchern und Elektronen führt. Die Ladungsträger können an die Oberfläche diffundieren und dort Oxidations- und Reduktions-Reaktionen mit organischen Stoffen in Wasser auslösen, die zum direkten oder indirekten Abbau dieser Stoffe führen.^[2,3]

Als Katalysatoren sollen zunächst mit Titandioxid beschichtete Tonträger eingesetzt werden. Dazu wird ein Verfahren entwickelt, mit dem beständige und photokatalytisch aktive TiO₂-Schichten auf das Trägermaterial gebracht werden können. Danach sollen auch natürliche Mineralien auf Basis von Titan-Sauerstoff, Silizium-Sauerstoff und Eisen-Verbindungen untersucht werden, die durch die Veränderung der Bandlücke des Titandioxids und zusätzlicher aktiver Redox-Zentren an der Oberfläche die chemischen Abbaureaktionen wesentlich beschleunigen sollten.

1 Stand der Technik

Da pharmazeutisch wirksame Stoffe allgemein biologisch schwer abbaubar sind, ergeben sich für deren Entfernung aufwendige physikalisch-chemische Trennverfahren (Membrantechniken, Aktivkohlefilter) oder oxidativ-chemische Verfahren (Ozon,

Photooxidation). Entscheidende Nachteile der Trennverfahren sind die Entsorgung der aufkonzentrierten Wirkstoffe durch Fällung (Schlämme) oder Adsorption (Aktivkohle), sowie die hohen Investitions- und Wartungskosten.

Die photooxidativen Verfahren zeichnen sich dagegen durch einen vollständigen Abbau der Stoffe zu Kohlendioxid, Wasser, Salzsäure und mineralische Salze oder durch Überführung in biologisch abbaubare Metabolite in einen kontinuierlichen und wartungsarmen Prozess aus. Ein zusätzlicher Chemikalieneintrag von Oxidationsmitteln wie Ozon oder H_2O_2 ist dabei notwendig.

Mittels Photokatalyse ist ebenfalls ein vollständiger Abbau oder eine Überführung in biologisch abbaubare Substanzen möglich, jedoch ohne zusätzlichen Chemikalieneintrag. Als photokatalytischer Halbleiter ist Titandioxid zum Abbau von Verunreinigungen verstärkt in das Interesse der Forschung gelangt. Zum einen unterliegt es keiner Photokorrosion, ist nicht toxisch und zum anderen besitzt es unter Bestrahlung ein hohes Reduktionspotential zur Oxidation von Arzneistoffen.

Bei den überwiegenden Anwendungen wurde das Titandioxid in Pulverform direkt zu dem zu behandelnden Abwasser gegeben und einer Strahlungsquelle ausgesetzt. Die Ergebnisse waren so vielversprechend, dass bereits einige Pilotanlagen zur photokatalytischen Reinigung von Abwässern in Betrieb sind, wie beispielsweise die „Plataforma Solar de Almeria“ in Südspanien. Auch in den USA, Australien, Südamerika und Nordafrika sind bereits technische Anlagen zur photokatalytischen Behandlung von Abwässern erprobt worden.^[3]

Der Einsatz in der Praxis kann jedoch nur gelingen, wenn der Katalysator günstig und wirkungsvoll wiederverwendet wird. Die Abtrennung der TiO_2 -Partikel z.B. über Mikrofiltration ist ein Nachteil bei der Verwendung von Titandioxid-Suspensionen. Zusätzlich sinkt die Eindringtiefe des Lichtes mit zunehmender Anzahl von Titandioxidteilchen.

Die Fixierung des Katalysators auf geeignete Träger erwies sich als gute Alternative um die Trennung des suspendierten TiO_2 zu vermeiden.^[4,5,6,7,8] So wurden beispielsweise Zementproben mit Titandioxid modifiziert und die photokatalytische Wirkung in Hinblick auf die Herstellung von selbstreinigendem Fassadenmaterial untersucht.^[9] Tatsächlich werden in Japan bereits photokatalytisch aktive Lärmschutzwände mit selbstreinigenden Oberflächen gebaut, die gleichzeitig die aus den Autoabgasen stammenden Stickoxide abbauen können.^[10] Auch die Profine GmbH produziert bereits mit Titandioxid beschichtete Fenster.

Entwicklungspotential liegt noch in der optimalen Immobilisierung des Katalysators an die Trägermaterialien. Dazu ist es notwendig ein geeignetes Verfahren zu entwickeln, mit dem photoaktive und gut haftende Schichten auf die Träger gebracht werden können.

2 Entwicklung und Testung von Photokatalysatoren

Als Trägermaterialien dienten uns hauptsächlich handelsübliche Tongranulate der Marke Seramis von der Masterfoods GmbH. Zusätzlich wurden auch alternative Träger wie Glasperlen, der Baustoffabfall Ytong, Kaolin-Kugeln, und Aluminiumoxid-Perlen eingesetzt. Diese wurden nach verschiedenen Methoden mit Titandioxid beschichtet. Anschließend wurden sie hinsichtlich ihrer photokatalytischen Aktivität und Stabilität untersucht.

Als geeignete Beschichtungsverfahren erwiesen sich u.a. das Sol-Gel-Verfahren mit Titan-tetraisopropylat als Startverbindung, die Reversed-Micell-Methode und das Eintauchen in wässrige TiO_2 -Suspensionen verschiedener Partikelgrößen. Die Tonträger wurden vor der Beschichtung mit destilliertem Wasser gewaschen und getrocknet. Nach jedem Verfahren wurden die beschichteten Tonträger eine Stunde bei 100°C getrocknet und eine Stunde bei 250°C calciniert.

Als Modellsubstanzen kamen ein Farbstoff und drei häufig verwendete pharmazeutische Wirkstoffe zum Einsatz. Der Farbstoff Methylenblau diente als schneller Hinweis für die Photoaktivität eines Katalysators. Die Wirkstoffe Salicylsäure (Schmerz- und Rheumamittel) Diclofenac (Schmerz- und Rheumamittel) und Metoprolol (Herzmittel) repräsentieren bestimmte Substanzklassen, wie beispielsweise Alkohole, Carbonsäuren und Chlor-Aromaten. Gelingt hier ein photokatalytischer Abbau, kann davon ausgegangen werden, dass sich auch andere Vertreter dieser Substanzklassen aus dem Abwasser eliminieren lassen.

Zur Untersuchung der photokatalytischen Aktivität wurden die wässrigen Lösungen der Modellsubstanzen mit den Katalysatoren versetzt, geschüttelt und mit einer UV-A-Lampe (20 Watt) bzw. mit natürlichem Sonnenlicht bestrahlt. Als Referenz wurden Lösungen ohne Katalysator und mit unbeschichteten Tonträgern verwendet. Nach jeweils 30 min wurde die Konzentration der Stoffe mittels UV/VIS-Spektroskopie untersucht. Um rein adsorptive Prozesse an der Oberfläche der Katalysatoren auszuschließen, wurden die Untersuchungen auch im Dunkeln durchgeführt. Die Analyse der wichtigsten Abbauprodukte erfolgte durch chromatographische Methoden (HPLC).

Die Abriebfestigkeit ist ebenfalls eine wichtige Größe. Zum einen verringert sich die Eindringtiefe des UV-A-Lichtes durch suspendierte Teilchen und zum anderen reduziert ein starker Abrieb die Lebensdauer des Katalysators. Um die Abriebfestigkeit zu untersuchen, wurden die Katalysatoren im Wasser eine Stunde kräftig geschüttelt und die Masse vor und nach dem Schütteln ermittelt.

3 Ergebnisse und Auswertung

Bei allen Modelllösungen wurden die besten Ergebnisse mit mineralischen Tonträgern erzielt, welche aus einer wässrigen Suspension mit Titandioxid-Nanopartikeln (TiO_2 -nano) der Fa. Degussa beschichtet wurden.

Die Abbildung 2 zeigt den photokatalytischen Abbau einer Diclofenac-Lösung in Abhängigkeit von der Bestrahlungsdauer ohne Katalysator, mit unbeschichteten Tonträgern und einem Katalysator aus Titandioxid-Nanopartikel auf mineralischen Tonträgern.

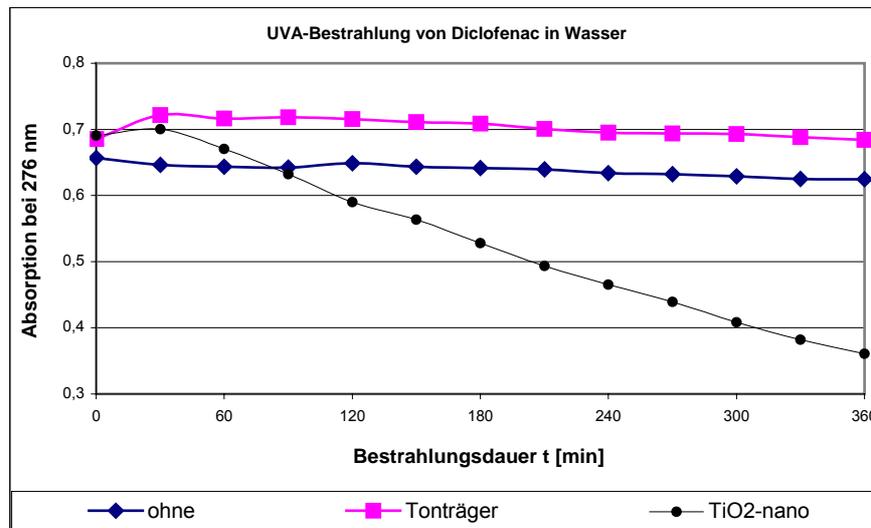


Abbildung 2: Photokatalytischer Abbau von 25 mg/l Diclofenac in Wasser nach Bestrahlung mit einer UVA-Lampe

Es wird deutlich, dass ohne Katalysator und mit Tonträgern nur eine geringfügige Abnahme der Absorption (bei einer Wellenlänge von 276 nm) auftritt. Mit den TiO₂-nano beschichteten Tonträgern dagegen kommt es zu einer deutlichen Abnahme der Absorption, also zu einem Abbau der organischen Verbindung. Mit Hilfe der HPLC wurde die Anzahl der Photooxidationsprodukte bestimmt.

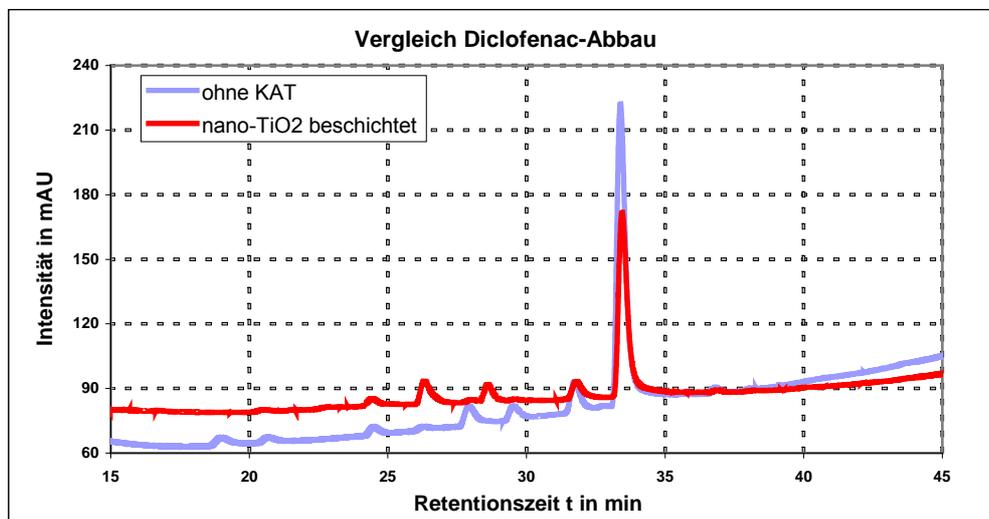


Abbildung 3: Vergleich der HPLC-Chromatogramme der Abbauprodukte von Diclofenac mit und ohne Katalysator

Aus dem Vergleich der Chromatogramme einer Diclofenac-Lösung mit und ohne den TiO₂-nano beschichteten Tonträgern nach 360 min UV-Bestrahlung wird ein schnellerer Abbau von Diclofenac mit Katalysator deutlich. Weiterhin fällt auf, dass ohne Katalysator andere und mehr Abbauprodukte entstanden sind. So konnten aus der bestrahlten Lösung ohne Katalysator sieben Abbauprodukte detektiert werden, aus

der bestrahlten Lösung mit Katalysator dagegen nur Vier. Die Abbauprodukte die bei einer Bestrahlung ohne Katalysator entstanden sind, stehen in Verdacht, wassertoxische Wirkungen zu besitzen. Mittels eines Leuchtbakterientoxizitätstest konnte festgestellt werden, daß sowohl die unbestrahlte Diclofenac-Lösung (25 mg/l) als auch die bestrahlte Lösung ohne Katalysator eine Hemmung der Leuchtintensität hervorruft. Bei der bestrahlten Probe mit Katalysator kam es dagegen zu keiner Hemmung. Es bestätigt sich die Hoffnung, dass die Abwasserreinigung mittels photokatalytischer Oxidation weniger toxische Produkte liefert als eine Photolyse.

Mit dem Wirkstoff und Metabolit der Acetylsalicylsäure, der Salicylsäure, wurden ähnliche Ergebnisse erhalten. Auch hier kam es nur bei Anwesenheit eines Katalysators und UV-A-Licht zu einer Abnahme der Absorption bei dem entsprechenden Wellenlängen-Maximum. Bei der Behandlung des Farbstoffs Methylenblau mit Sonnenlicht/TiO₂ nahm die Absorption bei 612 nm deutlich mit fortschreitender Bestrahlungsdauer ab, es trat eine Entfärbung der zuvor blauen Lösung ein. Allerdings beobachtet man dieses Verhalten bedingt auch im Dunkeln aufgrund der starken Adsorptionsfähigkeit des Farbstoffes, so dass ein photokatalytischer Effekt hier schwerer nachweisbar ist.

Je dicker die Titandioxid-Schicht auf den Tonträgern war, desto geringer war die Abriebfestigkeit. So konnten z.B. bei den nach dem Sol-Gel-Prozess hergestellten Katalysatoren besonders viele TiO₂-Partikel in der Lösung beobachtet werden, die zu einer Trübung und zu keinen befriedigenden Ergebnissen führte. Bei den Katalysatoren, die sehr dünne TiO₂-Schichten aufwiesen, wie beispielsweise aus der wässrigen nano-TiO₂-Suspension, war der Abbau von Diclofenac und Salicylsäure im Allgemeinen wesentlich schneller. Die Abriebfestigkeit lies sich zwar durch eine Erhöhung der Calciniertemperatur steigern, aber daraus resultierte auch eine verminderte photokatalytische Aktivität. Verursacht wird dieses Verhalten durch die Umwandlung der Anatas-Modifikation in die Rutil-Modifikation des Titandioxides, welche oberhalb von 450°C überwiegend auftritt.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Es konnte ein eindeutiger photokatalytischer Effekt mit TiO₂-beschichteten Tonträgern nachgewiesen werden. Speziell die mineralischen Tonträger mit TiO₂-nano-Beschichtungen zeigten viel versprechende Ergebnisse. Prinzipiell kann der photokatalytische Abbau als ein Teilprozess der Abwasserbehandlung bei Produzenten von pharmazeutischen und kosmetischen Produkten, sowie Krankenhäuser und Kliniken eingesetzt werden.

Der Hauptkritikpunkt bei der Anwendung der Photokatalysatoren ist die lange Reaktionszeit, um einen Stoff zu zerstören, bzw. mineralisieren zu können. Durch Dotierung des Titandioxides mit anderen Elementen kann man die Aktivität erhöhen und das Einsatzgebiet der Photokatalysatoren weiter verbreitern. Gelingt dieser Schritt, so reicht schon das energieärmere Licht des sichtbaren Bereiches für einen Abbau der Substanzen aus. Der Einsatz einer UV-Lampe kann durch natürliches Sonnenlicht ersetzt werden, was die Energiebilanz verbessert.

Zusätzlich könnte der Einsatz natürlicher Mineralien als Katalysatoren dieses Verfahren noch preiswerter und effizienter gestalten.

Danksagung

Wir bedanken uns für die finanzielle bzw. materielle Unterstützung bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), der Fa. Salutas Pharma GmbH Barleben, der Fa. UMEX GmbH Dresden und der Degussa AG Hanau-Wolfgang.

Literatur

- [1] J. L. Oaks; Diclofenac residues as a cause of the population decline of the white backed vultures in Pakistan, *Nature* **427** (2004) 630-635.
- [2] H. Kisch, W. Macyk; Halbleiter-Photokatalyse; *Nachrichten aus der Chemie*; **50**; Oktober 2002, S. 1078-1082
- [3] A. Bernecker; Untersuchungen zum Verhalten von insektizidhaltigen Wässern aus Prozessen der chemischen Nassoxydation; Universität Bremen; August 1999
- [4] R.P. Ayla; Photokatalytische Behandlung von biologisch schwer abbaubaren Wasserverunreinigungen mit Titandioxid und simuliertem Sonnenlicht; Technische Universität Berlin; Juli 2002
- [5] J.A.Byrne, B.R.Eggins, N.M.D.Brown, B. McKinney, M. Rouse; Immobilisation of TiO₂ powder for the treatment of polluted Water; *Applied Catalysis B: Environmental* **17** (1998) 25-36
- [6] M. Bideau, B.Claudel, C. Dubien, L.Faure, H. Kazouan, On the immobilization of titanium dioxide in the photocatalytic oxidation of spent water, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* **91** (1995) 137-144
- [7] J.C. Yu, J. Y, J. Zhao; Enhanced photocatalytic activity of mesoporous and ordinary TiO₂ thin films by sulfuric acid treatment; *Applied Catalysis B: Environmental* **36** (2002) 31-43
- [8] Prof. Dr. J .A.C. Broeckaert, Prof. Dr. H. Jacobs; Solarchemischer Abbau von Stickstoffverbindungen aus Abwässern mit dotiertem TiO₂ als Katalysator; Universität Dortmund
- [9] M. Lackhoff; Photokatalytische Aktivität ambienter Partikelsysteme; Technische Universität München; November 2002
- [10] Dr. R. Vormberg; Vom Pigment zum Tausendsassa; Degussa AG, Science -Newsletter; September 2004

Methodik zur Bestimmung von Abfallinhaltsstoffen durch Totalverbrennung

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Heinz, Phone: ++49.3461-46-2008, Fax: ++49.3461-46-2192, E-Mail: dietmar.heinz@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg (FH), Geusaer Str. 88, 06217 Merseburg

Hans Müller, Phone: ++49.3461-46-2144, Hochschule Merseburg (FH), hans.mueller@hs-merseburg.de

1 Ziel

Durch das Inkrafttreten der neuen TASI wird in Zukunft der thermischen Abfallbehandlung eine enorme Bedeutung zukommen. Zum Betrieb einer solchen Anlage sind umfangreiche Kenntnisse über die physikalischen und chemischen Eigenschaften sowie der stofflichen Zusammensetzung der zu behandelnden Abfallstoffe nötig. Dies bildet die Grundlage für die technische und betriebswirtschaftliche Planung und den emissionsarmen Dauerbetrieb von Müllverbrennungsanlagen.

Eine häufig angewendete Variante zur Analyse von Abfällen, ist die Verbrennung von Abfallproben und die anschließende Analyse der Verbrennungsgase. Ziel der Untersuchungen ist es, einen Verbrennungsautomat vom Typ *Combustor 02* der Fa. Gamab einzufahren und Betriebsparameter so abzustimmen, dass die quantitative Analyse des Gesamtkohlenstoff-, Chlor- und Aschegehaltes innerhalb eines Analysenganges möglich ist.

Es sollte weiterhin eine optimale Versuchsanordnung mit ausgewählten Analysenvorrichtungen geschaffen werden, mit deren Hilfe Hausmüllproben schnell und zuverlässig auf oben genannte Parameter analysieren werden können. Zusätzlich waren die Möglichkeiten zur praxisnahen Anwendung zu überprüfen.

2 Durchführung

Beim Verbrennungssystem *Combustor 02* (Abbildung 1) handelt es sich um einen von Sensoren gesteuerten Verbrennungsautomat, bei dem die für die optimale thermische Zersetzung nötigen Bedingungen (z.B. Temperatur, Verbrennungsgeschwindigkeit und Gasstrom) eingestellt werden können.

Zunächst wird eine definierte homogenisierte Probenmenge (max. 500mg) auf einem Probeschiffchen in die Anlage gegeben. Die

Totalverbrennung im verwendeten Gerät ist ein Zweiphasenprozess. In der ersten Phase findet eine Pyrolyse der Probe im Argonstrom statt. Die Pyrolysegase werden im Gleichstrom abgeführt und verbrennen im Außenrohr, durch welches Sauerstoff fließt. Phase 2 kann als Restverbrennung betrachtet werden. Um einen vollständigen Ausbrand zu gewährleisten, fließt dabei auch im Innenrohr reiner Sauerstoff. Die in beiden Phasen entstehenden Reaktionsprodukte werden am Ende des Rohres abgeführt und stehen



Abbildung 4: Combustor 02

für eine Analyse bereit. Nach Verlassen der Verbrennungseinheit durchläuft der Gasstrom eine Gaswaschflasche in der sich gekühltes Wasser befindet, dass mit etwas HNO_3 leicht angesäuert wurde. Hier wird das bei der Verbrennung freiwerdende HCl(g) absorbiert und kann anschließend mittels potentiometrischer Titration mengenmäßig bestimmt werden. An dem dafür verwendeten Titrator der Fa. Mettler-Toledo wurden kleine Programmmodifikationen hinsichtlich der Messgenauigkeit vorgenommen.

Nachdem der Gasstrom die Gaswaschflaschen durchströmt hat, gelangt dieser in einen CO_2 -Detektor der Firma ECH. Zur Integration des Detektors waren diverse Veränderungen am Combustor nötig. Um eine quantitative Analyse von Kohlenstoff vornehmen zu können, wurde eine Kalibrierung des Detektors im benötigten Arbeitsbereich vorgenommen (Abbildung 2).

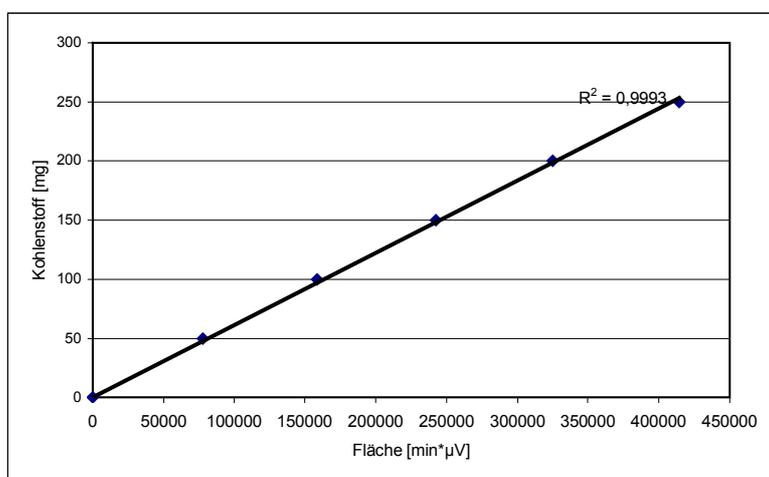


Abbildung 5: Kalibriergerade für Kohlenstoff

Abschließend kann dann der Aschegehalt aus den Verbrennungsrückständen im Probenschiffchen gravimetrisch ermittelt werden.

3 Praxistauglichkeit

Zum Test der Praxistauglichkeit der eingestellten Anlagenparameter wurden Abfallstoffe aus der Papierindustrie untersucht. Von diesen Stoffen lag eine Elementaranalyse durch ein akkreditiertes Labors vor.

Tabelle 3: Ergebnisse der Vergleichenden Untersuchungen am Beispiel Chlor

Probennummer.	Chlor Labor in %	Chlor HSM in %
20	0,443	0,498
22	1,46	1,078
25	0,137	0,375
32'	0,97	0,693
34'	0,02	0,017

Der Vergleich der gewonnenen Ergebnisse (Tabelle 1) zeigt, dass mit dem beschriebenen Versuchsaufbau durchaus zufrieden stellende Werte erreicht werden können. Größere Abweichungen sind z.B. durch Inhomogenitäten innerhalb der Probe zu erklären. Durch die Beschränkung auf eine geringe Einwaagemenge für die Analyse (500mg) wurde diese Fehlerquelle zusätzlich verstärkt.

Da der direkte Vergleich zu Hausmüll jedoch noch nicht gegeben war, wurden in Kooperation mit einem Kommunalen Entsorger mehrere Ausgangsfraktionen für die Ersatzbrennstoffherstellung hinsichtlich ihres Chlorgehaltes untersucht.

4 Untersuchung von Ausgangsfraktionen für die Ersatzbrennstoffherstellung

Im Auftrag eines Kommunalen Entsorgers sollte geprüft werden, ob die Abfalluntersuchung mittels Verbrennungsapparatur ein geeignetes Verfahren ist, um den Chlorgehalt innerhalb einzelner Ausgangsfraktionen für die Ersatzbrennstoffherstellung schnell und zuverlässig zu bestimmen.

Des Weiteren sollte geprüft werden, ob mit einer vereinfachten Versuchsanordnung, bei welcher auf das Verbrennungssystem Combustor 02 verzichtet wird, ähnliche Resultate bezüglich des Chorgehaltes erzielt werden können.

Durch eine Vereinfachung der Verbrennungsapparatur und dem damit verbundenen Verzicht auf die Verbrennungsapparatur soll eine Kosteneinsparung erreicht, die Verwendung größerer Probemengen (>500 mg) ermöglicht und der Analysevorgang beschleunigt werden.

4.1 Vereinfachte Verbrennungsapparatur

Die in Abbildung 3 dargestellte Versuchsanordnung stellt den Ablauf des vereinfachten thermischen Aufschlusses und der anschließenden Rauchgasabsorption in der selbst entwickelten Apparatur dar.

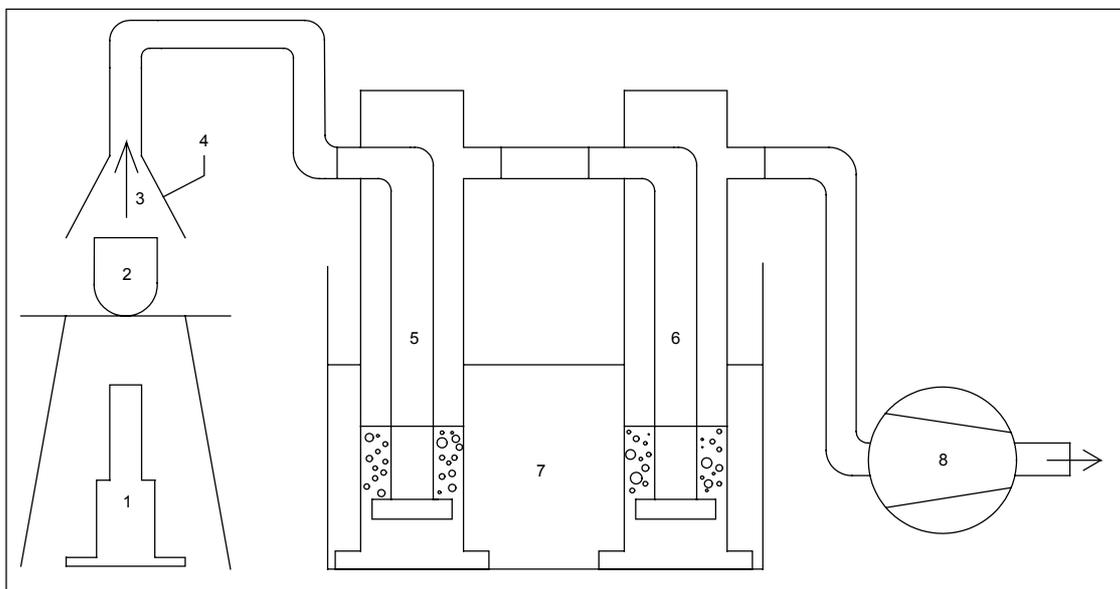


Abbildung 6: Vereinfachte Verbrennungsapparatur

Zunächst wird die Probe (1000 mg) in einen Tiegel (2) über einer Bunsenbrennerflamme (1) 15 Minuten lang erhitzt. Die hierbei entweichenden Verbrennungsgase (3) werden durch eine trichterförmige Erfassungseinrichtung (4) mittels Pumpe abgesaugt. Zwischen Pumpe und Erfassungseinrichtung befinden sich zwei Gaswaschflaschen mit Fritte, welche jeweils mit etwa 50ml destilliertem Wasser gefüllt sind, wobei letztere (6) als Schutzpuffer der Pumpe dient. Im Gegensatz zu den Combustor-Versuchen wird hier auf die Zugabe von HNO_3 verzichtet. Ein Großteil des Chlorwasserstoffs, welcher bei der thermischen Zersetzung der Probe entsteht, wird in der ersten Absorptionsflasche (5) wieder zu finden sein.

Die Gaswaschflaschen stehen in einem gekühlten Wasserbad (7), um die Absorptionsfähigkeit zu erhöhen und das heiße Rauchgas hinreichend abzukühlen.

Bei der Pumpe (8) handelt es sich um eine handelsübliche Membranpumpe mit einem maximalen Durchsatz von $1,9 \text{ m}^3/\text{h}$. Nach den 15 Minuten wird die Bunsenbrennerflamme abgeschaltet und die Pumpe für weitere 5 Minuten in Betrieb gehalten.

Nach insgesamt ca. 20 Minuten wird die Absorptionsflüssigkeit aus der ersten Flasche (5) (ca. 50ml) analog zu den Combustor-Versuchen mittels potentiometrischer Titration im automatischen Titrator DL der Fa. Mettler-Toledo bestimmt. Als Titriermittel wird ebenfalls eine 0,1 normale Silbernitratlösung benutzt.

Bei Testversuchen mit 30 Minuten Laufzeit waren keine höheren Chlorgehalte festzustellen. Eine intensive thermische Behandlung von 15 Minuten scheint demnach völlig ausreichend zu sein.

Um zu überprüfen, ob mit dieser Versuchsanordnung eine vollständige Umwandlung der Chlorbestandteile zu Chlorwasserstoff zu erzielen ist, wurden die Verbrennungsrückstände mehrerer Proben erneut der Versuchsanordnung zugeführt. Bei diesen Kontrolluntersuchungen konnte kein Chlor nachgewiesen werden.

4.2 Vorläufige Ergebnisse

Um die Funktionsweise beider Versuchsanordnung zu kontrollieren, wurden vergleichende Verbrennungsversuche durchgeführt. Hierfür wurden verschiedene 24h-Proben aus der Ersatzbrennstoffherstellung des Kommunalen Entsorgers im Combustor und in der vereinfachten Versuchsanordnung hinsichtlich ihres Chlorgehaltes untersucht und die Ergebnisse mit der Eigenüberwachung des Entsorgers verglichen.

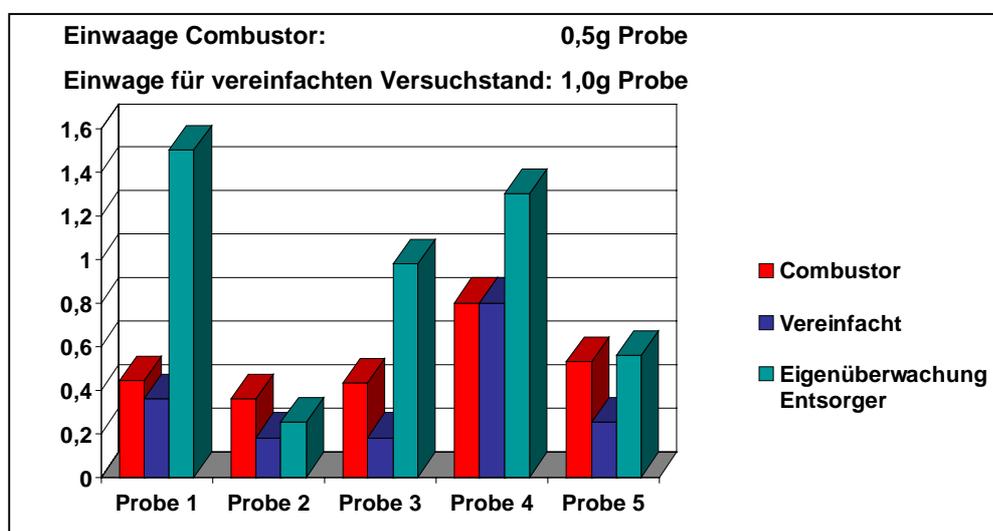


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Ergebnisse in Ma.-% TS

Diese Versuche (Abbildung 4) zeigen, dass mit beiden Verfahren in einigen Fällen durchaus repräsentative Werte erzielt werden können (z.B. Probe 2). Allerdings ist die Funktionsweise beider Verfahren sehr stark von den Abfalleigenschaften und der Verteilung der chlorhaltigen Fraktionen abhängig, was unter anderem auch die recht großen Abweichungen z.B. bei Probe 1 erklärt.

