Fachhochschule Köln
University of Applied Sciences Cologne

Forschungsbericht
01|09|1998 - 31|08|2000

HOFFMANN·REISER·SCHALT

Wärmekomfort auf höchstem Niveau: die neue CERAPUR-Heizung mit Brennwerttechnik

Die neue **CERAPUR** Gas-Brennwertheizung spart bis zu 40 % Energiekosten gegenüber herkömmlichen Gasheizungen durch Nutzung der Wärme im Abgas. Und durch das Textdisplay ist die Bedienung besonders komfortabel. Also im Klartext: Noch nie war die Entscheidung für eine neue Heizung so einfach. Für weitere Informationen:

www.junkers.com

Tel.: **0 18 03-33 73 33** (0,09 EUR/Min.)
Fax: **0 18 03-33 73 32**
Robert Bosch GmbH, 73249 Wernau

JUNKERS
Bosch Gruppe

Fachhochschule Köln
University of Applied Sciences
Cologne

Forschungsbericht
01|09|1998 - 31|08|2000

Impressum

Herausgeber
Der Rektor der Fachhochschule Köln
Prof. Dr. Joachim Metzner
Claudiusstraße 1, 50678 Köln
www.fh-koeln.de

Redaktion
Dezernat für Öffentlichkeitsarbeit,
Forschungsförderung und Technologietransfer
e-mail: transfer@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 31 37

Titelbild
Kai Kullen, Dipl.-Designer

Verlag, Anzeigen und Satz
VMK
Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH
Ansprechpartner:
Helmut Umstadt
Tel.: 0 62 43 / 909 - 217
67590 Monsheim
Faberstraße 17
Tel.: 0 62 43 / 9 09 - 0
Fax: 0 62 43 / 9 09 - 400
Internet: www.vmk-verlag.de
e-mail: info@vmk-verlag.de
ISDN-DFÜ: 0 62 43 / 9 09 - 499

Druck
VMK-Druckerei
Faberstraße 17
67590 Monsheim
Tel.: 0 62 43 / 9 09 - 110
Fax: 0 62 43 / 9 09 - 100
e-mail: info@vmk-druckerei.de
ISDN-DFÜ: 0 62 43 / 9 09 - 199

Repro & Layout
Druck & Verlag Erdelmeier
Wasserturmstraße 1
67549 Worms
Tel.: 0 62 41 / 9 58 52 - 0
Fax: 0 62 41 / 9 58 52 - 33
e-mail: info@dve-online.de
ISDN-Leonardo: 0 62 41 / 9 58 52 - 52

Fachbereich

Architektur	8
Anlagen- und Verfahrenstechnik	10
Bauingenieurwesen	23
Informationstechnik, Elektrische Energie- und Automatisierungstechnik	26
Fahrzeugtechnik	43
Konstruktionstechnik	50
Design	67
Landmaschinentechnik	70
Nachrichtentechnik	72
Photoingenieurwesen und Medientechnik	78
Produktionstechnik	80
Sozialarbeit	85
Sozialpädagogik	98
Sprachen	106
Ver- und Entsorgungstechnik	108
Wirtschaft	128
Versicherungswesen	132
Elektrotechnik	135
Maschinentechnik	152
Informatik	158
Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut	166
Informationswissenschaft	173
Technologie in den Tropen	174

Forschungsschwerpunkt

CAE und Fuzzy-Technologie in der Regelungstechnik 187

Interkulturelle Kompetenz durch Personal- und Organisationsentwicklung 190

Medizintechnik: Hochfrequenz- und Lasertechnik 193

Solare Anlagen- und Bautechnik 196

Wirkung virtueller Welten 206

Publikationen 209

Stellenmarkt 215

Vorwort

Forschungsaktivitäten nehmen an der Fachhochschule Köln einen immer breiter werdenden Raum ein. Dadurch hat sich nicht nur das Aufgabenspektrum der Hochschule dauerhaft erweitert; auch die Qualität der Lehre wurde durch die zahlreicher und größer gewordenen Forschungsprojekte positiv beeinflusst. Alle wichtigen Forschungsindikatoren zeigen eine zukunftsgerichtete Entwicklung: Das Drittmittelaufkommen konnte im Berichtszeitraum gesteigert werden und die Zahl der forschungsbezogenen Beschäftigungsverhältnisse ist größer geworden, neue Forschungsschwerpunkte konnten eingeworben werden. Hinzu traten institutionelle Veränderungen: Neue Forschergruppen bildeten sich innerhalb der Fachhochschule Köln und hochschulübergreifend und der Aufbau von Forschungsinstituten hat begonnen..

Das Rektorat hat eine vorsichtige Veränderung der Forschungspolitik der Hochschule eingeleitet. Ohne die zahlreichen kleineren oder noch im Aufbau befindlichen Forschungsarbeiten zu vernachlässigen, wurden doch gezielt Projekte in den Vordergrund gerückt, die wesentlich zur Profilbildung der Hochschule beitragen oder dies erwarten lassen. Unterstützt wurde die Eigeninitiative von Forscherinnen und Forschern. In bisher forschungsschwachen Bereichen hat das Rektorat mit besonderen Verabredungen und Zielvereinbarungen, die auch personelle Unterstützung einschlossen, initiale Hilfe geleistet. Die Möglichkeiten der Haushaltsautonomie wurden systematisch genutzt, um den Stellenmangel in der Forschung so weit wie möglich zu kompensieren. Um anspruchsvolle Geräteeinwerbungen zu ermöglichen, wurden die erforderlichen technischen und personellen Rahmenbedingungen geschaffen.

Die geistes- und sozialwissenschaftlichen F&E-Projekte, die sich an Fachhochschulen zunächst nur zögerlich etablierten, haben im Berichtszeitraum an der Fachhochschule Köln weiter an Bedeutung gewonnen. Auch hier sind bemerkenswerte Drittmittelzuwächse zu verzeichnen. Allmählich beginnen auch längerfristige Fördermaßnahmen der Hochschule zu greifen. So wird bei der Berufung neuer Professorinnen und Professoren prinzipiell darauf geachtet, dass von vornherein Verabredung über Forschungsaktivitäten getroffen werden, die das Rektorat dann auch unterstützt.

Die im vorliegenden Forschungsbericht dargestellten Forschungsprojekte und -ergebnisse illustrieren diesen Entwicklungsprozess. Sie dokumentieren das Forschungspotenzial der Hochschule, den genuinen anwendungsbezogenen Forschungsansatz und die inhaltlichen Entwicklungstendenzen. In diesem Sinne ist er repräsentativ, ohne den Anspruch auf restlose Vollständigkeit erheben zu können. Für seine Erstellung sei allen Beteiligten sehr nachdrücklich gedankt.

Dieser Forschungsbericht soll nicht nur dokumentieren, sondern auch ermutigen. Das in der Forschung mit den sehr begrenzten Mitteln einer Fachhochschule Erreichte gibt Anlass zu Optimismus. Während dieser Bericht erscheint, wird die Reorganisation der Fachhochschule Köln in Fakultäten abgeschlossen. Das wird die Bildung von interdisziplinären Forschergruppen stimulieren. Die nachfolgende Institutsbildung wird die Schwerpunktbildung in der Forschung positiv beeinflussen. Dadurch wird die Wahrnehmbarkeit von F&E-Möglichkeiten für Abnehmer und Interessenten ebenso verbessert wie für die Hochschulgremien. Davon werden der Transferprozess und die Forschungsförderung profitieren. Schließlich werden unter anderem die in diesem Bericht aufgeführten Aktivitäten in den nächsten Jahren sorgfältig evaluiert werden, um daraus Erkenntnisse für Verbesserung und Weiterentwicklung zu gewinnen.

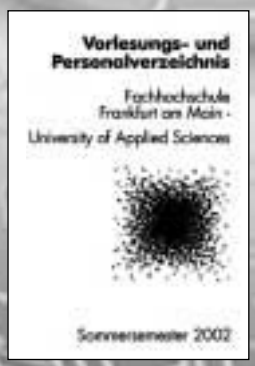
Besuchen Sie die Website des VMK Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG

www.vmk-verlag.de

Hier finden Sie Informationen zu verschiedenen Hochschulpublikationen

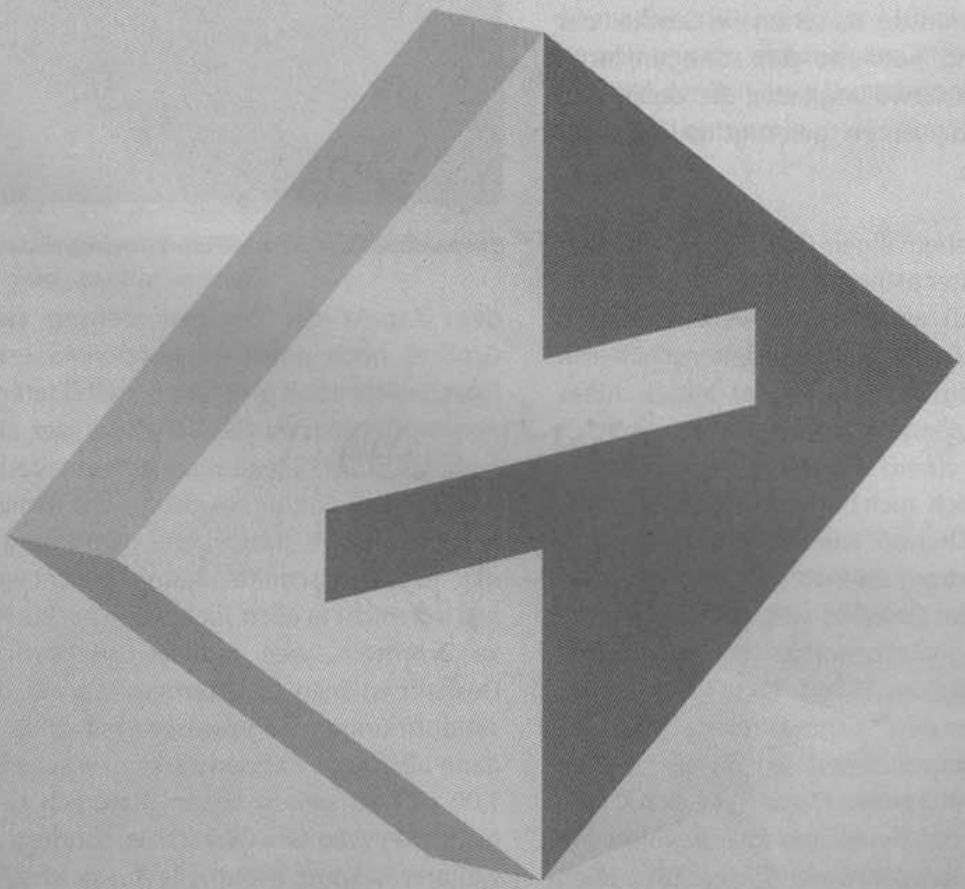
In Berufssparten unterteilt, gelangen Sie per Mausklick auf aktuelle Stellenangebote für Hochschulabsolventen

Ab Mai 2002 können alle Magazine angesehen und abgerufen werden



VMK
Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG

Wer morgen erfolgreich sein will,
braucht heute einen starken Partner.



VIESSMANN
.com

Otterberg und die Kunst der Wölbung

Prof. Dr. Michael Werling
e-mail: michael.werling@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 28 28

Seit einer Reihe von Jahren wird am Fachgebiet Baugeschichte, Stadtbaugeschichte und Entwerfen über das Thema „Zisterzienserbaukunst" gearbeitet. Dabei stand im vorhergehenden Berichtzeitraum v.a. die Bauplastik einer der größten Zisterzienserkirchen der oberrheinischen Region, nämlich der ehemaligen Abtei Otterberg, im Mittelpunkt. In den letzten beiden Jahren interessierte v.a. die Auseinandersetzung mit der Wölbkunst an diesem bedeutenden Kulturdenkmal (das ausführliche Projektergebnis kann als Forschungsbericht am Fachbereich Architektur bezogen werden). Die Voraussetzungen für die Untersuchungen waren günstig, da schon ein Großteil der für die Erforschung notwendigen steingerechten Bauaufnahmen der Gewölbeglieder, die durch den Verfasser schon vor Jahren gefertigt wurden, zur Verfügung standen.

Das Gewölbe der ehemaligen Otterberger Abteikirche, darf sowohl unter ästhetischen als auch baukonstruktiven Aspekten als ein Kunstwerk betrachtet werden. Durch die Einwölbung der Seitenschiffe mit Hilfe des Kreuzgratgewölbes und des Mittelschiffes durch das Kreuzrippengewölbe folgte man zunächst auch in Otterberg einem hierarchisch gegliederten Wölbkonzept, das sich auch bei anderen, zeitgleichen oberrheinischen Kirchen wiederfinden lässt. Das besondere an Otterberg spiegelt sich aber v.a. in der Dimensionierung der Gewölbe wider. So werden z.B. im 1. östlichen Langhausjoch über 100 m^2 Grundfläche überwölbt. Eindrucksvoll lässt sich dieser Sachverhalt auch an den Spannweiten der dortigen Diagonalrippen nachvollziehen, wo bis zu 13,33 m Spannweite erreicht werden. Damit fügt sich Otterberg in die Reihe der deutschen Sakralbauten mit den größten Gewölbespannweiten. Angeführt seien zum Vergleich der Dom zu Trier mit max. 16,40 m, der Dom zu Speyer mit ca. 13,80 m und die Dome von Mainz und Regensburg mit ca. 13,60 m. Auch der Kölner Dom liegt mit 13,50 m Spannweite im Chor nur unwesentlich über den Otterberger Spannweiten.

Dass diese Dimensionen noch ganz dem romanischen Bauschaffen verpflichtet sind, konnte auch an den gewählten Profilstärken der Gewölbebauteile festgemacht werden. In der Gotik wurden sowohl solche Spannweiten als auch solch mächtige Profilbildungen nicht mehr erreicht, waren im Grunde aber auch nicht mehr erwünscht. Im Zusammenhang mit

Die Gewölbe im Mittelschiff (Blickrichtung nach Osten).

dem Aspekt der Dimensionierung sei das zum Großteil noch erhaltene Kappenmauerwerk angeführt, welches aus plattenartig gebildeten Bruchsteinen hergestellt wurde. Die Dicke der in der Regel wohl auf vollen Schalungen aufgemauerten Kappen liegt in jener Zeit um ca. 50 cm. Die Auswertung des Befundes ergab, dass auch in Otterberg eine solch mächtige Querschnittsbildung erreicht wurde. Leider ließ sich nicht in allen Jochen die exakte Kappenstärke ermitteln, weil radiale Durchbrüche fehlen. Deshalb ist man in Otterberg v.a. auf die Schlusssteinöffnungen angewiesen, mit Hilfe derer sich dann allerdings Kappenstärken zwischen 0,60 m bis 1,00 m nachweisen lassen. Natürlich beziffert dies nicht allein die Gewölbeschale, sondern es sind des weiteren Verputz, eventuelle Ausgleichsmauerungen und ein dicker Mörtelüberzug mit in den Maßangaben enthalten. Trotzdem legt der Befund nahe, dass in Otterberg Kappenstärken vorliegen, die es mit den Kappenstärken der gewaltigen Bischofskirchen jener Zeit durchaus aufnehmen können.

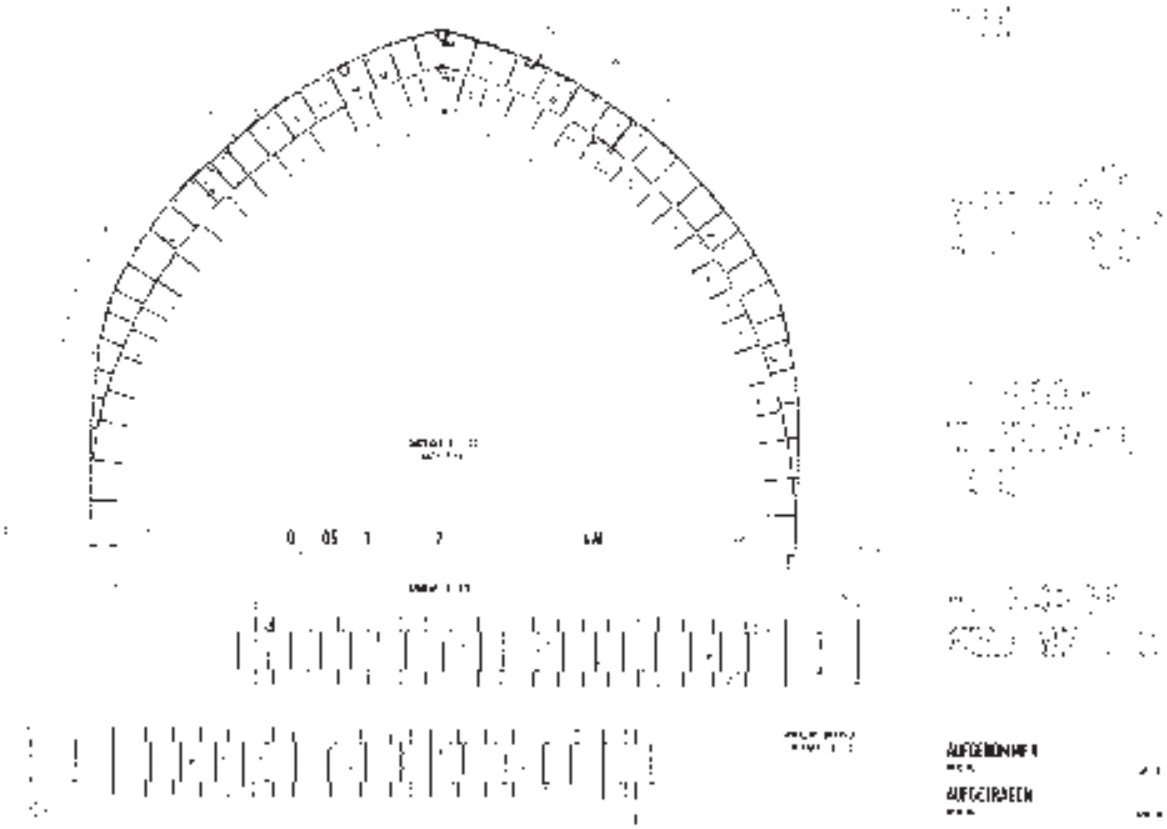
Bei der Erörterung des Entwurfssystems bzw. der Bemessungsregeln für die Errichtung dieser monumentalen Gewölbe ergab sich eine geradezu verwirrende Fülle von Verhältniswerten, welche den Aufbau der Gewölbe bestimmt haben sollen. Auch wenn diese Vielfalt zunächst nicht glaubhaft erscheint, so lässt sich trotzdem der Wille erkennen, mit Hilfe einer harmonischen Proportionierung einen

nach Einheitlichkeit strebenden Entwurf zu fertigen und zu bauen. Dass sich ein einheitliches Konzept nicht konsequent durchhalten ließ, lag vielleicht auch an der langen Bauzeit, die sich, über mehrere Abschnitte hinweg, mindestens ein halbes Jahrhundert hinzog (ca. 1180-1242). Außerdem galt es, neben der harmonischen Gliederung, weitere formale Bedingungen, wie z.B. die Einbindung der Fenster bzw. Fensterbögen zu berücksichtigen, was sicherlich des öfteren – der Missgeschicke wegen – die souveräne Hand des Architekten strapazierte.