Bei einem Analysengang kann weder mit dem Combustor noch mit der vereinfachten Versuchsanordnung ein repräsentativer Chlorgehalt bestimmt werden. Um stellvertretende Ergebnisse zu erhalten, sind bei beiden Verfahren mehrere Testreihen nötig. Somit sind beide Versuchsanordnungen zurzeit nicht als Chlorschnelltest für diese Ersatzbrennstoffproben geeignet.

Gegenwärtig sind weitere Tests geplant, um beide Verfahren hinsichtlich der Wiederfindungsrate zu optimieren und an reale Bedingungen anzupassen.

„Chemische Reaktionen von Fettstoffen im Mikrowellenfeld“

Annett Fuchs, Dieter Greif
Hochschule Zittau/Görlitz, Fachbereich Mathematik/Naturwissenschaften
Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau
E-mail: a.fuchs@hs-zigr.de Phone: 03583-61 1707

Abstract

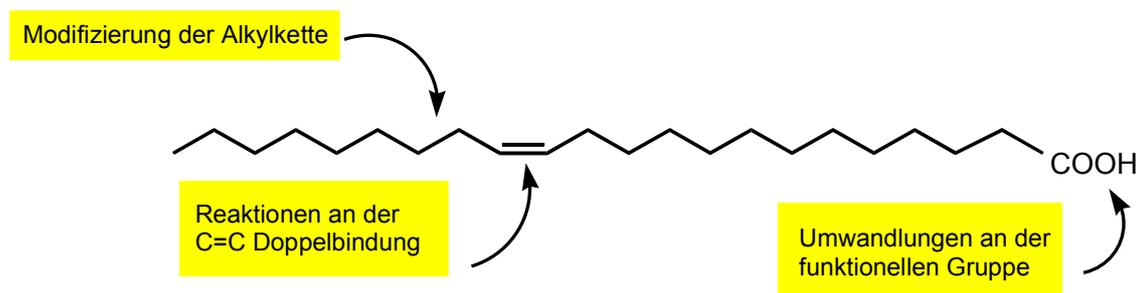
In dem Vortrag werden mikrowellenunterstützte Reaktionen von Fettstoffen vorgestellt. Ziel der Untersuchungen ist eine energie-, stoff- und zeiteffiziente chemische Modifikation von Fettstoffen.

In den letzten Jahren ist das Interesse an natürlich vorkommenden Fettstoffen wieder stark angestiegen. Fette und Öle auf der Basis nachwachsender Rohstoffe haben sich außerhalb des Lebensmittelsektors bereits in bestimmten Einsatzbereichen etabliert, so zum Beispiel bei Schmierstoffen, Tensiden, Klebstoffen, Lacken und Farben oder auch Kosmetika. Am bekanntesten ist aber wohl die Herstellung von Biodiesel aus Rapsöl. Für biochemische Untersuchungen sind Fettstoffe als Bestandteile von Membranen und Lipiden von großer Bedeutung.

Besonders Raps und Sonnenblumen, als heimische und am meisten angebaute Ölpflanzen, verdienen in diesem Zusammenhang besondere Beachtung. Die chemische Funktionalisierung der in diesen Ölen enthaltenen ungesättigten Fettsäure Ölsäure führt zu wertvollen Grundstoffen für die chemische Industrie.

Chemische Umwandlungen, der im allgemeinen als Triacylglyceride vorkommenden Fette und Öle, sollen neue Einsatzgebiete für diese nachwachsenden Rohstoffe erschließen. Durch die Entwicklung neuer Verfahren zur Veredelung heimischer Fettstoffe könnten Importe von Ölen und Fetten, zum Beispiel aus Übersee, überflüssig oder stark reduziert werden, gleichzeitig wären der Landwirtschaft sowie den vor- und nachgelagerten Bereichen neue Absatzmärkte gegeben.

Die folgende Abbildung zeigt, an welchen Molekülpositionen chemische Reaktionen an Fettstoffen möglich sind:



Für viele dieser Reaktionen sind jedoch zum Teil drastische Reaktionsbedingungen und / oder lange Reaktionszeiten und / oder der Einsatz teurer Katalysatoren notwendig.

Mikrowellen sind erst in den 80er Jahren als Energielieferant für chemische Reaktionen entdeckt wurden. In der Synthesechemie blieb der Einsatz der

Mikrowellentechnik für lange Zeit eine exotische Anwendung. Übersichtsuntersuchungen haben gezeigt, daß eine Reihe organischer Stoffe in Umgebungen mit angereicherter Mikrowellenenergie mit wesentlich höherer Ausbeute gezielt verändert werden können als ausschließlich unter dem Einfluß der Variation von konventionellen Prozeßgrößen.

Allgemeine Vorteile von Mikrowellenreaktionen werden mit sehr kurzen Reaktionszeiten, guten bis sehr guten Ausbeuten an Produkten, die gleichzeitig mit hoher Reinheit anfallen, beschrieben.



Der nichtklassische Energieeintrag in chemische Reaktionen von Fettstoffen soll vor allem dazu führen, energieintensive und stoffintensive herkömmliche Verfahren zu ersetzen. Gleichzeitig können sich auch neue Reaktionsmöglichkeiten der Fettstoffe ergeben, die das Angebot an Chemieprodukten aus Fetten erweitern und zu neuen oder verbesserten technischen Anwendungen führen können.

Die optimalen Reaktionsbedingungen zur Durchführung von Reaktionen unter Mikrowellenbedingungen erhält man durch Methodenentwicklung. Als variierbare Reaktionsparameter stehen die Temperatur, der Druck und die Zusammensetzung des Reaktionsgemisches, insbesondere die Auswahl der Lösungsmittel, zur Verfügung. Die Temperatur stellt die beste Regelgröße dar, da die Reaktionsgeschwindigkeit einer Reaktion entscheidend von der Temperatur abhängig ist. Wird die Reaktion bei Normaldruck durchgeführt, so werden im Prinzip die konventionellen Bedingungen nachempfunden, das heißt, die maximal erreichbare Temperatur hängt vom Siedepunkt der im Reaktionsgemisch vorliegenden Komponenten ab. In den meisten Fällen wird sie bestimmt durch den Siedepunkt des verwendeten Lösungsmittels. Für Arbeiten unter Normaldruck werden in der Literatur folgende Richtlinien angegeben, die die Zeiteffizienz bei Anwendung der Mikrowellentechnologie auf chemische Reaktionen sehr gut widerspiegeln:

Konventionelle Durchführung:

4 Stunden
8-18 Stunden
> 18 Stunden

Mikrowellenreaktor:

10 min
30 min
1 Stunde

Die Temperatur in einem Reaktionsgemisch kann durch Anwendung von Druck über den Siedepunkt bei Atmosphärendruck gesteigert werden. Bei der Methodenentwicklung wird die Temperatur schrittweise erhöht, bis die optimale Reaktionstemperatur gefunden wurde. Der gesteigerte Umsatz muss mit der möglichen Bildung von Nebenprodukten korreliert werden.

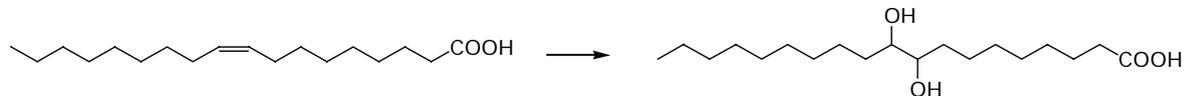
Reaktionen unter Druck haben jedoch den Nachteil, dass während der Reaktion keine Reaktanten zugefügt werden können und die umsetzbaren Stoffmengen begrenzt sind. In einem weiteren Schritt wird die Reaktionszeit ermittelt, die für eine maximale Produktbildung notwendig ist. Danach kann versucht werden, die Reaktion hinsichtlich der Stoffeffizienz zu optimieren. So können die Verhältnisse der Reaktanten verändert oder bei Verwendung flüssiger Stoffe auf Lösungsmittel verzichtet werden. Das Lösungsmittel übt entscheidenden Einfluss auf die Aufnahme und Wirkung der eingestrahlten Energie aus. Bei der Reaktion unpolarer Reaktanten kann ein polares Lösungsmittel als Energieüberträger fungieren. Andererseits kann ein unpolares Lösungsmittel thermische Wärme, die bei der Reaktion polarer Reaktanten entsteht, aufnehmen und so die Reaktion „kühlen“.

Weiterhin unterscheidet sich die Technologie des Mikrowelleneintrages in chemische Reaktionen erheblich davon, ob Feinchemikalien oder Bulk-Produkte synthetisiert werden sollen. Das oberste Ziel bei der Synthese von Feinchemikalien (z.B. Pharmaka, Reagenzien für analytische, biochemische und biotechnologische Zwecke oder auch spezielle Farbstoffe) ist eine exzellente Reinheit der Produkte bei möglichst kurzen Reaktionszeiten. Mit dem Eintrag von Mikrowellenenergie ist dieses Ziel ohne Schwierigkeiten erreichbar. Bei der Synthese von Bulk-Produkten stehen die Einsparung von Energie durch kurze Reaktionszeiten im Mittelpunkt des Interesses. Bisher gibt es aber kaum Untersuchungen darüber, mit welchen Methoden sich Mikrowellenenergie problemlos in entsprechend große Reaktoren eintragen lässt. Das sog. Upscaling von erfolgreich eingeführten Labormethoden auf technische Verfahren ist ein bisher noch nicht gelöstes Problem bei der Anwendung der Mikrowellentechnologie in chemischen Reaktionen.

In den folgenden Abschnitten werden chemische Reaktionen von Fettstoffen unter Mikrowellenbedingungen vorgestellt, mit denen sich die Autoren in eigenen Projekten befasst haben. Ziel war, die konventionell mit langen Reaktionszeiten und hohem Energiebedarf und mäßigen Ausbeuten verlaufenden Reaktionen durch Anwendung der Mikrowellentechnologie zeit-, energie- und stoffeffizienter durchzuführen.

In Kooperation mit der chemischen Industrie wurden gezielt Synthesemöglichkeiten von Methylpalmitat, Methylstearat, Isopropylaurat und Glycerintriacetat unter dem Einfluss von Mikrowellenstrahlung untersucht. Die Ergebnisse gestalten sich recht unterschiedlich. Während Methylpalmitat und Methylstearat bei Reaktionstemperaturen von 140 °C bereits nach 15 Minuten mit über 80 % Ausbeute gebildet werden, wird Laurinsäure bei vergleichbaren Reaktionsbedingungen nur zu 16 % mit Isopropanol verestert. Glycerintriacetat entsteht in einer Ausbeute von 40 % bei 215 °C, die Dauer der Reaktion beläuft sich dann auf 60 Minuten. Eine weitere Bestrahlung der Reaktionsmischung mit Mikrowellen ergab keine Verbesserung des Umsatzes.

In einem aktuellen Forschungsprojekt, gefördert von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, wurde die Synthese von Dihydroxyfettsäuren im Mikrowellenfeld untersucht.



Ausgehend von Ölsäure bildet sich durch Epoxidierung mit Perameisensäure bei Raumtemperatur das entsprechende Epoxid. Dieses wird konventionell in einer zweiten Reaktionsstufe mittels wässriger Natronlauge bei 100 °C über mehrere Stunden hydrolysiert. Die entstehenden Dihydroxysäuren sind wertvolle chemische Grundprodukte in der Oleochemie. Es wurde gefunden, dass die zweite Reaktionsstufe im Mikrowellenfeld schon nach 3,5 min beendet ist und zudem die Reaktionstemperatur auf 60 °C gesenkt werden kann. Die Dihydroxyverbindung wurde anschließend mittels verschiedener Oxidationsmittel zur 9,10-Dihydroxystearinsäure oxidiert. Durch Isomerisierung der Epoxide sind Monoketofettstoffe synthetisierbar.

Weiterhin wurden radikalische Additionen an Fettstoffe mit terminaler Doppelbindung (Undecylensäuremethylester) und innenständiger Doppelbindung (Ölsäuremethylester) untersucht.

Aus Fettsäuren werden industriell Fettalkohole hergestellt, die ebenfalls als Grundchemikalien für die weitere Veredlung von Fettstoffen mit unterschiedlichsten Funktionen eingesetzt werden. Die Darstellung von Halogenalkanen ausgehend von Fettalkoholen unter Mikrowellenbedingungen wurde untersucht.



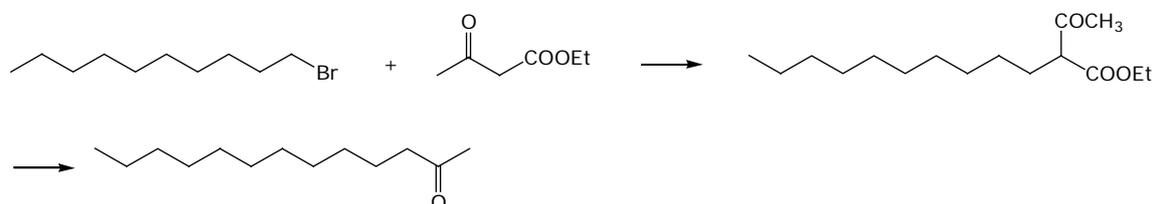
Im Vergleich zur konventionellen Synthese, bei der der Fettalkohol mit Bromwasserstoff und Schwefelsäure als Katalysator mehrere Stunden unter Rückfluss erhitzt wird, ist die Darstellung unter Mikrowellenbedingungen in 35 min beendet. Gleichzeitig kann die Ausbeute auf 85 % gesteigert werden.

Nucleophile Substitutionen sind auch an Epoxiden möglich. Man erhält entsprechend substituierte Hydroxyfettstoffe, im Falle von Verbindungen mit ehemals innständigen Doppelbindungen entstehen Regioisomerenmischungen.

Die Epoxide wurden aus den entsprechenden Alkenen durch Epoxidierung mit m-Chlorperbenzoesäure bzw. Peressigsäure hergestellt. Die Reaktionen finden unter Eiskühlung bzw. bei Raumtemperatur statt. Die Epoxide lassen sich in Ausbeuten > 85 % isolieren.

Als Nucleophile wurden Amine, Alkohole und Thioalkohole verwendet. Die Reaktion der Epoxide mit Aminen wie Anilin oder Ammoniak werden in der Literatur beschrieben. Die Substitutionen erfordern alle ein mehrstündiges Erhitzen des Reaktionsgemisches. Für entsprechende Reaktionen mit Alkoholen und Thioalkoholen wurden keine Referenzen in der Literatur gefunden. Die Reaktionen wurden in eigenen Arbeiten sowohl konventionell als auch unter Mikrowellenbedingungen untersucht.

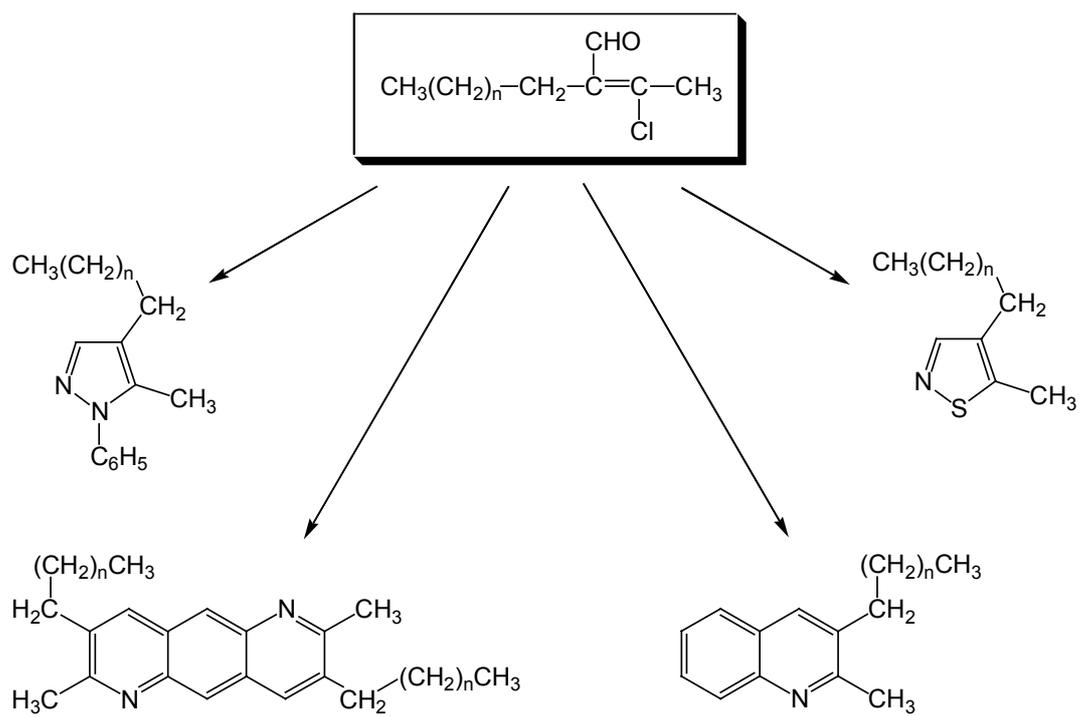
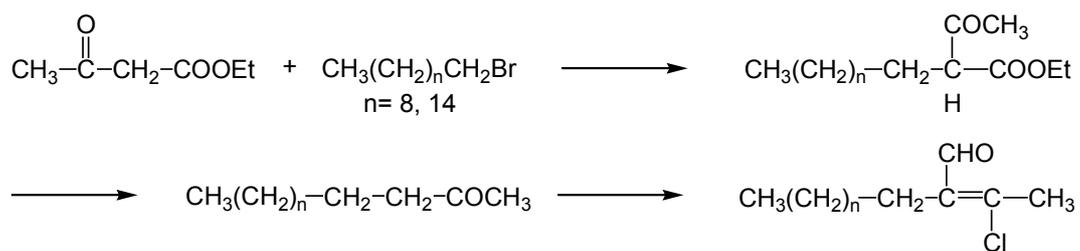
Durch Reaktion von Halogenalkanen mit 1,3-Dicarbonylverbindungen wie Acetessigsäureethylester und anschließende Verseifung und Decarboxylierung ist die Synthese langkettiger Alkylmethylketone möglich.



Für den ersten Teilschritt der Reaktionssequenz konnten durch systematische Methodenentwicklung die optimalen Reaktionsbedingungen unter Mikrowellenbedingungen gefunden werden.

Bei einer Temperatur von 125 °C ist die Reaktion in 10 min beendet. Höhere Temperaturen führen zur ungewünschten Abspaltung der Acetylgruppe aus dem Produkt unter Bildung der entsprechenden Fettsäureethylester. Bei dieser Reaktion wird Acetessigsäureethylester im zweifachen Überschuss eingesetzt. Stoffoptimierungen ergaben, dass dieser Überschuss bis auf das 1,5-fache gesenkt werden kann, sich jedoch dadurch längere Reaktionszeiten ergeben und sich der Anteil an oben erwähnten unerwünschten Nebenprodukt erhöht. Die Übertragung der zweiten Reaktionsstufe hin zum Methylketon ist Gegenstand laufender Untersuchungen. Auf Grund der Reaktionsart und der daran beteiligten Stoffe kann davon ausgegangen werden, dass sich auch für diese Reaktion eine zeit- und energieeffizientere Synthese entwickeln lässt.

Die so synthetisierten Fettketone lassen sich in einer Vilsmeier-Hack-Reaktion in α -Chlorvinylaldehyde überführen, die ihrerseits Ausgangsstoffe für Heterocyclen darstellen, wie das nachfolgende Schema zeigt.



Kultur- und Medienwissenschaften

Usability: Die Notwendigkeit eines interdisziplinären Ansatzes

Barbara Link, Phone: ++49.3381-355 444, Fax: ++49.3381-355 499, E-Mail: blink@fh-brandenburg.de, FH Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg

Karina Böhm, Phone: ++49.3381-355 438, Fax: ++49.3381-355 499, E-Mail: boehm@fh-brandenburg.de, FH Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg

Abstract

Der folgende Beitrag reflektiert veröffentlichte Vorgehensweisen zum Usability-Testing und die gängige Praxis der Durchführung und Auswertung solcher Tests. Es werden Problemfelder beschrieben, die in Bezug auf ein medienspezifisches und wissenschaftlich einwandfreies Usability-Testing berücksichtigt werden müssen. Erste Lösungsansätze und Handlungsanleitungen werden im Kontext des sich in der Entwicklung befindenden „Methoden-Baukastens“ vorgestellt.

1 Einführung

Neue technische Produkte und Entwicklungen sind Teil unseres Alltags, ständig drängen neue Innovationen auf den Markt. Bevor ein neues Produkt angeboten wird, sollte es von Experten oder Testpersonen auf seine Benutzerfreundlichkeit (Usability) überprüft werden. Usability kann mittels verschiedener Testverfahren evaluiert werden. Im Kontext des Usability-Testing lassen sich jedoch Problemfelder ausmachen, die im folgenden Beitrag besprochen werden.

2 Problemfelder

2.1 Problemfeld I: Medienspezifische Heuristiken

Erhältliche Nachschlagewerke zu Kriterien oder Tests von Usability beziehen sich hauptsächlich auf das Software-Engineering und Web-Angebote, die Reichweite dieser Handlungsanweisungen ist also begrenzt. Bis dato fehlen standardisierte und verbindliche Kriterien und Methoden zur Analyse der Usability für neueste multimediale Anwendungen (bspw. im Bereich des iTV).¹⁷

Die Übertragung von Web-Richtlinien auf andere Medienprodukte ist nicht ohne weiteres möglich, da medienspezifische Eigenschaften aktueller Entwicklungen berücksichtigt werden müssen. Im Falle des interaktiven Fernsehens sind das Agieren mittels Fernbedienung, die im Vergleich zum PC schlechtere graphische Darstellung oder die räumliche Entfernung zwischen Gerät und Nutzer zu berücksichtigen.

Im Kontext einer nutzerfreundlichen Ueware müssen bei der Generierung medienspezifischer Analyse Kriterien auch Schnittstellen zu Ein- und Ausgabemedien bedacht werden, bspw. die Fernbedienung: „*Die zahlreichen und teilweise erheblichen*

¹⁷ Es liegen im Rahmen von Qualifizierungsarbeiten bereits erste wissenschaftliche Erkenntnisse zur Usability interaktiver Produkte vor, jedoch sind diese kaum öffentlich verfügbar und weniger präsent als die gängigen Handbücher. [vgl. u. a. Oertel (2003): Usability Evaluation. Strategien zur Bewertung der Gebrauchstauglichkeit von interaktiven Web Interfaces. Dissertation: Universität Rostock.; Lu (2005): Interaction Design principles for interactive television. Thesis: Georgia Institute of Technology.]

*Mängel, die bei der subjektiven Beurteilung und im Verlauf der Beobachtung der Nutzung der Fernbedienungen der digitalen Endgeräte ermittelt worden sind, haben bei der praktischen Interaktion einen direkten und starken Einfluss auf die Usability. Es ergaben sich vielfach Zusammenhänge zwischen Merkmalen der Fernbedienung und Problemen bei der korrekten Aufgabenerfüllung.*¹⁸ Ebenso ist zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Set-Top-Boxen zum Empfang digitalen Fernsehens Applikationen unterschiedlich darstellen.

2.2 Problemfeld II: Methoden des Usability-Testing

Usability-Untersuchungen werden seit Jahren in der Markt- und Akzeptanzforschung oder in der Web- und Softwareanalyse eingesetzt. Dabei werden die verwendeten sozialwissenschaftlichen Methoden oftmals pragmatisiert und modifiziert. Dies ist einerseits aufgrund begrenzter finanzieller, personeller und zeitlicher Ressourcen berechtigt, andererseits erfordern Durchführung und Auswertung der Tests und die Interpretation und Umsetzung der Ergebnisse Kenntnisse empirischer Methoden. In Handbüchern zur Realisierung von Usability-Tests enden an diesem Punkt oftmals die detaillierten Handlungsanweisungen, fehlende oder mangelhafte Ausführungen über die in den Tests verwendeten sozialwissenschaftlichen Methoden und die Auswertung des empirischen Datenmaterials sind die Folge. So ist den Testleitern oft nicht bewusst, dass sie sich Methoden bedienen, deren Verwendung die Einhaltung empirischer Standards erfordert.

2.3 Problemfeld III: Experten und Kenner

Bei der Analyse von Usability-Problemen wird in den meisten Fällen zunächst die Meinung von „Experten“ herangezogen. In der Literatur wird der Expertenstatus nicht näher ausgeführt, unter diesem Begriff sind bislang sowohl „Produkt-Experten“ (Entwickler) als auch Usability-Experten zusammengefasst. Die Entwickler kennen das Produkt genau, oftmals aus allen Entwicklungsphasen, haben aber keine Erfahrungen mit Usability. Den Usability-Experten hingegen fehlen besonders bei neuartigen Innovationen die Produktkenntnisse. Sie greifen normalerweise in Tests auf ihre Erfahrungen mit der Usability ähnlicher Produkte zurück, bei Neuentwicklungen allerdings entfällt diese Möglichkeit. So ist es wenig überraschend, dass die „Experten“ beim Auffinden und Bewerten von Usability-Fehlern oftmals kaum übereinstimmen.

Es besteht die Notwendigkeit, dass sich Entwickler und Ingenieure Wissen aus dem Fachgebiet der Usability aneignen. Wenn diese „Produkt-Experten“ sowohl über Produktwissen als auch über Kenntnisse der Usability verfügen, kann bereits im Entwicklungsprozess die benutzerfreundliche Gestaltung einer Innovation berücksichtigt werden.

Mit speziell aufbereiteten Materialien zu den Themen Usability und Usability-Testing für Medienentwickler kann man vielleicht kein Usability-Experte, aber sehr wohl ein Usability-Kenner werden.

¹⁸ Jürgens (2002): Zur Handhabbarkeit von Zugangseinrichtungen und Verfahren zur Nutzung digitaler Medienangebote. [www.ulr.de/ULR_Publika_Schriften/Filebase/usability.pdf, S. 54, Abruf 21.11.2005]

3 Ziele des Projektes

Mit der Realisierung eines Methoden-Baukastens sollen die oben genannten Problemfelder aus wissenschaftlicher Perspektive bearbeitet werden. In der interdisziplinären Zusammenarbeit von IngenieurInnen und SozialwissenschaftlerInnen werden Materialien entwickelt, die Handlungsanweisungen und Testszenarien für Medienentwickler, Ingenieure und „Produkt-Experten“ enthält. Diese sollen so befähigt werden, Usability-Kriterien für ihr spezielles Medienprodukt zu formulieren und selbständig Tests durchzuführen. Mit Hilfe des Baukastens soll somit auch Nicht-Sozialwissenschaftlern ein pragmatischer Zugang zu empirischen Methoden ermöglicht werden, aber unter Einhaltung der geforderten wissenschaftlichen Standards. Mit diesen Materialien muss auch in kleineren Unternehmen ohne große finanzielle Ressourcen nicht mehr auf das Usability-Testing verzichtet werden.

Da sich aus Befragungen von Usability-Experten¹⁹ ergeben hat, dass diese ihr Wissen weniger an Hochschulen, sondern durch „Learning by doing“ (88%) und Selbststudium (61%)²⁰ erworben haben, besteht die Möglichkeit, mit dem Methoden-Baukasten an dieser Stelle anzusetzen und Praktikern eine systematische und strukturierte Aneignung dieses Wissens zu ermöglichen. Ein weiteres Ziel des Projektes ist es, genutzte sozialwissenschaftliche Methoden zur Evaluation von Usability transparenter zu machen, denn Usability darf nicht länger nur eine „Geheimwissenschaft“ von Experten sein.

4 Der Methoden-Baukasten

Mit Hilfe der Anleitungen des Methoden-Baukastens sollen sich Medienentwickler im Selbststudium zu Usability-Kennern qualifizieren. Zunächst sollen sie befähigt werden, selbständig Usability-Kriterien für ihr mediales Produkt zu formulieren. Dafür werden Handlungsanleitungen für induktive und deduktive Herangehensweisen gegeben.

Im zweiten Schritt werden die wichtigsten Methoden des Usability-Testing und Testszenarien vorgestellt. Es werden Informationen über Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Usability-Tests und die Implementierung der Ergebnisse in die Produktentwicklung bereitgestellt. Der besondere Fokus liegt auf der Auswertung und Interpretation von Testergebnissen.

4.1 Handlungsanleitungen

4.1.1 Entwicklung von Usability-Kriterien

Die benutzerfreundliche Gestaltung einer Innovation und die Überprüfung seiner Usability sollten kriteriengeleitet erfolgen. Um Kriterien für neue Produkte generieren und formulieren zu können, sind zwei unterschiedliche Vorgehensweisen grundsätzlich möglich.

Bei der ersten Vorgehensweise werden die Kriterien deduktiv gebildet. Allgemein formulierte Usability-Kriterien werden auf das neue Produkt bezogen. Hinsichtlich dieser Kriterien wird das Produkt getestet. Nach dem Test werden die allgemein

¹⁹ vgl. www.gc-upa.de/pics/branchenreport2003.pdf, S. 16. [Abruf 21.11.2005]

²⁰ Mehrfachnennungen waren möglich.

formulierten Kriterien einer erneuten Überprüfung auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse unterzogen und wenn nötig modifiziert. Bei einem induktiven Schluss werden zuerst medienspezifische Kriterien formuliert, in einem Test geprüft und anschließend auf die Allgemeinheit dieser Produktgruppe übertragen. Auch diese Vorgehensweise schließt mit einer Erkenntnisüberprüfung ab.

4.1.2 Beispielstrategie für iTV-Applikationen

Am Beispiel einer interaktiven Applikation für das digitale Fernsehen soll hier eine praktikable, induktive Vorgehensweise exemplarisch aufgezeigt werden. Mit Hilfe von Tabellen soll der Entwickler Analogien zu anderen medialen Produkten bilden, auf die Vergleichbarkeit von Erkenntnissen und eine mögliche Übertragung prüfen. So können neben Eigenschaften auch Usability-Kriterien von einander „ähnlichen“ Medien (bspw. iTV und DVD) visualisiert und möglicherweise übernommen werden.

Maus	Fernbedienung	Tastatur	Handy-Tastatur	Touchpad-monitor	
2	0	2	0	1	Web
0	1	0	2	0	Handy
0	2	0	0	0	DVD
0	0	2	0	2	Kiosk
0	2	0	0	0	iTV

Web	Handy	DVD	Kiosk	iTV	
×	2	0	2	1	Web
	×	0	0	0	Handy
		×	2	2	DVD
			×	2	Kiosk
				×	iTV

0 keine Analogie 1 geringfügige Analogie 2 große Analogie

Abbildung 1: Überblickstabelle zur Bildung von Analogien [eigene Darstellung]

Die Abbildung²¹ visualisiert ein erstes, noch sehr grobes Vergleichsraster. Es gilt zu bedenken, dass iTV-Applikationen sehr unterschiedliche Ausprägungen einnehmen können, von einem E-Mail Client, über Shoppingangebote bis zum Elektronischen Programmführer. Alle Applikationen stellen – wenn auch nur geringfügig – unterschiedliche Anforderungen an das System und die Usability.

4.2 Testverfahren für Usability-Tests

Die gängigen Verfahren zur Überprüfung eines Produktes hinsichtlich seiner Usability werden in unterschiedlichen Publikationen besprochen. Neben den Anleitungen für experten- und nutzerzentrierte Tests werden Verfahren aufgezeigt, die innerhalb der Produktentwicklung helfen ein Produkt nach Usability-Kriterien zu gestalten.²²

²¹ Bei den genannten Beispielen wird von den klassischen Rezeptionssituationen ausgegangen (z.B. Rezeption einer DVD über das Fernsehgerät).

²² Auswahlpublikationen:

Gawlinski (2003): Interactive television production. Oxford: Focal Press.

Krug (2002): Don't make me think! Bonn: mitp-Verlag.

Nielsen (2000): Erfolg des Einfachen. München: Markt+Technik.

Heinsen, Vogt (Hrsg.) (2003): Usability praktisch umsetzen. München, Wien: Carl Hanser.

Verfahren zur Durchführung von benutzerzentrierten Tests sind mehrheitlich an sozialwissenschaftliche Methoden angelehnt. Dies ist nicht überraschend, da von den im Branchenreport 2003 befragten Usability-Experten 75% einen Hochschulabschluss aufweisen, von denen jeweils 36% ein Studium der Psychologie und 6% ein Studium der Kommunikationswissenschaften absolvierten²³, beide Studienrichtungen sind für ihre fundierte Methodenausbildung bekannt.

In der folgenden Abbildung soll aufgezeigt werden, wie sich die wichtigsten Verfahren des Usability-Testing (graue Felder) in sozialwissenschaftliche Ansätze (weiße Felder) einordnen lassen. Zusammengefügte weiße und graue Felder markieren die in den Sozialwissenschaften und im Usability-Testing unterschiedlich bezeichneten, aber ähnlich oder gleich ausgeführten Methoden.

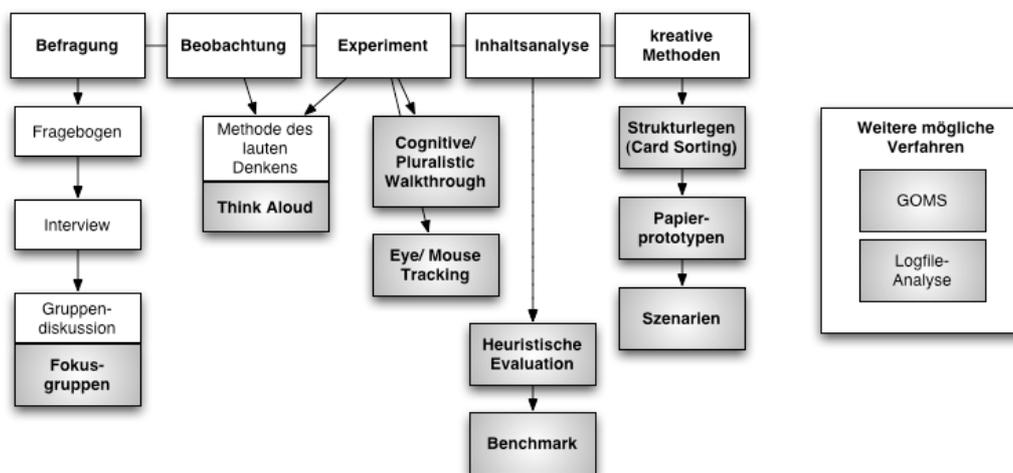


Abbildung 2: Methoden des Usability-Testing (grau) und sozialwissenschaftliche Ansätze (weiß) [eigene Darstellung]

Dieser Abbildung liegt der Versuch einer Systematisierung methodischer Ansätze zugrunde, die Einordnung der einzelnen Methoden ist nicht immer trennscharf, da bspw. ein Test mit Papierprototypen unter Experimentalbedingungen stattfinden oder ein Card Sorting mit der Methode des lauten Denkens kombiniert werden kann.

4.3 Methodenbeschreibung aus dem Baukasten

Im Baukasten werden die wichtigsten und praktikabelsten Methoden zum Usability-Testing vorgestellt. Einführend erfolgen eine Definition der zu verwendenden Methode und eine Beschreibung derselben nach folgenden Fragen:

- Was ist das Ziel der Methode?
- Wann kann ich diese Methode einsetzen? (bzgl. Zielgruppe, Entwicklungsphase, etc.)
- Wie wende ich diese Methode an?

Beier, von Gizycki (Hrsg.) (2002): Usability. Nutzerfreundliches Web-Design. Berlin, Heidelberg: Springer.
²³ vgl. www.gc-upa.de/pics/branchenreport2003.pdf, S. 16. [Abruf 21.11.2005]

- Wie kann die Methode variiert werden?

Nach diesen ersten wichtigen Informationen über die Methode kann schon eine Entscheidung über deren Verwendbarkeit getroffen werden. Anschließend soll der Einsatz der Methode im Usability-Test erklärt werden, dazu werden die einzelnen Testphasen der Vorbereitung, Durchführung, Auswertung und Implementierung der Ergebnisse ausführlich erläutert. Alle Abläufe werden für jede Phase erklärt, bspw. wie viel Vorbereitungszeit und welche Materialien benötigt werden, welche Kosten zu erwarten sind oder welche Anforderungen an den Testleiter gestellt werden. Besonderes Augenmerk liegt auf der Auswertung und der Implementierung der Ergebnisse in den Entwicklungsprozess, da in den bisher vorhandenen Handbüchern diese Punkte kaum berücksichtigt werden. Zusätzlich wird für jede Methode eine Übersichtstabelle angefertigt, die in Kurzform noch einmal die zentralen Informationen beinhaltet.

Name der Methode:	
Ziel der Methode	...
Zielgruppe der Methode	...
Team	...
Eignung für Entwicklungsphase 1-n	...
Vorbereitungszeit	...
benötigte Materialien	...
Kosten	...
...	...

Abbildung 3: Vorlage Methoden-Baukasten 1 [eigene Darstellung]

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Methoden-Baukasten als Mittel zur Qualifizierung von „Produkt-Experten“ eingesetzt werden kann. Diese sollen so mit dem Thema Usability vertraut gemacht werden und einen pragmatischen Zugang zu empirischen Methoden für ein angemessenes Usability-Testing erhalten.

Schriftbasierte Kommunikation in virtuellen Lernumgebungen

Daniela Stokar von Neuforn

Tel.: ++49.3381-355-226, E-Mail: stokarvo@fh-brandenburg.de, Homepage: www.fh-brandenburg.de/~stokarvo, Fachhochschule Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg

Abstract

Lernmotivation setzt erfolgreiche Kommunikation voraus. Durch die Reduktion der kommunikativen Möglichkeiten in virtuellen Lernumgebungen verengt sich die Bandbreite der Rezeption empfangener Nachrichten. Die explizite Formulierung textsprachlicher Merkmale kann jedoch zur Interpretation des Beziehungsaspekts innerhalb schriftsprachlicher Kommunikation als wesentlicher Anhaltspunkt herangezogen werden.

1 Schriftbasierte Kommunikation in virtuellen Lernumgebungen

Lernmotivation basiert nicht allein auf methodisch-didaktisch gut umgesetzten Sachinhalten, dem persönlichen Interesse der Nutzer am Thema oder der individuellen Nutzenerwartung, sondern determiniert sich auch zu einem großen Teil durch eine angenehme Lernatmosphäre und damit gleichbedeutend durch eine erfolgreiche Kommunikation (Kallmeyer, 1996). Wichtigster Bestandteil erfolgreicher Kommunikation ist die innere Haltung zum Gegenüber, die sich zumeist nonverbal in den empathischen Fähigkeiten einer Person äußern (Sassen, 2000). Empathie, d.h. die Fähigkeit anderen zuzuhören, deren Gefühle wahrzunehmen oder sich selber mitteilen zu können, ist für eine befriedigende, zwischenmenschliche Kommunikation wesentlich. Fraglich ist jedoch, ob und wie dieser Beziehungsaspekt innerhalb textbasierter virtueller Lernumgebungen vom Empfänger wahrgenommen werden kann. Bereits in Präsenzveranstaltungen ist es nicht immer leicht, eine angenehme Lernatmosphäre zu schaffen und die Teilnehmer kontinuierlich persönlich zu erreichen. Neben der methodisch-didaktischen sowie der fachlichen Kompetenz muss der e-Trainer seine emotionalen Fähigkeiten auf die Bedingungen virtueller Kommunikation abstellen (Günther, 2000/ Walther, 1996). Ein aufmunterndes Lächeln, sprachunterstützende Körpersprache oder der direkte Blickkontakt können in der oftmals rein textbasierten Kommunikation innerhalb virtueller Bildungsmaßnahmen nicht eingesetzt werden. Fragen, Ratlosigkeit oder Verärgerung sind dem Teilnehmer nicht frühzeitig "an der Nasenspitze" abzulesen. Eine etwaige Beeinträchtigung der Lernmotivation wird erst erkannt, wenn sie sich bereits manifestiert hat und im schriftsprachlichen Austausch zum Ausdruck kommt. Für die Lernatmosphäre und die Motivation in virtuellen Lernsituationen bedeutet dies, dass die Möglichkeiten, die Teilnehmer persönlich zu erreichen und zu motivieren erheblich eingeschränkt sind.

Die Kodierung und Dekodierung der rein textbasierten Schriftsprache erfordert demnach eine enorme Kompensationsleistung im Hinblick auf das Fehlen sämtlicher nonverbaler Kommunikationsmöglichkeiten (Thimm & Ehmer, 2000). Die soziale Kompetenz des e-Trainers unterliegt im virtuellen Umfeld demnach gänzlich veränderten Herausforderungen, als in Präsenzseminaren und wirft viele Fragen auf. Woher weiß der/die Trainer/in, ob der virtuelle Gesprächspartner unsicher ist, er/sie nicht verstanden hat oder eventuell verärgert ist? Wie könnte ein entsprechendes Nachfragen womöglich interpretiert werden? Wie möchte der Teilnehmer angesprochen werden? Interpretieren und reagieren Frauen anders als Männer? Wie vollbringt man die Gratwanderung zwischen präzisen, fachlichen Formulierungen und der Erzeugung einer persönlich angenehmen Kommunikationskultur?

2 Die Evaluation: Vorgehensweise und erste Ergebnisse

Antworten auf diese Fragen liefert die derzeit laufende Studie im Rahmen einer Dissertation zum Thema der Rezeption von textbasierter Kommunikation in virtuellen Lernumgebungen. In einem un gelenkten Fragebogen wurden Studenten und Studentinnen aus blended learning Seminaren unterschiedlicher Fachbereiche zur Eindrucksbildung (Fiske & Neuberg, 1990, 1999) innerhalb textbasierter Gesprächssituationen in virtuellen Lernumfeldern befragt. Zielsetzung dieser Untersuchung ist es, sprachliche Merkmale zu definieren, die Aufschluss über den Beziehungsaspekt geschriebener Nachrichten geben. Gefragt wurde, anhand welcher schriftsprachlicher Merkmale und Charakteristika Informationen über die Befindlichkeit oder anderer Eigenschaften des Senders gezogen werden können. Anhand von Beispielen sollte zusätzlich in Stichpunkten erläutert werden, wie diese Merkmale interpretiert werden (negativ, positiv,..etc.). In der Auswertung werden die Merkmale entsprechend ihrer Reihenfolge und Anzahl der Nennungen, der Geschlechtzugehörigkeit der Student/en/innen, sowie der formulierten Beispielnennungen interpretiert. Den genannten schriftsprachlichen Merkmalen können durch die hinzugefügten Beispiele sowie der Häufigkeit bestimmter Nennungen eine unterschiedliche Gewichtung und Interpretation bestimmter sprachlicher Ausdrucksweisen zugeordnet werden. Aber auch mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der Wahrnehmung und Interpretation bestimmter Merkmale können aufgezeigt werden. In einer ersten Stichprobe konnten 45 sprachliche Merkmale explizit formuliert werden, die in 4 Cluster bzw. entsprechende Sprachbereiche (A-D) der textbasierten Kommunikation aufgeteilt wurden:

Sprachbereich A: Das äußere Erscheinungsbild der Nachricht: Dem Bereich „Äußeres Erscheinungsbild der Nachricht“ werden diejenigen Variablen zugeordnet, die das sofort sichtbare Erscheinungsbild der Nachricht betreffen und beim bloßen visuellen Betrachten der Nachricht einen ersten Eindruck zulassen. Dennoch erscheint dieser

Bereich bereits verhaltensrelevant und wird eher implizit sowohl geäußert als auch interpretiert.

Sprachbereich B: Die Syntax: Der syntaktische Sprachbereich umfasst die Merkmale des Satzbaus, der Satzkonstruktionen und der Satzarten. Es kann also sowohl die Länge, als auch der Aufbau von geschriebenen Sätzen gemeint sein. Auch die Verwendung von Haupt- und Nebensätzen und deren Konstruktion und Kombination erscheinen relevant.

Sprachbereich C: Die Lexik: Der Bereich „Lexik“ beinhaltet diejenigen Merkmale, die die Wortbildung, die Wortwahl und den Wortschatz betreffen. Gerade in der textbasierten Kommunikation werden Neologismen und Abkürzungen nicht nur wegen der schnelleren Kommunikation, sondern auch als Charakteristikum moderner Ausdrucksweise oder als Faktor der Zugehörigkeit zu bestimmten Gruppen gehandelt. Bestimmte Kürzel oder Wortneuschöpfungen sind deswegen Variablen zum Zugang in bestimmte soziale Felder (Bourdieu, 1990), in denen diese Wortbildungen als „Insidersprache“ der Zugehörigkeit und Erkennung dienen.

Sprachbereich D: Die emphatische Kommunikation: Dem Bereich „Emphatische Kommunikation“ sind Merkmale zugeordnet, die konkret dem bewussten Senden von nicht direkt ausgesprochenen Zusatzbotschaften dienen, also eine aktive Sprachproduktion des Senders darstellen. Gemeint ist die schriftlich kompensierte nonverbale Kommunikation. Dies wäre z.B. ein lachendes Smiley, das gewollt und bewusst als schriftliche Zusatzinformation anstelle eines Lachens in der Präsenzsituation gesendet wurde. Diesem Sprachbereich ist auch die „Kompensierte Phonologie“ angegliedert, die sämtliche Variablen beinhaltet, die die akustischen Lautmerkmale der herkömmlichen Präsenzkommunikation kompensieren. Gemeint sind Action- und Soundwörter, die nonverbale Zusatzinformationen schriftlich darstellen. Geräusche (z.B. „schnief“, „heul“, „schmatz“), die durch Handlungen (z.B. weinen, schniefen, essen etc.) entstehen würden, können durch geschriebene Worte verbalisiert werden.

In Abbildung 1 sind die klassifizierten schriftsprachlichen Merkmale der einzelnen Sprachbereiche zusammengefasst.

	Sprachbereiche			
	Erscheinungsbild	Syntax	Lexik	Empathie
Merkmale	Anrede	Satzbau	moderne Sprache	Kreativität
	Betreffzeile	Satzlänge	formale Sprache	Duzen/Siezen
	Verabschiedung	Fragen	Ausführungen	Auslassungen
	Länge der Antworten	Grammatik	Substantivierungen	Emoticons
	Absätze	Rechtschreibung	sprechen wie schreiben	Hervorhebungen
	Groß-/Kleinschreibung	Chatsprache	Abkürzungen	Eingehen auf Befindlichkeit
	Farben und Bilder		Konjunktiv	Sachebene
	Antwortlatenz		Insider-Worte	Satzzeichen
	Inhalt		Spitznamen	Asterisken
	Signatur		Fachtermini/Fremdwörter	Scherze
			Füllwörter	keine Antwort
			Neologismen	Phonologie
			Wortspielereien	Ironie
			Wortwahl	
			Floskeln	
		Eloquenz		

Durch die zusätzlichen, individuell verschiedenen, Beispielnennungen der Student/en/innen war es möglich, auch zunächst mehrdeutige sprachliche Merkmale den einzelnen Sprachbereichen zuzuordnen. Neben der quantitativen Auswertung konnten so auch bei qualitativer Betrachtung Aussagen über die individuelle Bewertung der einzelnen schriftsprachlichen Merkmale gemacht werden. Im Folgenden sollen nur einzelne Beispiele genannt werden:

1. Die Länge der Nachricht: Studenten und Studentinnen bewerten die Länge der Emails als erste visuell wahrnehmbare Aussage (Sprachbereich A) über ihren medialen Gesprächspartner. Die Länge der Nachrichten und die Beurteilung sind jedoch geschlechtsspezifisch unterschiedlich. Männer empfinden kurze Nachrichten als prägnant, zielorientiert und sachlich und in erster Linie als typisch männlich. Frauen bestätigen diesen Eindruck, indem sie lange Nachrichten als vorwiegend weiblichen Kommunikationsstil interpretieren. Aus Sicht der Studentinnen sind kurze Nachrichten im ersten Eindruck negativ (unfreundlich, gestresst, nicht interessiert, keine Zeit) besetzt. Lange Antworten werden von den Frauen eher als Interesse, von Männern eher als ausschweifend und umständlich gewertet.

2. Die Anrede und die Verabschiedung: Auch die Begrüßung zu Beginn einer Email wird allgemein (Frauen 65% Männer 50%) als wesentliches Merkmal zur Einschätzung des virtuellen Gesprächspartners gewertet. Unabhängig vom Geschlecht, wird hier bereits auf den ersten Blick klar zwischen „Freund und Feind“ unterschieden. Eine fehlende Begrüßung wird nur von befreundeten Personen, jedoch nicht vom Trainer akzeptiert. In diesem Fall wird schnell eine negative Bewertung, wie „er/sie ist wohl genervt, wütend oder unfreundlich“ erfolgen. Die Verabschiedung am Ende der Nachricht war besonders für die Studentinnen (Frauen 51%, Männer 16%) ein wesentliches Merkmal zur Beurteilung der Gesprächssituation. Formelle Floskeln, wie

„Mit freundlichen Grüßen“ werden zwar klar als unpersönlich und einfallslos angesehen, ein völliges Fehlen der Verabschiedung jedoch als deutlich unhöflich bewertet. Je persönlicher die Verabschiedung formuliert wurde, desto mehr wird ein emotionales Interesse des Gesprächspartners angenommen.

3. Die Satzlänge: Dachten Sie bisher, durch kurze, prägnante Sätze kompetent und sachlich zu wirken? Beim Empfänger kommt oft jedoch eine ganz andere Botschaft an. Während die männlichen Studenten die Satzlänge als interpretierbares Merkmal gar nicht erst erwähnten, sahen die Studentinnen zu 37% kurze Sätze als Indikator für Desinteresse oder schlechte Laune. Ähnlich der Länge der Nachrichten werten gerade Studentinnen den Gebrauch von kurzen Sätzen als eher männlichen Gesprächsstil.

4. Das Nachfragen auf der Beziehungsebene: Allgemein wird das Fragen nach dem Befinden, nach Gefühlen und Meinungen von Studentinnen und Studenten als Interessensbekundung zum wichtigen Indikator für den persönlichen Umgang. Interessant ist an dieser Stelle, dass das Nachfragen in Emails eher von Freunden und Kommilitonen und weniger als ein von Trainern erwartetes Verhalten genannt wurde.

5. Satzzeichen: Besonders Studentinnen nannten die Verwendung von Satzzeichen als lautmalersche Form der Gefühlsmitteilung („dem Geschriebenen Ausdruck verleihen“) als wesentlichen Faktor zur Einschätzung der Gesprächssituation. So wird das Fehlen von Satzzeichen, wie Kommata oder Ausrufezeichen, als Signal für Eile oder sogar Unlust empfunden. Das Verwenden zahlreicher Satzzeichen, z.B. viele Ausrufezeichen hinter einer wichtigen Aussage, wird als Ausdruck eines eher privaten Umgangs angesehen.

3 Konsequenzen

Dies sind zwar nur vorläufige Aussagen aus der noch laufenden Untersuchung, dennoch lässt sich schon zu diesem Zeitpunkt der praktische Mehrwert für die tägliche Trainertätigkeit in virtuellen Lernumgebungen ableiten. Aus bisheriger Sicht lassen sich bereits einige wichtige Merkmale der textbasierten Sprache festhalten, die Aussagen über den Informationsgehalt einer textbasierten Nachricht auf der Beziehungsebene zulassen. Bereits durch diese wenigen o.g. Beispiele wird deutlich, wie hoch die Anforderungen an die emphatische Kompetenz der Trainer/innen in virtuellen Lernsituationen sind. Deshalb kann eine bewusste Wahrnehmung textbasierter Kommunikationsstile helfen, die Beziehungsaspekte gesendeter Nachrichten zu erkennen und zu berücksichtigen. In der Konsequenz dieser Untersuchungsergebnisse können bereits erste Handlungsanleitungen für die tägliche Trainertätigkeit in virtuellen Lernumfeldern formuliert werden:

1. Nehmen Sie sich Zeit für die Kommunikation mit den Seminarteilnehmer/n/innen. Bedenken Sie, dass bei Zeitmangel die schnelle und kurze Beantwortung einer Frage oder ein kurzes Feedback unter Umständen eher negativ als Desinteresse empfunden werden kann. Machen Sie durch eine kurze Information (z.B. „...bin in Eile“) ihren eigenen Kommunikationskontext deutlich.

2. Auch bei der textbasierten Kommunikation wird auf Umgangsformen Wert gelegt, die über die Nettikette in herkömmlichen Chats deutlich hinausgehen. Vorhandensein und Form der Anrede und der Verabschiedung beim Versenden von Emails werden vom virtuellen Gesprächspartner registriert und können Wertschätzung signalisieren.
3. Sachinformationen und inhaltliche Fragen sollten durch persönliche Fragen ergänzt werden. Das signalisiert Interesse an den Gefühlen und Meinungen der Teilnehmer/innen und unterstützt die allgemeine Atmosphäre (und damit die Lernmotivation) innerhalb des Seminars.
4. Achten Sie auf die allgemeine Satzlänge in ihren Nachrichten. Kurze Sätze sind zwar zur Darstellung von Sachzusammenhängen besser geeignet, vermitteln jedoch eine eher kühle Atmosphäre. Sie können dies z.B. durch eine persönliche Frage am Anfang oder Ende der Nachricht kompensieren.

4 Zusammenfassung

Grundlegend ist Lernmotivation immer von erfolgreicher Kommunikation und diese wiederum von gegenseitiger Wertschätzung getragen. Eine Sensibilisierung für das Vorhandensein von persönlichen und emotionalen Informationen „zwischen den Zeilen“ kann helfen, die zwischenmenschliche Barriere, die durch die Reduktion der kommunikativen Möglichkeiten in virtuellen Lernumgebungen (und nicht nur dort) entsteht, aufzubrechen. Diese Untersuchung kann durch die explizite Formulierung textsprachlicher Merkmale, die als wesentliche Anhaltspunkte zur Interpretation des Beziehungsaspekts innerhalb schriftsprachlicher Kommunikation herangezogen werden können, einen Beitrag zur Gestaltung lernmotivationsfördernder Kommunikation in virtuellen Lernumgebungen leisten.

Literaturverzeichnis

- Bourdieu, Pierre: Was heißt sprechen? Die Ökonomie des sprachlichen Tausches. Wien, 1990.
- Fiske, Susan T. / Neuberg, Steven L.: A continuum of impression formation from category-based to individuating processes: Influences of information and motivation on attention and interpretation. In: Advances in experimental social psychology. Hg. Mark P. Zanna. New York: Academic Press. 1990, S. 1-74.
- Fiske, Susan T. & Neuberg, Steven L.: The continuum model: Ten years later. In S. Chaiken and Y. Trope (Hrsg.), Dual process theories in social psychology (S.231 – 254). New York: Guilford. 1999.
- Günther, Hartmut: sprechen hören – Schrift lesen- Medien erleben, In: „Sprache und neue Medien“ Institut für deutsche Sprache Jahrbuch 1999 (Hrsg. Werner Kallmeyer), 2000. S. 89-105.
- Kallmeyer, Claudia: Effekte sozialer und fachdidaktischer Lehrkompetenzen auf den Lernerfolg von erwachsenen Teilnehmern in EDV-Qualifizierungsmaßnahmen, 1996.
- Sassen, Claudia: Phatische Variabilität bei der Initiierung von Internet – Relay – Chat - Dialogen. In: Caja Thimm, Soziales im Netz, Opladen/Wiesbaden 2000. S.90.
- Thimm, Caja & Ehmer, Heidi: „Wie im richtigen Leben...“: Soziale Identität und sprachliche Kommunikation in einer Newsgroup, In: Soziales im Netz, Sprache, Beziehungen und Kommunikationskulturen im Internet, Caja Thimm (Hrsg.),2000, S.220 ff.
- Walther, J.B.: Computer-mediated communication: Impersonal, interpersonal, and hyperpersonal. In: Communication Research 23, 1996, S. 3-43.

Internationale Arbeitsgruppen mit Dolmetschbedarf am Beispiel deutsch-kubanischer Hochschulkooperationen

Mareike Martini, Phone: ++49.375-46-00-854, E-Mail: mareike-martini@gmx.de, Technische Universität Chemnitz / Westsächsische Hochschule Zwickau (FH)

Abstract

Meine Arbeit situiert sich im Bereich der Gesprächsforschung, einer Forschungsrichtung, die durch ausgesprochene Interdisziplinarität gekennzeichnet ist. Ihr zentrales Instrument ist die Gesprächsanalyse. (Vgl. z.B. Berkenbusch, 2002 und Deppermann, 2001) Diese Methode liegt im Schnittpunkt zwischen Qualitativer Sozialforschung und Angewandter Linguistik. Sie untersucht anhand authentischer Gesprächsdaten Strukturen und Organisationsprinzipien mündlicher Kommunikation. In den letzten Jahrzehnten sind neben Alltagsgesprächen zunehmend Gespräche im beruflichen Umfeld erforscht worden. (Vgl. z.B. Ehlich & Rehbein, 1983 und Brünner, 1987) Speziell auch für das Gebiet der Interkulturellen Kommunikation, meinem Promotionsfach, eignet sich das methodische Instrumentarium der Gesprächsanalyse hervorragend. (Vgl. z.B. v. Helmolt, 1997) Sie zeigt die Ursachen für Kommunikationsprobleme auf und kann einen wichtigen Beitrag zur Optimierung von Kommunikation leisten. Bisher gibt es jedoch noch recht wenige empirisch fundierte Untersuchungen dieser Art auf dem Gebiet der Interkulturellen Kommunikation. (Vgl. z.B. Kotthoff, 2002) Im Vordergrund meines Forschungsvorhabens steht die Analyse der Kommunikationsprozesse innerhalb deutsch-kubanischer Hochschulkooperationen. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf dem Spannungsfeld zwischen sprachlicher und kultureller Mittlung.

1 Forschungsfeld

1.1 Entstehung des Forschungsinteresses

Mein Promotionsthema baut auf Vorarbeiten, die während des Studiums und der Anfertigung der Diplomarbeit²⁴ erfolgten, auf. Die intensive Auseinandersetzung mit Kuba und ein mehrmonatiger Forschungsaufenthalt vor Ort ermöglichten mir den Erwerb breiter landeskundlicher Kenntnisse und einer großen Vertrautheit mit der kubanischen Lebenswelt, was mir für mein Dissertationsprojekt nicht nur von Vorteil ist, sondern dessen Realisierung de facto erst möglich macht.

1.2 Das Feld der deutsch-kubanischen Hochschulkooperationen

Das Feld der deutsch-kubanischen Hochschulkooperationen erfährt sowohl von kubanischer als auch von deutscher Seite großes Engagement. Über 300 kubanische Wissenschaftler, unter ihnen auch der amtierende Vizeminister für Höhere Bildung, promovierten in der ehemaligen DDR. Besonders dieser Personenkreis engagiert sich

²⁴ Vgl. Martini, Mareike & Stopp, Tina (2005): *Kuba – Eine Insel zwischen ökonomischen Zwängen und ideologischen Träumen*. Internationale Märkte, Band 12. Frankfurt/Main: Lang.

sehr stark für die Wiederaufnahme der nach 1990 abgebrochenen Kontakte. Im Vordergrund steht für Kuba die Zusammenarbeit im Forschungs- und Entwicklungsbereich. Mittlerweile verfügen alle wichtigen kubanischen Universitäten über eine Partnerschaft mit einer deutschen Hochschule. Mit derzeit 30 deutsch-kubanischen wissenschaftlichen Kooperationsprojekten ist Kuba im Vergleich zu anderen Staaten Lateinamerikas ein sehr wichtiger Partner deutscher Hochschulen. Derzeit unterhalten zehn Universitäten, sieben Fachhochschulen und eine Kunsthochschule für Medien Kooperationsverträge mit kubanischen Einrichtungen.²⁵

2 Forschungsdesign

2.1 Untersuchungsfokus

Das Forschungsvorhaben zielt darauf ab, typische Aufgaben, Probleme und interaktive Verfahren der interkulturellen mündlichen Fachkommunikation zu rekonstruieren. Im Mittelpunkt der Untersuchung stehen folgende Fragen:

- Wie handeln die Teilnehmer Kooperationsziele, die Verfahren ihrer Umsetzung und deren Bewertung aus?
- Welche Aufgaben stellen sich Sprachmittlern bei ihrem Einsatz und welche mediativen Strategien setzen sie zu deren Bearbeitung ein?
- Wie werden die unterschiedlichen kulturellen Rahmenbedingungen und Arbeitsstile kommunikativ relevant gemacht, welche Auswirkungen haben sie auf die Kommunikation und mit welchen Verfahren bearbeiten die Interaktanten die resultierenden Probleme?

2.2 Methodische Prämissen

Methodisch orientiere ich mich an Ansätzen, die sich mit natürlicher, verbaler Interaktion beschäftigen und auf der empirischen Grundlage authentischer Gesprächsaufzeichnungen arbeiten. Für meine Studie sind sowohl die Analyse von Mikroprozessen der Kommunikation, basierend auf den interpretativen Ansätzen der Ethnomethodologie²⁶ und der ethnomethodologischen Konversationsanalyse²⁷ als auch die Einbeziehung kontextueller Hintergrunddaten im Sinne der interaktionalen Soziolinguistik²⁸ und des kommunikationsethnographischen Forschungsfeldes²⁹ von zentraler Bedeutung.

²⁵ Vgl. Hochschulrektorenkonferenz,
http://www.hrk.de/de/hrk_international/hrk_international.php (29.11.05)

²⁶ Vgl. Garfinkel (1967)

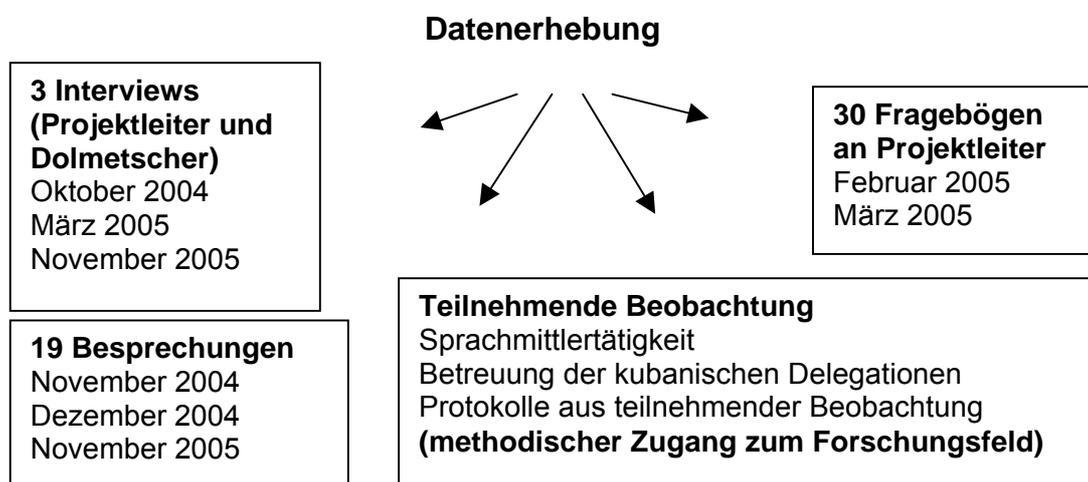
²⁷ Vgl. Sacks & Schegloff & Jefferson (1978), Bergmann (1981)

²⁸ Vgl. Gumperz (1982)

²⁹ Vgl. Hymes (1968)

2.3 Datenerhebung, -aufbereitung und -analyse

Da ich mit einer Methodenkombination arbeite, umfasst das von mir erhobene Material sowohl 30 Stunden Audioaufzeichnungen von Interviews und Arbeitsbesprechungen als auch Protokolle aus teilnehmender Beobachtung und Daten aus Befragungen.



Das Kernstück meines Korpus sind jedoch die deutsch-kubanischen Arbeitsbesprechungen mit nicht-professionellen Sprachmittlern. Im November 2005 entstand unter Beteiligung eines professionellen Dolmetschers zudem eine Vergleichsaufnahme. Aufgrund der Audiodaten werden Gesprächsinventare und Transkriptionen³⁰ angefertigt. In zahlreichen Datensitzungen mit renommierten Gesprächsforschern habe ich relevante Interaktionssequenzen und Untersuchungsthemen identifiziert und erste Ergebnishypothesen gewonnen.

Das methodische Vorgehen der gesprächsanalytischen Arbeit ist dadurch gekennzeichnet, dass man aufgrund der sorgfältigen Analyse von Tonaufnahme und Transkript materialgestützt die für die Interaktionsteilnehmer relevanten Kommunikationsprobleme und -verfahren identifiziert. Diese werden dann linguistisch analysiert und in Fallvergleichen typologisch ausgearbeitet.³¹

3 Besonderheiten gedolmetschter Arbeitsbesprechungen

Gespräche, die im institutionellen Rahmen stattfinden, weisen gewisse Besonderheiten auf, z.B. eine asymmetrische Redevertelung und ausgeprägte Zielorientiertheit. Dies wurde bereits in zahlreichen empirischen Studien aufgezeigt.³²

³⁰ Unter Transkription versteht man die Verschriftlichung gesprochener Sprache. Transkripte sind von großer Bedeutung bei der gesprächsanalytischen Arbeit und müssen als zentrales sequenzanalytisches Handwerkszeug mit viel Sorgfalt erstellt werden. Bisher kann ich auf über 200 Seiten Gesprächsinventare und auf Feintranskripte im Umfang von etwa drei Stunden zurückgreifen.