Bei der Beleuchtung der ästhetischen Aspekte wurde deutlich, dass die Gewölbebauteile im wesentlichen den klaren und schlichten Linienbildungen, sowohl der spezifisch zisterziensischen Architektur als auch den traditionellen oberrheinischen Baugewohnheiten jener Zeit folgen. Schlicht sind die Profilbildungen der Gurt- und Diagonalrippen und nur der bau- und kunstgeschichtlich interessierte Betrachter wird vor Ort die nur im Detail zu lokalisierenden Unterschiede bemerken. Die Form der Rippenkonstruktion entspricht noch ganz dem Zeitgeist, ist unkompliziert und auch die Wahl des plastischen Schmucks, der sich an den wenigen Schlusssteinen offenbart, lässt den nach Bescheidenheit und Einfachheit strebenden Ordensgeist spürbar werden.

Sowohl die bei der Auswertung der entsprechenden steingerechten Bauaufnahme festgestellten Planungsfehler als auch die bei den vielfachen Begehungen festgestellten konstruktiven Mängel bzw. Unstimmigkeiten zeigen, dass man in jener Zeit offensichtlich nicht immer in der Lage oder auch Willens war, die gestellten Bauaufgaben auf das Sorgfältigste zu lösen. Das relativiert meines Erachtens das damalige Baugeschehen auf eine angenehme Art und Weise, weil es den handwerkenden Menschen sichtbar werden lässt. Außerdem wird dadurch die immer wieder unterstellte besondere technische Perfektion des zisterziensischen Bauens in seiner Gültigkeit etwas eingeschränkt.

Sowohl mittels der unternommenen Vergleiche mit Kirchenbauten des pfälzischen Raumes als auch durch die eingehende Betrachtung des entsprechenden Baubefundes darf man abschließend feststellen, dass allein die zwischen 1180 bis 1242 errichtete Einwölbung der ehemaligen Otterberger Abteikirche schon in der Zeit ihrer Entstehung wohl zu den großartigsten Leistungen in der oberrheinischen Region zählte.



Bauaufnahme eines Gurtbogens im Mittelschiff (B/C2)

Verfahrensentwicklung zur biologischen Entfärbung von Reaktivfarbstoffen in Restflotten und Konzentraten

Prof. Dr.-Ing. Gerd Braun
e-mail: gerd.braun@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 22 35

Prof. Dr. rer.nat. Astrid Rehorek
e-mail: astrid.rehorek@fh-koeln.de
Tel.: + 49 221 / 82 75 - 22 34

Einleitung

Zur biologischen Entfärbung von Abwässern aus der Reaktivfärbung gibt es viele Arbeiten, die sich auf die Wechselwirkung einzelner bekannter Mikroorganismen mit einzelnen reinen Farbstoffen beziehen. Diese Arbeiten sind wichtig, um ein Grundverständnis des Abbaumechanismusses der Farbstoffe zu erreichen. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden jedoch reale Abwässer verwendet und als Biozönose wurde eine Mischkultur aus einer kommunalen Kläranlage eingesetzt.

Biologische Entfärbung von Reaktivfarbstoffen

Um die Versuche zur Verfahrensentwicklung unter praxisnahen Bedingungen durchführen zu können, ist es wichtig die Randbedingungen, unter denen die biologischen Stufen arbeiten sollen, zu definieren und in den Versuchen entsprechend einzustellen.
Als wesentlicher Punkt ist hervorzuheben, dass es sich bei den zu entfärbenden Abwässern nicht um gelöste Einzelfarbstoffe handelt, sondern um reale Mischabwässer handelt, die sich aus vielen Einzelfärbungen zusammensetzen. Darüber hinaus ist zu beachten, dass diese Restflotten mittels Nanofiltration mindestens um einen Faktor 10 aufkonzentriert sind. Dadurch liegen in dem zu behandelnden Abwasser nicht nur die Farbstoffe vor, sondern auch die eingesetzten Hilfschemikalien, Rückstände aus dem gefärbten Material und nicht zuletzt die eingesetzten Salze.

Analyse eines untersuchten Abwassers

Es wurden mehrere Versuchsreihen mit unterschiedlichen Konzentraten durchgeführt. Tabelle 1 zeigt beispielhaft die Analyse eines durch Aufkonzentrierung durch Nanofiltration gewonnenen Mischkonzentrates aus 40 Restflotten mit 8 verschiedenen Farbstoffen. Auffallend ist neben der hohen organischen Belastung das sehr schlechte BSB_5/CSB-Verhältnis, was den biologischen Abbau erschwert. Dazu kommen noch die sehr hohen Gehalte an Kochsalz und an Natriumsulfat. Beide Sachverhalte kennzeichnen die komplexen Randbedingungen, unter denen die biologischen Stufen arbeiten müssen.

Parameter	Wert	Einheit
TOC	4.950	mg/l
CSB	12.800	mg/l
BSB_5	700	mg/l
Chlorid	47.000	mg/l
Sulfat	14.900	mg/l
DFZ 436 nm	5.084	1/m
DFZ 525 nm	4.779	1/m
DFZ 620 nm	2.800	1/m

Analyse des untersuchten Mischkonzentrates

Durchgeführte Messungen der biologischen Entfärbung

Die erwartete biologische Entfärbung, d.h. die reduktive Spaltung der Azoverbindungen anaeroben Milieu, wurde mittels UV/VIS-Spektren analysiert. Bei der Spaltung der Azobrücke (-N=N-) verschiebt sich der Bereich der Absorption aus dem sichtbaren Wellenlängenbereich (VIS) in das Ultraviolette (UV). Die messbare Wellenlängenverschiebung der Absorptionsmaxima A_{max} stellt ein Indiz für die Entfärbung dar, die tatsächliche Entfärbung wurde über die Auswertung der Peakflächen in den entsprechenden Intervallen im VIS-Bereich gemessen.

Versuchsergebnisse zur biologischen Entfärbung

In den folgenden zwei Abbildungen sind die wesentlichen Ergebnisse der Versuche zusammengestellt. Diagramm 1 zeigt für zwei Versuchsperioden den zeitlichen Verlauf von Leitfähigkeit und Redoxpotential in der anaeroben Stufe. Deutlich ist der Anstieg der Leitfähigkeit zu sehen, der durch Zugabe des hoch salzhaltigen Konzentrates bis auf ca. 90 mS/cm gesteigert wurde. Trotz der sehr hohen Leitfähigkeit konnte dauerhaft eine Entfärbung erreicht werden und ein Redoxpotential von unter -250 mV erzielt werden. Der Anstieg des Redoxpotentials in der zweiten Versuchsperiode rührt daher, dass zu diesem Zeitpunkt begonnen wurde, Permeat aus der Anlage zu entnehmen. Dadurch verringerte sich der Sulfatgehalt und das Redoxpotential stieg an.

Vielleicht sind Reisen zum Mond schon morgen Wirklichkeit. Ein Zimmer mit Erdblick wäre doch klasse. Vielleicht ist es aber spannender, hier unten Neuland zu betreten. Die Verbindung zurück muss jedenfalls bleiben, egal, wohin die Reise auch geht.

Unsere **online-Geschäftsstelle** erreichen Sie überall unter **www.tk-online.de**, oder Sie rufen einfach an **01802 - 85 85 85** (Mo-Fr 7-22 Uhr, 6 Cent/Gespräch).
50679 Köln, Deutz-Kalker-Straße 68

Techniker Krankenkasse
Gesund in die Zukunft.

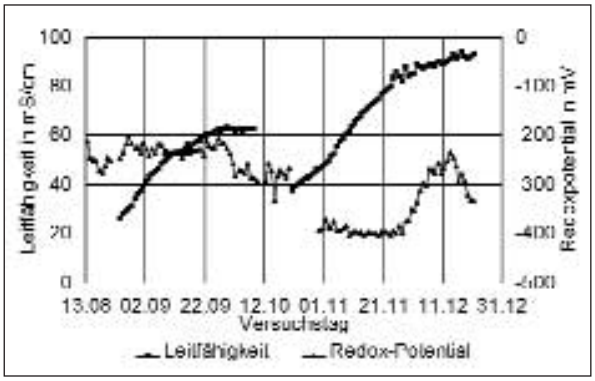


Diagramm 1: Leitfähigkeit und Redox-Potential für die Versuchsperiode mit der Originalrestflotte und dem Mischkonzentrat

Diagramm 2 zeigt die Farbigkeit (DFZ-Werte) einer Originalrestflotte vor und nach anaerober Entfärbung. Deutlich wird die Abnahme der Absorption im sichtbaren Bereich (d.h. zwischen ca. 450 und 650 nm) und die Zunahme der Absorption im Bereich um ca. 260 nm. Dieser Peak stammt von den Reaktionsprodukten des anaeroben Prozesses. Das bedeutet, dass die Farbigkeit tatsächlich durch eine biochemisch induzierte Reaktion reduziert wurde und nicht durch einfache Adsorption an der Biomasse.

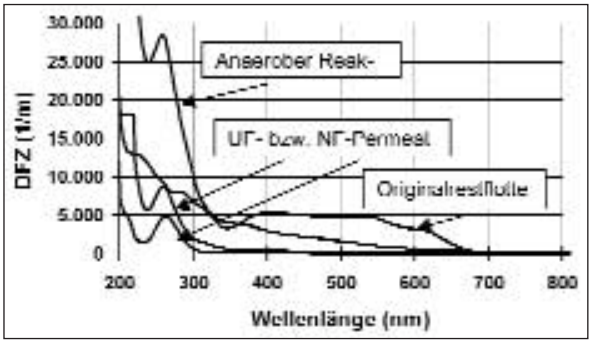


Diagramm 2: DFZ Werte vor und nach anaerober Entfärbung

Versuche zur Trenncharakteristik der Membranen

Als Vorbereitung auf weitere Abbauversuche wurden verschiedene Ultra- und Nanofiltrationsmembranen am Beispiel einer Textilfärbeflotte, deren Ausgangsstoffe bekannt waren, näher untersucht.

Das Trennverhalten von Membranen wird üblicherweise mit dem Poren- oder dem Lösungs-Diffusions-Modell beschrieben. Das Porenmodell geht von einer konvektiven Durchströmung der Membranschicht aus und wird üblicherweise für Ultra- und Mikrofiltrationsmembranen angewendet. Das Lösungs-Diffusions-Modell geht von einem diffusiven Transport aus, und gilt als Basis-Modell für den Transport in Umkehrosmose- und Nanofiltrationsmembranen.

Die Charakterisierung der Trenneigenschaften einer Membran erfolgt über die Rückhalterate R, die in Bezug auf verschiedene Komponenten definiert ist als:

$$R = 1 - \frac{c_P}{c_F}$$

Gleichung 1

Hierbei bedeutet c_P Konzentration der betreffenden Komponente im Permeat und c_F die Konzentration der betreffenden Komponente im Feedstrom.

Zur Charakterisierung der Trenneigenschaften von Nanofiltrations- (NF) und Ultrafiltrationsmembranen (UF) ist die häufig verwendete Angabe der Molekulargewichtstrenngrenze (MWCO) nicht ausreichend spezifisch für das tatsächlich vorliegende Trennproblem. Zur Dimensionierung einer Membrananlage, mit der bestimmte Substanzen mit einer definierten Rückhalterate abgetrennt werden sollen, sind genauere Kenntnisse über den Stofftransport und eine praktikable Modellvorstellung erforderlich.

Bei der Modellierung des Stofftransportes durch UF-Membranen muss zunächst differenziert werden zwischen sehr engen UF-Membranen (MWCO < 10 kDa) und solchen mit Trenngrenzen weit darüber. Bei Membranen mit hohen Trenngrenzen scheitern die Modelle häufig, da der Stofftransport nicht membran- sondern deckschichtkontrolliert ist.

Bei niedrigen Trenngrenzen kann das Constant-Ratio-Model (CRM) mit Erfolg angewandt werden. In diesem Modell wird der Stofftransport der gelösten Substanz in der Membran aufgeteilt in einen diffusiven und einen konvektiven Anteil.

$$m_S = V_W \bullet c_P = B \bullet \Delta c + x \bullet V_W \bullet c_F$$

Gleichung 2

Mit diesem Ansatz kann das Rückhaltevermögen wie folgt dargestellt werden:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{(1-x)} + \frac{B}{(1-x)} \frac{1}{V_W}$$

Gleichung 3

Trägt man den reziproken Wert der Rückhaltung über dem reziproken Permeatfluss auf, so kann man die Konstanten x und B ermitteln.

Das Diagramm 3 zeigt für die untersuchten Membranen die Gültigkeit des gewählten Modells, da sich die Messwerte gut durch Geraden anpassen lassen. Die Streuung der Daten ist für die offenste Membran (GK) am größten, da hier der Anteil der Porendiffusion bereits sehr stark ist.

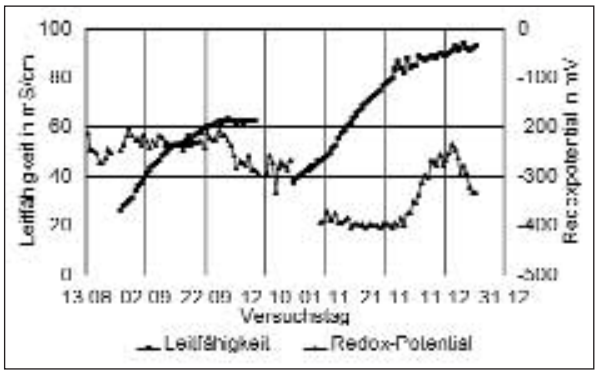


Diagramm 1: Leitfähigkeit und Redox-Potential für die Versuchsperiode mit der Originalrestflotte und dem Mischkonzentrat

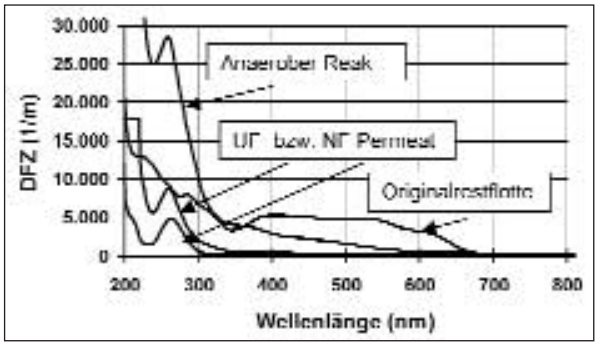


Diagramm 2: DFZ-Werte vor und nach anaerober Entfärbung

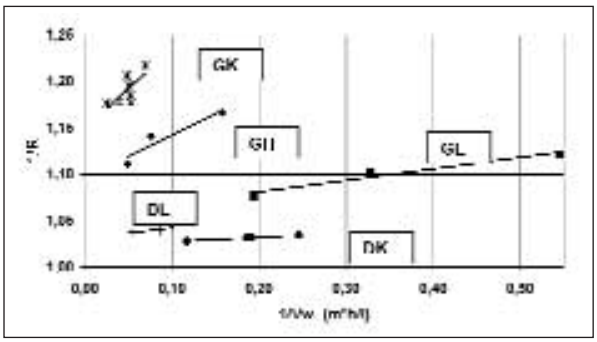


Diagramm 3: Darstellung der Messwerte in CRM-Koordinaten

Molekulare Simulation von Fluiden mit „Core Softened" Potenzialen

Prof. Dr. Peter Mausbach
e-mail: ma@fh-av.av.fh-koeln.de
Tel.: +49 22 1 / 82 75-22 10

Die molekulare Wechselwirkung zwischen Teilchen einer gewöhnlichen Flüssigkeit wird durch eine Überlagerung von einem repulsiven Anteil mit einem attraktiven Anteil im Paarpotenzial beschrieben. Die Wechselbeziehung dieser Terme steuert den Gas-Flüssig- und den Flüssig-Fest-Phasenübergang. Wird der sehr harte, repulsive Anteil („hard core") durch Überlagerung einer Schulter „aufgeweicht", so kann sich das Phasenverhalten einer Flüssigkeit, deren Wechselwirkung einem solchen „Core Softened (CS)"-Potenzial folgt, gegenüber einer gewöhnlichen Flüssigkeit dramatisch verändern. Systeme mit CS-Potenzialen dienen als Modellflüssigkeiten für Wasser, Zäsium, usw., effektive CS-Potenziale werden auch bei einigen Flüssigmetallen verwendet. Für den Berichtszeitraum wurden von uns zwei CS-Systeme untersucht,- das „Gaussian Core Model (GCM)" und das „Stell-Hemmer"- Potenzial.

Kyll
Wasseraufbereitung
51436 Bergisch Gladbach
Postfach 20 06 28
Tel.: 0 22 02/29 28-0
Fax: 0 22 02/29 28-27
http://www.kyll.de
info@kyll.de

Kyll, die Spezialisten mit mehr als 125 Jahren Erfahrung, bieten neueste Technik und optimalen Service für alle Bereiche der Wassernutzung in Versorgungswirtschaft, Produktion und Energietechnik.

- Einsparung von Betriebskosten durch Wasserrecycling
- Optimale Hygiene bei Einsatz von Membranverfahren
- Wasserentsalzung ohne Chemikalieneinsatz durch Elektrodeionisation

Das „Gaussian Core Model"-Fluid

Das GCM-Potenzial stellt einen Spezialfall des CS-Potenzials dar. Das Potenzial besitzt keinen attraktiven Anteil, ein Gas-Flüssig-Übergang ist somit nicht möglich. Zusätzlich besitzt das GCM eine unphysikalische Eigenart. Da der Potenzialverlauf auch für verschwindende Teilchenabstände endlich bleibt, können verschiedene Teilchen gleiche Ortskoordinaten besitzen. Mit diesem Potenzial führten wir sehr aufwendige molekulardynamische Simulationen durch und konnten somit das Phasenverhalten im flüssigen Zustand klären. Wir konnten zeigen, dass nahezu alle Flüssigkeitsanomalien, die für Wasser bekannt sind, auch im GCM auftreten [1], [2]. Darüber hinaus wird in jüngster Zeit eine Anwendung des GCM in der Theorie der „weichen" kondensierten Materie [4] diskutiert. Die Möglichkeit einer Überlagerung von Teilchen im GCM ist im Kontext einer effektiven Wechselwirkung zwischen fraktalen Objekten, wie z.B. bei Polymerketten, vollkommen realistisch! In diesem Zusammenhang konnte das GCM erfolgreich für die Strukturberechnung von Kolloid-Polymer-Gemischen angewandt werden.

Das „Stell-Hemmer"-Fluid

Analytische Untersuchungen für eindimensionale Systeme und molekulardynamische Simulationen für zweidimensionale Systeme zeigen, dass hierbei Flüssigkeitsanomalien bei den Verläufen für die Dichte, die isotherme Kompressibilität, die isobare spezifische Wärme, den isobaren thermischen Expansionskoeffizienten und außerdem ein neuer zweiter kritischer Punkt auftreten, wenn die Wechselwirkung zwischen den Teilchen durch ein CS Stell-Hemmer-Potenzial beschrieben wird [5]. Für diese Flüssigkeit führten wir zum ersten Mal dreidimensionale Simulationen durch. Mit einer Monte-Carlo-Simulation für ein N, V, T-Ensemble wurde das Phasenverhalten für einen extrem großen Zustandsbereich berechnet. Hierbei zeigte sich ein überraschendes Ergebnis: Die Flüssigkeitsanomalien aus den ein- und zweidimensionalen Berechnungen verschwinden bei dreidimensionalen Simulationen vollständig, das System verhält sich dreidimensional wie eine gewöhnliche Flüssigkeit [3].

[1] Mausbach, P., Weilberg, Chr., Geiger, A.
Temperature of Maximum Density Line in the Gaussian Core Model Liquid.
ZAMM, Z. Angew. Math. Mech., 80 (2000) S3, 777.

[2] Mausbach, P., Weilberg, Chr., Geiger, A.
Liquid State Anomalies in the Gaussian Core Model Liquid.
ZAMM, Z. Angew. Math. Mech., 81 (2001) S4, 993.

[3] Mausbach, P., May, H.O.
Phasebehaviour of a 3D-Stell-Hemmer Liquid.
ZAMM, Z. Angew. Math. Mech., eingereicht.

[4] Likos, C.N.
Effective Interactions in Soft Condensed Matter Physics.
Physics Reports, 348 (4-5) (2001) 267-439.

[5] Scala, A., Sadr-Lahijany, M.R., Giovambattista, N., Buldyrev, S.V., Stanley, H.E.
Applications of the Stell-Hemmer Potential to Understanding Second Critical Points in Real Systems
J. Statistical Physics, 100, Nos. 1-2 (2000) 97-106.

Kooperationspartner:

Prof. Dr. A. Geiger, Physikalische Chemie, Universität Dortmund
Prof. Dr. H. O. May, Fachhochschule Darmstadt
Prof. Dr. R. Speedy, Chemistry Dept., Victoria University, Wellington, New Zealand

Entwicklungsprojekte zur Chemischen Verfahrenstechnik und Prozessanalytik

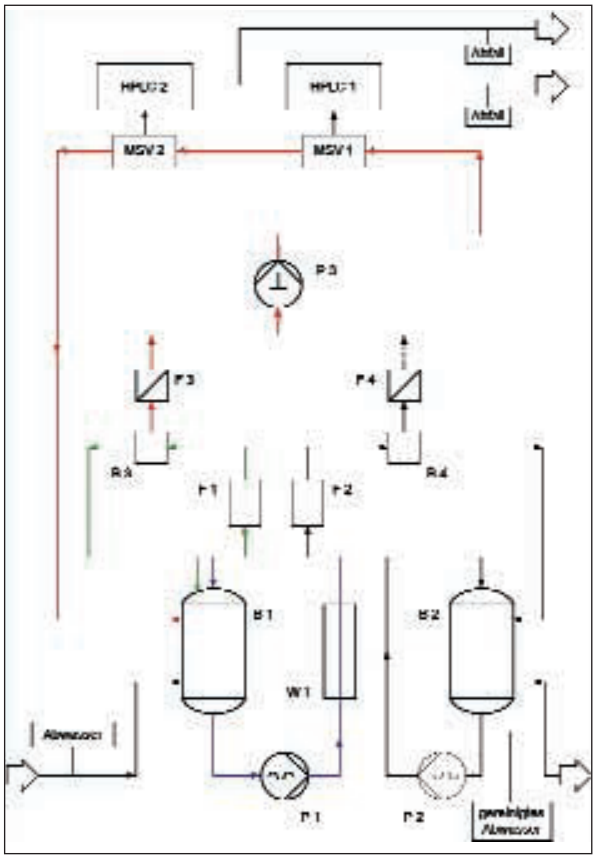
Prof. Dr. Astrid Rehorek
e-mail: astrid.rehorek@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 22 34 und -22 35

Online HPLC-Bioreaktorkontrolle zum Abbau von Azofarbstoffen und H-Säure aus Textilfärbeabwässern

Prof. Dr. Astrid Rehorek
Prof. Dr. G. Braun

HPLC-Methoden sind gut etablierte Labormethoden. Für die Prozesskontrolle in biotechnologischen Verfahren sind meist nur indirekte, integrale Parameter zugänglich, wie pH-Wert, Redoxpotential, DFZ-Zahlen oder TOC- und AOX-Werte. Sie können nicht die komplexe Natur von Prozess- und Abwässern wiedergeben, wie sie bei der Farbstoffproduktion und den Färbeprozeduren auftreten. Diese sind in der Regel salzreich, enthalten hohe Konzentrationen an Nebenprodukten und noch bis zu 45% Farbstoffe sowie deren Vorprodukte, wie H-Säure. Die sogenannte H-Säure, 1-Amino-8-hydroxynaphthalen-3,6-disulfonsäure, ist eine der wichtigsten Kupplungskomponenten für eine Reihe von Direkt-, Reaktiv- und Azofarbstoffen, weil sie sowohl im sauren als auch im basischen Milleu kuppeln kann. Die Einführung selektiver online chromatographischer Trennmethoden ist notwendig, um Einzelsubstanzen identifizieren und quantifizieren zu können, besonders toxische oder kanzerogene anaerobe Abbauprodukte, wie **aromatische Amine**. Nur so können laboranalytische offline Verfälschungen der Wiedergabe der Bioreaktorprozesse durch thermische Folge- oder Umkehrreaktionen sowie durch nachgelagerte Reaktionen mit Sauerstoff vermieden werden.

Ein anaerob/aerober Bioreaktor wurde mit einem dualen HPLC-System über Bypässe mit Membranfiltrationszellen oder „inline“ Filtersonden verbunden. Mit diesen Kopplungen wurde ein integrierter Probenreinigungsschritt durch Mikro- oder Ultrafiltration realisiert.
Die Bypasskapillaren aus dem Reaktorsystem wurden unter Einsatz elektrischer Schaltventile und getrennter Pumpen-bzw. Eluentensysteme mit einem Diodenarray-System und einem Brechungsindex-System verbunden. Das RI-Detektorsystem erlaubt die Kontrolle von Substratkonzentrationen, z.B. von Glukose. Beide Systeme waren in Reihe geschaltet und beeinflussten sich nicht. Das Brechungsindexsystem und die Bioreaktormasse wurden nicht durch Spuren an Ionenpaarreagenz des DAD-Systems kontaminiert. Für einen Bioreaktorzyclus arbeitete das komplexe analytische System für mehr als 100 Stunden ohne Störungen, wie Geisterpeaks, Druckanstiege oder Kapillarverschlüsse.



Fließbild zur kontinuierlichen online Kopplung von anaerob/aerobem Bioreaktor und dualem DAD/RI-HPLC-System

Im Ultrafiltrationspermeat der Stickstoff gespülten Faulschlamm-Reaktormasse wurde nach 10-20 Stunden eine gegenüber der Einsatzkonzentration um 95% geringere H-Säurekonzentration gemessen, die jedoch nicht allein durch den anaeroben Abbau verursacht wird. Messungen mit Kopplung über eine „inline“ Filtersonde im Bioreaktor zeigten, dass nur etwa 10% der Reaktor-H-Säure-Konzentration die Ultrafiltrationsmembranzelle passieren, obwohl die Ausschlussgrenze der Membran deutlich über dem Molekulargewicht der H-Säure lag. 50% dieser Menge wurde anaerob abgebaut.
Aerobe Abbauprozesse unter Einblasen von Luft führten mit einer Bioreaktorverweilzeit von 80 Stunden zu 56%igem Abbau von 0.25 g/L H-Säure.

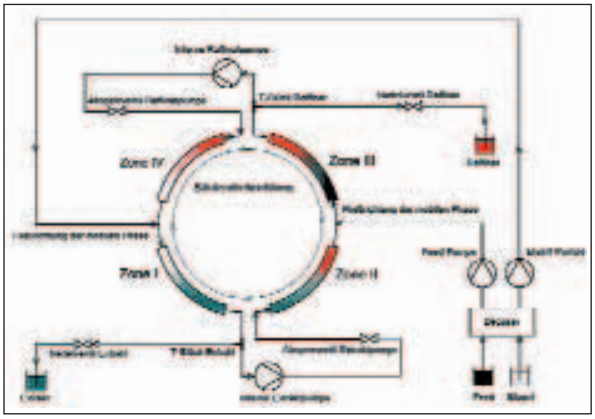
SMB-Produktionschromatographie zur Gewinnung von Weihrauchpräparaten

Prof. Dr. Astrid Rehorek
Dipl.-Ing. J. Jaworski

Im Rahmen klinischer Studien wurde nachgewiesen, dass der Feststoff „Indischer Weihrauch" in hohen Dosen die Rückbildung bestimmter Hirntumore und der sie umgebenden peritumoralen Ödeme fördern kann. Indischer Weihrauch besteht aus hunderten von Stoffen, insbesondere aus verschiedensten Boswellia Säuren (BA). Die Hauptkomponenten stellen Acetyl-keto-boswelliasäure und Acetyl-boswelliasäure dar. Für 11-keto-BA, acetyl-BA und 11-keto-acetyl-BA wurde eine Hemmung von Zellproliferationsprozessen nachgewiesen, weshalb ein starkes Interesse an größeren Mengen Reinststoff dieser Substanzen besteht.

SMB Verfahren

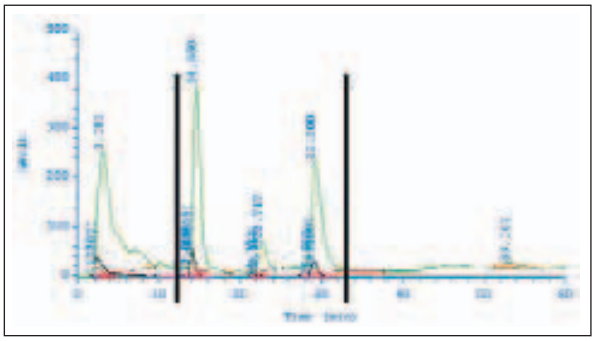
Das Simulated Moving Bed Verfahren (SMB) ist ein kontinuierliches Chromatographieverfahren zur Reinigung und Gewinnung teurer Substanzen.
Die Trennung der Substanzen findet aufgrund unterschiedlicher Verteilungsgleichgewichte zwischen der stationären, festen Phase und der mobilen, flüssigen Phase statt. Die stationäre Phase und die mobile Phase bewegen sich relativ zueinander in entgegengesetzter Richtung, wobei die Bewegung der stationären Phase mit Hilfe eines elektrischen 16-Wege-Schaltventils simuliert wird. Die verschiedenen Probenbestandteile adsorbieren je nach chemisch-physikalischen Eigenschaften unterschiedlich stark und werden somit zeitlich versetzt von der stationären Phase eluiert.



Die verwendete SMB Anlage wurde von der Firma KNAUER aus Berlin entwickelt und für die Zwei-Fraktionen-Gewinnung optisch aktiver Substanzen (Enantiomerentrennung) konzipiert. Sie stellte uns die Anlage im Rahmen des Weihrauch-Forschungs-Projektes leihweise zur Verfügung.

Aufgabenstellung

Aus einer analytischen, diskontinuierlichen Trennung sollte ein kontinuierliches SMB-Verfahren mit Drei-Fraktionen-Gewinnung entwickelt werden. Dabei sollten Methodenparameter gefunden werden, die den Einsatz eines billigen und ungiftigen Chromatographiesystems (Trennsäule / Elutionsmittel) mit ausreichender Löslichkeit und Trennkraft für Weihrauchbestandteile ermöglichen.



Ergebnisse

1. Es wurden 7 herkömmliche HPLC-Eluenten und ihre Gemische, auf die Löslichkeit der Rohprodukte des Indischen Weihrauchs untersucht. Der beste Kompromiss bezüglich Löslichkeit, Trennkraft, Toxizität und Wirtschaftlichkeit wurde mit Methanol-Wasser- Gemischen erzielt.
2. Die beste Trennstufenzahl bei anlagenverträglichen Gegendrücken wurde mit der Merck-Säule Chromolith Performace®, RP18, 100 x 4,6 mm, erreicht.
3. Da die genannte Chromolith Performace® Säule nur ein Drittel des Gegendruckes anderer Säulen mit vergleichbarer Trennleistung hervorruft, ließ sich der Volumenstrom und somit auch die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens positiv beeinflussen.
4. Die für Zweistofftrennungen (Ein-Schnitt-Technik) konzipierte SMB-Anlage konnte so umgebaut werden, und die Fluss- und Schaltparameter konnten so optimiert werden, dass eine kontinuierliche Gewinnung von drei Fraktionen (Zwei-Schnitt-Technik) möglich wurde.

Kontrolle und Beeinflussung von PCB-Immissionen

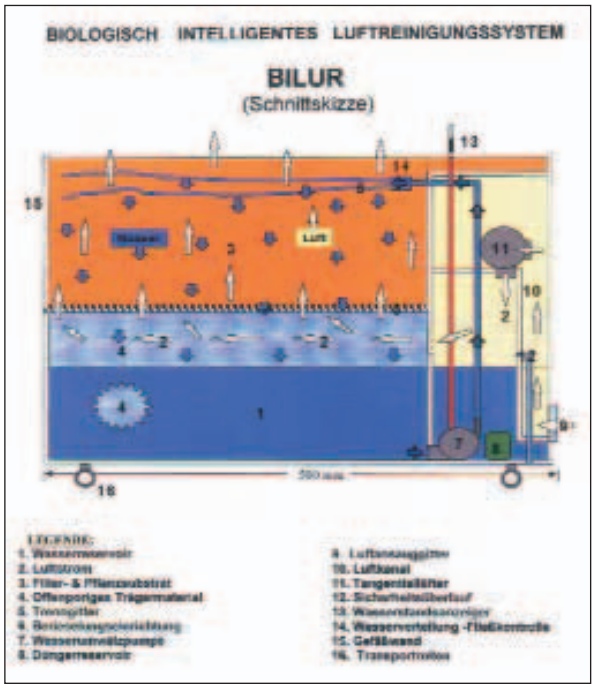
Prof. Dr. Astrid Rehorek
Dipl.-Ing. R. Meurer

Polychlorierte Biphenyle (PCB's) gehören chemisch gesehen zur Gruppe der chlorierten, aromatischen Kohlenwasserstoffe. Je nach Anzahl und Stellung der Chloratome am Grundgerüst des Biphenyls lassen sich 209 verschiedene Verbindungen, sogenannte Kongenere, unterscheiden. PCB's besitzen günstige chemische und physikalische Eigenschaften, wie geringe Brennbarkeit und Flüchtigkeit, so dass sie ab Mitte der fünfziger Jahre in einer Vielzahl von Produkten Anwendung fanden, so z.B. in Kondensatoren von Leuchtstoffleuchten, in dauerelastischen Fugendichtungsmassen und in Anstrichstoffen.
PCB's in Raumluft gelten als gesundheitsschädlich, da sie toxisch sind. Vor allem die hochchlorierten Verbindungen werden im Fett gespeichert. Die Folgen können bei langanhaltender Exposition akneförmige Pusteln, Schäden an der Leber und dem Nervensystem sowie Veränderungen im Blutbild sein.
Die Bundesländer Deutschlands tragen hohe Kosten für die Sanierung von Gebäuden, deren Innenraumluft durch Schadstoffe wie PCB's belastet ist. Dabei ist die analytische Kontrolle der Innenraumluft aus methodischer Hinsicht unsicher. Überdies ist der Erfolg der Sanierungen wegen auftretender Sekundäremmissionen zweifelhaft. Gesucht werden zuverlässige, validierte analytische Innenraumluft-Sammeltechniken und PCB-Messmethoden sowie mögliche PCB-Raumluft-Filtersysteme zur dauerhaften Senkung von PCB-Immissionen.

Bilur-System

Das BILUR-System („Biologisch-Intelligentes-Luft-Reinigungs-System") der Firma Botanis besteht aus einem Gemisch aus Hydrokultur-Granulat und Aktivkohle. Es wird mit speziellen Bakterienstämmen geimpft und dient als Pflanzsubstrat für beliebige hydrokulturfähige Pflanzen. Die Bakterien gehen mit der Pflanze innerhalb des Wurzelwerkes eine symbiotische Beziehung ein. Sind Luftschadstoffe vorhanden, dienen diese den Bakterien als Nährstoffe. Die Schadstoffe werden von den Mikroorganismen abgebaut, ihre Stoffwechselprodukte dienen den Pflanzen dann als Nährstoffe. Anders als beim Einsatz von Pflanzen z.B. bei der Sanierung durch Benzol belasteter Böden dienen hier nicht die Pflanzen als Entsorger, sondern die Bakterien. Das Luftfiltersystem BILUR hat sich in der Vergangenheit als Staub-, Nicotin- und Formaldehydfiltersystem gut bewährt.

Die Frage ist, ob es sich auch zur Filterung und zum Abbau wasserunlöslicher PCB's eignet.



Aufgabenstellung

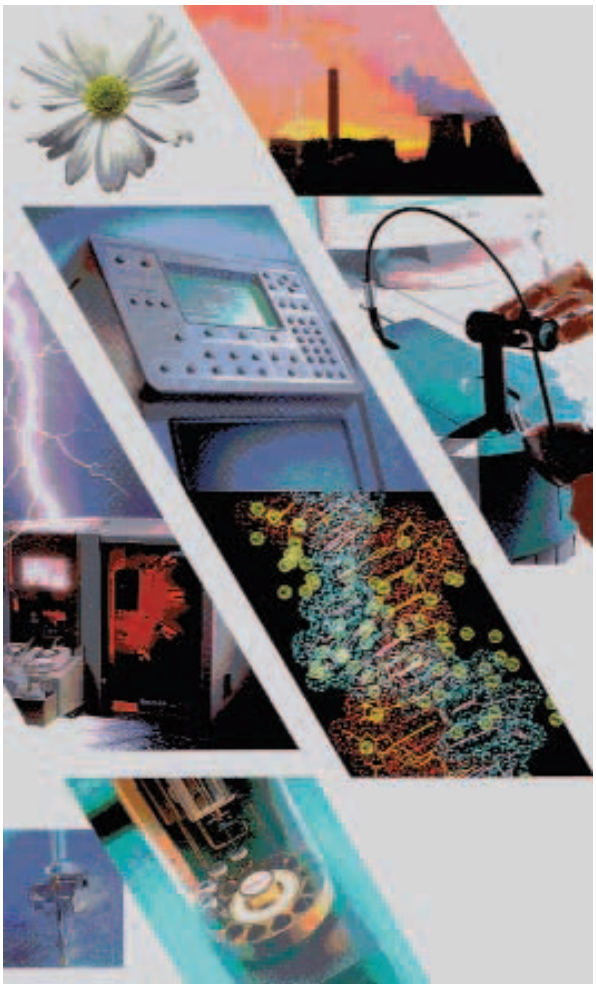
1. Etablierung einer geeigneten standardisierten **Luftprobensammeltechnik.**
2. Etablierung einer **GC-MS-Analytik** zur exakten quantitativen Erfassung von PCB-Werten im unteren Nachweisbereich.
3. Testung der PCB-Beladbarkeit nasser Adsorber für biologische Abbauzwecke.
4. Testung der **PCB-Aufnahmefähigkeit** verschiedener trockener Adsorbentien.
5. Ermittlung der Sättigungskapazität trockener Adsorbermaterialien, wie sie im BILUR-System eingesetzt werden.

Ergebnisse

1. Die Luftprobensammeltechnik erfolgt über Glasfaserfilter und hintereinandergeschaltete Polyurethanschäume. Bei einer Sammlung von 4 Nm^3/h über 4 Stunden lassen sich reproduzierbare Ergebnisse unter definierten „worse case"-Bedingungen erzielen.
2. Probenaufarbeitung und GC-MS-Analytik wurden nach gängigen Validierungsparametern überprüft und mit der Gesellschaft für Arbeitsplatz- und Umweltanalytik mbH kontrolliert.
3. Das BILUR-System in seiner jetzigen Form ist wegen der Wasserunlöslichkeit der PCB's und des Fehlens robuster PCB-abbauender Bakterien zur nachhaltigen biologischen Reinigung PCB-konta-

minierter Innenraumluft wenig geeignet.