³¹ Vgl. Berkenbusch (2002), Deppermann (2001), Gülich (2001)

³² Vgl. Lenz (1989), Meier (2002), Müller (1997)

Die Untersuchung von Sprachmittlertätigkeit im Zusammenhang mit interkultureller Kommunikation erweist sich als besonders bedeutsam. Einerseits dient sie dazu, die Kommunikation zwischen Sprechern unterschiedlicher kultureller Herkunft zu ermöglichen bzw. zu verbessern. Andererseits kann sie aber auch Diskursabläufe verkomplizieren. Missverständnisse, die zwischen den primären Interaktionspartnern oft nur latent vorhanden sind, werden aufgrund der Gesprächsdynamik der Dolmetsch- bzw. Mittlersituation mit viel größerer Wahrscheinlichkeit thematisiert und somit beobachtbar. Die aktive Beteiligung der translatorisch tätigen Person beeinflusst hierbei in erheblichem Maße das Zustandekommen von Verständigung.³³ In diesem Zusammenhang bin ich sowohl in der Literatur³⁴ als auch in meinem Datenmaterial besonders auf ihre Rolle als „Interaktionspuffer“ aufmerksam geworden.

4 Forschungsdesiderat und Ausblick

Den zentralen Beitrag meiner Dissertation sehe ich in der Erstellung und Analyse eines Korpus im Bereich des Sprachmittels im Rahmen internationaler Kooperationen, insbesondere zwischen Deutschland und Kuba, da es hier kaum empirisch fundierte Untersuchungen gibt. Im Falle meiner Daten bzw. innerhalb des Feldes der deutsch-kubanischen Hochschulkooperationen ist die Praxis nicht-professioneller Sprachmittler üblich, da vom DAAD, dem zentralen Förderer der universitären Entwicklungszusammenarbeit, die Kosten für Dolmetscher nicht übernommen werden.³⁵ Anhand meiner Untersuchungen werden in Bezug auf diesen Aspekt interessante Erkenntnisse in zweierlei Hinsicht erwartbar sein: zum einen im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Interaktionsverhalten professioneller und nicht-professioneller Sprachmittler und zum anderen bezüglich des Grenzbereiches zwischen sprachlicher und kultureller Mittlung. Außerdem kann die Untersuchung der Kommunikationsprozesse innerhalb der Arbeitsgruppen Ursachen für Kommunikationsprobleme aufzeigen und somit einen Beitrag zur gegenseitigen Verständigung und erfolgreichen Kooperation leisten.

Literatur

- Apfelbaum, Birgit (2004): Gesprächsdynamik in Dolmetsch-Interaktionen: Eine empirische Untersuchung von Situationen internationaler Fachkommunikation unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitssprachen Deutsch, Englisch, Französisch und Spanisch. Radolfzell: Verlag für Gesprächsforschung. (www.verlag-gespraechsforschung.de)
- Bergmann, Jörg (1981): Ethnomethodologische Konversationsanalyse. In: Schröder, Peter & Steger, Hugo (Hg.): Dialogforschung. Jahrbuch 1980 des Instituts für deutsche Sprache. Düsseldorf: Schwann, 9-51.
- Berkenbusch, Gabriele (2002): Hörer beraten Hörer: Gesprächsorganisation und Verfahren der mündlichen Textproduktion. Eine vergleichende konversationsanalytische Studie zu spanischen, katalanischen und französischen Radiosendungen mit Hörerbeteiligung. Stauffenburg Linguistik, Band 21. Tübingen: Stauffenburg.

³³ Vgl. Apfelbaum (2004), Knapp & Knapp-Potthoff (1985), Meyer (2002), Wadensjö (1998)

³⁴ Vgl. Knapp & Knapp-Potthoff (1997), Vermeer (1989)

³⁵ Vgl. DAAD: *Merkblatt zu Verfahren und Richtlinien für die Förderung von fachbezogenen Partnerschaften mit Hochschulen in Entwicklungsländern*. Anlage 1–IV, gültig seit 1.1.2005.

M. Martini

- Brünner, Gisela (1987): Kommunikation in institutionellen Lehr-Lern-Prozessen – Diskursanalytische Untersuchungen zu Instruktion in der betrieblichen Ausbildung. Tübingen: Narr.
- Deppermann, Arnulf (2001): Gespräche analysieren – Eine Einführung. Qualitative Sozialforschung, Band 3. Opladen: Leske + Budrich.
- Ehlich, Konrad & Rehbein, Jochen (1983): Kommunikation in Schule und Hochschule – Linguistische und ethnomethodologische Analysen. Tübingen: Narr.
- Garfinkel, Harold (1967): What is ethnomethodology? In: ders.: Studies in Ethnomethodology. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1-34.
- Gülich, Elisabeth (2001): Zum Zusammenhang von alltagsweltlichen und wissenschaftlichen „Methoden“. In: Antos, Gerd et. al: Text- und Gesprächslinguistik. Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung. 2. Halbband Gesprächslinguistik. Berlin / New York: de Gruyter, 1086-1093.
- Gumperz, John J. (1982): Language and Social Identity. New York: Cambridge University Press.
- Hymes, Dell (1968): The ethnography of speaking. In: Fishman, Joshua A. (Hg.): Readings in the Sociology of Language. Den Haag: Mouton, 99-138.
- Knapp-Potthoff, Annelie & Knapp, Karlfried (1985): Sprachmittlertätigkeit in interkultureller Kommunikation. In: Rehbein, Jochen (Hg.): Interkulturelle Kommunikation. Tübingen: Narr, 450-463.
- Knapp-Potthoff, Annelie & Knapp, Karlfried (1997): „Ich weiß nicht, kennen Sie Goethe?“ – Einige Bemerkungen zur Rolle der Metakommunikation in interkulturellen Interaktionen. In: Dow, James R. & Wolff, Michèle (Hg.): Languages and lives: essays in honor of W. Enninger. New York: Lang, 227-239.
- Kotthoff, Helga (2002) (Hg.): Kultur(en) im Gespräch. Literatur und Anthropologie, Band 14. Tübingen: Narr.
- Lenz, Friedrich (1989): Organisationsprinzipien in mündlicher Fachkommunikation. Frankfurt/Main / Bern / New York / Paris: Lang.
- Meier, Christoph (2002): Arbeitsbesprechungen – Interaktionsstruktur, Interaktionsdynamik und Konsequenzen einer sozialen Form. Radolfzell: Verlag für Gesprächsforschung. (www.verlag-gespraechsforschung.de)
- Meyer, Bernd (2002): Untersuchungen zu den Aufgaben des interkulturellen Mittels. In: Best, Joanna & Kalina, Sylvia (Hg.): Übersetzen und Dolmetschen – Eine Orientierungshilfe. UTB, 2329. Tübingen / Basel: Francke, 51-59.
- Müller, Andreas (1997): Reden ist Chefsache. Linguistische Studien zu sprachlichen Formen sozialer Kontrolle in innerbetrieblichen Arbeitsbesprechungen. Tübingen: Narr.
- Sacks, Harvey & Schegloff, Emanuel A. & Jefferson, Gail (1978): A Simplest Systematics for the Organization of Turn Taking for Conversation. In: Schenkein, Jim (Hg.): Language, Thought and Culture. Advances in the Study of Cognition. London: 7-56.
- Vermeer, Manuel (1989): „Fremde Teufel und blaue Ameisen“ – Vom Einfluß der Mentalitätsproblematik beim Dolmetschen Chinesisch-Deutsch / Deutsch-Chinesisch. In: Vermeer, Hans J. (Hg.): Kulturspezifik des translatorischen Handelns. th – translatorisches Handeln, Band 3. Heidelberg: Groos, 31-47.
- Von Helmolt, Katharina (1997): Kommunikation in internationalen Arbeitsgruppen – Eine Fallstudie über divergierende Konventionen der Modalitätskonstituierung. München: ludicum.
- Wadensjö, Cecilia (1998): Interpreting as Interaction. London / New York: Longman.

Wirtschafts- und Sozialwissenschaften

Live gespielte und aufgezeichnete Monochord-Musik im Vergleich der Wirkung auf Entspannung und Wohlbefinden

Sebastian Sommer, Phone: ++49-176-24014237, E-Mail: sebastian@dynamicboost.de, Homepage: www.dynamicboost.de / www.musiktherapieforschung.de.tc, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH)

Prof. Dr. Christoph Louven, Phone: ++49-8421-931266., E-mail: Christoph.Louven@ku-eichstaettdt.de, Homepage: www.ku-eichstaett.de/ppf/musikwissenschaft/ Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt

Abstract

Vorliegende experimentelle Studie befasst sich mit einem Vergleich der Wirkung von live gespielter und aufgezeichneter Monochord-Musik auf Entspannung und Wohlbefinden. Dabei wurde 38 studentischen ProbandInnen die gleiche 10minütige Musik entweder live oder von einem Tonträger vorgespielt. Prä- und Post-Werte der subjektiven Befindlichkeit wurden mit dem ‚Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)‘ (STEYER et al. 1997) erfasst und der Grad physiologischer Entspannung kontinuierlich in den Variablen Hautleitwert, Muskeltonus, Hauttemperatur, Pulsfrequenz und -amplitude gemessen. Es lässt sich zeigen, dass das Gesamtsetting in beiden Bedingungen geeignet ist Entspannung zu induzieren und Wohlbefinden zu steigern: die Stimmung bessert sich ($p < ,001$), die ProbandInnen fühlen sich anschließend ruhiger ($p < ,001$) und wacher ($p = ,004$); Hautleitwert ($p < ,001$) und Pulsfrequenz ($p = ,006$) reduzieren sich kontinuierlich im Verlauf der Musik. Im Vergleich von live gespielter und aufgezeichneter Musik zeigt sich allerdings in keiner der Variablen ein signifikanter Unterschied.

1 Live vs. Recorded - Eine Fragestellung der Musiktherapie

In der rezeptiven Musiktherapie³⁶ ist die Fragestellung, ob der Therapeut besser live vorspielen (im Folgenden mit ‚LIVE‘ gekennzeichnet) oder aufgenommene Musik (REC) verwenden sollte, durchaus umstritten. Beide Haltungen werden vertreten und im Hinblick auf das zu Grunde liegende therapeutische Konzept begründet. Dabei finden sich sowohl Ansichten, bei denen kein bedeutender Unterschied zwischen beiden Formen der Musikrezeption angenommen wird als auch solche, die sich für die ausschließliche Verwendung einer der beiden Musikformen aussprechen. Hauptgründe für das Verwenden von LIVE-Musik sind die mögliche Flexibilität des Musizierenden und damit Reagibilität in einer einzigartigen individuellen Situation (BOSSINGER/HESS 1993), sowie das persönliche „für jemanden spielen“ als eine generelle besondere Qualität von Beziehung (TIMMERMANN 2001) und die außergewöhnliche und damit eventuell wirkungsvollere Situation des Erlebens von Musik (GEMBRIS 1987, BEHNE 1999). Hauptargumente pro REC sind das breitere Spektrum an verfügbarer Musik, die Unveränderbarkeit der Musik als feststehendes Aufmerksamkeitsobjekt (SCHWABE/RÖHRBORN 1996) und als immer gleicher Wirkfaktor (BERNATZKY 2005), sowie die einfache praktische Handhabung, die das Hören jederzeit und in verschiedenen Situationen ermöglicht.

³⁶ Ein einführender Überblick zum aktuellen Stand der Musiktherapie findet sich bei DECKER-VOIGT (2001), in Bezug auf rezeptive Musiktherapie bei FROHNE-HAGEMANN (2004).

Auf den tatsächlichen Unterschied von LIVE und REC-Musik wird in der Literatur allerdings selten direkt eingegangen und die einzelnen Vertreter beziehen in ihren Aussagen die jeweils andere Form kaum ein. Dieser Fragestellung differenzierter nachzugehen scheint also angebracht. Bisher befassten sich insgesamt vier Studien explizit mit dieser Thematik. BAILEY (1983) untersuchte 50 KrebspatientInnen, die entweder live gespielte oder aufgezeichnete Musik innerhalb eines therapeutischen Kontextes hörten. Sie konnte zeigen, dass sich unter der LIVE-Bedingung signifikant Angst, Anspannung und Unwohlsein in höherem Maße reduzierten, die Stimmung sich besserte und die Lebenskraft zunahm. In einer musikpsychologischen Studie von WHEELER (1985) mit Studierenden zeigte die Bedingung LIVE vs. REC keinen bedeutenden Einfluss auf die Befindlichkeit der ProbandInnen, allerdings führte LIVE-Musik zu einem höheren Score auf der Skala „Enjoyment“. Die Studien von BAKER (2001) und RITCHIE (1995) weisen keine bedeutenden Unterschiede zwischen LIVE und REC-Musik auf, allerdings sind beide Arbeiten aus methodischen Gründen als wenig aussagekräftig einzustufen.

In der vorliegenden Studie wird kein musiktherapeutisches, sondern ein musikpsychologisches Forschungsdesign verfolgt. Für die Musiktherapie haben die Ergebnisse jedoch hohe praktische Relevanz in der Auswahl eines geeigneten Therapiemediums. Da Wohlbefinden und Entspannung zentrale Ziele vieler rezeptiv musiktherapeutischer Verfahren sind (FROHNE-HAGEMANN 2004) sollen diese als abhängige Variablen untersucht werden. Unter Entspannung wird dabei eine besondere Form des Wohlbefindens verstanden. Von daher wird im Folgenden auf eine durchgehende Nennung beider Konstrukte verzichtet. Zur Operationalisierung von Musik soll das Instrument Monochord Verwendung finden, da es in der Musiktherapie häufig zur Entspannungsinduktion erfolgreich eingesetzt wird (JUNGABERLE et al. 2003).

2 Hypothesen

1. *Entspannungsinduzierende Wirkung beider Settings (LIVE und REC)*

Da sowohl LIVE- als auch REC-Musik zur Entspannungsinduktion in therapeutischen Zusammenhängen und im Alltag verwendet wird, wird eine entspannende Wirkung beider Settings erwartet. Dies drückt sich aus durch ein - im Vergleich zum eigenen Ausgangswert - signifikant niedrigeres Spannungsniveau in psychologischen und physiologischen Parametern.

2. *LIVE ist REC im Grad der Entspannungsinduzierung überlegen*

Die Argumente pro LIVE und pro REC halten sich die Waage. Erwartet wird dennoch eine Überlegenheit der LIVE-Bedingung gegenüber REC aufgrund der besonderen Situation, des näheren Kontaktes, sowie des authentischeren und besseren Klangs. Es wird also angenommen, dass in der Gruppe LIVE im Vergleich zu REC signifikant größere Unterschiede von Ausgangs- und Endwert auftreten, die damit einen höheren Entspannungsgrad anzeigen.

3 Methodik

An der Untersuchung nahmen 38 ProbandInnen teil, davon 26 Frauen und 12 Männer. Alle waren Studierende im Altersdurchschnitt von 23,41 Jahren. Die Versuchspersonen hörten jeweils 10 Minuten eine vom Versuchsleiter gespielte Monochord-Musik, wobei die Hälfte von ihnen diese LIVE und die andere die entsprechende Aufnahme hörte. Den ProbandInnen wurde nichts über die eigentliche Hypothese und die Musik der anderen Gruppe mitgeteilt. Die Untersuchung fand in einem der Musiktherapie-Räume der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH) statt. Während des Musikhörens lagen die ProbandInnen auf Thieme Sportmatten und konnten sich nach Bedarf mit einer Fleece-Decke zudecken. Unter beiden Bedingungen saß der Versuchsleiter während der Musik rechts neben der Versuchsperson.

Vor und nach der Musik füllten die ProbandInnen den "Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)" (STEYER et al. 1997) aus. Dieser erfasst die aktuelle Befindlichkeit auf den Skalen "Gute-Schlechte Stimmung", "Ruhe-Unruhe" und "Wachheit-Müdigkeit". Weiterhin wurde der Grad physiologischer Entspannung in einem Biofeedbackverfahren mit dem Gerät NeXus-10 der Firma VDT über die Variablen Hautleitwert, Hauttemperatur, Muskeltonus, Pulsfrequenz und -amplitude gemessen. Diese können als direkte Indikatoren von Entspannung oder Anspannung aufgefasst werden (SCHANDRY 1998) und wurden während der gesamten 10-minütigen Musik an der Hand und Stirn aufgezeichnet.

Das verwendete Monochord wurde von CHRISTOPH LINHUBER gebaut und hat 19 Saiten, die alle auf C# gestimmt sind. Bei der Aufnahme wurde darauf geachtet, dass der Klang dem LIVE-Klang relativ ähnlich war. Abgespielt wurde die Aufzeichnung vom 'TEAC Minidisc Deck MD-5' über den Verstärker 'TEAC A-R6000 Stereo Amplifier' und ein Stereo-Boxen-System der Firma 'Klipsch'.³⁷

In der statistischen Auswertung wurden eine Alphafehlerwahrscheinlichkeit von $\alpha=,05$; eine Teststärke von $1-\beta=80\%$ und das Auftreten großer Effekte mit $\Omega^2=0,14$ festgesetzt, woraus sich die optimale Stichprobengröße von $n=38$ ergab. Es fanden überwiegend parametrische Testverfahren Anwendung zur Überprüfung der Hypothesen.

4 Ergebnisse

Die Auswertung des MDBF und der physiologischen Messungen zeigten unter beiden Bedingungen eine signifikante Entspannungsinduktion und eine Steigerung des Wohlbefindens: die Stimmung besserte sich ($p<,001$), die ProbandInnen fühlten sich anschließend ruhiger ($p<,001$) und wacher ($p=,004$) (Abb.1); Hautleitwert ($p<,001$) (Abb. 2) und Pulsfrequenz ($p=,006$) reduzierten sich kontinuierlich im Verlauf der Musik. Damit kann die Hypothese 1 angenommen werden. Aus Ermangelung einer Kontrollgruppe kann jedoch nicht auf eine tatsächliche Wirkung einer der Faktoren des Settings wie bspw. der Musik geschlossen werden. Man könnte formulieren, dass die Musik einer Entspannungsreaktion zumindest nicht im Wege stand und das Setting als Ganzes geeignet ist eine Entspannungsreaktion zu induzieren und Wohlbefinden zu steigern.

³⁷ Die verwendete Musik als mp3 sowie die komplette Arbeit stehen unter www.musiktherapieforschung.de.tc zum Download zur Verfügung.

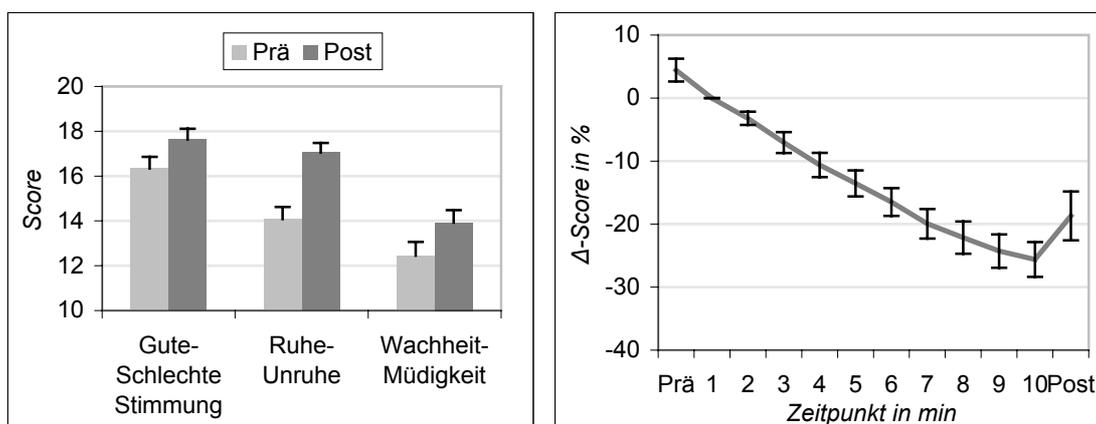


Abb. 1: Befindlichkeit Prä/Post (LIVE und REC) Abb. 2: Mittlerer HLW-Verlauf (LIVE und REC)

Im Vergleich von LIVE gespielter und aufgezeichneter Musik zeigt sich in keiner der abhängigen Variablen ein signifikanter Unterschied. Daher kann die zweite Nullhypothese nicht verworfen werden. Während sich innerhalb der psychologischen Variablen die Stimmung bei LIVE-Musik in höherem Maße verbesserte, fühlten sich die REC-ProbandInnen anschließend ausgeruhter (Abb. 3). Beide Tendenzen sind jedoch nicht signifikant. Auch innerhalb der physiologischen Daten ergeben sich keine bedeutenden Unterschiede zwischen beiden Bedingungen. Exemplarisch sei dies durch den standardisierten Verlauf des Hautleitwertes während der Musik dargestellt (Abb. 4).

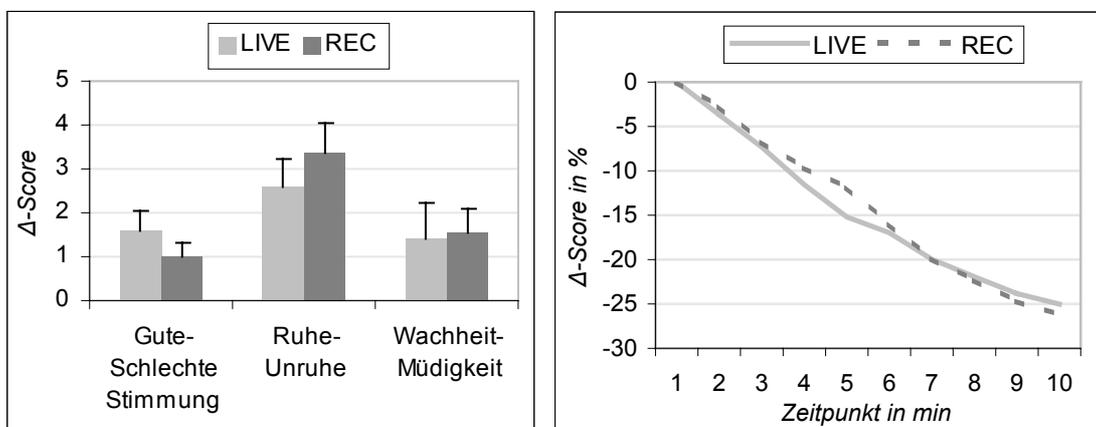


Abb. 3: Mittlere Δ-Werte der Befindlichkeitsskalen Abb. 4: Mittlere Verläufe des Hautleitwertes

5 Diskussion

In dieser Studie wurde LIVE- und REC-Musik in der Wirkung auf Wohlbefinden und Entspannung verglichen, wobei sich keine bedeutenden Effektunterschiede der beiden Bedingungen zeigen ließen. Zunächst ist kritisch anzumerken, dass ein potentieller Unterschied nur innerhalb eines bestimmten gesetzten Rahmens untersucht wurde und streng genommen auch nur für diesen Gültigkeit besitzt. Die Messmethoden, sowohl der Fragebogen als auch die psychophysiologischen Messungen, sind nicht

unproblematisch und es kann nicht von einer eindeutig linearen Abbildung eines bestimmten Konstruktes wie bspw. Entspannung ausgegangen werden. Auch die Operationalisierung von Musik auf Monochord-Musik stellt eine Einschränkung des Settings dar. Die Ergebnisse gelten streng genommen also nur für diese Musik und nur für eine bestimmte studentische Population. Sie können somit nicht ohne Weiteres in ein anderes Setting übertragen und damit verallgemeinert werden. Andererseits ist die Studie mit einer hohen Teststärke von 80%, einem sehr hohen Signifikanz-Niveau von 95%, sinnvoller Effektgrößen-Einordnung, sowie anerkannten validen und reliablen Messinstrumenten als sehr aussagekräftig einzustufen. Innerhalb dieses Rahmens erweist sich der Unterschied in den Bedingungen LIVE und REC als nicht signifikant.

Für die Erklärung dieser Ergebnisse bieten sich verschiedene Ansätze an. Zunächst ist ein Bezug zum Alltag herzustellen. Technische Medien sind heutzutage weit verbreitet und sicher hören die in den westlichen Staaten lebenden Menschen häufiger Musik von einem Tonträger als LIVE - auch zum Zwecke der Entspannung. Die Normalität dieser Form von Musikrezeption trifft insbesondere für Menschen in jüngerem Alter wie in vorliegender Stichprobe zu. Hier wäre eine interessante Anschlussfrage, ob für Menschen höheren Alters sich deutlichere Unterschiede zeigen würden.

Ein weiterer sehr überzeugender Erklärungsansatz findet sich in den Ausführungen von GEMBRIS (1987) und BEHNE (1999) zur Wirkungslosigkeit von Musik, oder vielmehr der Abhängigkeit der Wirkung von Situation und Erwartung. Es sei für die Wirkung von Musik entscheidend, welche Erwartungen wir mit dem Hören verbinden und in welcher Disposition und Situation wir uns befinden. Allen ProbandInnen in vorliegender Studie wurde durch den Kontext und die Höraufforderung Entspannung suggeriert. Die Erwartungshaltung an die Musik ist also in beiden Bedingungen gleich und kann als großer Einflussfaktor angesehen werden. Weiterhin liegt in beiden Fällen eine in gewisser Weise besondere Situation des Musikhörens vor, welche die von GEMBRIS und BEHNE postulierte Wirkungslosigkeit von Musik aufgrund allgemeiner Habituation nicht mehr einschließt, sondern eine besondere Wirkung erzielen kann - allerdings in beiden Fällen gleichermaßen. Es ist anzunehmen, dass die Erwartungshaltung an die Musik und das Setting, nicht aber die Musik selbst, die entscheidende Rolle gespielt haben. In dieser Betrachtungsweise erweist es sich von äußerster Wichtigkeit, den ProbandInnen die Hypothese und die jeweilige andere Bedingung nicht vor dem Versuch geschildert zu haben. Dies hätte vermutlich verschiedene Annahmen und Erwartungen an die Musik zur Folge gehabt, die nicht systematisch hätten kontrolliert werden können.

Insgesamt bleiben einige Fragen offen, die weiterer systematischer Untersuchung bedürfen. Interessant wäre bspw. zunächst qualitativ zu erfassen, wie LIVE gespielte und aufgezeichnete Musik unterschiedlich auf den Menschen wirken können. Dabei könnte sich unter Umständen ein tendenziell typisches Erlebensmuster für diese beiden Rezeptionsarten zeigen. Eine weitere Fragestellung könnte sein, ob nicht mit Gewöhnung an das Setting ein anderes Ergebnis in Bezug auf einen höheren Grad an Entspannung und einen eventuellen LIVE/REC-Unterschied entstehen könnte. In einem sehr aufwendigen Forschungsdesign könnten die Versuchspersonen eine Klangmeditation mehrmals erleben, bevor es zur eigentlichen Messung kommt oder die Unterschiede könnten in einzelnen Phasen erhoben werden.

6 Literaturverzeichnis

- Bailey, Lucanne Magill (1983): The effects of live music versus tape-recorded music on hospitalised cancer patients. In: Music Therapy 3 (1): 17-28.
- Baker, Felicity (2001): The effects of live, taped, and no music on people experiencing posttraumatic amnesia. In: Journal of Music Therapy 38 (3): 170-192.
- Behne, Klaus-Ernst (1999): Zu einer Theorie der Wirkungslosigkeit von (Hintergrund-)Musik. In: Behne, Klaus-Ernst/Kleinen, Günter/la Motte-Haber, Helga de: Musikpsychologie Bd. 14. Hogrefe, Göttingen: 7-23.
- Bernatzky, Günther (2005): Therapeutische Wirkung von Musik in der Medizin unter besonderer Berücksichtigung akuter und chronischer Schmerzen. Unter: <http://www.schmerznetz.at/Musiktherapie.phtml>, Zugriff: 27.07.2005.
- Bossinger, Wolfgang/Hess, Peter (1993): Musik und außergewöhnliche Bewußtseinszustände. In: Musiktherapeutische Umschau 14 (3): 239-254.
- Decker-Voigt, Hans-Helmut (Hrsg.) (2001): Schulen der Musiktherapie. Reinhardt, München.
- Frohne-Hagemann, Isabelle (Hrsg.) (2004): Rezeptive Musiktherapie. Reichert, Wiesbaden.
- Gembris, Heiner (1987): Forschungsprobleme der Musiktherapie am Beispiel des Themas „Musik und Entspannung“. In: Musiktherapeutische Umschau 8 (4): 300-309.
- Jungaberle, Henrik et al. (2003): „Töne strömen ein“ - Beiträge zur Musikpsychologie des Monochords. Eine qualitative Studie. In: Musiktherapeutische Umschau 24 (4): 319-332.
- Ritchie, Ruthann (1995): The effects of live harp music vs. tape-recorded harp music on the cardiovascular and respiratory systems of adult patients in hospice care. Unveröffentlichte Abschlussarbeit bei Prof. Roberta Metzler, Augsburg College, Minneapolis, MN, USA.
- Schandry, Rainer (1998): Lehrbuch Psychophysiologie. Körperliche Indikatoren psychischen Geschehens. Studienausgabe. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Schwabe, Christoph/Röhrborn, Helmut (1996): Regulative Musiktherapie. 3., überarb. und erw. Aufl. Gustav Fischer, Jena.
- Steyer, Rolf et al. (1997): Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF). Handanweisung. Hogrefe, Göttingen.
- Timmermann, Tonius (2001): Musik und Psyche. Die Bedeutung der Musiktherapie. In: Herbert von Karajan Centrum (Hrsg.): Musik - Emotion - Therapie. Unter: <http://www.karajan.org/de/centrum/scholarship/pdf/MusikMed2001.pdf>. Zugriff: 15.08.2005.

Short Message Service basierte Befragungen - quo vadis?

Sven Nicolai, M. Sc., Phone: ++49 3461 46-2412, Fax: ++49 3461 46-2422, E-Mail: sven.nicolai@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg (FH), Fachbereich Wirtschaftswissenschaften, Fachgebiet Marketing, Geusaer Str., 06217 Merseburg

Betreuer des Promotionsvorhabens: Prof. Dr. Abdolkarim Sadrieh, Phone: ++49 391 67-18492, Fax: ++49 391 67-11355, E-Mail: sadrieh@uni-magdeburg.de, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Fakultät für Wirtschaftswissenschaft, Lehrstuhl für E-Business, Postfach 4120, 39106 Magdeburg

Abstract

In Deutschland besitzen zurzeit fast 90 von 100 Einwohnern ein Mobiltelefon (BITKOM 2005). Vor allem bei jüngeren Haushalten ersetzt das Handy zunehmend den Festnetzanschluss (Statistisches Bundesamt 2004). Angesichts der Verbreitung von Handys verwundert es kaum, dass der Umgang mit diesem Medium eine Fülle von Fragen aufwirft, die zum Gegenstand von Untersuchungen gemacht werden (siehe z.B. Höflich/Rössler 2001; Döring 2002). Neben der Thematisierung des Handys als Untersuchungsgegenstand werden Mobiltelefone auch als Forschungsinstrument genutzt. Die Durchführung von Untersuchungen in der Population der Mobilfunknutzer und über das Mobiltelefon selbst (siehe z.B. Grund 2002; Fuchs 2002; Roy/Vanheuverzwyn 2002; Kuusela/Simpanen 2002) zeugen vom Einsatz des Handys als Forschungsinstrument.

Relativ neu, zugleich auch bislang weitgehend unerforscht, ist der Einsatz des Mobiltelefons bei Befragungen, welcher über die Nutzung des „Sprachdienstes“ hinausgeht, bietet doch das Handy im Bereich der Datenübertragung eine Vielzahl von Möglichkeiten. Angesichts der Entwicklungen im Hinblick auf UMTS spiegeln z.B. WAP-, Web-, SMS- oder MMS-Befragungen nur einen Ausschnitt der derzeitigen und zukünftigen Potentiale des Handys für die Marktforschung wider.

Insbesondere die breite Akzeptanz des Short Message Service (SMS) unter den Handynutzern rechtfertigt die Fragen, ob Mobiltelefonbasierte Befragungen, i.e.S. mittels SMS, das Methodenspektrum der Marktforschung ergänzen bzw. erweitern können und wohin sich die mobile Marktforschung entwickeln lässt.