4. Trockene Luftfiltersysteme auf der Basis PCB-adsorbierender Kunststoffe sollten bei geeigneter Kapazität PCB-Innenraumluftkonzentrationen senken können.
5. Es wurden verschiedene Polyester und Polyether getestet, die sich als trockene Luftfilter von der Luftdurchlässigkeit her für das BILUR-System als geeignet erwiesen hatten. Dabei konnte bei den Estern ein wesentlich besseres Adsorptionsvermögen festgestellt werden als bei den Ethern.
6. Der bei den analytischen Luftmessungen verwendete Polyurethanschaum zeigt die bestenAdsorptionseigenschaften (5,43 mg/kgxh). Er kann im BILUR-System aufgrund der relativ geringen Luftdurchsatzmengen nur in poröserer Form verwendet werden. Die Testung von trockener Aktivkohle ergab eine PCB-Konzentration von 0.389 µg/kgxh, trockener Blähton band 1.24 µg/kgxh.
7. Die Ermittlung der Sättigungskapazitäten der Adsorber ist noch nicht abgeschlossen. Es konnte nachgewiesen werden, dass bei Volumenströmen von 4 Nm3/h eine Sättigung in einem Zeitraum von 48 Stunden nicht erfolgt. Es finden weitere Messungen mit größeren Volumenströmen und über größere Zeiträume statt. Erst dann kann beurteilt werden, ob bei bestimmten Adsorbermengen und Volumenströmen eine nachhaltige Senkung von PCB-Innenraumluftwerten je nach Raumgröße und Temperaturbedingungen möglich ist.



voith&partner bkk

Neuer Online-Service

Schnell und unkompliziert mit der Voith & Partner BKK kommunizieren - die neue Internet-Filiale macht's möglich!

Nutzen Sie das exklusive Serviceangebot für Kunden und klicken Sie rein:

www.Voith-Partner-BKK.de

Internet-Filiale

Voith & Partner BKK
Geschäftsstelle Düren
Veldener Straße 56
52349 Düren

Telefon 0 24 21/22 46-0
Telefax 0 24 21/22 46-10
TeamDN@Voith-Partner-BKK.de
www.Voith-Partner-BKK.de

Voith & Partner BKK
Geschäftsstelle Krefeld
Kleinewefersstraße 130
47803 Krefeld

Telefon 0 21 51/7 62 61-0
Telefax 0 21 51/7 62 61-60
TeamKR@Voith-Partner-BKK.de
www.Voith-Partner-BKK.de

BKK

Polymerreaktionstechnik:
- **Verbesserung der Produkteigenschaften in Blends von PET mit PEN**
- **Stofftransport und Reaktion bei Synthese, Weiterverarbeitung und Recycling von PET**

Prof. Dr.-Ing. Th. Rieckmann
e-mail: thomas.rieckmann@fh-koeln.de
Tel.: +49 22 1 / 82 75 - 22 12

Der Polyester Polyethylenterephthalat (PET) ist ein temperatur- und chemikalienbeständiger Kunststoff, der hauptsächlich zu Fasern und Verpackungsmaterialien wie Folien und Flaschen verarbeitet wird. Zur gezielten Beeinflussung von Produkteigenschaften können sogenannte Blends durch Beimischung anderer Kunststoffe erzeugt werden. Blends aus PET und PEN (Polyethylennaphthalat) sind vielversprechende Werkstoffe für die Herstellung von Getränkeflaschen mit verbesserter thermischer Stabilität und verminderter Gaspermeabilität.

In Kooperation mit einer Arbeitsgruppe der Monash University in Melbourne, Australien werden Eigenschaften wie das Phasenverhalten, die thermischen Übergänge, das rheologische Verhalten oder das dielektrische Relaxationsverhalten solcher PET/PEN Blends untersucht. Es zeigte sich, dass die Polymereigenschaften nicht nur vom Mischungsverhältnis der Polyester abhängen, sondern auch gravierend vom Ausmaß der chemischen Reaktion zwischen den beiden Komponenten, dem sogenannten Umesterungsgrad.

Bei Synthese, Weiterverarbeitung und Recycling von Polyestern laufen jeweils mehrere Haupt- und Nebenreaktionen ab, die Einflüssen durch die verwendeten Katalysatoren, Co-Monomere und Additive unterliegen. Kenntnisse über die Kinetik und Thermodynamik des komplexen Reaktionssystems sind unerlässlich für die Entwicklung verbesserter Produkte und für die Verfahrensoptimierung in allen Bereichen von Herstellung und Recycling. Bei der Verfahrensoptimierung ist zu beachten, dass die technischen Prozesse von Transportvorgängen dominiert werden. Hierunter fallen der Wärmetransport und der Stofftransport, der sich aus der Diffusion innerhalb der flüssigen bzw. festen amorphen Phase und aus dem Stoffübergang in die Gasphase an der entsprechenden Phasengrenze zusammensetzt.

Die von uns untersuchten Fragestellungen reichen von Experimenten zur Ermittlung des Stofftransporteinflusses auf die Gesamtreaktionsgeschwindigkeit bei der Polyestersynthese bis hin zur Modellierung des Polymerabbaus beim werkstofflichen Recycling. In Abb. 1 ist zur Illustration ein Modellierungsergebnis zur Abnahme des Molekulargewichts von PET (ausgedrückt durch die in der Praxis als Maß verwendete Lösungsviskosität IV) in Abhängigkeit vom anfänglichen Wassergehalt des Polymers als Funktion der Zeit und der Temperatur dargestellt. Den Berechnungen liegt ein Modell zu Grunde, das die Verhältnisse in einem Extruder beschreibt, wie er beim PET-Recycling zum Aufschmelzen des Polymers eingesetzt wird.

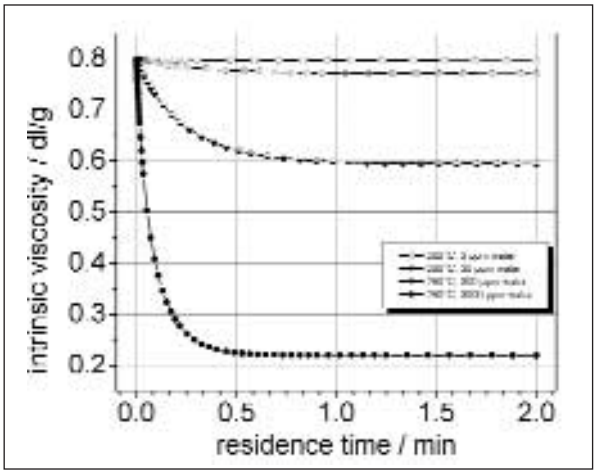


Abb. 1: Abbau von PET (Abnahme der Lösungsviskosität IV) in Abhängigkeit vom anfänglichen Wassergehalt und von der Verweilzeit in einem Extruder.

Publikationen zum Thema Polymerreaktionstechnik

Th. Rieckmann, S. Völker:
PET Polymerization – Catalysis, Reaction Mechanisms, Kinetics, Mass Transport and Reactor Design
In: J. Sheirs and T.E. Long (Eds.) Modern Polyesters, John Wiley & Sons, 2002 (im Druck)

O. Becker, G. P. Simon, Th. Rieckmann, J. Forsythe, R. Rosu, S. Völker:
Phase Separation, Physical Properties and Melt Rheology of a Range of Variously Transesterified Amorphous Poly(ethylene terephthalate)-Poly(ethylene naphthalate) Blends. J. Appl. Polymer Sci., 83(7) (2002) 1556-1567

Th. Rieckmann, S. Völker:
Product Quality of Recycled Food Grade PET from a Bottle to Bottle Recycling Process. ECCE3, Nürnberg, Germany, June 26 - 28, 2001

O. Becker, G.P. Simon, Th. Rieckman, J. Forsythe, R Rosu, S. Völker, M. O'Shea:
Dielectric Relaxation Spectroscopy of Reactively-Blended Amorphous Poly(ethylene terephthalate) -

Poly(ethylene naphthalate) Films. Polymer, 42 (2001) 1921-1929

Th. Rieckmann, S. Völker:
Micro Kinetics and Mass Transfer in Poly(Ethylene Terephthalate) Synthesis
Chem. Eng. Sci., 56 (2001) 945-953

Th. Rieckmann; F. Rösner; S. Völker:
Mass Transfer and Volatilization of Small Molecules from Molten Poly(Ethylene Terephthalate). ECCE2, Montpellier, France, October 5 - 7, 1999

Th. Rieckmann, F. Rösner, K. Sievers, S. Völker:
Untersuchung zu Stofftransport und Reaktion in Polykondensationsreaktoren bei der technischen Synthese von Polyethylenterephthalat
Dechema Jahrestagung, Wiesbaden, Germany, April 27 - 29, 1999

Nachwachsende Rohstoffe: Kopplung von Wärmetransport und Reaktion bei der Thermischen Umsetzung von Biomasse

Prof. Dr.-Ing. Th. Rieckmann
e-mail: thomas.rieckmann@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 22 12

Die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung hat zu einem verstärkten Interesse an erneuerbaren Energien und Chemierohstoffen geführt. Biomasse ist eine weltweit vorhandene Ressource, deren thermische Umsetzung zu festen, flüssigen und gasförmigen Produkten in den letzten Jahrzehnten zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen hat. Die Entwicklung, Maßstabsvergrößerung und Optimierung technischer Prozesse basiert auf experimentellen Daten aus Labor- und Technikumanlagen und wird durch die Prozesssimulation unterstützt. Für eine Erfolg versprechende Simulation werden zuverlässige Reaktionsmodelle für die gewünschten Betriebsbedingungen der Anlage benötigt. Die thermische Umsetzung von Biomasse ist durch eine Vielzahl komplexer chemischer Reaktionen gekennzeichnet, die nicht im Detail modelliert werden können. Die ingenieurstechnische Anwendung erfordert daher formalkinetische Modelle, die durch wenige Formalkomponenten und Mechanismen mit einer begrenzten Anzahl an Reaktionsschritten charakterisiert sind. Biomasse hat eine recht geringe Wärmeleitfähigkeit, so dass größere Proben beim Aufheizen keine einheitliche Temperatur besitzen. Experimente zur Bestimmung von Formalkinetiken müssen daher entweder mit sehr kleinen Probenmassen durchgeführt werden oder die Auswertung muss unter Berücksichtigung des Wärmetransports über eine komplexe Modellierung erfolgen.
Die uns interessierenden Fragestellungen reichen von thermoanalytischen Experimenten zur Ermittlung von Formalkinetiken verschiedener Biomassen bis zur Modellierung von Vorgängen, die bei der Kopplung von Wärmetransport und Reaktion in Biomassepartikeln und Schüttungen ablaufen. In Abb. 2 ist exemplarisch eine formalkinetische Analyse der thermischen Zersetzung (Pyrolyse) von Buchenholz dargestellt. Im Rahmen der thermogravimetrischen Experimente wird die Probe bei konstanten Aufheizraten in einem Inertgasstrom erhitzt, wobei kontinuierlich die Änderung der Probenmasse und die Probentemperatur aufgezeichnet werden. Die Symbole zeigen den Massenverlust der Probe in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedenen Aufheizraten. Die durchgezogenen bzw. gestrichelten Linien zeigen die Ergebnisse einer formalkinetischen Modellierung der experimentellen Befunde, wobei das Reaktionsgeschehen hier durch drei parallele Reaktionen approximiert wird.

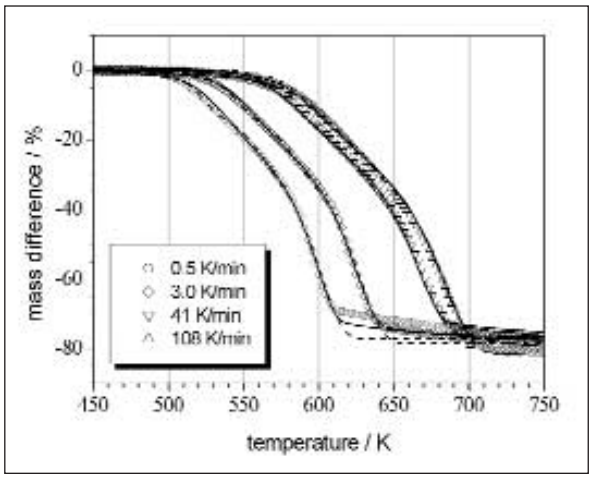


Abb. 2: Thermogravimetrische Analyse von Buchenholz und formalkinetische Modellierung. Modelle: 3 parallele Reaktionen n-ter Ordnung (durchgezogene Linie) bzw. 1-ter Ordnung (gestrichelte Linie).

Publikationen zum Thema nachwachsende Rohstoffe

S. Völker, Th. Rieckmann:
Thermokinetic Investigation of Cellulose Pyrolysis - Impact of Initial and Final Mass on Kinetic Results. J. Anal. Appl. Pyrolysis, 62(2) (2002) 165-177

S. Völker, Th. Rieckmann:
The Potential of Multivariate Regression in Determining Formal Kinetics of Biomass Pyrolysis. In: Progress in Thermochemical Biomass Conversion, A. V. Bridgwater (Ed.), Blackwell Science, (2001) 1076-1090

Thermoanalyse: Thermische Stabilität von energiereichen organischen Verbindungen und sicherheitstechnische Analysen

Prof. Dr.-Ing. Th. Rieckmann
e-mail: thomas.rieckmann@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 22 12

Die thermische Stabilität energiereicher organischer Verbindungen ist von entscheidender Bedeutung bei der Herstellung, Lagerung und Verwendung dieser Stoffe. Dies betrifft sowohl die Möglichkeiten ihres Einsatzes als auch die sicherheitstechnischen Aspekte. Die thermischen Abbaureaktionen können mit Hilfe von Formalkinetiken beschrieben werden. Da sich die hier betrachteten Stoffe unter erheblicher Wärmeentwicklung zersetzen, muss für sicherheitstechnische Analysen zusätzlich zu den Reaktionen die jeweilige Wärmebilanz des Systems betrachtet werden. Zuverlässige formalkinetische Modelle können durch die simultane Auswertung von thermoanalytischen Experimenten unter isothermen und nicht-isothermen Bedingungen erstellt werden. Kombinierte thermogravimetrische Analysen (TGA) und differentielle Thermoanalysen (DTA) zeigen dabei, welche Reaktionsstufen endotherm oder exotherm verlaufen.

In Kooperationen mit den Industrieunternehmen BASF AG, Ludwigshafen und Dynamit Nobel GmbH, Troisdorf wird die thermische Stabilität verschiedener Verbindungen untersucht. Als Beispiel sei hier die thermische Zersetzung von Hexanitrostilben (HNS) genannt. HNS ist ein Explosivstoff, der z.B. im Rahmen der Gasexploration in Bohrungen verwendet wird. Solche Bohrungen können bis in eine Tiefe von 2 km reichen, wo die Umgebungstemperatur auf Werte über 200°C ansteigen kann. Hierbei ist wichtig zu wissen, wie lange HNS bei höheren Temperaturen verbleiben kann, ohne dass ein nennenswerter Aktivitätsverlust eintritt. Bei den thermoanalytischen Untersuchungen unter isothermen und nicht-isothermen Bedingungen zeigte sich, dass die thermische Zersetzung von HNS nicht nur bei isothermen Versuchen unterhalb der Schmelztemperatur, sondern auch bei nicht-isothermen Versuchen mit kleiner Aufheizrate in der Feststoffphase abläuft. Bei thermoanalytischen Versuchen unter Standardbedingungen mit Aufheizraten > 5 K/min wird eine Zersetzung in der flüssigen Phase nach dem Schmelzen beobachtet. Für die Verwendung von HNS bei der Gasexploration ist die thermische Stabilität der Feststoffphase entscheidend. Durch Auswertung der entsprechenden Versuche mittels multivariater Regression konnte ein formalkinetisches Modell der Feststoffzersetzung entwickelt werden, das für Vorhersagen herangezogen werden kann.

Mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops (REM) wurden Aufnahmen vor und nach der thermischen Zersetzung in der Feststoffphase hergestellt. Dabei wurde eine interessante Änderung der Morphologie der Probe beobachtet. Die ursprünglichen Proben waren kugelförmig und nicht porös (Abb. 3, links). Während der thermischen Umsetzung änderte sich der Durchmesser der Probe nicht, sondern sie wurde lediglich lamellenartig ausgehöhlt (Abb. 3, rechts). Diese Beobachtung hilft, das komplexe Reaktionsgeschehen bei der thermischen Zersetzung zu verstehen und dient als Basis für eine detaillierte reaktionskinetische Modellierung der Kopplung von Wärmetransport, Stofftransport und chemischen Reaktionen.

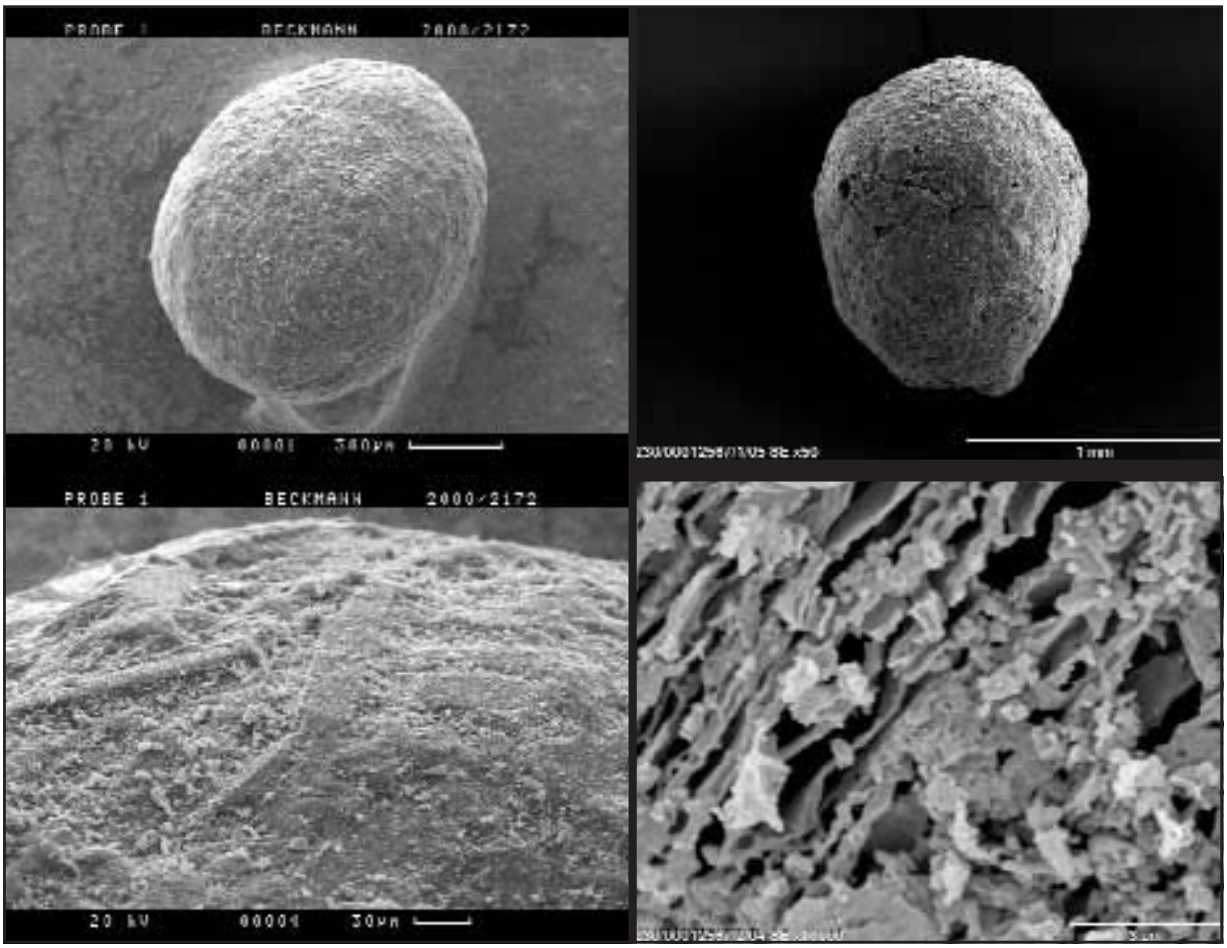


Abb. 3: Aufnahmen mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) von HNS vor (links, nicht porös) und nach (rechts, porös) der thermischen Zersetzung

Publikationen zur Thermoanalyse

Rieckmann, Th.; Lichtblau, L.: Schirra, R.; Völker, S.: Formal Kinetics of the Thermal Decomposition of Hexanitrostilbene by Thermal Analysis and Multivariate Regression. 32. Internationale ICT Jahrestagung, Karlsruhe, 3. - 6. Juli 2001

Th. Rieckmann, S. Völker, R. Schirra, L. Lichtblau: Thermal Decomposition of Hexanitrostilbene at Low Temperatures J. Anal. Appl. Pyrolysis, 58 (2001), 569-588

Th. Rieckmann, S. Völker, R. Schirra, L. Lichtblau: Investigation on the Thermal Stability of Hexanitrostilbene by Thermal Analysis and Multivariate Regression, Chem. Eng. Sci., 56 (2001), 1327-1335

Planung und Kalibrierung einer Messeinrichtung für Abwasser mit einem großen Messbereich

Prof. Dr.-Ing. E. Heinemann
e-mail: ekk.heinemann@dvz.fh.koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 98

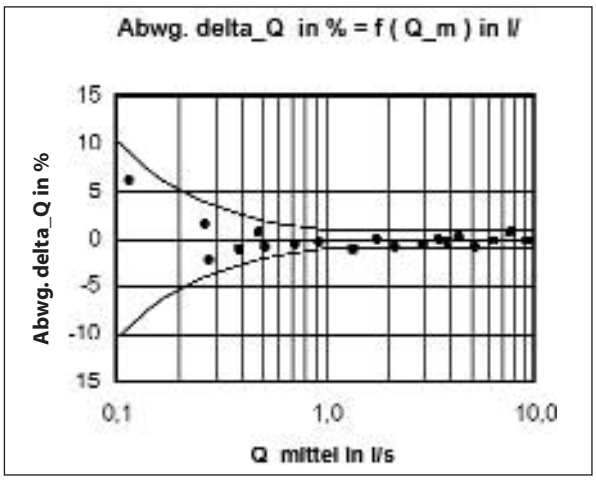
Dipl.-Ing. K.Liebrecht
e-mail: klaus.liebrecht@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 97

Für einen Industriebetrieb war eine Einrichtung zur Messung des abgeleiteten Abwassers in einem Bereich von 0,13 bis 8,7 l/s zu planen und zu kalibrieren. Die Genauigkeit der Anzeige sollte besser als ±2% vom Messwert ±0,02 l/s sein.

Vorgesehen wurde aufgrund von Berechnungen und Vorversuchen ein trapezförmiges Venturigerinne mit 2,0 cm Sohlbreite und einer Neigung der Seitenwände von V:H=1:0,4. Durch diese Formgebung ist gewährleistet, dass bei minimalem Volumenstrom die Oberwassertiefe mehr als 2,0 cm beträgt und damit der Einfluss der Oberflächenspannung gering bleibt. Ferner steigt bei maximalem Volumenstrom der Wasserspiegel nicht über 20 cm an, so dass im Zuleitungsrohr von 250 mm Durchmesser keine Vollfüllung auftritt. Im vorderen Bereich verläuft die Sohle horizontal, ab Beginn der Aufweitung hat sie ein Gefälle von 1:10.

Als Messaufnehmer sind vom Auftraggeber zwei Ultraschallköpfe FDU 80 und eine Steuereinheit FMU 862 von Endress+Hauser beschafft worden. Die Genauigkeit beträgt laut Datenblatt ±1,0 mm.
Vom Auftraggeber wurde die Messausrüstung und das Messgerinne als verschweißte Einheit aus PE mit 2,0 m Zuleitung, Venturikanal (als CNC-Frässtück) und 0,6 m Ableitung geliefert.

Im Labor wurden die Ultraschall-Messköpfe montiert und das Messgerinne ausgerichtet. Beim späteren Einbau wird die Lage kontrolliert, indem Zu- und Ablauf provisorisch abgesperrt werden und das Gerinne mit Wasser gefüllt wird. Die vorgesehene Sollage ist erreicht, wenn die US-Aufnehmer keine Höhendifferenz mehr anzeigen.
Die Eichmessungen wurden mit einem Thomson-Messwehr und einer Ausflusswägung durchgeführt; da die Standardabweichung von 80 Messungen nur 0,64% betrug, war die erreichbare Genauigkeit für diese Methoden ausgeschöpft.
Aus der gemessenen Funktion Q=f(h) wurden 10 Stützpunkte zur Eingabe in die o.a. Steuereinheit berechnet. Nach Optimierung der Stützpunkte wurde eine Kontrollmessung durchgeführt; für den Bereich von 0,1 bis 10 l/s konnte eine Genauigkeit von ±1% ±1 Digit (im Diagramm eingetragene Grenzkurven) nachgewiesen werden:



Das Messgerinne arbeitet seit der Installation völlig störungsfrei.

Modelluntersuchungen der Aggertalsperre zur Bestimmung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung

Die Aggertalsperre ist eine in den Jahren 1927 bis 1929 errichtete Gewichtsstaumauer. Als Hochwasserentlastung ist die Krone als Überfall ausgebildet: durch etwa 1,25 m dicke Pfeiler ist die Krone in neun einzelne etwa 4,00 m breite und 2,10 m hohe Überfallfelder unterteilt.

Bei einer Sanierung im Jahre 1966 wurde auf der Wasserseite eine 0,40 m dicke Vorsatzschale bis ca. 0,30 m unter Krone aufgebracht. Gleichzeitig wurde ein Teil der Wehrkrone abgetragen und durch Ortbeton ein gerundeter Übergang von der alten luftseitigen Kronenform zur Vorderkante der Vorsatzschale ausgebildet. Die Mauerpfeiler wurden ebenfalls 0,40 m vorgezogen und eckig ausgebildet.

Der Aggerverband plant eine Sanierung der wasserseitigen Vorsatzschale. Durch entsprechende Untersuchungen sollte geklärt werden, ob durch eine gleichzeitige Umgestaltung der Wehrkrone, Pfeiler etc. die Leistungsfähigkeit der Hochwasserentlastung zu steigern ist, so dass sie auch gestiegenen Sicherheitsanforderungen entspricht.

Zu diesem Zweck wurden einerseits eine hydrologische Studie an der Technischen Universität Darmstadt und andererseits hydraulische Modellversuche an der Fachhochschule Köln durchgeführt. Die hy-

drologische Studie führte zu folgenden Hochwasserabflüssen für extrem lange Wiederkehrintervalle:

1 000 Jahre	46,0 m^3/s,
5 000 Jahre	54,2 m^3/s und
10 000 Jahre	58,0 m^3/s

Beschreibung der Modellversuche:

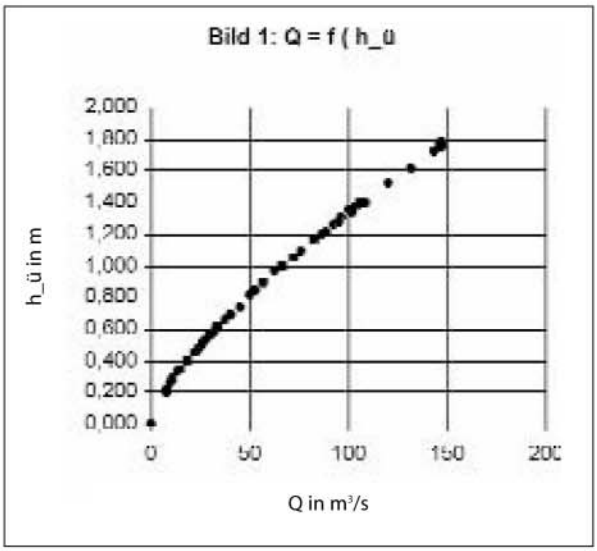
Da eine Mindestwassertiefe im Modell von 1...2 cm einzuhalten ist, wurde als Längenmaßstab:
Länge_Modell : Länge_Natur = 1: 20 gewählt.
Für die Abflüsse ergibt sich:
Q_Modell : Q_Natur = 1:20^2,5 = 1:1789.

Als Unterlagen für den Istzustand wurden die Konstruktionszeichnungen und das „Aufmaß Aggermauer" vom 22.6.98 verwendet. Die Kronenform wurde mit einer Lehre abgegriffen.

Nach dem Aufbau wurde das Modell vermessen: die Breiten wurden mit einer Genauigkeit besser als 1% eingehalten; die Abweichungen in der Höhe sind geringer als die auf den Modellmaßstab umgerechneten Abweichungen der Originalausführung.

Die Messungen des Volumenstromes im Modell erfolgt mit einem induktiven Durchflussmesser, dessen Genauigkeit mit +/- 1% v.E. entsprechend +/- 1 l/s anzusetzen ist. Die Höhenmessungen werden mit einem Spitzentaster durchgeführt; die Genauigkeit ist besser als +/- 0,3 mm.

Es wurden 3 unabhängige Reihen von Messungen zur Bestimmung des Abflusses als Funktion der Überfallhöhe durchgeführt. Die Messungen wurden auf Naturmaßstab umgerechnet und in einem Diagramm dargestellt:



Das statistisch alle 1000 Jahre einmal auftretende Hochwasser führt zu einem Abfluss von 46 m^3/s. Für den doppelten Volumenstrom ergibt sich aus dem Bild 1 eine Überfallhöhe von ca. 1,25 m. Die Wehröffnungen mit einer lichten Höhe von 2,10 m lassen selbst bei diesem Extremfall noch eine weitere Abflusssteigerung zu; eine Vergrößerung oder hydraulische Verbesserung ist daher nicht erforderlich.

Setzen Sie neue Akzente ... Miele
IMMER BESSER

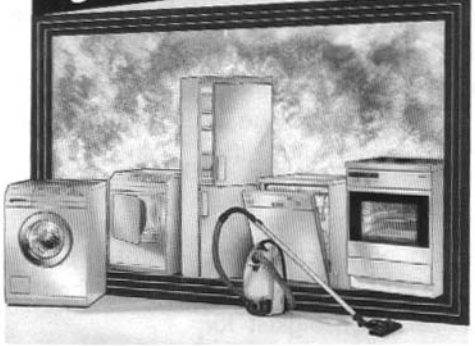
bei Ihrer Kücheneinrichtung.

Das innovative und stilsichere Design der Miele Küche wird Sie begeistern.

...mit professioneller Gewerbetechnik

für den harten Arbeitsalltag. Gewerbemaschinen von Miele sind die professionellen Lösungen für die wirtschaftliche Wäschepflege und Geschirrreinigung.

mit Haus- und Einbaugeräten von Miele.



Miele Haus- und Einbaugeräte stehen für Langlebigkeit, innovative Technik, ansprechendes Design und für sprichwörtliche Miele Qualität. Überzeugen Sie sich selbst.

ErlebenSie die sanfte Revolution.

Die neuen W 400er-Waschvollautomaten mit einzigartiger Miele Schontrommel sind da.

Miele & Cie.
Vertriebszentrum Köln
Mannesmannstr. 10
50996 Köln
Tel.: (0 22 36) 6 03-0
Fax: (0 22 36) 6 03-2 09
Verkauf nur über den Fachhandel.

Bild 2: Modell der Aggertalsperre bei einem extremen Hochwasserereignis

Zur Untersuchung, ob durch Auskolkung die Standsicherheit des Bauwerkes gefährdet ist, wurde die Fläche hinter dem Tosbecken mit Grobsand gefüllt; beim Betrieb des Modells mit dem doppeltem Volumenstrom eines 1000-jährlichen Hochwassers wird zwar die Brüstung des Tosbeckens überspült, aber die Auskolkungen dahinter bleiben auf 5 bis 8 cm (entsprechend 1,00 m bis 1,60 m in der Natur) beschränkt, so dass nur reparable Schäden zu erwarten sind. Daher sind aus hydraulischer Sicht keine Maßnahmen zur Sicherung des Bauwerkes erforderlich.

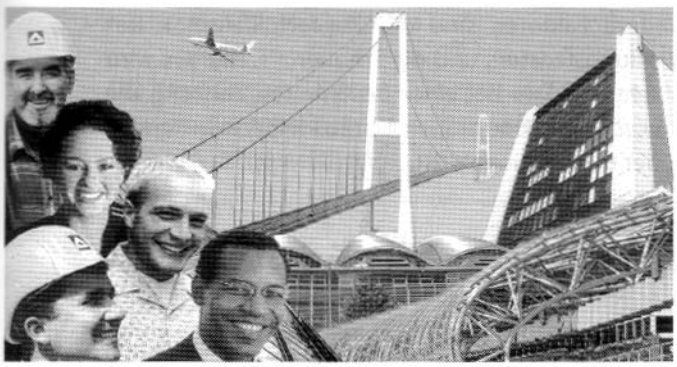
Brechungsindex Detektor RI 2000

für HPLC / GPC / SEC

Die Brechungsindex Detektor Serie RI 2000 wird mit einer Datenaufnahme Software ausgeliefert. Über die serielle Schnittstelle kann der Anwender direkt seine Chromatographiedaten ohne ein zwischengeschaltetes Interface als ACSII-File speichern, wobei er das Format selber bestimmen oder aus vorgegebenen Formaten auswählen kann. Natürlich können auch Probentabellen erstellt werden. Die Software beinhaltet in Zukunft ebenfalls einen Systemtest, der ausgedruckt werden kann.

Schambeck SFD GmbH
Rhöndorfer Straße 51 • D-53604 Bad Honnef
Telefon 0 22 24 - 92 39-0 • **Telefax** 0 22 24 - 92 39-20
http: // www.schambeck-sfd.com • **e-mail** mailto@schambeck-sfd.com

Wir bauen das für Sie.



Als serviceorientiertes Bauunternehmen bündelt die HOCHTIEF Construction AG das Kerngeschäft der HOCHTIEF-Gruppe. Dazu zählen vor allem der Hochbau in Deutschland, der Tief- und Ingenieurbau sowie der Flughafenbau.

Hinter jedem erfolgreichen Projekt steht eine Vision. Unsere Ingenieure, Kaufleute und Handwerker setzen sie mit Begeisterung und Sachverstand in die Tat um. Sie sind die Baumeister, auf die auch Sie setzen sollten.

Nutzen Sie unsere Erfahrung und Ideen für Ihren Erfolg. Denn wir stehen für Qualität, Termintreue, Verlässlichkeit und technische Spitzenleistungen.

Möchten Sie mehr über uns wissen?

HOCHTIEF Construction AG
Tel.: 0180 546248433
info@hochtief.de
Weitere Informationen im Internet:
www.hochtief.de

HOCHTIEF

90031149-55

Potentialtrennender DC Leistungswandler mit optimierter Schaltentlastung

Prof. Dr. Heinz van der Broeck
e-mail: heinzvdbroeck@fh-koeln.de
Tel.: +49 22 1 / 82 75-22-62
José Miguel Olivé

Einführung

In vielen technischen Geräten und Anlagen werden Leistungskonverter benötigt, die eine vorgegebene Gleichspannung in eine andere umwandeln. Häufig ist dabei auch eine galvanische Potentialtrennung zwischen Eingang und Ausgang erforderlich. Einige Beispiele hierfür sind:

- 3V DC Stromversorgung einer CPU eines PCs aus der gleichgerichteten Netzspg.
- Batteriespeisung einer Photovoltaikanlage zur Energiespeicherung
- 42V/12V Wandler für zukünftige Bordnetze im Automobil

In den meisten Anwendungen besteht der Wunsch nach geringer Baugröße, hohem Wirkungsgrad und niedrigen Kosten. Die Schlüsseltechnologie zum Erreichen dieser Ziele ist die Leistungselektronik, die heute in allen Systemen eingesetzt wird, die elektrisch betrieben werden oder eine elektronische Steuerung erfordern.

Prinzipschaltung eines geschalteten potentialtrennenden Leistungswandlers

Ein Leistungskonverter zur verlustfreien Gleichspannungswandlung besteht prinzipiell aus einem Wechselrichter, einem Transformator und einem Gleichrichter mit Glättungskondensator.
Bild 1 zeigt eine mögliche Schaltungsanordnung sowie die wichtigsten Spannungsverläufe.
Mit Hilfe der Transistorbrücke (T1, T2, T3 und T4) wird die Gleichspannung U_E in eine rechteckförmige Wechselspannung U1 umgewandelt. Hierzu werden abwechselnd die Transistoren T1 & T4 sowie T2 & T3 durchgeschaltet. Die Wechselspannung U1 wird dann mit Hilfe des Transformators in die proportionale Wechselspannung U2 übertragen, wobei die Spannungshöhe durch die Eingangsspannung U_E und das Übersetzungsverhältnis der Wicklungen n = N1/N2 bestimmt wird. Die rechteckförmige Sekundärspannung wird schließlich durch den Gleichrichter und den Kondensator in die Ausgangsgleichspannung $U_A = U_E \cdot N_2 / N_1$ umgewandelt.

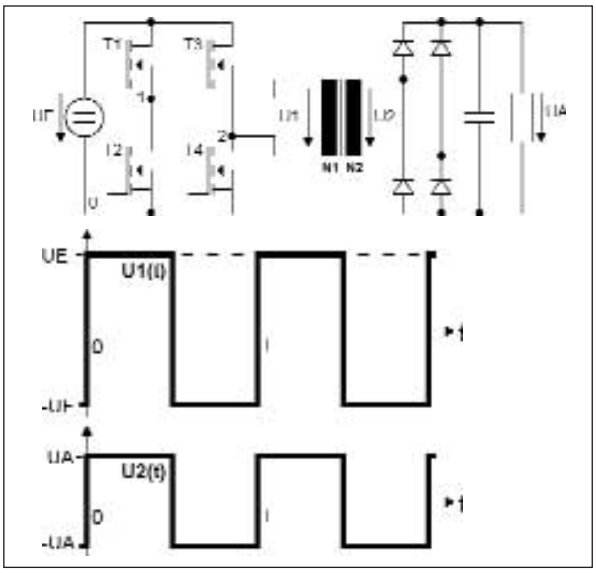


Bild 1: Getakteter Gleichspannungswandler

Unter idealisierten Voraussetzungen (idealer Transformator, rechteckförmige Ströme und Spannungen) kann ein Transformator maximal die Leistung $P_{MAX} = 2 \cdot S_{MAX} \cdot B_{MAX} \cdot A_{CU} \cdot A_{FE} \cdot k \cdot f$ übertragen. Dabei ist mit S_{MAX} die zulässige Stromdichte und mit Bmax die maximal zulässige magnetische Flussdichte einzugeben. Beide Größen sind materialabhängig und bei dem üblichen Einsatz von Kupfer und Ferrit weitgehend festgelegt. Die Baugröße des Transformators ist durch die Wicklungsfensterfläche A_{Cu} und dem Kernquerschnittsfläche A_{Fe} charakterisiert (Bild 2).