1 Einleitung

Wie mobil kann und wird die Marktforschung werden? Dieser Frage wird seit geraumer Zeit von zahlreichen Marktforschern nachgegangen. Die Gründe für eine Auseinandersetzung mit der „mobilen Datenerhebung“ sind dabei vielschichtig und zum Teil neuen Entwicklungen geschuldet, teilweise jedoch auch auf seit längerem bestehende Probleme bei Datenerhebungen zurückzuführen.

Zu den seit geraumer Zeit bestehenden Problemen der Marktforschung zählen vor allem die gestiegenen Anforderungen an Datenerhebungen, wie sie exemplarisch von Hippler und Beckenbach thematisiert werden (vgl. *Hippler/Beckenbach 1992*). So unterliegen Forschungsinstitute und betriebliche Marktforscher zunehmend dem Druck Spezialpopulationen zu befragen, wachsen die Anforderungen an die Komplexität, das Design und die Aktualität von Befragungen. Erschwerend kommt hinzu, dass in der Vergangenheit immer wieder Befunde auf eine sinkende Ausschöpfungsquote bei Befragungen hinweisen (z.B. *Steeh 1981; Hox/De Leew 1994*), die sich unter anderem auf einen gestiegenen Anteil von Verweigerern und Nichterreichbaren zurückführen

lässt (z.B. *Engel et al. 2004*). Um dem entgegenzuwirken werden in der Praxis immer häufiger sog. Access-Panels (Teilnehmerpools von Befragungsbereiten) eingesetzt (z.B. *Engel et al. 2004*) bzw. finden neuere, kostengünstigere Methoden der Datenerhebung, wie Onlinebefragungen, Anwendung (siehe *ADM 2004*).

Verhältnismäßig neu für die Marktforschung hingegen sind jene Probleme, die mit den Veränderungen im TK-Markt einhergehen. Vor allem die ansteigende Substitution von Festnetzanschlüssen durch Handys stellt dabei die Markt- und Sozialforschung vor neue Herausforderungen. So besitzen inzwischen bereits 4% aller deutschen Haushalte nur ein Handy und keinen Festnetzanschluss mehr (*Statistisches Bundesamt 2004*), was zunehmend zu Schwierigkeiten bei der Durchführung klassischer CATI-Interviews führt, da die Identifikation und Auswahl der „Nur-Handy-Haushalte“ bislang kaum möglich ist. Die genannten Entwicklungen ausschließlich pessimistisch zu betrachten wäre jedoch voreilig, bietet doch die Akzeptanz und Verbreitung von Mobiltelefonen auch ein nicht unerhebliches Potential für die Marktforschung. Die Vorstellung, Konsumenten zu fast jeder Zeit und an jedem Ort befragen zu können, erscheint gerade vor dem Hintergrund derzeitiger Herausforderungen verlockend.

2 Mobile Endgeräte und Handys bei Befragungen

Der Einsatz mobiler Endgeräte zur Erfassung von Daten, wo bislang Papier und Bleistift eingesetzt wurden, erfolgt im Grunde schon lange. Als bekanntestes Beispiel dürfte hierbei wohl die Erfassung und Speicherung von Unterschriften bei der Entgegennahme einer Postsendung von UPS (United Parcel Service) gelten.

Der Einsatz von mobilen Endgeräten im Rahmen der Marktforschung hingegen ist relativ neu. Vor allem der Einsatz von PDAs (Personal Digital Assistant) erfreut sich zunehmender Beliebtheit, liegen die Vorteile doch sprichwörtlich auf der Hand. Durch die Größe von PDAs können Befragungen mit diesen Geräten nahezu überall und bei jeder Gelegenheit durchgeführt werden. Insbesondere wenn Befragungen „on the fly“ oder „on the move“ durchgeführt werden sollen, wie dies z.B. bei Verkehrsmittelbefragungen der Fall ist, erweisen sich PDAs gegenüber Laptops auf Grund ihrer Größe und Kosten als sehr vorteilhaft (siehe dazu auch *Schneid 2002*). Eine zeitnahe Übertragung von Erhebungsdaten zum Umfrageinstitut wird jedoch nur in Kombination mit einem Mobiltelefon möglich. Als Weiterentwicklung des PDA können demgegenüber Geräte verstanden werden, bei denen die Mobilfunktechnologie bereits integriert ist, wie z.B. Smartphones, MDAs etc.

Als derzeitiger State-of-the-Art bei mobilen Befragungen gilt jedoch der Einsatz von mobilen Endgeräten (Handys, Smartphones etc.), die über „Push & Pull-Technologie“ verfügen, wie z.B. der Blackberry. Der wesentliche Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass Befragungen (z.B. Internetbasiert) auch ohne Zugang zum Mobilfunknetz durchgeführt werden können, da die Befragungen im Gerät zwischengespeichert werden können und bei aktivem Mobilfunknetz automatisch an das Befragungsinstitut gesendet werden (siehe dazu *Körner 2005*). Über dies hinaus erlaubt die Technologie jeder Zeit Änderungen des Fragebogens, auch kurz vor dem Feldstart oder während der Feldphase und kann mittels Mobilfunk auf ausgewählte Geräte „gepusht“ werden (vgl. *Körner 2005*). Vor dem Hintergrund, Befragungen etwa in Verkehrsmitteln, am Point of Sale, Messen etc. durchzuführen, erweist sich diese Methode zum jetzigen Zeitpunkt als „Königsweg der papierlosen Alternativen“ im Spannungsfeld von

Handling und Ökonomie, vor allem dann, wenn eine erhebliche Anzahl von Interviews zu führen ist.

Neben dieser Perspektive, die vor allem auf die Befragung an ganz bestimmten Orten abzielt, bietet die mobile Marktforschung andererseits jedoch auch ein erhebliches Potential, wenn es darum geht Personen generell unabhängig vom jeweiligen Aufenthaltsort zu befragen. Aus der Tatsache heraus, dass es immer größerer Anstrengungen bedarf, Personen zuhause zu erreichen - der Anteil von „Nicht-Erreichbaren“ steigt - scheint die Frage nach einem geeigneten Erhebungsinstrument, welches diesem Problem entgegenwirkt, berechtigt.

Fokussiert man auf diesen Aspekt mobiler Marktforschung wird schnell deutlich, dass das „klassische“ Mobiltelefon entsprechendes Potential als Erhebungsinstrument besitzt. Betrachtet man neben seiner Verbreitung auch die generellen technischen Möglichkeiten von Handys vor dem Hintergrund ihrer Nutzung für die Marktforschung, so erstrecken sich diese z.B. von WAP-, Web-, i-mode über e-mail- bis hin zu SMS- und MMS-Befragungen. Letztlich entscheidend sind jedoch nicht die technischen Möglichkeiten, sondern ihre Akzeptanz. Unter diesem Blickwinkel erfreut sich vor allem der Short Message Service entsprechender Beliebtheit. So wurden im Jahr 2004 deutschlandweit 20,6 Mrd. SMS versendet (vgl. *Bundesnetzagentur o.J.*). Für den Marktforscher stellt sich daher die Frage ob der Short Message Service einen Dienst darstellt, der für Datenerhebungen nutzbar ist und somit den Methodenkanon der Marktforschung ergänzen oder erweitern kann.

3 SMS basierte Befragungen

Eine der am häufigsten aufgeworfenen Fragen im Hinblick auf die Durchführung von SMS-Befragungen ist jene nach dem typischen Ablauf. Gleichwohl es theoretisch denkbar ist, entsprechende Mobiltelefonnummern zufällig zu generieren, da für Handyrufnummern keine entsprechende Auswahlbasis existiert, wird bislang bei der Durchführung von SMS-Befragungen auf sog. Access-Panels zurückgegriffen.

Der eigentliche Ablauf der SMS-Befragung kann auf Basis von zwei unterschiedlichen Vorgehensweisen erfolgen. Einerseits besteht die Möglichkeit dem Befragten alle Fragen (SMS) auf einmal zu senden („Block-Verfahren“). Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass streng genommen die Einhaltung der Fragereihenfolge nicht sichergestellt werden kann und andererseits verhältnismäßig hohe Befragungskosten entstehen, unabhängig davon, ob der Befragte an der Umfrage teilnimmt oder nicht. Dem gegenüber steht das sog. „Ping-Pong“-Verfahren, bei dem den Befragten jeweils die nächste Frage erst zugestellt wird, wenn dieser die vorangegangene beantwortet hat. Dieses Vorgehen erweist sich zwar als ökonomischer hat jedoch auch den Nachteil, dass in seiner „Reinform“ (ohne den Einsatz von Remindern) die Befragung bei Nichtbeantwortung einer Frage abbricht.

Kehrt man zur Ausgangsfrage zurück, ob SMS-Befragungen das Methodenspektrum ergänzen oder erweitern können, bedarf es einem Vergleich mit „klassischen“ und erprobten Erhebungsverfahren anhand entsprechender Kriterien. Bei der Betrachtung der Anforderungen, welche an Erhebungsverfahren gestellt werden, tauchen in aller Regel Fragen nach der Ausschöpfungsquote, der Schnelligkeit der Datenerhebung und natürlich der Qualität der Daten auf.

Gleichwohl die Ausschöpfungsquote allein noch nicht die Güte einer Befragung widerspiegelt, wird ihr jedoch entsprechendes Augenmerk gewidmet, da mit einem sinkenden Rücklauf die Gefahr von Verzerrungen steigt. Analysiert man die mittels

SMS-Befragung erzielbaren Ausschöpfungsquoten wird deutlich, dass diese mit anderen Erhebungsverfahren vergleichbar sind (siehe z.B. Nicolai, Horst, Burian 2006; Noyce, Hofmann, Menti 2003; Down 2003). Darüber hinaus ist anzumerken, dass die bei SMS-Befragungen realisierten Ausschöpfungsquoten in der Regel auf einem einmaligen Kontakt basieren und nicht, wie bei klassischen telefonischen Befragungen häufig, mehrere Kontaktversuche unternommen werden.

Im Hinblick auf die Schnelligkeit der Datenerhebung weist die SMS-Befragung erhebliche Vorteile auf. So reagiert ein Großteil der Befragungsteilnehmer innerhalb der ersten drei Stunden Feldzeit (siehe z.B. Nicolai 2004). Basierend auf dieser Reaktionsgeschwindigkeit lassen sich bis zu 80% aller Interviews innerhalb eines Tages durchführen (siehe z.B. Noyce, Hofmann, Menti 2003). Zurückführen lassen sich die für die SMS-Befragung charakteristischen Antwortzeiten vor allem auf die „Überallereichbarkeit“ der Befragungsteilnehmer, da Befragungen „on the move“ möglich sind.

Im Kern eines jeden Methodenvergleichs steht die Frage nach der Qualität der erhobenen Daten. Denn letztlich nützen neue Erhebungsmethoden, wie die SMS-Befragung nur, wenn sie entsprechend valide und reliabel sind, also „wahre“ Ergebnisse liefern. Ausgehend von den bislang durchgeführten Untersuchungen deutet vieles darauf hin, dass bei SMS-Befragungen nicht mit verzerrenden Effekten zu rechnen ist. So konnte in einem Methodenvergleich von SMS-, postalischer- und Online-Befragung nachgewiesen werden, dass sich das Antwortverhalten bei offenen und geschlossenen Fragen nicht unterscheidet (siehe Nicolai 2004). Andere Studien deuten sogar darauf hin, dass SMS-Befragungen z.B. im Vergleich mit mündlichen Interviews „ehrlichere“ Antworten hervorrufen (siehe Challié 2002).

Das mit der Befragung per SMS auch Nachteile, wie z.B. Limitationen bei der Gestaltung der Fragen oder beim Befragungsumfang, verbunden sind, steht außer Frage. Die Befragungsmethode auf Grund dieser Einschränkungen gänzlich abzulehnen, wäre jedoch falsch. Denn letztlich, und dies scheint die Kernfrage im Hinblick auf die SMS-Befragung zu sein, geht es nicht darum, „ob“ SMS-Befragungen das Methodenspektrum erweitern oder ergänzen können, sondern „zu welchem Zweck“.

4 Mobiltelefone & Befragungen - quo vadis?

Wie mobil können Befragungen werden? Die derzeitigen Entwicklungen im technologischen Bereich deuten auf ein erhebliches Potential mobiler Befragungen hin. Bereits heute existiert eine Vielzahl von entsprechenden Mobilfunkgeräten, die über technische Möglichkeiten verfügen, die weit über den Short Message Service Dienst hinausgehen. Daneben hat sich das Handy zu einem Medium entwickelt, welches aus der alltäglichen Kommunikation nicht mehr wegzudenken ist.

Fokussiert man auf die zukünftigen technischen Weiterentwicklungen und unterstellt deren Akzeptanz, eröffnen sich dem Marktforscher bislang nicht absehbare Möglichkeiten. Befragungen am POS, etwa mittels Ortung über GPS oder anderer Verfahren, die Untersuchung des Kaufverhaltens, z.B. durch die Erfassung von RFID-Daten (radio frequency identification) mittels Handy oder ähnliche bislang kaum vorstellbare Anwendungen können nur einen kleinen Ausschnitt des möglichen Spektrums widerspiegeln. Daneben sind auch Anwendungen im Bereich der Werbewirkungsforschung denkbar. Zum Beispiel die Durchführung eines „Titeltest“ kurz vor Herausgabe einer Zeitschrift, etwa durch die Übertragung des Titelbildes auf

das Handy, scheint in naher Zukunft gleichermaßen möglich, wie die Überprüfung der Werbeerinnerung eines Radio- oder TV-Spot durch Übertragung eines Audio- oder Videofiles, um nur einige Anwendungsbeispiele zu nennen. Durch zunehmende Datenübertragungsraten wird es bald möglich sein, virtuelle Produkte, Multimediafiles etc. auf das Handy zu senden. Verfahren, die bislang realer Produktdummies oder aufwendiger Labortests bedurften, könnten bald durch mobile Befragungs- und Testmethoden via Handy substituiert werden.

Um jedoch aus Sicht der Marktforschung mit den technischen Entwicklungen Schritt halten und diese nutzbar machen zu können, bedarf es einer weitergehenden umfangreichen Erforschung des Mediums Handy und seiner Nutzer. Gleichwohl der Short Message Service nicht mehr als Innovation zu bezeichnen ist, bleibt abschließend festzuhalten, dass dieser mit Sicherheit noch lange genutzt werden wird, stellt doch der Versand einer SMS einen geeigneten „Rückkanal“ auch für o.g. zukünftige Methoden dar.

5 Literatur

ADM (2004): Jahresbericht 2004, URL: http://www.adm-ev.de/pdf/Jahresbericht_04.pdf [28.08.2005]

BITKOM (2005): Daten zur Informationsgesellschaft, Berlin

Bundesnetzagentur (o.J.): o.T., URL: <http://www.bundesnetzagentur.de/media/archive/1637.pdf> [27.11.2005]

Challié, P. (2002): Marktforschung per SMS – Chancen und Grenzen, in: Direct Marketing, H. 4, S. 20-23

Döring, N. (2002): Klingeltöne und Logos auf dem Handy: Wie neue Medien der Uni-Kommunikation genutzt werden, in: Medien & Kommunikationswissenschaft, H. 3, S. 376-401

Engel, U./Pötschke, M./Schnabel, C./Simonsen, J. (2004): Nonresponse und Stichprobenqualität, Frankfurt a.M.

Fuchs, M. (2002): Eine CATI-Umfrage unter Handy-Nutzern. Methodische Erfahrungen aus dem Vergleich mit einer Festnetz-Stichprobe. in: Gabler, S.; Häder, S. (2002). Telefonstichproben: methodische Innovationen und Anwendungen in Deutschland, Münster u.a., S. 121 – 137.

Grund, M. (2002): Mobilfunkteilnehmer – ein Repräsentanzproblem. in: Gabler, S.; Häder, S. (2002). Telefonstichproben: methodische Innovationen und Anwendungen in Deutschland, Münster u.a., S. 111 – 120

Hippler, H. J.; Beckenbach, A. (1992): Das persönliche mündliche Interview am Scheideweg?, in: Planung & Analyse, Nr. 5, S. 44-52.

Höflich, J. R.; Rössler P. (2001): Mobile schriftliche Kommunikation – oder: E-mail für das Handy, in: Medien & Kommunikationswissenschaft, H. 4, S. 437-461

Kröner, M. (2005): Neue Wege bei der Datenerhebung, in: Research & Results, April 2005, S. 26-27.

Kuusela, V.; Simpanen, M. (2002): Effects of Mobile Phones on Telephone Survey. Practice and Results, URL: http://www.icis.dk/ICIS_papers/A_2_3.pdf [06.12.04]

Nicolai, S.; Horst, B.; Burian, R. (2006): Umfragen im Umfeld der Politik – Telefonische und Short Message Service basierte Befragungen im Vergleich, Aachen (im Druck)

Nicolai, S. (2004): Mobiltelefone als Erhebungsinstrument der Marketingforschung. Datenerhebungen mittels Short Message Service basierter Befragungen, Aachen.

Noyce, D.; Hofmann, O., Menti, M. (2003): research on the move: go or no go? Comparison of SMS-Research with CATI-to-mobile and Online-Survey, URL: http://www.skopos.de/downloads/2003-01-28_Esomar_Technovate.pdf [19.12.2004]

Roy, G.; Vanheuverzwyn, A. (2002): Mobile Phone in Sample Surveys, URL: http://www.icis.dk/ICIS_papers/A_3_5.pdf [06.12.04]

Schneid, M. (2002): Mobile computergestützte Befragungen mit PDAs, in: ZUMA-Nachrichten Nr. 50, S. 121-142.

Statistisches Bundesamt (2004): Pressemitteilung vom 14. Mai 2004. In jedem vierten jungen Haushalt ersetzen Handys das feste Telefon, URL: <http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2004/p2210024.htm> [Stand 28.11.2004]

Steeh, C.G. (1981): Trends in nonresponse rates, 1952-1979, in: Public Opinion Quarterly, Vol. 45, S. 41-57.

Dreidimensionale Stimuli in der Marktforschung und ihr Einfluss auf die Validität der Ergebnisse

Dipl.-Ök. Alma Berneburg, Phone: ++49.3461-46-2432, Fax: ++49.3461-46-2422, E-Mail: alma.berneburg@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg (FH), Geusaer Straße, 06217 Merseburg

Abstract

Jeder, der sich in Theorie oder Praxis schon mit Themen der Marktforschung befasst hat, kennt es: das Problem der Abweichung zwischen dem Untersuchungsdesign und der Realität. Auf der einen Seite gibt es Felderhebungen, die zwar als extern valide gelten, dabei jedoch unter einem aufwendigen, kosten- und zeitintensiven und störanfälligen Aufbau leiden. Auf der anderen Seite stehen die Laboruntersuchungen, die zwar gut kontrollierbar und kostengünstiger sind, aber durch die künstlichen Laborbedingungen mit ihren reaktiven Effekten nicht immer als repräsentativ angesehen werden können. Zusätzlich werden hier häufig immer noch deskriptive Beschreibungen des experimentellen Stimulus oder 2D-Abbildungen verwendet, wenn aus Kosten- oder Zeitgründen kein Dummy hergestellt werden kann, was vor dem Hintergrund multipler Störeinflüsse, die aus dem Fehlen einer realistischen Darstellung des Stimulus entstehen können, als ein entscheidendes Defizit im Forschungsprozess betrachtet werden kann. Mit der Hilfe einer neuartigen 3D-Visualisierungstechnik hat man vielleicht ein Instrument gefunden, das Produkte und Kaufsituationen sehr realistisch simuliert, während es weiterhin die Vorteile einer kontrollierten Laborumgebung beibehält. Trotz der vielfältigen Vorteile dieser Technik muss – wie vor dem Einsatz einer jeden methodischen Innovation – stets die Validität der Testergebnisse sichergestellt werden. Der Validierungsprozess und erste empirische Resultate werden im folgenden Artikel vorgestellt.

1 Einleitung

Das Spannungsverhältnis zwischen extern validen, aber störanfälligen Felderhebungen und intern validen, aber nicht zwingend repräsentativen Laborerhebungen ist seit langem ein Bereich, mit dem verschiedene wichtige Fragestellungen verbunden sind. Stellt man in der Praxis lieber sicher, dass durch eine gut kontrollierbare Studiosituation alle denkbaren Störfaktoren ausgeschlossen werden können und geht dabei das Risiko ein, mit einer artifiziell-reaktiven Laborerhebung die Ergebnisse nur schlecht verallgemeinern zu können, oder stellt man die Generalisierbarkeit der Ergebnisse in der Vordergrund, läuft aber durch die nur schwer zu kontrollierende Feldsituation Gefahr, die Erhebung einer Vielzahl an verzerrenden Einflussfaktoren auszusetzen? In der Praxis wird diese Frage gemeinhin entschieden durch nicht immer nur zwingend methodische, sondern vielmehr ökonomische Maßgaben, die sich aus dem zu analysierenden Untersuchungsgegenstand heraus ergeben. Kostengesichtspunkte und Faktoren wie „time to the market“ oder Geheimhaltung geben eine direkte Antwort auf die Frage nach der Durchführung im Rahmen einer Labor- oder Felduntersuchung. Nichtsdestotrotz bleibt unter methodischen Gesichtspunkten und mit dem Ziel der bestmöglichen Qualität der Testergebnisse das oben genannte Spannungsverhältnis bestehen.

Mit Hilfe einer neu entwickelten dreidimensionalen Visualisierungstechnik ist es heutzutage vielleicht möglich geworden, eine Lösung für das skizzierte Spannungsverhältnis zu generieren. Mit Hilfe innovativer 3D-Technik können existierende Produkte oder Kaufumgebungen quasi-realistisch simuliert werden. Trotz

der vielfältigen Vorteile muss vor dem Einsatz einer neuen Stimuluspräsentation jedoch stets die Validität der Testergebnisse im Rahmen von Vergleichsuntersuchungen analysiert werden. Erste Ergebnisse dieser Validierung sollen vor dem Hintergrund der relevanten Theorie im Folgenden präsentiert werden.

2 Spannungsverhältnis interner und externer Validität

Die Validität ist eines der wichtigsten Gütekriterien, die es bei der Konstruktion und Durchführung einer Untersuchung zu berücksichtigen gilt. Neben der Objektivität, die die Unabhängigkeit der Testergebnisse vom Untersuchungsleiter beschreibt, und der Reliabilität, die sich auf die Zuverlässigkeit der Messung bezieht, ihre Beachtung also gewährleisten soll, dass die Messung präzise und stabil ist und ihre Ergebnisse bei Wiederholung der Messung reproduzierbar sind, beschreibt die Validität der Messung die Gültigkeit des Testverfahrens, also die Frage danach, ob das Testinstrument auch tatsächlich misst, was es messen soll.³⁸

Bei der Validität einer Untersuchung wird in zwei grundlegende Ausprägungsformen unterschieden:

1. interne Validität: die kausale Schlussfolgerung lässt keine Alternativerklärung zu
2. externe Validität: die kausale Schlussfolgerung ist über die besondere Versuchssituation hinaus verallgemeinerbar

Während die interne Validität also eine Aussage darüber zulässt, inwieweit Veränderungen in der abhängigen Variablen auf eine Variation der unabhängigen Variablen zurückzuführen sind, bezieht sich die externe Validität eher darauf, inwiefern die Ergebnisse der empirischen Studie als allgemeingültig angenommen werden können.³⁹

Beide Ausprägungen der Validität sind in gleichem Maße entscheidend für die Aussagekraft einer Studie und müssen somit stets im Auge behalten werden. Abhängig davon, ob die durchgeführten Untersuchungen nun jedoch im Rahmen eines Feld- oder eines Laborexperiments stattfinden, kann die Validität des Testverfahrens als unterschiedlich eingeschränkt betrachtet werden.

Als Feldexperiment bezeichnet man all diejenigen Untersuchungen, die im Markt, also unter natürlichen und realistischen Bedingungen, durchgeführt werden. Sie gelten gemeinhin als extern valide, da durch ihre besondere Realitätsnähe und ihre Einbettung in die Alltagsumgebung des Probanden die Ergebnisse eine hohe Verallgemeinerbarkeit beinhalten.⁴⁰ Allerdings wird gerade Felduntersuchungen eine nur eingeschränkte interne Validität zugesprochen, da die Kontrolle von Störfaktoren im Kontext zahlreicher Umwelteinflüsse nur schwer möglich ist. Ob also eine Veränderung in der abhängigen Variablen tatsächlich ausschließlich auf den zu variierenden experimentellen Stimulus zurückgeführt werden kann, ist hier nicht immer eindeutig nachzuweisen.⁴¹

³⁸ vgl. Berekoven; Eckert; Ellenrieder (2004), S. 88 ff

³⁹ vgl. Berekoven; Eckert; Ellenrieder (2004), S. 88 ff

⁴⁰ vgl. Schnell; Hill; Esser (1999), S. 216 f.

⁴¹ vgl. Erichson (1995), S. 646

Als Laborstudie dagegen werden diejenigen Untersuchungen bezeichnet, die unter künstlichen Bedingungen im Labor stattfinden. Durch die hier explizit gegebene Möglichkeit der Kontrolle einer Vielzahl an Störfaktoren besitzen Laborstudien in der Regel eine hohe interne Validität. Der Zusammenhang zwischen experimentellem Stimulus und abhängiger Variable ist somit besser zu isolieren als im Feldversuch. Allerdings kann gerade durch die Künstlichkeit der Versuchssituation eine Reaktivität ausgelöst werden, die die Generalisierbarkeit der Ergebnisse einschränkt. Die externe Validität leidet also unter der artifiziellen Laborumgebung.⁴² Erschwerend wirkt hier noch die Tatsache, dass in Laborstudien der zu untersuchende experimentelle Stimulus den Probanden immer noch zu häufig über deskriptive Beschreibungen oder 2D-Abbildungen präsentiert wird, wenn man aus ökonomischen Gesichtspunkten auf einen physischen Dummy verzichtet. Vor dem Hintergrund multipler Störeinflüsse, die aus dem Fehlen einer realistischen Darstellung entstehen können, kann diese Tatsache jedoch als ein entscheidendes Defizit im Forschungsprozess betrachtet werden.

Wie man leicht erkennen kann, führen diese Tatsachen häufig zu einem Spannungsverhältnis bei dem Wunsch nach einem validen Testverfahren. Je besser die interne Validität durch die Einbettung des Experiments in eine Laborumgebung ist, als desto eingeschränkter muss die externe Validität betrachtet werden und umgekehrt. Ein Testverfahren, das sowohl eine intern als auch extern valide Messung ermöglicht, stellt ein anzustrebendes, momentan jedoch noch kaum erreichbares Ideal an.

Um das zuvor beschriebene Spannungsverhältnis zu lösen und eine Verbesserung von interner und externer Validität in der Praxis zu realisieren, bietet sich als Ansatzpunkt nur das Laborexperiment an, da hier die interne Validität als „*Mindestvoraussetzung für die Brauchbarkeit eines Experiments*“⁴³ als gegeben betrachtet werden kann und die Zielsetzung nun dahingehend lauten muss, die externe Validität zu optimieren. Dem Versuch, im Umkehrschluss die interne Validität des Feldexperiments zu verbessern, sind von Anfang an schlechte Karten beschieden, da eine Kontrolle aller denkbaren Störfaktoren und Umwelteinflüssen nicht realistisch sein kann. An der Generalisierbarkeit der Ergebnisse aus Laboruntersuchungen kann man jedoch sehr wohl arbeiten, indem sowohl die Stimuluspräsentation als auch die komplette Testumgebung so realitätsnah wie möglich gestaltet werden.

Diese Maßgabe, die eigentlich als eine methodische Selbstverständlichkeit anmuten sollte, stellt in der Praxis der Marktforschung jedoch noch lange keine solche dar. Will man nämlich bisher die Realitätsnähe einer Untersuchung optimieren, ist das mit hohen Kosten und Zeitverlusten verbunden. So muss man im Rahmen von Produkttests zum Beispiel Dummies oder Prototypen produzieren, was sowohl unter Zeit- wie auch unter Kostengesichtspunkten aufwendig und dazu noch sehr unflexibel ist. Im Rahmen von Untersuchungen am Point of Sale (PoS) müssen für Testmarkt-Simulationen ganze Kaufumgebungen nachgebaut werden. In der Praxis ist aus diesen Gründen leider viel zu oft ein ganz anderer Normalfall gängig. Komplexe experimentelle Stimuli werden aus ökonomischen Gründen in zweidimensionalen Grafiken präsentiert, worunter die externe Validität der Ergebnisse leiden kann.⁴⁴ Eine

⁴² vgl. Schnell; Hill; Esser (1995), S. 216

⁴³ Erichson (1995), S. 645

⁴⁴ In der Praxis kommen so genannte 3D-Erhebungstechniken durchaus bereits vor, die sich jedoch technisch betrachtet eigentlich auf eine 2D-Darstellung mit Interaktionsmöglichkeit beschränken. Ein

Lösung für dieses Spannungsverhältnis könnte heutzutage gefunden worden sein: Neue quasi-realistische 3D-Darstellungstechniken können sowohl den ganzen PoS wie auch jeden visuellen experimentellen Stimulus realitätsnah simulieren. Diese neuen Techniken könnten eine Lösung nicht nur für die hier genannte Problemstellung der modernen Marktforschung bieten. Zunächst muss man jedoch im Rahmen einer Validierung des neuen virtuellen Untersuchungsdesigns die Qualität der Testergebnisse sicherstellen.

3 Valide Testergebnisse mit Hilfe neuer 3D-Techniken

Für jedes Experiment gilt es eine Handlungsmaxime immer zu berücksichtigen, die Schryen [et. al.] (2003) festgehalten haben: „*Mit zunehmender Produktkonkretisierung nimmt die Notwendigkeit der Rückfrage bzw. die Einflussnahme des Marktforschers während der Erhebung ab!*“⁴⁵. Obwohl man annehmen kann, dass sich sowohl die interne als auch die externe Validität eines Experiments durch ein Minimum an Einflussnahme des Untersuchungsleiters grundsätzlich verbessern, gilt dieses Prinzip wohl besonders stark im Falle der externen Validität, da man davon ausgehen kann, dass mit zunehmender Produktkonkretisierung auch der für die Untersuchung notwendige Realitätsgrad der Erhebung einhergeht. Je vollständiger also die Präsentation des Stimulus ist, als desto aussagekräftiger kann man die Testergebnisse ansehen. Die im vorliegenden Beispiel verwendete dreidimensionale Visualisierungstechnik repräsentiert vor diesem Hintergrund ein flexibles Instrument zur Simulation von Produkten, Konzepten oder ganzen Kaufsituationen unter realistischen Bedingungen, während sie weiterhin die Vorteile einer kontrollierten Laborumgebung beibehält. Diese neue Technologie ermöglicht die Demonstration verschiedener Produkt-Designs, Farben, Regale, Displays und Preise mit Hilfe einfacher und schneller Computerbefehle und ohne die Einbeziehung störender technischer Hilfsmittel (wie 3D-Brille oder -Helm). Darüber hinaus wird die Untersuchungssituation interessanter für den Probanden, wodurch die Abbruchquote positiv beeinflusst wird, und die Datenerfassung wird vereinfacht und automatisiert. Sie ermöglicht somit auch die Einbeziehung einer deutlich größeren Anzahl an zu untersuchenden Variablen in das Untersuchungsdesign. Außerdem lassen sich durch die computergestützten Prozesse, die auf eine physische Herstellung und Einbeziehung von Dummies verzichten können, jederzeit und sehr flexibel neue Ideen in die Konzeptphase eines Produktes integrieren und Wünsche und Anregungen der Probanden können unmittelbar graphisch umgesetzt sowie direkt bewertet werden. Die methodischen Vorteile des Einsatzes der neuen 3D-Technik scheinen also auf der Hand zu liegen.⁴⁶

Zur Validierung der 3D-Stimuluspräsentation wurde die folgende Vergleichsuntersuchung anhand von Energy Drinks als Choice-Based Conjoint Analyse (CBC) durchgeführt:

tatsächlich plastisch-räumlicher Effekt wird beim Probanden nicht realisiert. Diese Techniken werden im Folgenden unter dem Begriff der 2D-Darstellung subsumiert.

⁴⁵ Schryen; Herstell; Schoenen (2003), S. 28

⁴⁶ Zu weiteren technischen Details siehe Horst & Berneburg (2006).

A. Berneburg

- Mit einer Kontrollgruppe wurde eine 2D-CBC-Studie durchgeführt.
- Mit der Experimentalgruppe wurde eine CBC-Studie am 3D-Monitor durchgeführt.