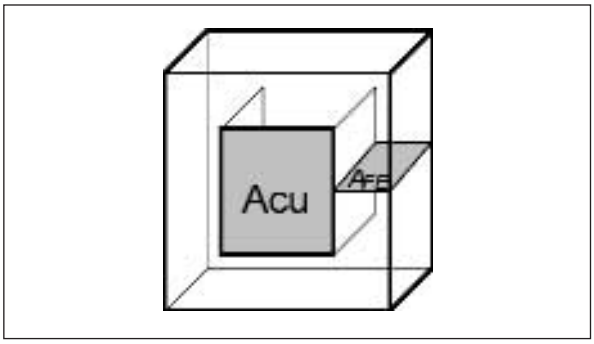


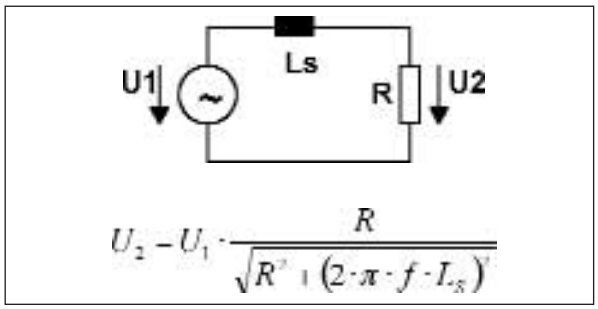
Bild 2: Kern eines Transformators

Weitere Faktoren sind der Kupferfüllfaktor k des Wicklungsfensters und die Frequenz f. Hieraus wird ersichtlich, dass bei einer bestimmten Leistung die Baugröße des Übertragers um so kleiner sein kann je höher die Frequenz f ist.

Elektronischer DC Transformator

Bei Leistungen bis zu 1kW und Spannungen unter 500V werden für den Aufbau des Wechselrichters bevorzugt Leistungs-Feldeffekttransistoren einsetzt, die Frequenzen bis zu einigen hundert kHz ermöglichen.

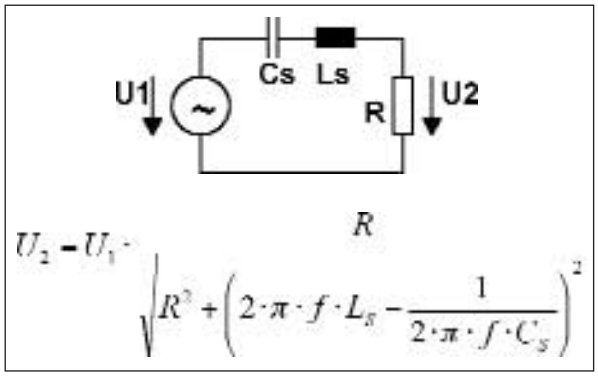
Beim Einsatz der im Bild 1 dargestellten Schaltung stellt sich aber bei Frequenzen oberhalb einiger kHz das Problem ein, dass die gewünschte Leistung nicht übertragen werden kann. Dies kann auf die Streuinduktivität Ls des Transformators zurückgeführt werden, deren Impedanz mit steigender Frequenz immer größer wird. Mit Hilfe eines Grundschwingungsmodells kann man diesen Zusammenhang sehr gut nachvollziehen. Die Ersatzschaltung ist im Bild 3 zusammen mit der zugehörigen Übertragungsfunktion dargestellt.



$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + (2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_S)^2}}$$

Bild 3: Grundschwingungsersatzschaltbild und Übertragungsfunktion für die Schaltung im Bild 1

Hieraus wird deutlich, dass keine Leistung mehr übertagen werden kann, wenn $f >> R / L_S$ ist.
Die Schaltungstopologie und die Gleichung zur Bestimmung der Ausgangsspannung zeigen aber auch eine Lösung des Problems auf, die im Bild 4 vorgestellt wird.



$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_S - \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_S}\right)^2}}$$

Bild 4: Grundschwingungsersatzschaltbild und Übertragungsfunktion für die Schaltung im Bild 5

Die Übertragung dieses Konzepts auf den Gegentaktwandler führt zum Serienresonanzkonverter, der im Bild 5 dargestellt ist.

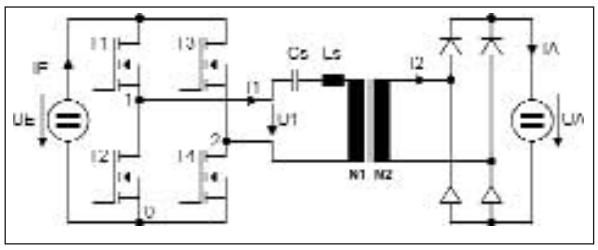


Bild 5: Serienresonanzkonverter

Durch den Einsatz eines Serienkondensators Cs, kann die Wirkung der Streuinduktivität Ls vollständig kompensiert werden, wenn der Kapazitätswert so Cs gewählt wird, dass die resultierende Resonanzfrequenz der Arbeitsfrequenz entspricht:

$$f_R = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_S \cdot C_S}} = f$$

Eine genauere Analyse ergibt zudem, dass unter diesen Voraussetzungen weitere Vorteile entstehen:

- Der resultierende Strom wird sinusförmig und liegt in Phase zur Spannung.
- Im Schaltaugenblick ist der Strom gleich Null, so dass die Schaltverluste nahezu verschwinden.
- Die Stromamplitude passt sich automatisch an die Last an.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahme kann am überzeugensten durch eine Messung bestätigt werden, die im Bild 6 dargestellt ist. Sie wurde an dem im Bild 5 vorgestellten Serienresonanzkonverter durchgeführt. Diese Schaltung kann als „Elektronischer DC Transformator" angesehen werden, der das Übertragungsverhalten $U_A = U_E \cdot N_2 / N_1$ aufweist.

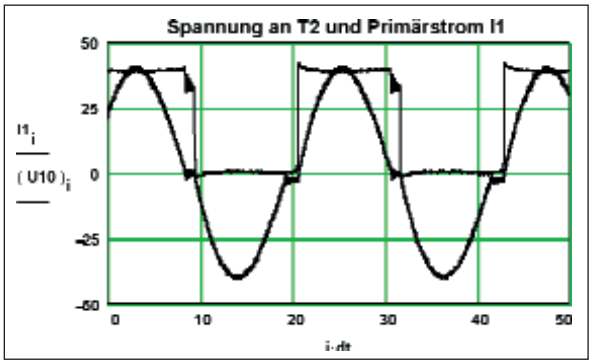


Bild 6: Messung am Serienresonanzkonverter mit abgeglichener Resonanzfrequenz: $f = f_R$ und Tastgrad a = 0.5 (Bezug: Bild 5)

Erweiterter Betrieb des Konverters

Der vorgestellte Gleichspannungswandler kann nur mit einer festgelegten Spannungsübersetzung arbeiten. Da es aber auch viele Anwendungen gibt, die eine freie Einstellung der Ausgangsspannung erfordern, ist für diese Fälle eine Modifizierung der Steuerung vorzunehmen. Von den verschiedenen Möglichkeiten alternativer Steuerungskonzepte wird hier eine Variante vorgestellt, die zur Spannungsverstellung die Schaltfrequenz f variiert. Um die Vorteile des Schaltens im Stromnulldurchgang weiter zu nutzen, bleibt die positive und negative Pulsdauer erhalten und wird so festgelegt, dass sie der halben Resonanzperiode entspricht: $td = 1/(2 \cdot f_R)$. Eingefügt

wird eine Freilaufphase, deren Dauer durch die Frequenz f bestimmt wird. Im Hinblick auf eine vollständige Halbschwingung im Freilauf wird allerdings

$$\frac{U_K}{3} \leq U_A \cdot n \leq U_K$$

die Frequenz auf den Bereich: $0.5 \cdot f_R \geq f > 0$
und die Ausgangsspannung auf den Bereich:
eingeschränkt.
Bezogen auf die Schaltungstopologie im Bild 5 ergeben sich dann die im Bild 7 dargestellten charakteristischen Spannungs- und Stromverläufe für den stationären Betrieb.

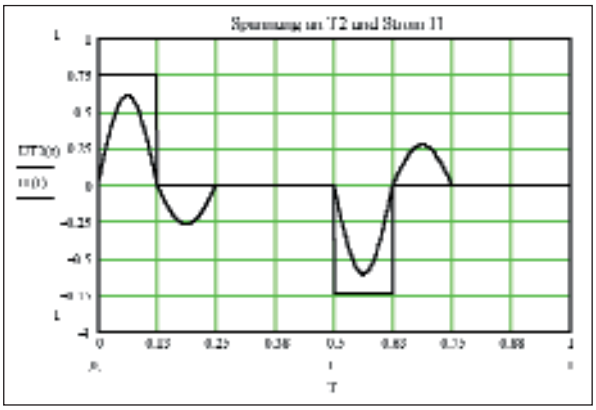


Bild 7: Charakteristische Spannungs- und Stromverläufe für mit $f = 0.25 \cdot f_R$

Eine genauere Analyse ergibt, dass die Schaltung mit dieser Steuerung folgende Eigenschaften hat:
Der mittlere Eingangsstrom ist direkt von der Ausgangsspannung abhängig:

$$\overline{I_K} = \frac{n \cdot U_A}{Zr} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{f}{f_R}$$

während der mittlere Ausgangsstrom durch die Eingangsspannung festgelegt und unabhängig von der Ausgangsspannung ist:

$$\overline{I_A} = \frac{n \cdot U_K}{Zr} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{f}{f_R}$$

Hieraus ergibt sich die übertragene Leistung zu:

$$\overline{P} = \frac{n \cdot U_K \cdot U_A}{Zr} \cdot \frac{2}{\pi} \cdot \frac{f}{f_R}$$

, wobei

$$Zr = \sqrt{\frac{L_S}{C_S}}$$

die Resonanzimpedanz darstellt.
Als wichtigster Steuerparameter des Konverters dient dabei die Arbeitsfrequenz f, von der die Ströme und die Leistung linear abhängig sind.

Optimierung des Schaltverhaltens

In der bisherigen Betrachtung wurde die Eigeninduktivität des Transformators nicht berücksichtigt, da von Lh ➛ ∞ ausgegangen wurde. Durch eine endliche Hauptinduktivität Lh können aber im Zusammenwirken mit der seriellen Resonanzkapazität Cs unerwünschte Schwingungen entstehen, wenn kleine Lastströme entnommen werden. Ein weiteres Problem kann bei hohen Frequenzen in der ständigen, verlustbehafteten Entladung der parasitären Transistorkapazitäten Cp gesehen werden. Beide Probleme können in einer optimierten Schaltung gleichzeitig gelöst werden. (siehe Bild 8). Zunächst wird hierbei die Serienresonanz auf der Sekundärseite gebildet. Dadurch kann der Magnetisierungsstrom unabhängig vom Laststrom eingestellt werden.
Dieser Magnetisierungsstrom kann nun dazu genutzt werden, die parasitären Kapazitäten Cp der Transistoren verlustfrei umzuladen. Hierzu muss nur noch beim Umschalten der Transistorhalbbrücken eine definierte, kurze Verzögerungs- oder Totzeit tv vorgesehen werden, innerhalb derer der Magnetisierungsstrom die Spannung von 0 auf U_E und umgekehrt kommutiert.

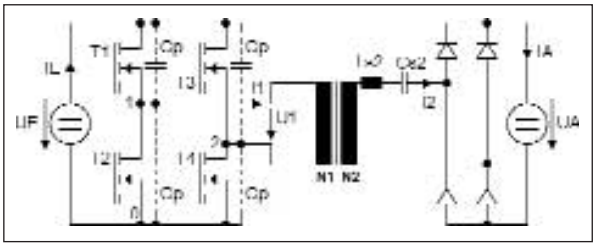


Bild 8: Optimierter Serienresonanzkonverter mit einstellbarer Ausgangsspannung.

Wichtig ist hierbei, dass der lastabhängige, resonante Konverterstrom im Umschaltzeitpunkt durch Null verläuft. Zur richtigen Anpassung dieses C-Entlastungsnetzwerks kann ein kleiner, angepasster Luftspalt im Kern eingefügt werden, der den Magnetisierungsstrom erhöht. Der hierdurch sich bildende „weiche" Kommutierungsvorgang ist unabhängig von der Eingangsspannung und beansprucht die Kommutierungszeit:
$t_C = 8 \cdot f_R \cdot C_p \cdot L_h$ die kleiner tv sein muss.
Der so optimierte Serienresonanzwandler kombiniert die Vorteile verschiedener Resonanzprinzipien. Hierdurch wird ein optimales EMV Verhalten und ein guter Wirkungsgrad erzielt.

Experimentelle Untersuchung

Ein kleiner Prototyp des Wandlers wurde mit Hilfe von Standardelektronikkomponenten aufgebaut und erfolgreich geprüft. Bild 9 zeigt den gemessenen primärseitigen und sekundärseitigen Stromverlauf sowie die Spannung an T2.

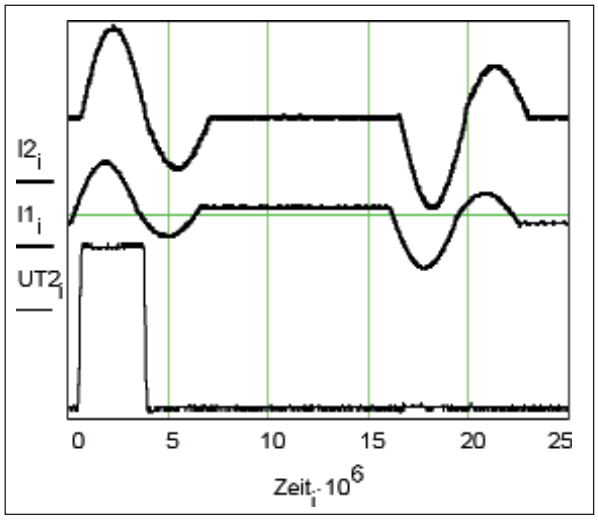


Bild 9: Messung am optimierten Konverter (Ströme: 10A/Div; Spannung: 100V/Div)

Der Sekundärstrom ist nahezu identisch mit dem im Bild 7 skizzierten theoretischen Verlauf. Der gemessene Primärstrom besteht aus dem um das Übersetzungsverhältnis n = 1.48 verringerten Sekundärstrom und dem trapezförmigen Leerlaufstrom, der durch einen kleinen Luftspalt im Kern hinsichtlich einer optimierten Kommutierung angepasst wurde. Aufgrund der Entlastung des Schaltvorgangs ergibt sich eine weiche Kommutierung der Wechselrichterspannung, welches im Bild 10 anhand des Anstiegs der Halbbrückenspannung am Transistor T2 zu erkennen ist.

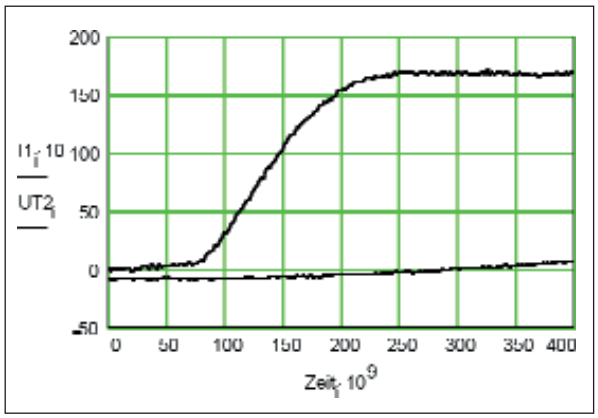


Bild 10: Messung des Kommutierungsvorgangs mit optimiertem C-Entlastungsnetzwerk

Das gemessene Betriebsverhalten ist in Bild 11 dargestellt. Es zeigt die erwähnte Unabhängigkeit des Ausgangsstromes von der Ausgangsspannung. Der Wirkungsgrad des Wandlers erreicht Werte von 95%.

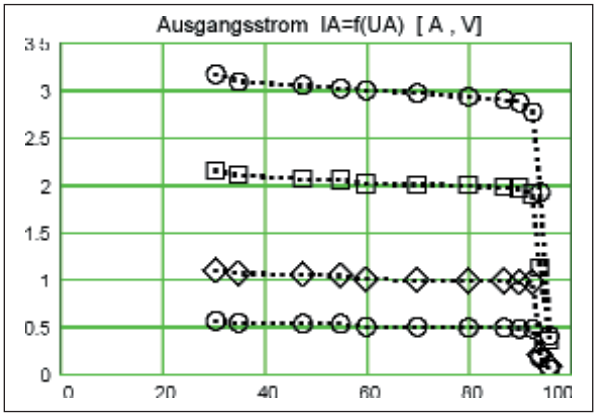


Bild 11: Gemessenes Ausgangsbetriebsdiagramm für $f = 0.5\ f_R$; $0.333\ f_R$; $0.166\ f_R$; $0.0833\ f_R$

Schlussbetrachtung

Der vorgestellte Resonanzkonverter stellt den Ausgangsstrom unabhängig von der Ausgangspannung ein und eignet sich damit sehr gut für die Ladung von Batterien. Als mögliche Anwendung kommen autonome Photovoltaikanlagen in Frage. Mit Hilfe des Übersetzungsverhältnisses kann hierbei eine Anpassung an beliebige Spannungsniveaus erfolgen.
Hervorzuheben sind die besondere Ansteuerung des Konverters sowie das Entlastungskonzept der Schaltvorgänge, welche zusammen ein günstiges EMV-Verhalten gewährleisten und auch im Teillastbereich hohe Wirkungsgrade ermöglichen.

Projektbezug

Die vorliegende Untersuchung ist das Ergebnis eines Forschungsprojektes, innerhalb dessen resonante Konverter untersucht wurden, die sich für den Einsatz in autonomen Photovoltaikanlagen eignen.

Automatisierter Prüfstand zur Dämpfungserfassung des Sichtschutzes von Richtfunkverbindungen

Prof. Dr. Heinz van der Broeck
e-mail: heinzvdbroeck@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 22 62
Sven Altendorf

Die mobile Telekommunikation gehört zu den größten Wachstumsmärkten der zurückliegenden Jahre. Alleine in Deutschland sind schon rund 56 Millionen mobile Telefonanschlüsse vorhanden. In naher Zukunft wird die Bedeutung der mobilen Telekommunikation durch die Einführung des UMTS Netzes weiter steigen.
Grundlage der modernen Mobiltelekommunikation sind kleine Mobilfunkstationen, die je nach Versorgungsgebiet in einem Abstand von wenigen hundert Metern im innerstädtischen Bereich bis zu 30 km in ländlichen Gebieten aufgebaut sind. Um hierbei eine flächendeckende Empfangsverbindung zu gewährleisten, sind sehr viele Mobilfunkstationen erforderlich. In Deutschland sind derzeit ca. 50000 Mobilfunkstationen installiert. Die Verbindung der Mobilfunkstationen untereinander und mit dem Kern-Netzwerk erfolgt in der Regel über Richtfunkstrekken, die Punkt zu Punkt Verbindungen darstellen. Richtfunksender bündeln ihre abgestrahlte Leistung auf einen räumlich sehr schmalen Winkelbereich von ca. 0.5° bis 2.0°. Abhängig von der verwendeten Antenne, der Entfernung und der eingestellten Frequenz wird nur eine sehr geringe Sendeleistung im Bereich von einigen hundert mW benötigt. Die Sendeleistung wird dabei immer nur so hoch eingestellt, dass noch eine zuverlässige Verbindung gewährleistet ist und gleichzeitig eine zu große Ausbreitung mit der Gefahr von Interferenzen und Störungen vermieden wird. Der benutzte Frequenzbereich solcher Strecken reicht von 6 GHz im Langstreckenrichtfunk bis hin zu 38 GHz für kurze Entfernungen. Mit Richtfunkverbindungen können Entfernungen bis zu 40 km überbrückt werden.