Die Messung stellte sich im Detail wie folgt dar:

Die Probanden wurden in 5 Random-Choice-Tasks aufgefordert, jeweils einen von drei dargestellten Energy Drinks zu kaufen. Die Probanden hatten über eine None-Option die Möglichkeit, sich gänzlich gegen den Kauf zu entscheiden. Sowohl die 2D- als auch die 3D-Studie beinhalteten die folgenden Attribute mit den angegebenen Ausprägungen:

Marke	Verpackung	Preis
Burn	Flasche	0,95
Nescafé	Dose (kompakt)	1,29
Red Bull	Dose (schmal)	1,59
		1,79
		1,99
		2,09

Tab.1: 3 Attribute und deren jeweilige Ausprägungen

Kontroll- und Experimentalgruppe stammten aus derselben homogenen Grundgesamtheit. Es wurden dabei 198 Probanden in der 2D-Studie mit 59 Probanden in der 3D-Studie verglichen.

Die Validität der Testergebnisse wurde anhand der geschätzten Preisabsatzfunktionen untersucht, da im besonderen Fall von Preistests nur geringe qualitative Verzerrungen durch die Stimuluspräsentation unterstellt werden können. Die Ergebnisse der ersten empirischen Untersuchung zeigten dabei bereits einen überraschend stabilen und realitätstypischen Verlauf der Preisabsatzfunktionen des 3D-Tests. Die Testumgebung scheint realistisch und für den Probanden leicht zu bedienen zu sein, da kein Bias durch physische Restriktionen oder eine eventuell zu diffizile technische Handhabung hervorgerufen worden zu sein scheint. Dieses Ergebnis ist insbesondere interessant, da vorheriger Untersuchungen zum Einsatz von 3D-Techniken mit Hilfe eines Helmes extrem verzerrte Ergebnisse geliefert haben. Diese Ergebnisse wurden zurückgeführt auf die Einbeziehung des Helms, der sowohl für eine unnatürliche und von der Realität weit entfernte Testumgebung sorgt hat als auch durch das diffizile technische Handling den Probanden stark in Anspruch genommen und von der Konzentration auf die eigentliche Aufgabe abgelenkt hat. Die neue 3D-Technik jedoch liefert realitätstypische Ergebnisse und hat sich somit bisher bewährt

4 Fazit

Die Realitätsnähe kann als der überragende Vorteil des dreidimensionalen Equipments angesehen werden, da sich an einen optimierten Realismus valide und verallgemeinerbare Testergebnisse koppeln. Die Einsetzbarkeit muss zwar noch als

A. Berneburg

eingeschränkt betrachtet werden, da sie sich nur über eine Ausstattung mit den entsprechenden 3D-Monitoren realisieren lässt. Sofern ein Marktforschungsunternehmen jedoch an seinen verschiedenen Standorten über eine entsprechende technische Ausstattung verfügt, sind Erhebungen schneller, flexibler, kostengünstiger und unter Einbeziehung einer größeren Anzahl an Attributen möglich und durch ein gesteigertes Interesse an der Testsituation seitens der Probanden werden die Abbruchquoten verringert. Die interne Validität kann dabei als in beiden Stimuluspräsentationen gleichwertig angesehen werden. Insgesamt kann man sagen, dass man mit dem Einsatz der neuen 3D-Technik einer intern wie extern validen Laboruntersuchung näher gekommen ist.

Literaturverzeichnis

Berekoven, Ludwig; Eckert, Werner; Ellenrieder, Peter (2004): Marktforschung – Methodische Grundlagen und praktische Anwendung, 10., überarbeitete Auflage, Wiesbaden 2004

Erichson, Bernd (1995): „Experimente“, in: Tietz, Bruno (Hrsg.): Handwörterbuch des Marketing (Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre, Band 4), 2. vollständig überarbeitete Auflage, Stuttgart 1995, S. 639 – 654

Horst, Bruno; Berneburg, Alma (2006): „Virtuelle Welten virtuos genutzt – 3D-Verpackungstests zur optimalen Nutzung knapper Ressourcen“, in Horst, Karl-Heinz; Schindler, Ulrich (Hrsg.): Recht – Personal – Umwelt, Aachen 2006 (im Druck)

Schnell, Rainer; Hill, Paul B.; Esser, Elke (1999): Methoden der empirischen Sozialforschung, 6. völlig überarbeitete und erweiterte Auflage, München 1999

Schryen, Guido; Herstell, Jan; Schoenen, Markus (2003): Online-Marktforschung im Mittelstand - Analyse von Konsumentenverhalten in 3D-Internet-Welten, Wiesbaden 2003

Postersessions

"Wenn ich keine Freunde hier hätte, würde ich woanders wohnen." Jugendcliquen und Abwanderung in Sachsen-Anhalt

Peter-Georg Albrecht, Phone: ++49.391-8864-567, E-Mail: peter-georg.albrecht@hs-magdeburg.de, Hochschule Magdeburg-Stendal, Breitscheidstr. 2, 39114 Magdeburg

Abstract

Jugendcliquen sind Teil des öffentlichen Raumes in Städten und Gemeinden. Ihre Möglichkeit, Jugendräume zu nutzen, beeinflusst maßgeblich ihre Abwanderungsneigung. Ob Jugendliche selbst verwaltete Jugendräume oder von Sozialpädagogen betreute Kinder- und Jugend-Freizeit-Einrichtungen ihr Eigen nennen können: Jugendraum-zufriedene Jugendliche möchten stets eher am Heimatort verbleiben als Jugendraum-Unzufriedene oder gar Jugendliche ohne Jugendräume.

Peer groups gehören zum öffentlichen Raum, zum Lebensalltag von Jugendlichen. Weit über drei Viertel aller Mädchen und Jungen sind Teil einer Jugendgruppe bzw. Clique, in der sie sich regelmäßig treffen. Besonders Mädchen lieben Grüppchen und Cliques; mehr noch als für städtische Jugendliche haben Peer groups auf dem Lande eine hohe Bedeutung (vgl. Wetzstein u.a. 2005). Viele Mädchen und Jungen sind ihren "Umräumen" (Dieter Baacke) verbunden, denn "gerade die auf den sozialen Nahraum ausgerichteten gemeinschaftlichen Aktivitäten wecken und stärken bei einem bestimmten Typus von Jugendlichen ein starkes Zugehörigkeitsgefühl zur Wohnumgebung" (Eisenbürger/ Vogelgesang 2002: 35). Selbstinitiierten Gruppen und Cliques können für Jugendliche regelrecht zu "Generatoren einer wachsenden Bleibeorientierung" werden (ebenda).

Seit 2002 befasst sich die Hochschule Magdeburg-Stendal im Rahmen eines vom Bundesministerium für Forschung und Bildung geförderten Forschungsprojektes mit Jugendlichen im öffentlichen Raum. Ziel der Untersuchung ist es, Informationen über lokale Gesellungen und Konflikte von Jugendlichen zu erhalten und diese mit spezifischen Bevölkerungsentwicklungen wie bspw. den vor Ort existierenden Abwanderungstendenzen in Beziehung zu setzen. In den Jahren 2003 und 2004 interviewten wissenschaftliche Mitarbeiter mehrfach weit über 20 städtische und ländliche Gruppen und Cliques in Sachsen-Anhalt sowie 35 Experten wie Jugendsozialarbeiter und Streetworker.

Es zeigt sich, dass Abwanderung Thema in *allen* untersuchten Jugendgruppen und -cliques ist. Deutlich stärker denn als Wahlhandeln wird Abwanderung als eine "drückende" Realität angesehen, der man sich kaum entziehen kann. Hauptgrund für den *Abwanderungsdruck*, den Jugendliche also verspüren, sind vor allem die schlechten Ausbildungs- und Arbeitsmöglichkeiten vor Ort.

Die an verschiedenen städtischen und ländlichen Untersuchungsorten von Jugendlichen erlebte und vor allem für sie selbst als Option stets präsente Abwanderung wird in ihrer individuellen Form als *Einschränkung der Wahlmöglichkeiten* bezüglich des späteren Lebens-, vor allem aber Ausbildungs- und Arbeitsortes verstanden. Befürchtungen bezüglich Zugangsschwierigkeiten zu Ausbildung und Arbeitsmarkt sind deutliche Hintergrundkonstruktion der Kategorie

Abwanderungsdruck, während die Aspekte Wohnen, Leben und Ort für eine Familie deutlich weniger stark wirken.

Betrachtet man die Gruppenebene, so zeigt sich, dass Jugendraumbesitz eine hohe Bedeutung für die individuellen *Ortsbindungen* von Jugendlichen hat. Mitglieder jugendraumbesitzender Gruppen arrangieren sich so auf dem Ausbildungs- und Arbeitsmarkt, dass sie ihre Gruppenzugehörigkeiten möglichst lange erhalten können (Pendler). Sie werden von den am Ort verbleibenden Gruppenmitgliedern weiterhin als zugehörig betrachtet. Jugendraumlose Gruppen fühlen sich vor diesem Erfahrungshintergrund weitaus prekärer: Ihre Mitglieder machen deutlich, dass es nach dem Verlust ihrer Gruppen-Freundschafts-Beziehungen keinen Grund mehr für ein Verbleiben am Heimatort gibt. Jugendraumlose Gruppen zerfallen zudem deutlich schneller als jugendraumbesitzende Gruppen. Wer sie aufgrund von Ausbildung oder Arbeitsaufnahme verlässt, "ist draußen".

Jugendliche, die einen starken "Drang in die Fremde" haben, gibt es nicht. Das klassische Bild, nach welchem Jugendliche in einem bestimmten Alter nur allzu gern Haus und Heimatstadt verlassen und "Nestflüchter" sein wollen, wird von kaum einem der Befragten vertreten. Viele sind eher "angepasste Realisten". Einige kalkulieren die spätere Auflösung ihrer Gruppe bzw. Clique aufgrund externer Faktoren stets mit ein, geben die Gruppen bei Veränderungen ihrer Ausbildungs- und Berufssituation auf.

Besteht die politische Option, den Bleibewillen von Jugendlichen zu stärken, so folgt aus diesen Befunden, dass Jugendliche (wieder einmal mehr) mit öffentlichem Eigentum auszustatten sind. Nicht jede Gruppe benötigt zwar einen eigenen Jugendklub, die "Heimatverbundenheit der Abwanderer" (Dienel 2004: 3) stärkt man jedoch nur, investiert man in "Maßnahmen, die eine persönliche Bindung an das Land und seine Menschen wachsen lassen und stabil halten" (ebenda: 4).

Was in der Stadt und auf dem Land Schulen oder Bürgertreffs nur bedingt leisten können, bedarf allorts der Ergänzung durch sozialpädagogisch betreuten Kinder- und Jugend-Freizeiteinrichtungen, vor allem aber selbst verwaltete Jugendräume.

Albrecht, P.-G. (2005a): "Besser wegzugehen": Abwanderungsdruck und Jugendraumbesitz von Jugendcliquen. In: Dienel, C. (Hg.): Abwanderung, Geburtenrückgang und regionale Entwicklung. Ursachen und Folgen des Bevölkerungsrückgangs in Ostdeutschland. Wiesbaden, VS Verlag.

Albrecht, P.-G. (2005b): "Stadtreinigung?" Verdrängung von Jugendlichen aus öffentlichen Räumen. Erscheint in: Hochschule Merseburg (Hg.): Junge Wissenschaft in einer sich verändernden Welt. Hochschule Merseburg.

Dienel, C. (2004): Maßnahmen für eine nachhaltige Bevölkerungsentwicklung in Sachsen-Anhalt. Hochschule Magdeburg-Stendal. www.menschen-fuer-sachsen-anhalt.de. (01.11.05).

Eisenbürger, I., Vogelgesang, W. (2002): "Ich muss mein Leben selber meistern!" Jugend im Stadt-Land-Vergleich. In: Aus Politik und Zeitgeschichte, B 5/2002, 28-38.

Wetzstein; T. A., Erbdinger, P., Hilgers, J., Eckert, R. (2005): Jugendliche Cliques. Eine empirische Untersuchung zur Bedeutung der Gleichaltrigencliques und ihren Herkunfts- und Freizeitwelten. Wiesbaden, VS-Verlag.

„Beziehungsnetze früher Bindung: Die Bedeutsamkeit von Müttern, Vätern und Erzieherinnen im Leben des Vorschulkindes“ (Posterpräsentation der Diplomarbeit)

Janine Pieper Diplom - Rehabilitationspsychologin (FH),
Hochschule Magdeburg/Stendal (FH)

In historischer wie kulturvergleichender Perspektive haben Kinder nicht nur eine Mutter als Betreuungs- und Bindungsperson. Multiple Betreuungsnetze sind vor allem in Kulturen anzutreffen, in denen das erweiterte Verwandten-Netzwerk voll funktionsstüchtig ist und verschiedene Betreuer auch verschiedene Funktionen übernehmen. In der westlichen hochindustrialisierten Welt bedient man sich zumeist öffentlicher Betreuung, die von bezahlten Betreuungspersonen angeboten werden. Wo immer Kinder jedoch von mehreren Betreuungspersonen neben ihren Müttern betreut werden, entsteht die Frage, wie Kinder diese Erfahrungen verarbeiten, mental organisieren und welche Bedeutung dies für sie hat. Ausgehend vom derzeitigen Forschungsstand, der besonders die Mutter-Kind-Bindung fokussiert, ist es das Ziel dieser Arbeit, das gesamte Beziehungsnetz des Kindes in den Blick zu nehmen.

Darüber, wie das Kind unterschiedliche Beziehungserfahrungen mental verarbeitet, gibt es verschiedene Vorstellungen. In der vorliegenden Arbeit wurden diese Sichtweisen in Form des Hierarchiemodells, des Unabhängigkeitsmodells und des Integrationsmodells dargestellt und überprüft. Die vorliegende Arbeit untersuchte das Beziehungsnetz eines Kindes bestehend aus Mutter, Vater und Erzieherin. Dabei wurde die Bindung des Kindes zu seiner Betreuung unter verschiedenen Aspekten diskutiert. Hat ein Kind eine sichere Bindung zu einer Bezugsperson, wird es (1) positive Zuwendung suchen und erhalten; (2) sich sicher und geschützt fühlen; (3) Unterstützung bei der Exploration erhalten; (4) Trost erhalten, wenn es gestresst ist und (5) Assistenz suchen und akzeptieren.

Grundlage der Untersuchung waren 78 Kinder, welche in Kindertagesstätten und zu Hause mit einem Beobachtungsverfahren zur Bestimmung der Beziehungsqualität und der 5 Charakteristika der Bindung untersucht wurden. Angaben über die Vernetzung dieser Beziehungserfahrungen erhielten wir durch einen Fragebogen (FBN), der in der vorliegenden Arbeit entwickelt wurde.

Durch einen direkten Vergleich der Beziehungsqualität von Mutter und Erzieherin konnte die Mutter als wichtigste Person für das Kind ermittelt werden. Jedoch wurde für eine bestimmte Gruppe von Kindern auch die Erzieherin als bedeutender eingeschätzt. In einer genauen Analyse, welche Faktoren bei der Bestimmung der Beziehungsqualität grundlegend sind, konnten für die Mutter die sicherheitsgebenden (Stressreduktion, Sicherheit, Zuwendung) und für die Erzieherin die Exploration fördernde Komponente (Explorationsunterstützung) bestimmt werden. Es hat sich herausgestellt, dass Mütter weitestgehend weder alters- noch geschlechtsabhängig handeln. Die Beziehungsqualität der Erzieherin wird jedoch bedingt von diesen Variablen bestimmt. So erhalten ältere Jungen weniger Aufmerksamkeit oder fordern diese auch weniger. In einer Selbsteinschätzung der Bezugspersonen hinsichtlich ihrer Bedeutsamkeit für das Kind, entstand eine Rangreihe, die die Mutter vor Vater vor Erzieherin präferiert.

Durch die Zusammenführung der Ergebnisse aus Beobachtungen und in Fragebögen erhobenen Daten, konnte jedoch keines der eingangs genannten Modelle belegt

werden. Es scheint vielmehr, dass sich die mentale Organisation, die Kinder über ihre Beziehungserfahrungen in einem Beziehungsnetz vornehmen, aus Charakteristiken aller drei Modelle zusammensetzt. Danach könnte die schlussendliche Modellbeschreibung hierarchische und unabhängige Charakteristiken von Erfahrungen aus der Beziehungsvielfalt des Kindes integrieren.

Literatur

- Ahnert, L. (2003b). Frühe Kindheit: Bindungs- und Bildungsgrundlagen. *Frühe Kindheit*, 5, 8–12.
- Booth, C. L., Kelly, J. F., Spieker, S. J. & Zuckerman, T. G. (2003). Toddler's attachment security to child care providers: The Safe and Secure Scale. *Early Education and Development*, 14, 83-100.
- Bowlby, J. (2001). *Frühe Bindung und kindliche Entwicklung*. (4. Auflage). München: Reinhardt.
- Grossmann, K. E., Grossmann, K., Kindler, H., Scheuerer-Englisch, H., Spangler, G., Stöcker, K., Suess, G. J. & Zimmermann, P. (2003). Die Bindungstheorie: Modell, entwicklungspsychologische Forschung und Ergebnisse. In H. Keller (Hrsg.), *Handbuch der Kleinkindforschung* (223-282). Bern: Huber.
- Grossmann, K., Grossmann, K. E., Fremmer-Bombik, E., Kindler, H., Scheuerer-Englisch, H. & Zimmermann, P. (2002). The Uniqueness of the child-father attachment relationship: Fathers' sensitive and challenging play as a pivotal variable in a 16-year longitudinal study. *Social Development*, 11, 307-331.
- van IJzendoorn, M. H., Sagi, A. & Lambermon, M. W. E. (1992). The multiple caretaker paradox: Data from Holland and Israel. In R. C. Pianta (Ed.), *Beyond the parent: The role of other adults in children's lives*. *New directions for child development*, No. 57 (5-24). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Waters, E. (1995). The Attachment Q-Set (Version 3.0). Monographs of the Society for Research, *Child Development*, 60, 71-91.

FIBRE REINFORCED PLASTIC: MICROWAVE BASED NONDESTRUCTIVE TESTING

1 Einleitung

Die mikrowellengestützte zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) hat sich in Machbarkeitsstudien als besonders leistungsfähig zur Defektoskopie von Bauteilen aus Kunststoffen und Faserverbundwerkstoffen erwiesen [1, 2, 3]. Es wird hier ein Vorschaltgerät für handelsübliche Wirbelstromprüfsysteme beschrieben, mit dem ihre Einsatzmöglichkeiten auf solche mikrowellenbasierte Defektoskopie erweitert werden können. Die Prüfergebnisse stellen sich dann auch ähnlich wie bei der Wirbelstromprüfung dar. Diese Gerätekombination macht es dem Prüfer leicht, die noch neue mikrowellengestützte zerstörungsfreie Prüfung anzuwenden. Das Prinzip wird am Beispiel der Prüfung einer Polypropylen-Platte mit Flachbodenbohrungen beschrieben: Die Defektsignaturen geben Aufschluß sowohl über die Größe des Defektes, als auch seine Tiefenlage unter der Oberfläche.

2 Aufbau des Prüfsystems

Bild 1 zeigt das Prinzip des Prüfsystems. Es besteht zunächst aus einem herkömmlichen Wirbelstromprüfgerät, hier die PC-Einsteckkarte PC4 mit der ScanAlyzer-Software von der Rohmann GmbH. Es wird bei 5 MHz betrieben. Das Erregersignal wird im Vorschaltgerät auf eine Frequenz von 10,005 GHz umgesetzt und in den Prüfkopf gespeist. Dieser besteht aus einer Mikrowellen-Abstimmereinrichtung und einer Lochblende am Ende eines Rechteckhohlleiters. Die Mikrowellenleistung wird auf das Messobjekt abgestrahlt, und das von dort reflektierte Signal wird durch den Prüfkopf wieder aufgenommen. Über einen Einseitband-Demodulator (ESB-Demod.) wird das reflektierte 10,005-GHz-Signal in das 5-MHz-Eingangssignal des Wirbelstromprüfgerätes zurück gewandelt.

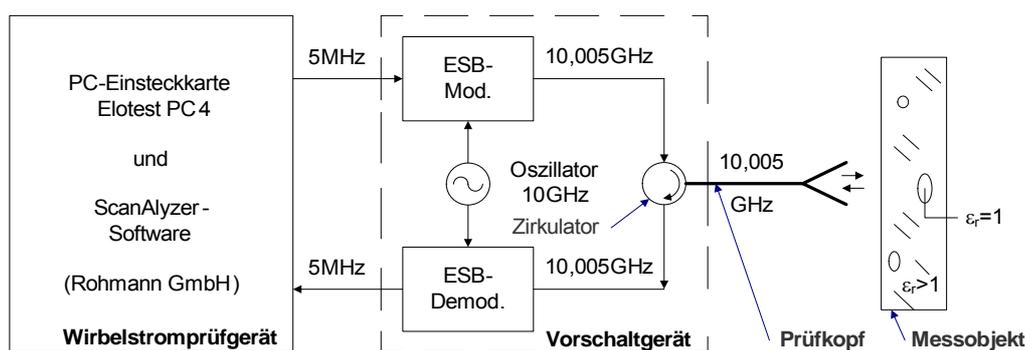


Bild 1: Prinzipieller Aufbau des Prüfsystems, bestehend aus herkömmlichem Wirbelstromprüfgerät, Vorschaltgerät und Prüfkopf. Angedeutet ist auch das Messobjekt. Das 5-MHz-Eingangssignal des Wirbelstromprüfgerätes enthält die Betrags- und Phaseninformation des am Messobjekt reflektierten Mikrowellensignals. Es hängt damit unmittelbar von der Geometrie des Messobjektes und der Verteilung der lokalen

Dielektrizitätszahl ϵ_r in ihm ab. So stellen sich im Reflexionsfaktor Bereiche mit Lunkern ($\epsilon_r=1$) anders dar als defektfreies Material mit $\epsilon_r>1$.

3 Messergebnisse

Die exemplarischen Einzelbilder in Bild 2 stellen die Signaturen der Defekte in der komplexen Ebene des Reflexionsfaktors dar, ganz ähnlich wie bei der Wirbelstromprüfung die Impedanz in der komplexen Ebene dargestellt wird.

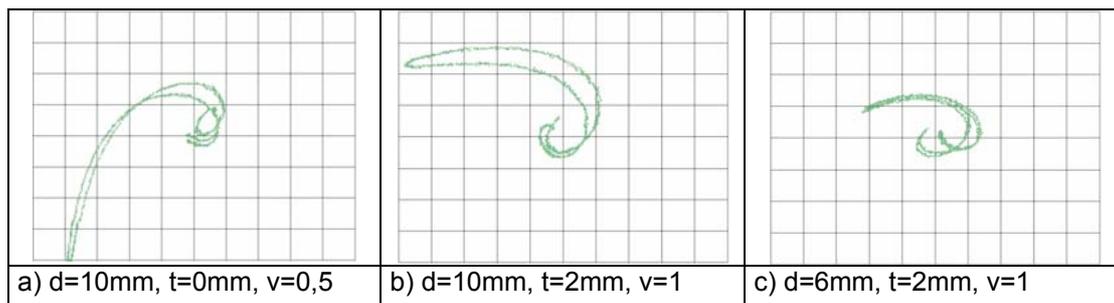


Bild 2: Gemessene Signaturen der Flachbodenbohrungen der Polypropylen(PP)-Platte von der verdeckten Seite. Bild 2a: durchgehende Bohrung ($t = 0$ mm) und Verstärkung $v = 0,5$. Bild 2b/c: Bohrungsdurchmesser $d = 10$ mm, 6 mm, Restwandstärke: 2 mm.

In Bild 3 sind die Ergebnisse weiterer Messungen zusammengefasst. Es wurden die Endpunkte von 9 Signaturen eingetragen, und es lässt sich eine deutliche Systematik erkennen. Bild 3 enthält damit Linien konstanten Bohrungsdurchmessers d und Linien konstanter Restwandstärke t . Unter Verwendung dieses Diagramms kann der Prüfer aus dem Messsignal erkennen, wie tief der Defekt liegt und wie groß seine geometrischen Abmessungen sind. Dem entspricht bei der Wirbelstromprüfung z.B. die Unterscheidung zwischen Rissen und magnetischen Einschlüssen [4].

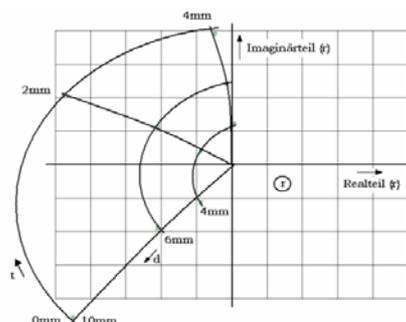


Bild 4: Maximalauslenkung und Winkellage der Signaturen aus Bild 3, dargestellt in der komplexen Ebene des Reflexionsfaktors r . d - Bohrungsdurchmesser. t - Restwandstärke

- [1] R. Zoughi: Microwave Non-Destructive Testing and Evaluation, A Graduate Textbook, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 2000
- [2] G. A. Green et al.: An Investigation into the Potential of Microwave NDE for Maritime Application, 16th World Conference of Non-Destructive Testing, Montreal, Canada, 30.08-03.09.2004
- [3] D. Beilken and J. H. Hinken: Fibre Reinforced Plastic: A Feasibility Study of Microwave Based Non-Destructive Testing, Magdeburg, 2005
<http://www.elektrotechnik.hs-magdeburg.de/Mitarbeiter/hinken/news/n15.html>
- [4] J.H. Hinken, G. Mook, W.-D. Feist, H. Wrobel, J. Simonin: Detektion und Charakterisierung ferromagnetischer Einschlüsse in nicht-ferromagnetischen Legierungen, DACH-Jahrestagung 2004, Salzburg

A Test Environment for Analysing Unknown Integrated Circuits

M. Brutscheck^{1,2}, A.Th. Schwarzbacher¹, St. Becker²

¹Dublin Institute of Technology, Dublin, Ireland

²Hochschule Merseburg (FH), Fachbereich Informatik und
Kommunikationssysteme, Geusaer Straße, 06217 Merseburg, Germany,
Phone: ++49.3461-46-2406, E-Mail: michael.brutscheck@hs-merseburg.de

Abstract

Until now, many different strategies have been developed to analyse structures of unknown integrated circuits (ICs) as described in [1] and [2]. The goal is often to duplicate the original product functionality or to prove the observance of patents. These procedures are very complex to handle and the technologies are expensive. This paper focuses on developing a test environment to analyse integrated circuits. The objective is to find new strategies and procedures to extract the circuit functionality of digital integrated circuits without any prior knowledge of the structure or the netlist. One further constraint is that the procedure employed is to be non-invasive. The overall setup will consist of a test environment and an adapter, both of which are easy to handle.

1 Introduction

When analysing unknown integrated circuits, it is necessary to focus on a test environment with the following important features. The first step is to analyse almost all digital ICs. These ICs can contain simple combinational logic or complex sequential elements. Next, the test vectors to stimulate the inputs are generated and the output data from the unknown IC is evaluated and systematically stored. For this reason a personal computer (PC) with an interface is used. Furthermore, real-time verification is built into the system, to trace the various signals.

A block diagram of the test environment is shown in Figure 1. It consists of a PC running the software and an IC test adapter for the unknown integrated circuit. An IC socket provides the interface between the PC and the adapter. A programmable power supply is integrated into the test adapter to enable integrated circuits with different supply voltages to be tested.

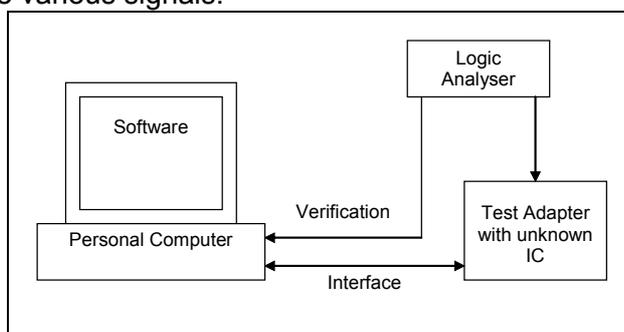


Figure 1: Structure of the Test Environment

The test software is running on a *Windows* operating system platform. This enables speedy modification of the software driving the interface. After the initial work was carried out it was possible to define the supply voltage of the IC, to load and save test vectors and to describe the behaviour of an unknown algorithm. Therefore, a standardisation of the test algorithms is necessary. Working with different test algorithms, the first step to simplify the evaluation is to put every unknown algorithm into the same input-output structure. This means that every algorithm investigated is defined with respect to its input-output behaviour.

The standardised structure for the algorithms is shown in Figure 2. The described structure uses three major parameters m , n and t where m and n are the number of input and output pins on the IC, respectively. Furthermore, the time relation between an input state and an output state, t , is important.

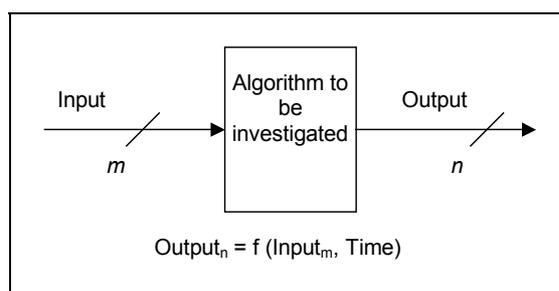


Figure 2: Standardisation of Algorithms

2 Results and Conclusions

The test environment is currently being developed. So far, parts of the hardware and software have been realised and are presently under verification. Current research is focussed on a fast implementation of the ideas described in this paper to use the test environment for analysing unknown ICs. The software to do this was created using *Visual Basic*. The hardware consists of a FPGA, which can be programmed through the software.

It has been shown that standardised algorithms can be used with the developed test environment. Further work will investigate and optimise algorithms to analyse any unknown ICs. In addition, it will be possible to recreate the structure of different integrated circuits. Therefore, it is important to focus on additional IC parameters such as current. This paper has proposed a novel approach for analysing unknown integrated circuits. The interface for this system has been developed and is able to analyse the input and output structure for sequential logic circuits.

3 References

- [1] REN, G., WANG, L., GAO, D. 1995: NPU ASIC Chip Tester, 4th International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology, October 24-28, Beijing, China, Institute of Electrical and Electronics Engineers
- [2] HAHANOV, V., YEGOROV, A., OBRIZAN, V., PARFENTYIY, A. 2003: Structural Analysis for Digital Devices for the Simulation System, The 7th International Conference: The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, February 18-21, Lviv-Slavske, Ukraine

Reif für das virtuelle Unternehmen?

Dipl.-Kffr. (FH) Doreen Schwinger, Phone: ++49 (0) 34 61-46-24 16, Fax: ++49 (0) 34 61-46-24 22,
E-Mail: doreen.schwinger@hs-merseburg.de, Hochschule Merseburg (FH), Geusaer Straße, 06217
Merseburg

Abstract

Die Kooperationsform des virtuellen Unternehmens wird als geeignet angesehen, um kleine und mittlere Logistikunternehmen in die Lage zu versetzen, Wettbewerbsvorteile gegenüber großen Logistikunternehmen realisieren zu können. Das lässt sich aber nur verwirklichen, wenn die kleinen und mittleren Logistikunternehmen bestimmte Voraussetzungen in Bezug auf die Kooperationsfähigkeit und die Kooperationsbereitschaft erfüllen. Diese und potenzielle Defizite diesbezüglich wurden mit Hilfe einer schriftlichen Befragung der Logistikunternehmen Sachsen-Anhalts untersucht.

Obwohl überraschend viele der befragten kleinen und mittleren Logistikunternehmen im Rahmen von virtuellen Unternehmen kooperieren würden, erfüllen nur sehr wenige dieser Unternehmen alle zwingenden Voraussetzungen zur Teilnahme an dieser Kooperationsform.

1 Einführung

Im Folgenden wird hinsichtlich der Kooperationsform der virtuellen Unternehmen untersucht, ob die kleinen und mittleren Logistikunternehmen (KMLU)

- einerseits die Voraussetzungen erfüllen, die mit der Bildung von virtuellen Unternehmen einhergehen (Kooperationsfähigkeit), und ob sie
- andererseits bereit sind, eine solche Kooperationsform tatsächlich einzugehen (Kooperationsbereitschaft).

Dabei werden ausgewählte Ergebnisse einer schriftlichen Befragung wiedergegeben, die Ende 2001/Anfang 2002 durchgeführt wurde und an der sich 133 KMLU Sachsen-Anhalts beteiligten.

2 Ergebnisse der schriftlichen Befragung

2.1 Grundeinstellung zu virtuellen Unternehmen

Eine zentrale Frage der Untersuchung war, ob die KMLU mit anderen Logistikunternehmen in Form virtueller Unternehmen kooperieren würden. 70,68 % der KMLU bejahten dies (im Folgenden werden diese als „kooperationswillige Unternehmen“ bezeichnet), 29,32 % lehnten dies ab („kooperationsunwillige Unternehmen“). Eine große Mehrheit der KMLU steht damit der neuen, in der Praxis bisher wenig bekannten Kooperationsform des virtuellen Unternehmens durchaus aufgeschlossen gegenüber.