Für den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Richtfunkstrecken werden bevorzugt Standorte gewählt, die eine ausreichende Höhe aufweisen. Hierbei versucht man nach Möglichkeit, vorhandene hohe Gebäude, Masten oder Türme zu nutzen. Im Hinblick auf die Erhaltung des Landschaftsbildes werden dabei immer häufiger Sendeeinrichtungen hinter einem Sichtschutz angebracht. Dies kann beispielsweise eine Reklametafel (Bild 1 und Bild 2) oder ein Teil einer Fassadenverkleidung sein. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass durch den Sichtschutz die Sendeleistung nicht zu sehr gedämpft wird.

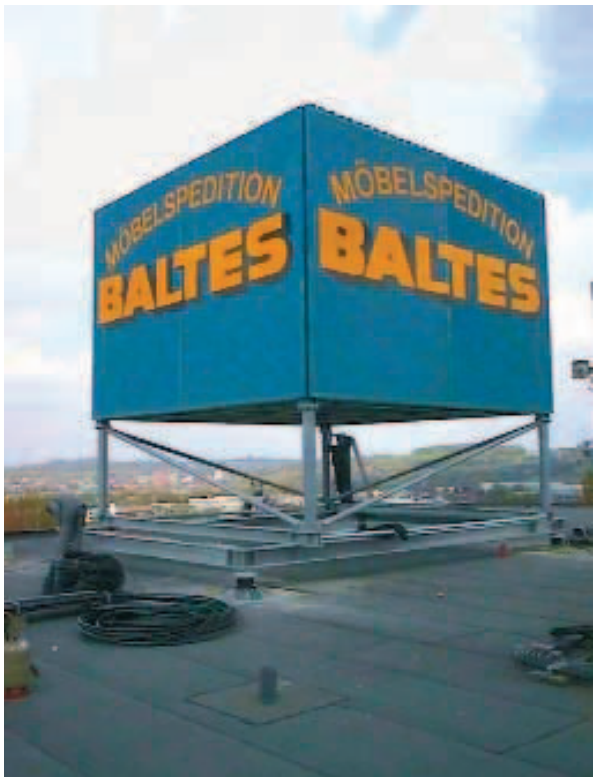


Bild 1: getarnte Antenne (Außenansicht)

Bild 2: Innenansicht

Die Dämpfung des Sichtschutzes hängt nicht nur von der Art und der Dicke des Materials ab. Sie wird auch vom Einfallwinkel beeinflusst, der je nach Lage des Gebäudes oder der Fassade und der Ausrichtung der Antenne unterschiedlich sein kann.
Bisher sind nur wenige Informationen über die Abhängigkeit der Dämpfung von den verschiedenen Parametern vorhanden und theoretische Analysen sind noch unzureichend experimentell überprüft.

Um eine systematische Untersuchung der Dämpfung von Richtfunkstrecken zu ermöglichen, beauftragte die Firma Viag Interkom das Labor für Anlagenautomatisierung der FH Köln, eine automatisierte Dämpfungsmesseinrichtung für Richtfunkstrecken zu entwickeln. Die Arbeiten an diesem Projekt wurden von Herbst 1999 bis Frühjahr 2000 im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt.
Zur experimentellen Überprüfung der zu realisierenden Anlage wurde von VIAG Interkom an der FH Köln eine Richtfunkstrecke aufgebaut. Bild 3 zeigt diese Richtfunkstrecke, die von der Terrasse des 9. Stockes des Hauptgebäudes zum gegenüberliegenden Studentenwohnheim verlief.
Der entwickelte Antennenmessplatz besteht hauptsächlich aus einer mechanischen Einrichtung, die eine eingespannte Platte in unterschiedlichen Lagen im Strahlengang einer Richtfunkverbindung positionieren kann. Hierbei können zwei Schrittmotoren die Platte um die vertikale und die horizontale Achse drehen, wobei die der Plattenabstand in der Hauptstrahlrichtung unverändert bleibt. Der Aufbau ist zusammen mit der Richtfunkantenne im Bild 4 dargestellt.

Bild 3: Richtfunkstrecke

Bild 4: Messaufbau

Die Kabelanschlüsse der Antenne und der Motoren werden an elektronische Steuerungen angeschlossen, die sich zum Zeitpunkt der Untersuchung in einem benachbarten Laborraum befanden.

Das Gesamtsystem des Antennenprüfplatzes kann der Skizze im Bild 5 entnommen werden.
Die Ansteuereinheiten der beiden Motoren sind über serielle Schnittstellen mit einem Interface verbunden. Zu dieser elektronischen Steuerung wird auch eine Leitung geführt, die über eine stromgesteuerte Schnittstelle den Empfangspegel der Antenne, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit überträgt. Hierzu wurde an der Antenne eine Vorrichtung angebracht, die Sensoren, einen A/D-Wandler, eine Multiplexereinheit sowie den zur Steuerung und Datenübertragung benötigten Mikrokontroller enthält.

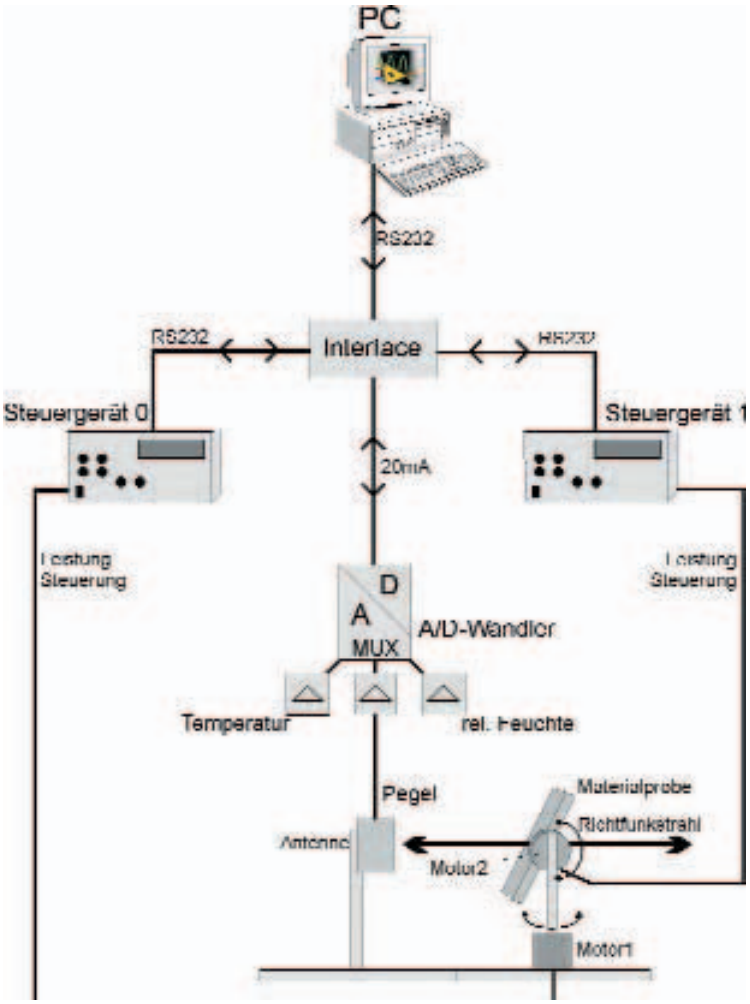


Bild 5: Prinzip der Messeinrichtung

Das Interface ist schließlich über eine serielle Schnittstelle mit einem PC verbunden, von dem aus der gesamte Steuerungsprozess der Messeinrichtung eingestellt werden kann.
Hierzu wurde die Software LabVIEW eingesetzt, welche aufgrund ihrer graphischen Oberfläche sowohl bei der Programmierung als auch bei der späteren Nutzung sehr flexible und benutzerfreundlich ist. Exemplarisch ist im Bild 6 das Diagramm der Erfassung und Mittelung der Temperatur dargestellt.

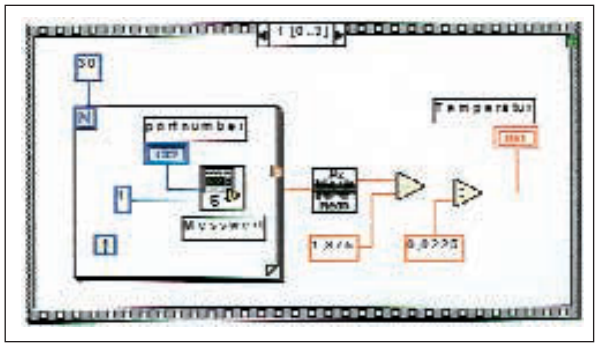


Bild 6: LabVIEW Unterprogramm

Es erlaubt verschiedene Einstellungen und erzeugt am Ende einer Meßreihe eine 3D Darstellung der erfassten, winkelabhängigen Dämpfung. Die Messdaten stehen darüber hinaus als Datenfiles zur weiteren Verarbeitung und Auswertung zur Verfügung.
Mit der exemplarischen Überprüfung der Funktion des automatisierten Antennenprüfstandes wurde das Projekt in der Fachhochschule erfolgreich abgeschlossen und die Anlage wurde der Firma Viag-Interkom zur eigentlichen Nutzung übergeben.

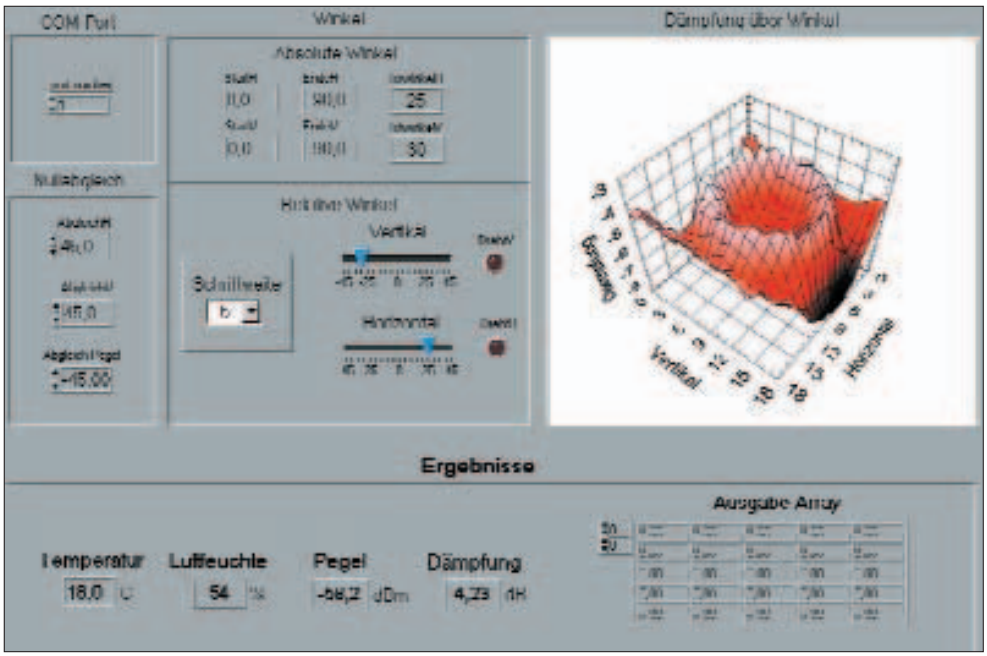


Bild 7: Steuerung und Auswertung auf dem PC Monitor (Frontpanel von LabVIEW)

Für die gegebene Anwendung wurde die Steuerung so konzipiert, dass eine eingespannte Platte stufenweise in alle Winkelbereiche gedreht und zu jedem Winkel der Empfangspegel gemessen wird. Der automatisierte Prozess kann dabei auch hinsichtlich der inkrementellen Winkelstufen beliebig eingestellt werden. Für den Benutzer wird dabei nur das „Frontpanel“ sichtbar, welches im Bild 7 dargestellt ist.

ALSTOM

Zuhören, verstehen, analysieren, gemeinsam realisieren.

© ALSTOM 2001 vhma.de

Konsequente Kundenorientierung heißt bei uns praktizierte Kundennähe. Als Spezialist für Energieübertragung und -verteilung konzipieren und realisieren wir individuelle Gesamtlösungen für den Energiemarkt der Zukunft. Schnell, flexibel und bedarfsgerecht – dank flächendeckendem Vertriebsnetz mit über 30 Standorten in Deutschland.

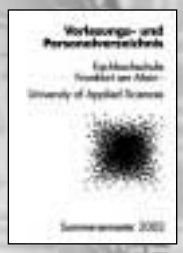
ALSTOM, der Infrastrukturspezialist für Energie und Transport.

ALSTOM Energietechnik GmbH • Niederlassung Köln • Oskar-Jäger-Straße 125 • D-50825 Köln • Tel. 02 21/9 54 61-0

www.de.alstom.com

Besuchen Sie die Website des VMK Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG

www.vmk-verlag.de



Hier finden Sie Informationen zu verschiedenen Hochschulpublikationen

In Berufssparten unterteilt, gelangen Sie per Mausklick auf aktuelle Stellenangebote für Hochschulabsolventen

Ab Mai 2002 können alle Magazine angesehen und abgerufen werden

VMK
Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG

Mikroklimasensor

Ein kompaktes Mikrosystem zur Bewertung der Raumluftgüte und energieoptimierter Regelung des Raumklimas

Prof. Dr. Karl Kohlhof
e-mail: karl.kohlhof@fh-koeln.de
Tel: +49 221 / 82 75 - 26 53

Einführung

Die Raumluftqualität bestimmt weitgehend das Wohlbefinden, die Gesundheit und Leistungsbereitschaft von Menschen. Daher ist die Raumklimatisierung Standard in Hotels, Krankenhäuser, Büros aber auch in Fahrzeuginnenräumen. Dies betrifft insbesondere tropische Gegenden der Welt wie die Karibik. Die Einstellung eines definierten Klimas ist weiterhin im Umfeld der Lebensmittelverarbeitung und -lagerung erforderlich. Im Wesentlichen regeln heutige Klimatisierungsgeräte die Temperatur und Luftzirkulation der Raumluft vorwiegend aufgrund von Temperaturvorgaben. Seltener erfolgt hierbei eine Regelung der Luftfeuchte. Der Einfluss der Raumluftgeschwindigkeit auf die Klimaregelung bleibt bislang so gut wie unberücksichtigt und kann zu Fehleinstellungen führen. Solche zeigen sich beispielsweise, wenn zur Raumklimatisierung die maximale Kühlleistung und zugleich größte Luftventilation gewählt wird und sich eine zu heftige, zu kalte Luftströmung einstellt, die bei ruhigem Verhalten eines Menschen zu gesundheitlichen Einbußen wie Nackensteifigkeit oder zur Erkältung führen kann.

Klimageräte stellen ein System dar aus Sensoren zur Aufnahme der Klimaparameter, Aktoren zur Steuerung der Kühl- bzw. Heizaggregate und Ventilatoren sowie einer passenden Regelelektronik zur Signalaufbereitung. Herkömmliche Technologie verwendet meist diskrete Sensoren zur Temperatur- und seltener zur Feuchtigkeitserfassung, die zusammen mit gedruckter Schaltungstechnologie entweder in makroskopischen Sensorgehäusen oder direkt im Klimagerät untergebracht sind. Die Installation einer Klimasteuerung bedarf daher einer gewissen Erfahrung des Installateurs. Hierbei sind die Anbringungsorte für Sensoren sowie die Einstellung der Raumluftqualität in internationalen Normen festgelegt. Eine Erleichterung für das Installationshandwerk ergäbe sich, wenn die Messwandler und Regelelektronik so kompakt zusammengefasst werden können, dass sie einerseits in genormte Installationsöffnungen wie Unterputzdosen passen und andererseits ohne Wartungsaufwand automatisch arbeiten, dabei eventuelle Störeinflüsse selbst ausregeln und gegebenenfalls Notlaufeigenschaften besitzen. Hierdurch würde eine speziell klimatechnische Qualifikation des Installationspersonals überflüssig.

Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASIC) mit ihrer hohen Integrationsdichte bieten die Basis für eine kompakte Bauform vereint mit einer komplexen Steuerungsintelligenz. Mikrosystemtechnik ist die konsequente Übertragung der Mikroelektronik auf die nichtelektronischen Gebiete wie Mechanik, Optik, Fluidik, Thermodynamik und chemische Verfahrenstechnik. Sie ermöglicht die Miniaturisierung der Messwertaufnehmer für die physikalischen Raumluftgüteparameter, deren Wandlung in geeignete elektrische Signale sowie wegen des Einsatzes identischer Siliziumtechnologie deren vollständige Integration auf einen einzigen Chip.

Dieses Projekt befasst sich daher zunächst mit der Entwicklung und Fertigung geeigneter Klimasensoren in Mikrosystemtechnologie zur Erfassung der wichtigsten Raumluftgüteparameter Temperatur, Feuchte und Luftgeschwindigkeit. Sie werden zu einem späteren Projektzeitpunkt mit der Elektronik integriert und in kompakte Gehäuse untergebracht. Deren Erprobung erfolgt sowohl in Klimakammern wie auch in dem kubanischen Gesundheitshotel „La Pradera“ in Havanna, um unter realen Betriebs- und extremen Klimabedingungen deren Zuverlässigkeit bei der Raumklimatisierung unter Beweis zu stellen. Durch intelligente Regelung der Luftkühlung und -ventilation soll weiterhin eine signifikante Energieeinsparung zur Raumluftklimatisierung nachgewiesen werden, die ohne Einbußen bei deren Qualität zu erwarten ist. Dies trägt insbesondere in Ländern wie Kuba, in denen die elektrische Stromversorgung durch Verbrennung fossiler Stoffe wie Öl erfolgt, zur Reduzierung des Schadstoffausstoßes von Kraftwerken und somit nachhaltig zum Umweltschutz bei.