2.2 Kooperationsfähigkeit

Die Kooperationsfähigkeit der untersuchten Unternehmen hängt davon ab, inwieweit gewisse technische, personelle und organisatorische Voraussetzungen erfüllt sind.

Die technischen und organisatorischen Voraussetzungen werden zwar nicht von allen KMLU erfüllt, jedoch werden sie derzeit nicht als problematisch angesehen, da sie sich durch geringfügige Investitionen gegebenenfalls schnell schaffen lassen bzw. nicht von vornherein notwendig sind.

Problematischer erweisen sich die personellen Voraussetzungen, da vor allem KMLU außerordentliche Schwierigkeiten haben, qualifizierte Mitarbeiter zu gewinnen. Die Überwindung dieser Situation gestaltet sich weitaus langwieriger und ist kostenintensiv. Die Erfüllung der personellen Voraussetzungen wird deshalb als zwingend notwendig erachtet.

Insgesamt verfügen nur die Mitarbeiter in 56,67 % der kooperationswilligen Unternehmen, die Mitarbeiter beschäftigen, über alle Fähigkeiten. Weiterhin muss das Management zur Übertragung von Verantwortungs-, Handlungs- und Entscheidungskompetenz auf die Mitarbeiter und zu umfangreichen Mitarbeitergesprächen bereit sein. Beide Voraussetzungen erfüllt das Management in 61,11 % der Unternehmen. In 40 % der Unternehmen, die Mitarbeiter beschäftigen, verfügen die Mitarbeiter über alle notwendigen Qualifikationen und das Management ist zur Verlagerung der Kompetenzen zu den Mitarbeitern und zu Mitarbeitergesprächen bereit. Bezieht man die Unternehmen ein, die derzeit keine Mitarbeiter beschäftigen, aber kooperationswillig sind, so sind in 42,55 % der kooperationswilligen KMLU die Voraussetzungen der Kooperationsfähigkeit erfüllt.

2.3 Kooperationsbereitschaft

Hinsichtlich der Kooperationsbereitschaft sind Aspekte, wie allgemeine Kooperationserfahrung, bestimmte Eigenschaften der Kooperationspartner oder die Einstellung zu potenziellen Kooperationshindernissen, besonders relevant.

Auch im Rahmen der Kooperationsbereitschaft müssen die KMLU zwingende Voraussetzungen erfüllen. Als ein Beispiel sei hier die wichtigste Voraussetzung, nämlich die Bereitschaft zur Daten- und Informationsweitergabe zur Auftragsbearbeitung, genannt. Nur 29,79 % der kooperationswilligen KMLU sind kooperationsbereit.

3 Fazit

Sowohl über die notwendige Kooperationsfähigkeit als auch über die notwendige Kooperationsbereitschaft verfügen 14,89 % der kooperationswilligen KMLU. Lediglich diese Unternehmen lassen sich derzeit als reif für eine Kooperation in Form virtueller Unternehmen ansehen.

Siehe zum zugrunde liegenden Datenmaterial:

Meißner, D.; Wäscher, G.: Reif für das virtuelle Unternehmen? Ergebnisse einer Befragung von kleinen und mittleren Logistikunternehmen in Sachsen-Anhalt. Working Paper No. 8/2003 der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2003.

Schwinger, D.; Wäscher, G.: Reif für das virtuelle Unternehmen? In: *zfbf* (2006), in press.

Ein Verfahren zur elektronischen Fokussierung von Ultraschall mit programmierbaren Logikbausteinen

M. Brutscheck, St. Becker, M. Schwanecke, E. Rosenfeld, E. Schölzel, A. Kopp
Hochschule Merseburg (FH), Fachbereich Informatik und
Kommunikationssysteme, Geusaer Straße, 06217 Merseburg, Germany,
Phone: ++49.3461-46-2406, E-Mail: michael.brutscheck@hs-merseburg.de

Abstract

Ultraschall ausreichender Intensität kommt in zahlreichen Anwendungen in der Medizin und Technik zum Einsatz. Wenig Aufmerksamkeit wurde in bisherigen Arbeiten zu diesem Thema der Rolle der räumlich-zeitlichen Schallfeldstruktur beigemessen. Eigene Voruntersuchungen mit Hilfe eines Laserverfahrens an Modellen zeigen, dass sich z.B. in kleinen Schläuchen niederfrequente transversale Wellenmoden anregen lassen, die für den Transport und die thrombolytische Wirkung von Medikamenten von wesentlicher Bedeutung sein könnten. Voraussetzung für die Realisierung solcher Effekte in vivo ist ein Verfahren zur Erzeugung von fokussierten Schallfeldern. Im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen müssen solche Beschallungssysteme jedoch über eine besonders hohe Flexibilität bei der räumlich-zeitlichen Steuerung der Schallfeldparameter verfügen. Deshalb wird an der Entwicklung eines Multifokussystems gearbeitet, wobei die Foci über ein Rechnerprogramm axial und lateral gesteuert werden sollen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Herstellung geeigneten piezoelektrischen Multielementwandler-Systems. Damit wird ein aus der Ultraschall-Diagnostik bekanntes Prinzip der Fokussierung zum dynamischen Bildaufbau [3] auf die Anwendung von Leistungsschall übertragen.

1 Einleitung und Realisierung

Wichtigste Voraussetzung zur Steuerung von Schallfeldern ist die Möglichkeit ihrer Veränderung durch beeinflussbare Parameter. Die auch bei uns vielfach übernommene englische Bezeichnung „Phased Array“ für das elektronische Schallfeldsteuerungs-Konzept der Gruppenstrahler muss hierzu etwas näher betrachtet werden. Die Bezeichnung kommt aus der Radartechnik mit Einzelantennen, bei denen durch Phasenverschiebung gezielt eine bestimmte Abstrahl- und Empfangsrichtung vorgegeben werden kann. Dies ist möglich, weil die Impulse der Funkmesstechnik eine Kohärenzlänge haben, die in der Regel erheblich größer ist als die Ausdehnung der Antennengruppe. Damit führt bereits eine einfache Phasenverschiebung zwischen Einzelantennen zu einem Schwenk oder anderen Änderungen des erzeugten bzw. empfangenen Feldes. In der Ultraschallprüfung wie auch in der Ultraschalldiagnostik sind die Kohärenzlängen der Impulse meist kürzer als die Schallkopfabmessungen. Wenn dann die Überlagerungsfähigkeit wirksam werden soll, muss man die Laufzeit der Impulse verändern. Folgende Parameter haben Einfluss auf das Ergebnis der Fokussierung: die Ansteuerung der einzelnen Wandler mit Continuous Wave (CW) oder Burst, die Frequenz und der zeitliche Versatz zwischen den einzelnen Wandlern.

Für die Realisierung der genannten Parameter wird das Demoboard Digilab 1Kx208 der Fa. El Camino (Abb.1) und eine zugehörige PC-Software (Abb.2) verwendet. Für den Aufbau der Elektronik kommt ein FPGA aus der ACEX-Familie der Fa. ALTERA zum Einsatz (EP100QC208-1). Dieser wird mit einer Frequenz von 60MHz betrieben, wobei die durch Frequenzteilung erzeugte Arbeitsfrequenz der Ultraschallwandler bei ca. 1MHz liegt.



Abb.1: Demoboard mit FPGA

Die benötigten Verzögerungen zwischen den Ultraschallwandlern wurden berechnet und auf dem Testboard erfolgreich implementiert. Die minimale zeitliche Verschiebung zwischen zwei Wandlern beträgt bei der genannten Arbeitsfrequenz von 60MHz 16,7ns. Mit Hilfe der PC-Software (Abb.2) wird das Verhalten der angeregten Wandler simuliert und nach erfolgreicher Simulation der auf dem Testboard befindliche FPGA über die parallele Schnittstelle konfiguriert.

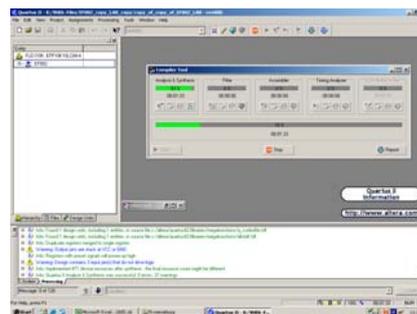


Abb.2: PC-Software Quartus II

2 Zusammenfassung und Ausblick

Wie in [1] beschrieben, sind die verwendbaren Strukturen und Module für die Ansteuerung des Wandler-Arrays sowohl für CW- als auch für Burst-Betrieb erarbeitet und implementiert. Eine erste Anwendung findet bei der Erzeugung von Leistungsschall zur Phasenkorrektur von Einzelwandlern eines Lineararrays im Fokus statt, welches genauer in [2] beschrieben wird. Nächste Realisierungsphasen werden die Einbeziehung weiterer peripherer elektronischer Bauelemente sein. Hier kommt das auf dem Demoboard vorhandene EEPROM zum Einsatz, um Nutzer- und Programmeinstellungen komfortabler zu speichern.

3 Literaturverzeichnis

- [1] BRUTSCHECK, M., BECKER, ST., SCHWANECKE, M., ROSENFELD, E., KOPP, A. 2005: Verfahren zur elektronischen Fokussierung von Ultraschall unter Verwendung von FPGA
- [2] SCHWANECKE, M., ROSENFELD, E., KOPP, A. 2005: Quantitative Erfassung von Ultraschallfeldern mit Hilfe eines Laser-Vibro-Meters
- [3] DGZfP-Jahrestagung 2003: Entwicklung und Trends bei der Anwendung von steuerbaren Schallfeldern in der ZfP mit Ultraschall

SimspoG-Web - Web-Services für Simulationen

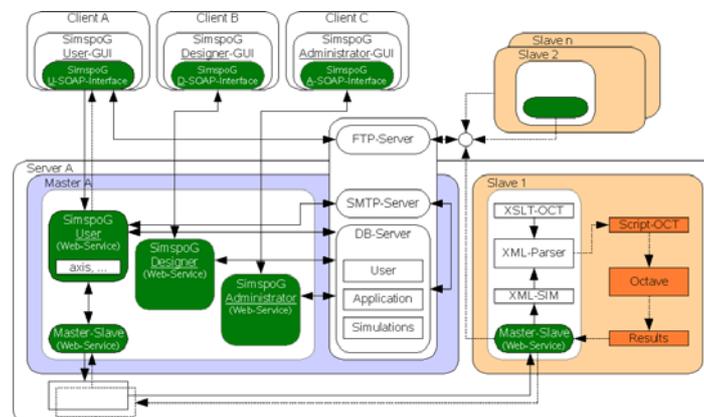
Annedore Rößling, Norman Bauersfeld, Hochschule Harz, Friedrichstr. 57-59, 38855 Wernigerode
{aroessling,nbauersfeld}@iai-wr.de

Abstract

Modellhafte Nachbildungen realer Systeme (Simulationsmodelle) werden heute zum größten Teil am Computer durchgeführt. Dazu existieren spezielle Programme, welche ressourcen- und rechenintensiv sind. In vielen Fällen steht vor Ort nicht genügend Rechnerkapazität zur Verfügung. Die Verbreitung, Nutzung und technische Flexibilität von Internet-Technologien (Web-Services) bietet jedoch Möglichkeiten, Simulationen auf leistungsstarken Serversystemen durchzuführen und diese über Web-basierte Clients zu designen und zu parametrieren. Zu diesem Zweck wurde SimspoG-Web zunächst für die Simulation von Strom- und Spannungsaufteilungen in Bahnstromversorgungssystemen konzipiert. SimspoG ist aus modularen Web-Service-Komponenten aufgebaut und basiert auf einer Master-Slave-Struktur. Diese ermöglicht die verteilte Berechnung (Verteilung durch Master-Logik) von Simulationsmodellen auf virtuellen oder physisch verschiedenen Rechnern (Slaves), in Abhängigkeit von deren Auslastung. Die Kontrolle, Verwaltung und das Abrufen von Ergebnissen der Simulationsaufgaben erfolgt über Web-Browser-Clients, welche auf einen zentralen Server mittels Web-Services zugreifen. Simulationsdaten werden in Form von XML-Dateien in einer Datenbank gespeichert und können über eine komfortable Oberfläche in Gestalt eines Java-Applets angelegt und modifiziert werden. XSLT-Skripte transformieren die Simulationsmodell-XML-Daten in ein Berechnungsskript für ein entsprechendes Berechnungssystem, z. B. Matlab.

1 Architektur von SimspoG-Web

Die Systemarchitektur von SimspoG-Web basiert auf einer Master-Slave-Struktur (Abb. 1). Die Masteranwendung stellt verschiedene User-Web-Services zur Verfügung und übernimmt die Verteilung von zur Berechnung anstehenden Aufgaben (Tasks) auf Slaves, welche die Simulation (Modellberechnung) ausführen. Dies ermöglicht eine Aufteilung von Berechnungen auf verschiedene Rechner in einem Master-Slave-Netzwerk. Neben einem Modul zur Administration des Mehrbenutzerbetriebs steht ein Applet (SimspoG-Designer) zur Eingabe und Parametrisierung der XML Simulationsmodelle. Weitere Details der Systemarchitektur können Lit. [1] entnommen werden.



2 SimspoG-Designer – ein Applet zur Eingabe von Simulationsdaten

Zur Eingabe von Simulationsdaten im XML-Format wurde eine Benutzerschnittstelle als Java-Applet implementiert. Die Darstellung des Simulationsmodells erfolgt in Form eines Baumes, der die logische Struktur eines Bahnstromversorgungsnetzes wiedergibt. Damit besteht zudem die Möglichkeit, flexibel auf andere Anwendungsaspekte eingehen zu können.

2.1 Integration der XML-Daten in den Simulations-Workflow

Um die mittels des SimspoG-Designers eingegebenen Simulationsdaten aus dem XML-Dokument dem Berechnungssystem zuzuführen, werden die Daten durch eine für das Berechnungssystem spezifisches XSLT-Skript extrahiert und in die Befehlsyntax des Berechnungssystems überführt. Das so entstandene Berechnungsskript wird vom Designer an den Master versandt. Dieser fügt die zur eigentlichen Berechnung notwendigen Algorithmen an und teilt sie anschließend einem freien Slave zu.

2.2 Automatische Oberflächengenerierung

Die zur Eingabe der Simulationsdaten notwendigen Eingabemasken des SimspoG-Designers werden zur Laufzeit des Applets aus den Beschreibungsdaten (XML-Schema) der XML-Simulations-Dokumente mit Hilfe einer dafür entwickelten, auf dem Castor Schema-Objekt-Modell (Lit. [2]) basierenden, Java-Bibliothek generiert. Dabei stehen Klassen zur Verwendung verschiedener Java-Layoutmanager zur Verfügung. Somit können die automatisch generierten Eingabelemente, wie z. B. Text- oder Listfelder, in dem Oberflächencontainer (Abb. 2) entsprechend einer Layoutvorlage angeordnet werden.

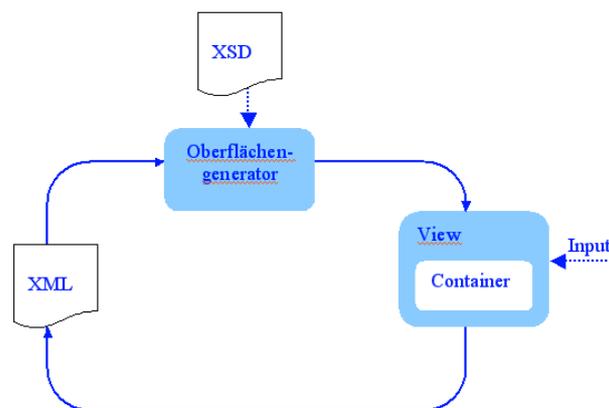


Abbildung 2: Oberflächengenerierung

Literatur

[1] N. Bauersfeld, M.F.P. Janssen, G. van Alphen: *The SIMSPOG simulation tool - a web-based implementation*. In: Brebbia, C. A. (Hrsg.): *Comrail. Computers in Railways IX. The Built Environment volume 74*; UK: Wessex Institute of Technology, 2004.

[2] www.castor.org, 08/2004

Kultivierung des Parasiten *Leishmania tarentolae* im Laborfermenter

Dipl.-Ing. (FH) Claudia Fritsche, Prof. Dr.-Ing. H.-D. Pohl

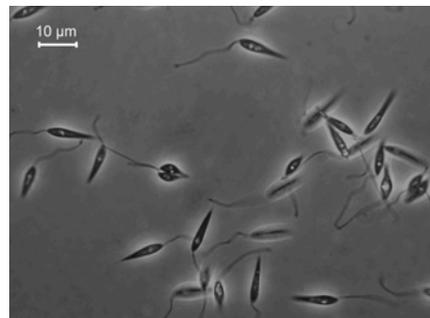
Phone: ++49.3641-205-676, Fax: ++49.3641-205-601, E-Mail: Claudia.Fritsche@fh-jena.de, Fachhochschule Jena, Carl-Zeiss-Promenade 2, 07745 Jena

Abstract

Experimentelle Befunde von *L. tarentolae* haben ergeben, dass trotz morphologisch bedingter Scherstressempfindlichkeit die Kultivierung im Rührreaktor möglich ist.

1 Forschung an *Leishmania tarentolae*

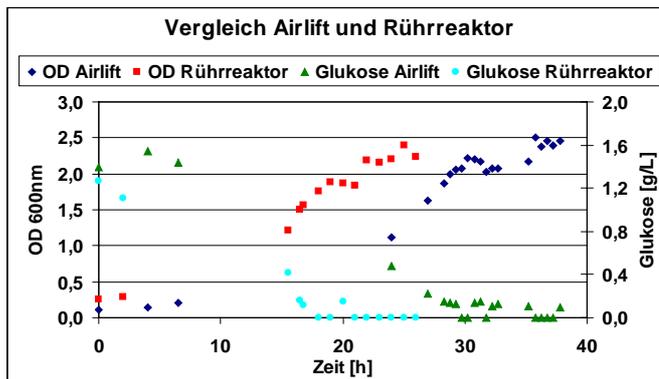
Leishmania tarentolae ist ein Parasit der Eidechse *Tarentolae annularis* und wird durch die Firma Jena Bioscience GmbH als gentechnisch veränderter Stamm *Leishmania tarentolae* p10 vertrieben. Bei dem System steht ein Expressionsvektor zur Verfügung, welcher die Fremd-DNA in die Wirts-DNA integriert und die Transkription unter der Kontrolle der RNA Polymerase I stellt. Breitling et al. (2002) haben gezeigt, dass *Leishmania tarentolae* rekombinante Proteine glykosilieren können. Die N-Glykosilierungsstrukturen sind dabei vom Säugertyp, was an Proteinen wie Erythropoetin oder Interferon γ gezeigt wurde. *Leishmania tarentolae* kann als viel versprechende Alternative zu Zellkulturen gesehen werden.



Gegenstand der Forschung an der Fachhochschule Jena ist, den Organismus *Leishmania tarentolae* im Laborfermenter bei unterschiedlichen Bedingungen zu kultivieren und dabei maximale Biomassen und Biomassekonzentrationen zu erreichen. Ziel ist es weiterhin, ein synthetisches Nährmedium für *L. tarentolae* zu entwickeln, um eine attraktive Produktion von Diagnostika und Therapeutika zur Anwendung am Menschen zu ermöglichen.

2 Kultivierung von *Leishmania tarentolae*

Die Kultivierungen der promastigoten Form von *Leishmania tarentolae* erfolgen im 1,5 L Laborfermentern (Airlift- und Rührreaktor) bei einer Temperatur von 26 °C. Zur Kultivierung dient das Medium LEXSY Broth BHI, welches auf Rinderextrakt basiert. Bei einer Belüftungsrate von 1 VVM und einem spezifischen Sauerstofftransportkoeffizienten $k_L \cdot a$ von 50 h⁻¹ werden vergleichbare Wachstumskinetiken und Substratverbrauchskinetiken erzielt.



Aus der Grafik wird deutlich, dass Glukose bevorzugt vor anderen C-Quellen des Komplexmediums verbraucht wird. Erst nach dem Verbrauch der Glukose kommt es zu einem Umschalten auf eine andere C-Quelle. In den Fermentationen wird als Maximum eine Optische Dichte von 2,5 bei 600 nm erreicht. In beiden Fermentationen beträgt die

spezifische Wachstumsrate $0,1 \text{ h}^{-1}$ und es liegt eine Verdoppelungszeit von 7 Stunden vor.

Die Untersuchungen zeigen, dass grundsätzlich trotz Scherstressempfindlichkeit eine Kultivierung von *L. tarentolae* im Rührreaktor möglich ist. Durch den vergleichbaren Wachstumsverlauf in beiden Reaktoren kann geschlussfolgert werden, dass die verwendete Reaktorführung keinen Einfluss auf die Morphologie der Zellen hat. Weiterführende Untersuchungen an der Fachhochschule Jena werden mit Unterstützung der Jena Bioscience GmbH in Richtung eines Hochzelldichteverfahrens auf Basis eines synthetischen Mediums geführt.

Ausgewählte Determinanten in der Beziehungsgestaltung von Erzieherinnen in außerfamiliärer Tagesbetreuung

Dipl. - Rehapsych. Anke Gubener, Hochschule Magdeburg-Stendal, anke.gubener@web.de

1 Theorie

Es wird davon ausgegangen, dass die Determinanten in der Beziehungsgestaltung von Erzieherinnen zu den ihnen anvertrauten Kindern in den spezifischen Anforderungen einer Gruppenbetreuung zu suchen sind. Die Position des Kindes in der Gruppe sowie das kindliche Verhalten, das auf die Gruppendynamik wirkt, sind daher von großer Bedeutung. Dies ist der wichtigste Grund dafür, dass gruppenbezogene Einflüsse die Qualität der Erzieherin-Kind-Beziehung stärker bestimmen könnten als individuelle kindliche Verhaltensmerkmale. Dabei nahmen wir auch an, dass Erzieherinnen im Laufe ihrer Erziehungsarbeit subjektive Theorien über bestimmte gruppendynamische Eigenschaften entwickeln und dass sie das individuelle Verhalten der Kinder anhand dieser subjektiven Theorien bewerten. Diese Wertung sollte dann den eigentlichen Einfluss auf die Qualität der Erzieherin-Kind-Beziehung ausüben.

2 Methodik

Untersucht wurden 50 Erzieherinnen und 150 Kinder. Die Bindungsbeziehung der Erzieherinnen zu jeweils einem Kind ihrer Gruppe wurde bereits im Rahmen eines Forschungsprojektes untersucht. Sie wurden gebeten, weitere Kinder ihrer Gruppe hinsichtlich ihrer emotionalen Nähe einzuordnen. Das Kind, welches von der Erzieherin als ihr am nächsten stehend eingeschätzt wurde, und das, zu dem die größte Distanz vorlag wurden - wie auch das Projektkind - mit ihren Erzieherinnen wie folgt in die Untersuchung einbezogen: (1) Die Verhaltensbilder aller Kinder wurden über eine Verhaltenschecklist beschrieben (C-TRF 1½-5 bzw. VBV-ER 3-6 in Abhängigkeit vom Alter). (2) Die subjektiven Erzieherinnen-Theorien über negative gruppendynamische Eigenschaften wurden über einen selbstentwickelten Fragebogen erfasst. Die Erzieherinnen wurden gebeten, vorgegebene kindliche Verhaltensweisen zu benennen, die die Gruppendynamik positiv wie auch negativ beeinflussen (im Wesentlichen aggressives, hyperaktives und emotional auffälliges Verhalten). Anhand der negativen Items wurden dann Risikoindices berechnet, die angeben, mit welchem Ausmaß die Aggressionsitems bzw. Hyperaktivitäts- und Emotionsitems als gruppendynamisch negativ beurteilt wurden (Prozentsatz). Außerdem wurde ein Differenzenwert entwickelt, der die Risikoindices auf die individuellen Verhaltensmerkmale der Kinder bezog. Er besagt, dass je größer die Differenz ist und je weiter die Risikotoleranz überschritten ist, umso negativer sollte das Verhalten des einzelnen Kindes im Rahmen der Gruppendynamik empfunden werden. (3) Die Bindungsbeziehung der Erzieherin zu den einzelnen Kindern wurde mit dem Attachment-Q-Set eingeschätzt.

3 Ergebnisse und Interpretation

Es zeigte sich, dass Erzieherinnen mit optimalen Beziehungen zu den Kindern ihrer Gruppe über ein höheres Risikoverständnis für aggressives Verhalten innerhalb der Gruppe verfügen als Erzieherinnen mit suboptimalen Beziehungen. Dieses Ergebnis belegt, dass die Erzieherinnen in ihrer Beziehungsgestaltung von der subjektiven Theorie über negative gruppenspezifische Eigenschaften beeinflusst werden. Es ist davon auszugehen, dass sich eine Erzieherin mit einem hohen Risikoverständnis der Störungen der Gruppendynamik bewusster ist und diese richtig einschätzt. Folglich wird sie sich mit einem gruppenbezogenen Erzieherverhalten auf die Störungen einstellen und versuchen diese auszugleichen. Dadurch wird sie bessere Beziehungen zu den Kindern ihrer Gruppe aufbauen als die Erzieherinnen mit einem geringen Risikoverständnis. Weiterhin wurde deutlich, dass bei guten Beziehungen das Risikoverständnis der Erzieherinnen für Aggression und Hyperaktivität durch das individuelle Verhalten des Kindes weniger überschritten war als bei weniger guten Beziehungen. Übersteigen also die kindlichen Verhaltensauffälligkeiten die Risikovorstellung der Erzieherin nur gering, kann sich die Erzieherin gut auf diese einstellen und eine gute Beziehung aufbauen. Dies ist als Beleg dafür zu werten, dass die Erzieherin in der Beziehungsgestaltung von Gruppenorientierungen beeinflusst wird.

Vertrauensmessung – eine vergleichende Analyse

Dipl. - Wirtsch. - Ing. Simone Krause

1 Problemstellung

In der Wirtschaft spielt Vertrauen für Unternehmen und Konsumenten eine immer größere Rolle. Interaktionen in Systemen weiten sich zunehmend zeitlich, räumlich und sozial aus, so dass Transaktionen, begründet auf privaten Beziehungen, fast unmöglich werden.⁴⁷ Um Wettbewerbsvorteile nutzen zu können, ist es nötig das Vertrauen der Konsumenten durch Messverfahren festzustellen. Das Gesamtziel des Vorhabens besteht darin, die verschiedenen vorhandenen Ansätze zur Vertrauensmessung, hinsichtlich ihrer Eignung zur Messung von Konsumentenvertrauen zu analysieren. Die dargestellten Ergebnisse sind Teilaspekte eines größeren Forschungsvorhabens. Detaillierte Ausführungen finden Sie unter <http://www.in.fh-merseburg.de/fb1/index.php?id =248>.

1.1 Ergebnisse der Analyse

Die Ergebnisse der vergleichenden Analyse zeigen, dass Vertrauen von Konsumenten in keinem existierenden Verfahren umfassend und zuverlässig ermittelt werden kann.⁴⁸ Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 grafisch dargestellt. Vertrauensmessungen mittels objektiver Indikatoren führen aufgrund ihrer fehlenden Validität zu dem Schluss, dass sie generell zur Messung von Einstellungen ungeeignet sind. Daher sind sie für die Erfassung von Vertrauen von Konsumenten ungeeignet. Methoden zur Vertrauensmessung mittels subjektiver Verfahren sind zur Messung von Einstellungen grundsätzlich geeignet. Jedoch können bei expliziten Verfahren Ergebnisverzerrungen, durch Hemmungen der Befragten und unterschiedliche Definitionen von Vertrauen, auftreten. Daher sind implizite Verfahren zur Vertrauensmessung von Konsumenten expliziten vorzuziehen. Für das Messen des Vertrauens von Konsumenten kommen, aufgrund der relevanten Vertrauensrelationen Ansätze zur Erfassung von interpersonalem und von personalem Vertrauen in System in Frage. Dabei erscheinen Ansätze zur Erfassung von generalisiertem interpersonalem Vertrauen zur Messung von Konsumentenvertrauen, aufgrund der Allgemeinheit und Abstraktheit, als ungeeignet. Weiterhin wurde festgestellt, dass auch Ansätze zur Erfassung von spezifischem als auch personalem Vertrauen in Systeme das Konsumentenvertrauen nicht ausreichend und umfassend ermitteln würden, da sie die Besonderheiten der bestimmten Beziehung zwischen Konsumenten und Anbieter nicht genügend berücksichtigen.

⁴⁷ Vgl. Strasser; Voswinkel (1997) in: Schweer 1997, S. 220.

⁴⁸ Vgl. Plötner 1995, S. 166.

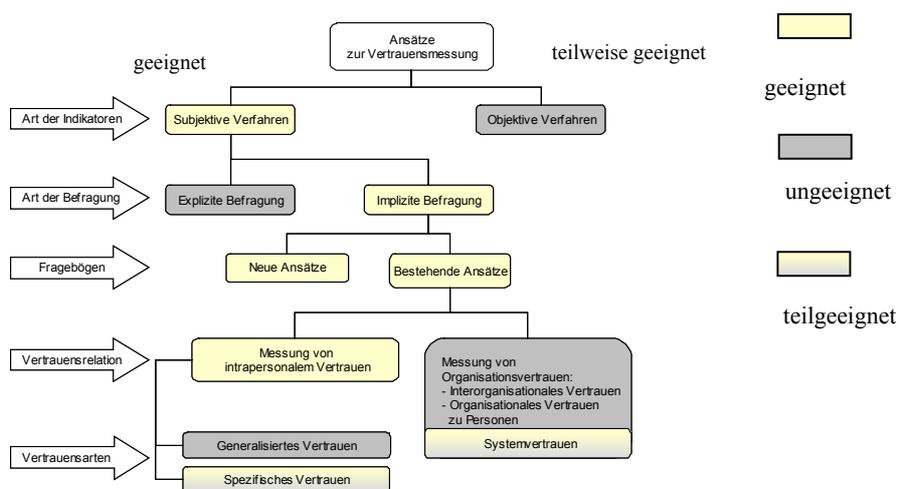


Abb. 1: Ergebnisse der Analyse

Quelle: eigene Darstellung

Ausgehend von der Tatsache, dass für die Messung, Organisationsvertrauen stets auf interpersonales Vertrauen reduziert wird⁴⁹, ist für das Erfassen des Vertrauens von Konsumenten, die Modifikation und Kombination bestehender Ansätze denkbar⁵⁰. So kann das Vertrauen von Konsumenten zu einem Anbieter gemessen werden, indem die Unternehmensmarke in einer Befragung personifiziert wird.

1.2 Fazit

Konsumentenvertrauen zu einem bestimmten Anbieter besteht sowohl aus interpersonellem spezifischen Vertrauen und Vertrauen in Systeme. Wobei zuletzt genanntes zur Messung auf interpersonales Vertrauen im betrieblichen Kontext reduziert wird. Die existierenden Ansätze, die die verschiedenen Vertrauensarten messen, berücksichtigen entweder den betrieblichen Kontext nicht, oder sie reduzieren die Vertrauensbeziehung auf die Beziehung zwischen Käufern und Verkäufern. Deshalb müssen für eine adäquate Erfassung des Konsumentenvertrauens bestehende Ansätze modifiziert werden, indem die Items im betrieblichen Kontext stehen und das zu vertrauende System, beispielsweise durch eine Unternehmensmarke und eine entsprechende Hinleitung, personifiziert wird. Zudem ist der Einfluss Dritter zu berücksichtigen.

Literatur

Kenning, P.: Customer Trust Management - Ein Beitrag zum Vertrauensmanagement im Lebensmitteleinzelhandel, Wiesbaden 2002.

Plötner, O.: Das Vertrauen des Kunden, Relevanz, Aufbau und Steuerung auf industriellen Märkten, Wiesbaden 1995.

Strasser, H.; Voswinkel S.: Vertrauen in gesellschaftlichen Wandel, in: Schweer, M. (Hrsg): Interpersonales Vertrauen – Theorien und empirische Befunde, Wiesbaden 1997.

Ripperger, T.: Ökonomik des Vertrauens: Analyse eines Organisationsprinzips, Tübingen 1998

⁴⁹ Vgl. Plötner; Jacob, 1996, zit. aus: Kenning 2002, S. 43.

⁵⁰ Vgl. Kenning 2002, S. 58.

Dramaturgie: multimedial. Wirkungspotentiale interaktiven Erzählens.

Linda Breitlauch, Dipl.-Dramaturgin, Phone: ++49.3381-355 440, E-Mail: info@mediendramaturgie.de, FH Brandenburg, Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg; HFF Potsdam / HU Berlin

Abstract

Der Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist die Dramaturgie interaktiver, multimedialer Erzählformate. Damit sind die Auswirkungen unterschiedlicher Informationsvermittlungsstrategien (IVS) in ablaufforientierten, insbesondere narrativen interaktiven Gestaltungsformaten gemeint.

Unter den Begriff der multimedialen Dramaturgie werden alle Strukturen und Mittel der IVS dynamischer, zeitbasierter Inszenierungsräume zusammengefasst, die der Spannungserzeugung dienen. Dabei werden insbesondere die Medienwirkungspotentiale narrativer Computerspiele erarbeitet.

1 Problemstellung

Zur Analyse und Beschreibung der Strukturen und der Wirkungspotentiale von Theater, Spiel- und Fernsehfilm diente ihren Autoren bislang eine vor über 2000 Jahren ausgebildete Dramaturgie, die im Laufe der Jahrhunderte fortgeschrieben und an neu entwickelte Formate angepasst wurde. Seitdem multimediale Formate auch im Computer entwickelt und konsumiert werden, versucht man, diese Dramaturgie auch auf interaktive, insbesondere narrative Formate zu übertragen - als Möglichkeit zur objektiven Analyse aber auch als Kommunikationshilfe für alle Beteiligten einer Multimediaproduktion. Dies konnte bisher jedoch nur in Ansätzen gelingen.

Die Dramaturgie bewegt sich im interdisziplinären Spannungsfeld zwischen Ökonomie, Design, Technik, Pädagogik und Kommunikation. In diesem Rahmen ist die Schaffung einer gemeinsamen Verständigungsgrundlage sowie einer fachübergreifende Terminologie, die von allen Beteiligten einer Multimediaproduktion gemeinsam genutzt und weiter entwickelt werden kann, dringend erforderlich. Darüber hinaus sollen die dramaturgischen Gesetzmäßigkeiten des neuen Mediums formuliert und anhand ausgewählter Analysen erprobt werden.

1.1 Forschungsansatz

Die Spitze des Eisbergs aller Computerspiele wird hauptsächlich durch erfolgreiche Genres wie Egoshooter oder Fahrsimulationen vertreten. Dadurch übersieht man leicht die vielfältigen Angebote und die enormen Interaktionspotentiale, die einige multimediale Formate bieten. Sie können für so vielfältige Dinge genutzt werden wie Lernen, Erfahrungen, Ausbildung von Intelligenz, Sozialisierung oder einfach nur Freude und Unterhaltung. Dabei helfen mediendramaturgische Kenntnisse dem Gestalter – seien es Autor, Regisseur oder Programmierer – beim Erzeugen vielfältiger Spannungen und erzählerischer Wirkung.

Dramaturgien passiver Formate beschränken sich dabei auf die Regeln in audiovisuellen Gestaltungsformen von zeitlich begrenzten Strukturen, deren Existenz

nicht von ihrer Rezeption abhängt. Dabei werden bestimmte Erzähltechniken und Methoden eingesetzt, die aus der „klassischen“ Dramaturgie bekannt sind und sich dort bewährt haben. Doch diese Regeln sind mit dem Aufkommen multimedialer interaktiver Formate an ihre Grenzen gestoßen, eine einfache Übertragung ist nicht möglich. Beispielsweise können Strukturen epischer und dramatischer Form im Computerspiel nachgewiesen werden, jedoch sind die jeweiligen Ausprägungen unterschiedlich. Es ist möglich, gleiche Begrifflichkeiten zu verwenden, gleichzeitig muss deren Bedeutung für interaktive Formate präzisiert werden. Darüber hinaus finden sich Strategien und Modelle, die eigene Begrifflichkeiten erfordern, da sie bisher möglicherweise wahrgenommen, aber in den Diskurs noch nicht einbezogen worden sind. Der Ansatz besteht in der Modifizierung von Begriffen, viel mehr noch von Strategien, die sich in anderen multimedialen Formaten bereits vollzogen haben und somit Gültigkeit besitzen. Eine ähnliche Modifizierung muss also auch für interaktive Erzählformate erarbeitet werden.

1.2 Vorgehen

In der Abgrenzung interaktiver Formate in narrative und dokumentare Formate wurden folgende Teilbereiche unterschieden:

Narrative interaktive Formate: - Fiktionale Computerspiele (Narrative Computer Games), - Interaktives Erzählen (Interactive Narration / Storytelling), - Interaktiver Film / TV (Interactive Film / TV) sowie – Spielen und Lernen (Edutainment).

Dokumentare bzw. nicht-narrative Formate: - e-Information und News, - e-Learning, - Non-narrative Games.

Um Methoden geeigneter IVS zu ermitteln, werden hauptsächlich narrative Formate untersucht.

Die Erstellung der Spieldramaturgie fußt dabei auf einer objektiven Kategorisierung von Spieltypen, die im Verlauf der Untersuchung erarbeitet wurde. Es zeigt sich, dass zwischen dramaturgischen Modellen und Methoden verschiedener multimedialer Formate sowohl Übereinstimmungen als auch Differenzen bestehen, die man aber klar voneinander abgrenzen und für die jeweiligen Formate neu definieren kann.

1.3 Zusammenfassung

Mit dieser Arbeit kann nicht nur nachgewiesen werden, dass Computerspiele eine eigene Dramaturgie besitzen. Es konnten auch die grundlegenden Spielprinzipien kategorisiert werden, die sowohl zur Analyse als auch zur Entwicklung von Computerspielen dienen. Daraus wurde eine eigene Dramaturgie der Computerspiele entwickelt, deren Begrifflichkeit für alle Beteiligten einer interdisziplinären Multimediaentwicklung universell verwendbar ist.

Kategorisieren im Designbereich. Ein polyhierarchischer Thesaurus für Designgeschichte

Kerstin Albrecht M. A., Phone: ++49.340-5197-1883, Fax: ++49.340-5197-1799 E-Mail: albrecht@des.hs-anhalt.de, Hochschule Anhalt (FH), FB Design, Postfach 2215, 06818 Dessau

Abstract

Ein wichtiger Bestandteil von Sammlungseinrichtungen oder auch Bildarchiven, seien sie analog oder digital, ist die Wiederauffindbarkeit von Objekten bzw. von deren Abbildungen. Treffende Verschlagwortung und damit verbunden ein gut organisierter Thesaurus gelten hier nach wie vor als das optimale Werkzeug. Langfristig gesehen kann ein Thesaurus, wenn er themenspezifisch ist, durch eine Visualisierung der aus ihm generierten Metadaten eine Grundlage für den entsprechenden Wissenschaftsdiskurs liefern. Die momentane Forschungsarbeit des Digitalen Design Archiv (dda), ein Forschungsprojekt des FB Design der Hochschule Anhalt (FH) in Dessau⁵¹, liegt u. a. in der Entwicklung eines polyhierarchischen Thesaurus für Designgeschichte. Das dda sammelt und archiviert Bildmaterial mit den dazugehörigen Metadaten aus dem Bereich der Designgeschichte. Ein polyhierarchischer Thesaurus soll der Organisation der großen, sehr breit gefächerten Datenmenge für optimale Rechercheergebnisse dienen.

Seit langem Kernbestand von Bibliotheken stellen Thesauri innerhalb eines Dokumentationssystems ein grundlegendes Hilfsmittel zum inhaltlichen Erschließen und Wiederauffinden von Dokumenten (Text und Bild) dar.⁵² Für den Bereich der Designgeschichte, einem Randgebiet oder Teilgebiet der Kunstgeschichte gibt es bisher keinen umfassenden Thesaurus. Vor allem im Zuge des einsetzenden und fortschreitenden Digitalisierungsprozesses von Bildmaterial in Sammlungen und Archiven wird ein Bedarf aber äußerst spürbar. In der Kunstgeschichte gab es diesbezüglich in den letzten Jahren große Fortschritte.⁵³ Für die Recherchemöglichkeit in digitalen Bildarchiven entstanden verschiedene Thesauri, die sich auf die kunsthistorischen Kerngebiete wie Malerei, Skulptur, Architektur und nur zum geringen Teil auf die Dingwelt des Alltags beziehen.⁵⁴ Daher sind sie auf den Designbereich nicht übertragbar, wo der Fokus - trotz mancher Überschneidungsgebiete (z.B. Möbel und Mode) - andersartig ist. Designobjekte sind primär Gebrauchsgegenstände und im Gegensatz zu reinen Kunstwerken als integraler Bestandteil unseres praktischen Lebens zu verstehen. Die

⁵¹ <http://www.dda-dessau.de>. Das Digitale Design Archiv (dda) ist ein Forschungsprojekt des Fachbereichs Design der Hochschule Anhalt (FH) in Dessau; Leitung: Prof. Rochus Hartmann, Prof. Nicolai Neubert; teilweise Förderung durch das Land Sachsen-Anhalt und die EU (Sept. 2003 – Dez. 2005).

⁵² Gemäß des Deutschen Instituts für Normung e.V. ist ein Thesaurus "eine geordnete Zusammenstellung von Begriffen und ihren Bezeichnungen, die in einem Dokumentationsgebiet zum Indexieren, Speichern und Wiederauffinden dient." „DIN 1463, Teil 1: Erstellung und Weiterentwicklung von Thesauri: Einsprachige Thesauri“, November 1987. In: „DIN-Taschenbuch 343: Bibliotheks- und Dokumentationswesen“, hrsg. v. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1. Auflage, Berlin, Wien, Zürich 2002, S. 2.

⁵³ Exempl.: <http://www.gfai.de/pinboard/eva>; <http://www.mai-tagung.de>; <http://www.edvtage.de/>

⁵⁴ Z.B.: MIDAS (Heusinger, Lutz u.a.: "MIDAS-Handbuch, 4. Auflage, München/Leipzig 2001); Thesaurus der Bildatenbank IMAGO (Schlieper, Ulrike: "Entwurf eines Thesaurus für die Bildatenbank IMAGO am Kunsthistorischen Institut der Humboldt-Universität in Berlin". In: Pieper/ Schlieper/Wolf: "Dokumentation - Präsentation - Qualität", Potsdam 2000, S. 79-133.); AAT (http://www.getty.edu/research/conducting_research/vocabularies/aat/).

Verschlagwortung eines Werkes der Malerei bezieht sich vor allem auf ikonographische Aspekte, während durch die doch zu großen Teilen zweckorientierte Entstehung eines Designobjektes hier eher Bezug auf materielle und produktionstechnische Eigenschaften genommen werden muss. Der vorgesehene Anwendungsbereich sowie die Verwendbarkeit oder auch der Aspekt der Funktionalität stehen im Fokus. Das Forschungsprojekt Digitales Design Archiv (dda) hat mit der theoretischen Umsetzung eines Designgeschichtsthesaurus begonnen, da sich im Rahmen der Bildarchiv-Erstellung die Notwendigkeit dazu ergab. Momentan steht im dda lediglich eine eindimensionale Schlagwortliste zur Indizierung zur Verfügung. Die Forschungsarbeit liegt nun neben dem weiteren Ausbau des Bildarchivs in der Entwicklung eines polyhierarchischen Thesaurus.⁵⁵ Die polyhierarchische Umsetzung erscheint sinnvoll, weil Designobjekte einen großen Gebrauchsradius und Facettenreichtum abdecken. Die Vielschichtigkeit und mehrdimensionale Ausrichtung ist ein wesentlicher Faktor der Designgeschichte. Zum Beispiel lässt sich die Schreibmaschine sowohl dem Gebiet der Kommunikation zuordnen, aber auch dem Bereich der Arbeits- bzw. Bürogeräte. Bei der Definierung der Hauptgliederungskriterien existiert zudem stets eine enge Verzahnung der Begrifflichkeiten zur Kunst sowie Architektur, und den Bereichen der Technik, Industrie sowie des Handwerks. Auch gesellschaftliche Phänomene kommen zum Tragen. Eine Hauptproblematik, die sich bisher stellte, besteht in ungeklärten Begrifflichkeiten. Alltägliche Gebrauchsgegenstände, wie Löffel, Tasse, Teller, Stuhl oder Tisch sind bisher nicht einheitlich definiert und bedürfen einer klaren Kategorisierung und Einordnung in das jeweilige semantische Netz.⁵⁶ Aufgrund der bereits erwähnten Komplexität und der umfassenden Menge an Daten erscheint es zudem sinnvoll, die Vielzahl der Aspekte in Form umfassender fachwissenschaftlicher Diskurse zu klären. Beachtung sollte dabei vor allem der Normierung von Fachbegriffen geschenkt werden, so dass eine EU-weite Forschungsgrundlage daraus resultieren kann. Das langfristig angestrebte Ziel ist die Multilingualität. Die Erstellung eines Designgeschichtsthesaurus erscheint auch aus der Tatsache heraus erstrebenswert, dass Thesauri der nächste qualitative Schritt in der digitalen Datenverarbeitung sind. Da die aus ihnen generierten Metadaten Visualisierungen ermöglichen, könnten neuartige Zusammenhänge verdeutlicht werden. Zukünftig könnte hier eine wichtige Grundlage für den Diskurs im Wissenschaftsbereich der „Designgeschichte/-theorie“ geschaffen werden.

Langfristige Ziele des dda sind zum einen die Verwendbarkeit des Thesaurus in Sammlungseinrichtungen und Archiven für Design (anwendbar sowohl auf den realen Sammlungsbestand, als auch auf den Dokumentarbereich). Zum anderen soll durch die Visualisierung generierter Metadaten die Schaffung einer Diskursgrundlage für den Wissenschaftsbereich der Designgeschichte/-theorie initiiert werden.

⁵⁵ „Polyhierarchisch“ bedeutet, dass einem Begriff mehr als ein übergeordneter Begriff zugewiesen werden kann.

⁵⁶ Ein semantisches Netz ist ein Modell, das aus Knoten (Begriffe) und Kanten (Beziehungsgraphen zwischen den Begriffen) besteht. Durch Generalisierung (Oberbegriffszuordnung), Spezifizierung (Unterbegriffszuordnung) und das Erfassen von Synonymen sowie Homonymen lässt sich die Beziehung eines Begriffes zu anderen Begriffen darstellen.

Implementierung eines ressourcenverbrauchsorientierten Haushalts- und Rechnungssystems in Kommunen

Dipl. Kfm. Matthias Knödler, Phone: ++49.3943-659-409, Fax: ++49.3943-659-499,

E-Mail: mknoedler@hs-harz.de, Hochschule Harz, Domplatz 16, 38820 Halberstadt

1 Reform des kommunalen Haushalts- und Rechnungswesens

1.1 Reformansätze zur transparenten Steuerung öffentlicher Haushalte

Der anhaltende finanzielle Druck auf die öffentlichen Haushalte bei gleichzeitiger Forderung einer höheren Qualität in der Aufgabenerfüllung hat in den deutschen Verwaltungen eine Vielzahl von Reformprojekten etabliert.

Die bestimmenden Schlagworte sind hierbei Bürgerorientierung, Transparenz und Wirtschaftlichkeit. Konzeptionelle Grundlage dieser Reformansätze ist nach wie vor das Anfang der neunziger Jahre von der Kommunalen Gemeinschaftsstelle (KGSt) initiierte „Neue Steuerungsmodell“ (NSM), das auf der Basis des angloamerikanischen „New Public Management“ (NPM) entwickelt wurde.

Das NSM beschreibt ein Leitbild moderner Verwaltung, das von Zielorientierung, Wirtschaftlichkeit und Orientierung am Markt, Wettbewerb und Kundenorientierung beherrscht ist.⁵⁷ Als zentrale Instrumente zur Umsetzung dieser Ziele fungieren vor allem Kontraktmanagement, dezentrale Ergebnis- und Ressourcenverantwortung, Produkthaushalte, Budgetierung und Kosten- und Leistungsrechnung sowie in jüngster Zeit das neue doppische Haushalts- und Rechnungswesen.

Aktuelle Studien belegen den vor allem in großen Verwaltungseinheiten fortgeschrittenen Umsetzungsstand der Reformvorhaben, verweisen jedoch auch auf Fehlentwicklungen und Korrekturbedarfe. So steht vielfach dem hohen Aufwand für die Einführung und Pflege der einschlägigen Instrumente noch kein ausreichender Nutzen gegenüber. Die Ursachen hierfür liegen oftmals in einer fehlenden systematischen Verbindung einzelner Instrumente – z. B. müssen Kontraktmanagement, Outputorientierung, Budgetierung und die Kosten- und Leistungsrechnung als Ganzes gesehen werden.

⁵⁷ Vgl. BALS/ HACK 2000, S. 163.

Die isoliert gebildeten Produktpläne sind häufig überdimensioniert und ein Ergebnis des bürokratischen Regelungseifers in Verwaltungen.⁵⁸ Auch die vielfach auf Vollkostenbasis eingeführten Kostenrechnungssysteme tragen noch nicht zum Abbau von Steuerungsdefiziten bei, weil diese meist zu komplex strukturiert sind und überwiegend kein standardisiertes Berichtswesen installiert ist.⁵⁹ Als eine weitere wichtige Rolle der Kostenrechnung in Kommunen verweist die KGSt in einer Studie aus dem Jahr 2001 auf das Aufzeigen von Kostentreibern sowie das Offenlegen von Verbesserungspotentialen durch einen kritischen Vergleich mit anderen Kommunen.

Aber nur 6 v.H. aller im Rahmen der Studie befragten Kommunen führen einen interkommunalen Leistungsvergleich regelmäßig durch.⁶⁰

1.2 Forschungsinteresse

Auf Grund der auf breiter Ebene als notwendig angesehenen verbesserten Transparenz kommunaler Haushalte stellt sich weiterhin die Frage, ob ein interkommunaler Vergleich möglich und sinnvoll ist. Das Forschungsvorhaben soll einen Beitrag leisten zur Diskussion um die Frage, ob der interkommunale Leistungsvergleich als Wettbewerbssurrogat zu effizienterer Ressourcenverwendung beiträgt und in welchem Maße die Form der Rechnungslegung diesen Prozess tangiert.

Die wichtigsten untersuchungsleitenden Fragestellungen des Forschungsvorhabens sind deshalb:

Welche Systeme zum interkommunalen Leistungsvergleich sind in Deutschland empirisch beobachtbar und wie sind diese qualitativ zu bewerten?

Kann ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem verwendeten Rechnungsstil der Kommunen und der Qualität sowie der Wirtschaftlichkeit des Instrumentes Leistungsvergleich nachgewiesen werden?

Von besonderem Forschungsinteresse wird die Frage sein ob das Entscheidungsverhalten der kommunalen Akteure durch zusätzliche Informationen und die Implementierung des Instrumentes Interkommunaler Leistungsvergleich in den kommunalen Steuerungsprozess beeinflusst wird?

⁵⁸ Vgl. REICHARD 1998, S.85.

⁵⁹ Vgl. KGSt 2001, S. 9.

⁶⁰ Vgl. KGSt 2001, S.12.

Erstellung von Hochwasserszenarien und Gefahrenkarten für ein GIS- und CMS-gestütztes Hochwassermanagementsystem am Beispiel des Pilotprojektes Landkreis Stendal

Agnes Richmann, Phone: ++49.391-886-4502, Fax: ++49.391-886-4415, E-Mail: agnes.richmann@iwo.hs-magdeburg.de, Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie, Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Breitscheidstraße 51, 39114 Magdeburg

Andreas Koch, Phone: ++49.391-886-4654, Fax: ++49.391-886-4415, E-Mail: andreas.koch@iwo.hs-magdeburg.de, Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie, Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Breitscheidstraße 51, 39114 Magdeburg

Prof. Dr. Robert Jüpner, Phone: ++49.391-886-4412, Fax: ++49.391-886-4415, E-Mail: robert.juepner@iwo.hs-magdeburg.de, Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie, Fachbereich Wasser- und Kreislaufwirtschaft, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH), Breitscheidstraße 51, 39114 Magdeburg

1 Einleitung

Trotz des nachlassenden öffentlichen Interesses ist Hochwasserschutz auch drei Jahre nach dem Elbehochwasser von 2002 in der angewandten Forschung noch immer ein aktuelles Thema. Um den Paradigmenwechsel vom Sicherheitsdenken zur Risikogesellschaft vollziehen zu können, bedarf es z. B. Instrumente zur (Entscheidungs-) Unterstützung. Ein solches Entscheidungsunterstützungssystem (DSS - Decision Support System) wird durch das Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie (IWO) der Hochschule Magdeburg-Stendal (FH) in einem Pilotprojekt für den Landkreis Stendal entwickelt, welches für die zuständigen Behörden in der Vorsorge und im Katastrophenfall als Entscheidungshilfe und -unterstützungssystem dient.

2 Grundlagen

Zu dem GIS-gestützten System gehören Gefahrenkarten, die auf Hochwasserszenarien basieren und somit detaillierten Aufschluss über gefährdete Gebiete geben. Dabei werden raumbezogenen Daten wie Geobasisdaten und durch Hochwasserszenarien ermittelte Überschwemmungsgebiet und überschwemmungsgefährdete Gebiete, als Gefahrenkarten via WebGIS allen autorisierten Nutzern zur Verfügung gestellt. Sachdaten wie Telefonlisten, Organisationsstrukturen und Handlungsempfehlungen werden über ein Content Management System (CMS) verwaltet. Auf diese Weise können raum- und sachbezogene Informationen gesammelt, aktualisiert, analysiert, ergänzt und präsentiert werden. Zur Information der Bevölkerung und Sensibilisierung der Öffentlichkeit soll ebenfalls eine internetbasierte Plattform realisiert werden.

3 Problemstellung

Zur Realisierung dieses innovativen und anwenderfreundlichen Daten- und Informationssystems wird eine quantitativ (Datenverfügbarkeit) und qualitativ hohe Datengrundlage vorausgesetzt. Datenqualität zeichnet sich durch hohe Aktualität, Genauigkeit, Vollständigkeit und Konsistenz. Dieser Anspruch ist aufgrund der schlechten Datenlage momentan nur schwer umzusetzen, so dass Wege zum

Ausgleich dieses Defizits gefunden werden müssen. Bei der Evaluierung von Sonderrisiken für die Gefahrenkarten muss auf die Daten der Kommunen zurückgegriffen werden.

4 Lösungsansatz

Das vorhandene Digitale Geländemodell (DGM) muss in bestimmten Punkten verbessert werden. Die Datenqualität des DGM kann vornehmlich durch den Vergleich mit terrestrischen Vermessungen als auch durch die Einbindung von zusätzlichen Linienobjekten wie die Deich- und Straßenhöhen erhöht werden. Außerdem können wasserwirtschaftliche Fachdaten aus dem Deich-GIS eingepflegt werden.

Bei der Erstellung der Gefahrenkarten kann eine Verbesserung der Datenlage durch eine Verschneidung mit geocodierten Objekten erzielt werden. Dies beinhaltet auch die Ausweisung von Gefahrenquellen wie abflussbehindernde Gewässerengstellen oder Sonderrisiken. In einem weiteren Schritt soll eine Ermittlung von Schadenspotenzialen erfolgen. Erschwert wird die Erstellung von Hochwassergefahrenkarten durch das Fehlen einer einheitlichen Definition und länderübergreifender Regelungen.

5 Fazit

Ein ausgereiftes Hochwassermanagementsystem kann nur realisiert werden, wenn eine hinreichend hohe Qualität und Quantität der Daten gewährleistet ist. Dies kann nur in engen Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden (Vermessungsamt etc.) und durch ergänzende Datenerfassung bei Vorortaufnahmen erfolgen.

Literatur

- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2003): Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten. MUNLV Düsseldorf.
- MÜLLER, J. (2004): Erarbeitung eines Status-quo-Berichtes zum Thema „Hochwassergefahrenkarten“. Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie (unveröff. Diplomarbeit).
- JÜPNER, R., WEICHEL, TH. UND TZSCHIRNER, M. (2005): Entwicklung eines GIS-gestützten Hochwassermanagementsystems für den Landkreis Stendal in Sachsen-Anhalt – ein Pilotprojekt. Paper zum Tag der Hydrologie 2005 in Aachen. Institut für Wasserwirtschaft und Ökotechnologie, Hochschule Magdeburg-Stendal (FH).
- RUNDER TISCH GEOINFORMATIONSSYSTEME E.V. (2005): Geoinformationssysteme – Leitfaden zur Datenqualität für Planungsbüros und Behörden. Technische Universität München, Institut für Geodäsie, GIS und Landschaftsmanagement, München.

Einfluss der Ernährung auf die Geschmacksempfindlichkeit – Ein Ost-West-Vergleich anhand einer empirischen Untersuchung in Nordhausen und Bad Lauterberg

Dipl. ökotroph. Anja Müller, Phone: ++49.341-9022023, E-Mail: schabackeraanja@wen.de Stauffenbergstr. 16, 04157 Leipzig

Prof. Dr. Dietlind Hanrieder, Phone: ++49.3471-355 1133, Fax: ++49.3471-355 1232, E-Mail: hanrieder@loel.hs-anhalt.de, Hochschule Anhalt (FH), Strenzfelder Allee 28, 06406 Bernburg

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde untersucht, ob und wie sich das unterschiedliche Lebensmittelangebot und eine daraus resultierende unterschiedliche Ernährungsweise in den beiden Hälften des geteilten Deutschlands auf die Geschmacksempfindlichkeit der Menschen ausgewirkt haben und ob ein solcher Einfluss heute noch nachwirkt.

Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass erwachsene Ostdeutsche viele Fertigprodukte als zu süß, zu salzig oder überwürzt empfinden. Als Ursache wurde ein prägender Einfluss der Ernährung in der Kindheit und Jugend vermutet.

Für die Untersuchung der Geschmacksempfindlichkeit wurden jeweils 60 Probanden aus dem ehemaligen Ost- und Westteil Deutschlands ausgewählt. Um den Einfluss regionaler Unterschiede im Ernährungsverhalten zu minimieren, wurde die Auswahl der Personen auf ein Gebiet im Harz von ca. 50 km² beschränkt. Untersucht wurden daher Probanden aus den zwei ehemals in Grenznähe liegenden Städten, Nordhausen (Ost) und Bad Lauterberg (West). Um Hinweise auf die vermutete Prägung in der Kindheit und Jugend zu erhalten, wurden Personen aus drei Altersgruppen untersucht. Bei der Altersgruppe I (30 Personen) handelte es sich um Kinder unter 12 Jahre, die bereits im vereinten Deutschland geboren und aufgewachsen waren. Die Altersgruppe II (15 Personen) bildeten Erwachsene im Alter von 30 bis 45 Jahren, die ihre gesamte Kindheit und Jugend im geteilten Deutschland verlebt hatten. Zur Altersgruppe III gehörten ältere Erwachsene (15 Personen, 46 bis 65 Jahre), die bereits einen großen Teil ihres Erwachsenenlebens in der DDR bzw. der BRD verbracht hatten.

Die Auswertung des Geschmacksschwellentests ergab bei den Probanden der Altersstufen II und III eine deutlich größere Geschmacksempfindlichkeit für die Grundgeschmacksarten „süß“ und „salzig“ in der Ost- im Vergleich mit der Westgruppe. In der Alterstufe I hingegen war das Ergebnis genau umgekehrt.

Die höhere Geschmacksempfindlichkeit der älteren Ost-Probanden könnte tatsächlich auf eine andersartige Konditionierung im Vergleich zu ihren Altersgenossen im Westen während der Kindheit und Jugend zurückzuführen sein.

Eine Analyse anhand der statistischen Jahrbücher der DDR und der BRD von 1950 bis 1990 zeigte, dass sich grundsätzlich der Lebensmittelverbrauch in den beiden deutschen Staaten recht ähnlich entwickelt hat. So sind im Laufe der Jahre beispielsweise ein analoges Absinken des Kartoffelkonsums und eine Zunahme beim Zuckerverbrauch zu beobachten. Während es aber im Westen bereits seit etwa Mitte der 50er Jahre ein breites und stetig zunehmendes Angebot an Convenience- und Fast-Food-Produkten gab, standen derartige Lebensmittel in der DDR kaum zur Verfügung. In den Familien wurde zumeist anhand frischer Zutaten – auch wenn deren Angebotsbreite eingeschränkt war – selbst gekocht. Überdies war die Teilnahme an der Gemeinschaftsverpflegung – von den Kindern bis zu den Erwachsenen – wesentlich höher als im Westen. Die Gemeinschaftsverpflegung war überwiegend staatlich organisiert und basierte auf Rezepturempfehlungen des Zentralinstituts für Ernährung der DDR. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Ernährung der Ost- im Vergleich mit der der West-Probanden in der Kindheit und Jugend durch eine wesentlich geringere Aufnahme von

geschmacksbeeinflussenden Lebensmittelzutaten wie Salz, Aromen, Geschmacksverstärkern, Süßstoffen und anderen Zusatzstoffen gekennzeichnet war. Darin könnte die Ursache für die höhere Geschmacksempfindlichkeit dieser Personengruppe liegen.

Interessant ist, dass sich diese offenbar auch nach 15 Jahren gleichen Lebensmittelangebots wie im Westen erhalten hat. Das legt die Vermutung nahe, dass die Ernährung im frühen Lebensalter anhaltend über die Geschmacksempfindlichkeit der betreffenden Person bestimmt.

Die paradox anmutenden Ergebnisse in der Altersgruppe I ließen sich damit erklären, dass die Eltern der Kinder im Westen durch Medien und staatliche Gesundheitsaufklärung schon seit längerem für eine gesundheitsbewusste Ernährung sensibilisiert sind und aus diesem Grund besonders auf eine gesunde Ernährung des Nachwuchses geachtet haben. Im Osten hingegen wurde nach der deutsch-deutschen Vereinigung das im Vergleich zu früher ungewohnt breite und vielfältige Lebensmittelangebot von den Familien erst einmal euphorisch begrüßt und relativ unkritisch konsumiert. Dies könnte dazu geführt haben, dass die Probanden der Altersstufe I der Ostgruppe in der Geschmacksempfindlichkeit ähnlich schlecht abschnitten wie die Probanden der Altersstufen II und III der Westgruppe. Ein weiterer Grund für die großen Unterschiede bei der Altersstufe I könnte das starke soziale Gefälle zwischen Ost und West sein, das im Harz vorherrscht. Die Eltern der Altersgruppe I (Ost) sind aufgrund der hohen Arbeitslosenrate eher dazu gezwungen, auf billigere Nahrungsmittel zurückzugreifen, die oft durch eine Vielzahl von Aromen, Geschmacksverstärker und andere Zusätze geschmacklich „aufgewertet“ werden.

Die überraschend deutlichen Ergebnisse der Untersuchung bestätigen die Hypothese einer ernährungsbedingten Konditionierung des Geschmackssinns.

Um auszuschließen, dass die beobachteten Unterschiede zufällig waren, sollen die Untersuchungen im Rahmen einer Promotionsarbeit an weiteren Probandengruppen fortgeführt werden.

i T. Naito: "One Terabit /s Transmission over 10.000km using C-Band and L-Band", Networks and Optical Communications I, IOS Press, pp 2-9 (2000)

ii U. H. P. Fischer (Member IEEE), S. Zech, K. Peters: "Transmitter modules with reusable fiber-chip coupling method for optical communications systems", TechOnline (http://www.techonline.com/community/ed_resource/tech_paper/14811) (2002)

iii M. Saruwatari, K. Nawata: "Semiconductor laser to single-mode coupler", Appl. Optics, Vol 18, No 11, (1979)

iv M. Saruwatari, T. Sugie: "Efficient laser diode to single-mode fiber coupling using a combination of two lenses in confocal condition", IEEE Jour. Quant. Opt., Vol 18, pp 1847-1856, (1981)

v U. H. P. Fischer, O. Krips, E. Müller, A. Jacob: "Laser micro welding for fiber-chip coupling modules with tapered SMF-fiber ends for optical communication systems", Optical Engineering, Vol 41, No 12, pp 3221-3229 (2002)

vi L. Landany et al. : "Wedge coupling of lasers into multimoode fibers", Appl. Opt., Vol 22, No 7, pp 960-961 (1983)

vii M. Presby et al.: "Efficient Coupling of Polarisation-Maintaining Fiber to Laser Diodes", IEEE Phot. Techn. Lett. , Vol 4, No 8, pp 897-899 (1992)

viii Mathyssek, K. et. al. : "Fabrication and Investigation of Drawn Fiber Tapers with Spherical Microlenses", Journ. of Opt. Comm. , Vol 6, pp. 142-b 146, (1985)

ix U. H. P. Fischer, K. Peters, R. Ziegler, D. Pech, Th. Eckhardt, G. G. Mekonnen, G. Jacumeit: "Packaging of OEIC's with Tapered Fibers for Optical Communications Systems with up to 45GHz Modulation Bandwidth", Broadband Access and Technology, Faulkner and Harmer (editors), IOS Press pp 296-300, (1999)