Mikrosystemtechnik an der FH Köln

Mikrosystemtechnik ist an der Fachhochschule Köln seit 1999 interdisziplinär in Lehre und Forschung vertreten unter synergetischer Ausnutzung der Kompetenz der verschiedenen beteiligten Fachbereiche. So ist im Fachbereich Elektrische Energietechnik dank der Unterstützung durch das Rektorat ein Design- und Simulationsarbeitsplatz basierend auf SUN Workstations eingerichtet worden zusammen mit der Entwicklungssoftware MENTOR-GRAPHICS für integrierte Schaltungen und dem Zusatzmodul MEMSCAP zur Abbildung nicht elektronischer Designs auf elektronische und somit zur Realisierung von mikromechanischen, mikrokalorischen und wei-

teren mikrosystemtechnischen Produkten. Hiermit erfolgt eine computergestützte Konstruktion (CAD) der verschiedenen Maskierungsebenen für die bei der Chipfertigung erforderlichen Dünnschichtprozesse „Beschichten“, „Dotieren“ und „Ätzen“. Weiterhin kann neben dem dynamischen Verhalten der so geplanten Mikrosystemelemente auch der Einfluss von Störgrößen simuliert werden. Die konsequente Abbildung nicht elektrischer physikalischer Vorgänge auf ihr elektrisches Analogon erlaubt die simulationstechnische Implementierung auch nicht elektrischer Komponenten in elektronische Schaltungskonzepte. Somit lässt sich schon in dieser Designphase ein komplettes Mikrosystem bestehend aus mikromechanischen, mikrokalorischen oder sonstigen nicht elektrischen Komponenten zusammen mit der Mikroelektronik gestalten und in ihrem Verhalten überprüfen, bevor die Umsetzung in fertigungsrelevante Dünnschichtmaskierungsschritte erfolgt. Zur Absicherung der physikalischen Funktion der einzelnen Komponenten ist die Simulationsumgebung MEMSCAP für einen Export der Designdaten zu der Finite Element Simulationsplattform ANSYS ausgestattet, die ebenfalls im Fachbereich Elektrische Energietechnik eingesetzt wird. Insbesondere das Physics Module erlaubt die Funktion, Grenzen und das dynamische Verhalten der geplanten Sensor-/Aktor-Wandler zu überprüfen und hieraus Empfehlungen für Designänderungen abzuleiten. Hierzu ist ein Datenreimport von ANSYS nach MEMSCAP vorgesehen. Diese zyklische Design-, Simulations- und Redesignphasen erfolgen also rein rechnerisch und somit vergleichsweise preiswert vor der praktischen Realisierung eines Mikrosystemchips. Eine erste Prototypfertigung erfolgt erst nach erfolgreicher Finite Element Simulation und fehlerfreiem Chipdesign in externen Fertigungsstätten. Dieses Vorgehen ist wegen der teuren und wartungsintensiven Reinraumtechnologie heutzutage die einzige Möglichkeit für Hochschulen mit begrenztem Finanz- und Personalbudget, eigene Prototypentwicklung zu betreiben. Hierzu stehen der Fachhochschule Köln als Mitglied im europäischen EUROPRACTICE-Verbund die Mitnutzung von Reinraumfertigungskapazitäten, sogenannte Foundries, entsprechend ausgestatteter europäischer Institute und Industrien zur Verfügung. Dies erfordert die Einhaltung spezifischer Fertigungsvorschriften, die in den verwendeten Softwarepaketen als Designregeln berücksichtigt sind. Für Mikrosysteme gibt es derzeit nur wenige Foundry-Anbieter. Als universell hat sich der Multi User MEMS Prozess (MUMPs) der amerikanischen Firma CRONOS erwiesen [1]. Hier kann der Mikrosystemdesigner über 3 Strukturierungsebenen aus elektrisch leitfähigen, polykristallinen, dünnen Siliziumschichten verfügen, die durch isolierende Quarzschichten voneinander getrennt sind und oberflächlich mit einer Goldschicht an externe Kontakte herausgeführt werden können. Durch geeignetes Strukturieren und Ätzen lassen sich freitragende Strukturen realisieren, wie sie insbesondere für mikrokalorische Systeme wie in diesem Klimasensor benötigt werden.

Bewertung der Raumluftgüte

Die Raumluftqualität wird durch physikalische und physiologische Parameter bestimmt [2]. Zu ersteren zählen Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Luftdruck, Wärme-/Kältestrahlung der Wände wie der Sonne sowie Zusammensetzung des Luftgemisches, wobei die drei erstgenannten Parameter einen wesentlichen Einfluss ausüben, die anderen von untergeordneter Bedeutung sind. Zu den physiologischen Einflussgrößen zählen im Wesentlichen die Bekleidung der sich im Raum aufhaltenden Menschen sowie deren Tätigkeit und somit Bewegungsaufwand. Diese letztgenannten beiden Merkmale sind bei der Ermittlung der thermischen Behaglichkeit empirisch in Parametern CLO (clothing) und MET (metabolism) berücksichtigt, eignen sich jedoch nicht zur Steuerung des Klimakomforts. In gängigen Klimaanlagen wird neben der Raumlufttemperatur bestenfalls die relative Luftfeuchte ermittelt, um daraufhin die Kälte- bzw. Heizleistung und Luftventilation einzuregeln. Eine Steuerung der relativen Luftfeuchte ist nur in höherwertigen Klimaanlagen zu finden. Der Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf die Klimaregelung bleibt heutzutage meist unberücksichtigt wegen der Baugröße, Komplexität und fehlenden Ästhetik heutiger makroskopischer Messwandler.

Der thermische Komfort, den der Mensch als Behaglichkeit empfindet, lässt sich durch das Zusammenspiel der zuvor benannten wesentlichen Parameter Raumlufttemperatur, -feuchte und -geschwindigkeit beschreiben. Deren Kenntnis erlaubt die Vorhersage der Behaglichkeitsbewertung (predicted mean vote, kurz PMV) auf einer Skala, die von „kalt“ (-3), „kühl“ (-2), „leicht kühl“ (-1) über „neutral“ (0) bis zu „leicht warm“ (+1), „warm“ (+2) und „heiß“ (+3) reicht. Diese Bewertung gilt nach ISO 7730 [3] für Raumlufttemperaturen von 16..28°C, für eine relative Luftfeuchte von 25..85% und für Luftgeschwindigkeiten bis zu 0,5 m/s. Hier wird deutlich, dass die Erfassung einzelner Klimaparameter bestenfalls eine Näherung darstellt und die Klimareglung alleine durch Vorgabe eines einzigen solchen Parameters wie z.B. der Temperatur unzureichend oder gar irreführend ist. Sinnvoller wäre vielmehr die Klimaregelung nach Erfassung der drei zuvor genannten wesentlichen Klimaparameter und nach Vorgabe des

gewünschten Behaglichkeitsfaktors PMV, der nach ISO 7730 nur innerhalb -0,5..+0,5, also zwischen „leicht kühl“ und „leicht warm“ schwanken darf.

Mikrostrukturierung eines Behaglichkeitssensors

Zu Projektbeginn erfolgte eine Marktanalyse kommerziell erhältlicher Einzelsensoren zur Detektion der Raumluftparameter Geschwindigkeit, Temperatur und Feuchte sowie verfügbarer Mikrosystemlösungen, eine weltweite Patentrecherche sowie eine Bedarfsanalyse insbesondere hinsichtlich der Parameteranforderungen an Luftgeschwindigkeitssensoren in bewohnten Räumen. Diese Arbeiten wurden im Rahmen der wissenschaftlichen Kooperation der FH-Köln mit der kubanischen Hochschule „Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría“ (ISPJAE) in Havanna, dort mit dem Mikroelektronikzentrum CIME durchgeführt. Innerhalb dieses Projektes wurde ein Messwerterfassungssystem zur telemetrischen Übermittlung von Raumklimadaten zusammen mit Energieverbrauchswerten für die Klimaanlagen in vier Gästezimmern des Gesundheitshotels „La Pradera“ in Havanna beschafft.

Von den drei wichtigsten Klimaparametern lassen sich die Raumlufttemperatur und relative Luftfeuchte mit mikrostrukturierten Sensoren recht einfach erfassen: Die Temperaturmessung erfolgt durch entsprechende elektrische Widerstandänderung eines mikrostrukturierten Leiters in einer der polykristallinen Siliziumschichten. Die Feuchtemessung kann auf eine Kapazitätsmessung einer ineinandergreifenden Doppelfinger-Mikrostruktur in einer der polykristallinen Schichten zurückgeführt werden, deren Zwischenräume mit einem Feuchte absorbierenden Isolatormaterial gefüllt sind. Die Kapazität liegt in der pF-Größenordnung und variiert durch den Feuchtegehalt der Luft um bis zu 10%.

Die Raumluftgeschwindigkeitsbestimmung stellt dagegen die größte Herausforderung in diesem Projekt dar, da auf dem Markt hierzu keine geeigneten Sensoren in Mikrosystemtechnologie verfügbar sind und entsprechend gängige Klimageräte hierzu am wenigsten ausgestattet sind.

Wegen des Fehlens beweglicher Teile wird hierzu das thermische Anemometerprinzip bevorzugt, das z.B. in der Vakuumtechnik zur Gasfluss- und Druckmessung ebenso wie in der Automobilindustrie zur Erfassung der Verbrennungsluftmenge Stand der Technik ist. Hierbei wird die Entstehung eines Temperaturgradienten entlang einer lokal beheizten Umgebung bewertet, der durch Wärmekonvektion proportional zur Luftströmung verursacht wird.

Zur Abschätzung der Realisierbarkeit eines mikrostrukturierten Anemometers in Silizium-Technologie, das auch im Geschwindigkeitsbereich unter 1 m/s empfindlich ist, wurde ein entsprechender Luftgeschwindigkeitssensor bewertet, der speziell zur Erfassung der relativ schnell und laminar strömenden Luftmasse zum Verbrennungsprozess im Kfz-Motor entwickelt wurde (Bosch HFM 5) . Es zeigt sich experimentell in einem Lüftungskanal mit definiertem Massendurchsatz, dass dieses mikrostrukturierte Sensorkonzept auch im für die Raumluftbewertung interessanten Geschwindigkeitsbereich unterhalb 1 m/s empfindlich ist [4], jedoch bedingt durch die Art der Temperaturerfassung nur auf eine Geschwindigkeitsdimension entlang einer Vorzugsrichtung beschränkt ist. Diese Erkenntnis konnte durch Finite Element-Simulation der Wärmeleitungs- und Wärmekonvektionsvorgänge an diesem Typ Silizium-Sensor bestätigt werden [5]. Hierauf baut ein Design zur einem eindimensional erfassenden Raumluft-Geschwindigkeitssensor auf [6], das aus einer 3.5 µm dünnen, auf ca. 60 °C erhitzten polykristallinen Silizium-Membran-Widerstandfläche von einigen 100 Ohm besteht, die mit dem universellen MUMPs-Fertigungsprozess realisierbar ist.

Raumluftströmungen treten im Geschwindigkeitsbereich unterhalb 1 m/s jedoch selten laminar, vielmehr turbulent auf. Dies führt zu starker Streuung der Messdaten, die ihrerseits die Behaglichkeitsbewertung beeinflusst. Für den entsprechenden Luftgeschwindigkeitssensor zur Raumluftbewertung bedeutet dies die Berücksichtigung aller Raumrichtungskomponenten anstelle der eindimensionalen Messwerterfassung entlang einer Vorzugsrichtung wie im laminaren Fall. Somit wird sich ein zur Raumluftbewertung vorgesehener Geschwindigkeitssensor durch eine Richtungsunabhängigkeit auszeichnen müssen.

Steuerung des Raumklimas

Die gleichzeitige Erfassung der Geschwindigkeit mit der Temperatur und Feuchte der Raumluft ermöglicht das Raumklima durch Kühlung und Luftventilation so auszubalanzieren, dass unter Einhaltung der Normvorgaben insbesondere hinsichtlich des Behaglichkeitsempfindens eine Energieersparnis erzielt werden kann. Ohne den zulässigen Behaglichkeitsbereich von +/- 0,5 zu verlassen kann energieaufwendige Kühlung mit einer Leistungsaufnahme von typisch 2000 W teilweise durch energiefreundlichere Luftventilation mit einer Leistungsaufnahme

von typisch nur 100 W ersetzt werden. Abschätzungen für das Gesundheitshotel „La Pradera“ in Havanna zeigen, dass mit jedem Grad Temperaturerhöhung, die so innerhalb der Normgrenzen ohne Klimakomforteinbußen möglich ist, eine Energieeinsparung zur Raumklimatisierung von 5% erreichbar ist.

Die Abklärung des Anbringungsortes für den Mikroklimasensor in einem Raum erfolgte mit einem makroskopischen Luftgeschwindigkeitssensor (Dantec 54T21), einem omnidirektionalen Kugelanemometer in herkömmlicher Fertigungstechnik, der Raumluftgeschwindigkeiten im Bereich von 0,05..1 m/s zu messen und daraus den Turbulenzgrad abzuleiten vermag. Als geeigneter Montageort erwies sich eine seitliche Wandfläche als günstig, die der Fensterfront gegenüberliegt oder zumindest keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist [4], entsprechend der gültigen Norm EN 27726 [7] in 1,7 m Höhe.

Zusammenfassung

Das erste Jahr diese Forschungsprojektes zeigt die Realisierbarkeit eines mikrostrukturierten, kompakten und intelligenten Klimasensors zur Bewertung der Raumluftqualität sowie zur energieoptimierten Klimaregelung auf. Er wird innerhalb der gültigen Normvorgaben die Temperatur, Feuchte und Geschwindigkeit der Raumluft erfassen und die Raumkühlung sowie die Luftventilation steuern können, wobei der Raumnutzer statt der Raumlufttemperatur oder Ventilatorstellung den Behaglichkeitswert von „leicht kühl“ bis zu „leicht warm“ vorgibt. Voraussichtlich 2002 liegt der erste Prototyp als Demonstrator vor und wird unter tropischen Klimaverhältnissen in dem kubanischen Gesundheitshotel „La Pradera“ in Havanna nicht nur hinsichtlich seiner Funktion getestet sondern auch hinsichtlich der erwarteten Energieeinsparung bewertet.

Dieses Projekt wurde erst durch die Forschungsförderung der FH Köln, der Landes- und Bundesministerien MSWF bzw. BMBF sowie des DAAD ermöglicht, denen an dieser Stelle ausdrücklich Dank gebührt.

Literatur

[1] Cronos Integrated Microsystems: „MUMPs-Design Handbook“, Version 5.0, 2000
[2] Brüel & Kjaer, Innova Air Tech Instruments A/S: „Thermal Comfort“, 1997
[3] EN ISO 7730:„Gemäßigtes Umgebungsklima: Ermittlung des PMV und des PPD und Beschreibung für thermische Behaglichkeit“, 1995
[4] S. Weyler:„Grundlagen zur Herstellung eines Mikrosensors auf Basis eines thermischen Anemometers zur Bewertung der Luftgeschwindigkeit in Räumen“, Diplomarbeit FH-Köln, 2001
[5] G. Pörzgen:„Simulation eines Luftmassenmessers mit Hilfe der Finite Element Methode“, Diplomarbeit FH-Köln, 2000
[6] I. Leon, K. Kohlhof, H. Meckbach, V. Escartin, O. Martinez:„Surface micromachining of an air quali ty sensor“, Proceedings zur MICROtec 2000, Hannover, 2000
[7] DIN EN 27726:„Umgebungsklima, Instrumente und Verfahren zur Messung physikalischer Größen“, 1993

Charakterisierung und Modellierung der Lichtemission von ultrahellen Leuchtdioden

Prof. Dr. Thomas Welker
e-mail: Thomas.Welker@uni-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 28 36

1. Einleitung

In den letzten zehn Jahren hat auf dem Gebiet von Leuchtdioden (LEDs) eine rasante Entwicklung stattgefunden. Die Herstellung von LEDs mit den sogenannten Doppel-Heterostrukturen aus III-V-Halbleitermaterialien führte dazu, dass ihre Lichtausbeuten höhere Werte als die von Glühlampen und heute sogar vergleichbare Werte mit denen von Leuchtstofflampen erreicht haben. Hinzu kommt in den vergangenen Jahren der Durchbruch bei der Entwicklung von effizient blau leuchtende Dioden auf Basis des Halbleitermaterials GaN.
Die Verfügbarkeit von ultrahellen Leuchtdioden im gesamten sichtbaren Spektralbereich eröffnet vielfältige Möglichkeiten, LEDs sowohl für Beleuchtungs- als auch Displayanwendungen einzusetzen. Dabei erweist sich insbesondere die geringe Energieaufnahme und extrem lange Lebensdauer von LEDs als ein unschlagbarer Vorteil gegenüber Anwendungen, die bisher der Glühlampe vorbehalten waren. Im Automobil- und Verkehrssignalbereich finden die ultrahellen Leuchtdioden bereits heute vielfältige Anwendungen

Ziel dieser Arbeit ist, die Lichtemission von Leuchtdioden mit einem Modell zu beschreiben, dessen Parameter durch einfache Charakterisierung zugänglich sind. Der Einfluss von den Betriebsbedingungen (Strom, Spannung und Umgebungstemperatur) auf die farbmetrischen Eigenschaften der LEDs sollte mit diesem Modell beschrieben werden.

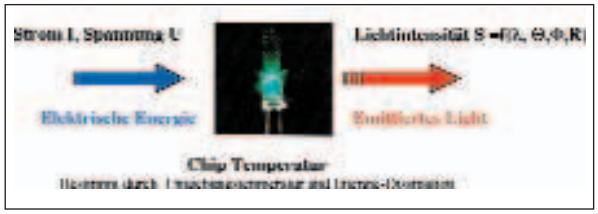


Abb. 1: Modellbeschreibung einer LED

Mit dem vorliegenden Modell kann die Lichtemission nicht nur einer LED sondern auch Kombinationen mehrerer, oder die von LEDs mit Licht konvertierenden Leuchtstoffen, wie sie zur Erzeugung von weißem Licht verwendet werden, durch die additive Überlagerung der Lichtintensitäten beschrieben und simuliert werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Simulationen der Lichtemission für verschiedenste Anwendungen im Beleuchtungs- und Displaybereich durchzuführen, und Vorhersagen über z. B. Helligkeit, Emissionsfarbe, Farbwiedergabe und Farbtemperatur zu machen. Es konnte bereits gezeigt werden, dass dieses Modell zur Entwicklung von höchst präzisen Kalibrierungslampen geeignet ist [1,2]. Die Entwicklung einer intelligenten „smarten LED-Lampe“ ist ein aus dieser Arbeit resultierendes und derzeit laufendes Forschungsprojekt [3,4].

2. Modellierung der Lichtemission

Für das emittierte Licht wird nur die spektrale Verteilung der Lichtintensität S, ($S = f(\lambda)$, mit λ = Wellenlänge) berücksichtigt. Die Abhängigkeit von den räumlichen Polar- und Azimutwinkeln Θ und Φ wird zur Zeit untersucht [5]. S lässt sich insgesamt durch eine Summe von sogenannten Intensitäts-Funktionen F beschreiben.

$$S(\lambda) = \Sigma\, \underline{A}_i\; F(\lambda,\ \lambda^i_{max}, \Delta\lambda^i)$$

Jede ist eindeutig durch zwei Parameter Peakwellenlänge λ^i_{max} und Halbwertsbreite $\Delta\lambda^i$ festgelegt und einer Amplitude $\underline{A}_i$ zugeordnet.

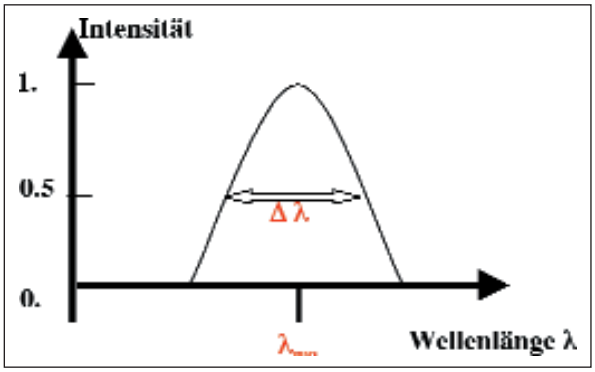


Abb. 2: Intensitätsfunktion

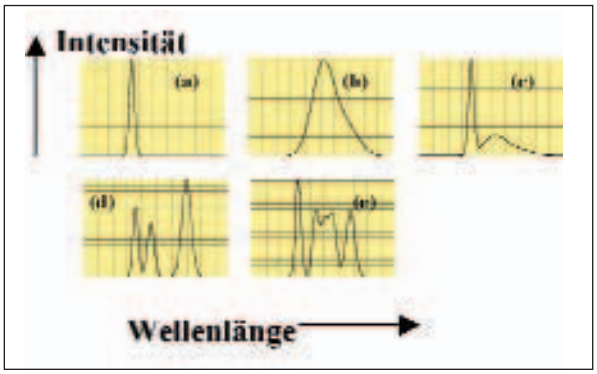


Abb. 3: Lichtemission: (a) eine LED (eine Gauss-Fkt.), (b) ein Leuchtstoff (zwei Gauss-Fkt.), (c) weiße LED und (d) RGB-Display (drei Gauss-Fkt.), (e) Kalibrierungslampe (fünf Gauss-Ftk.)

Die Intensitätsfunktion F kann beliebig analytisch

gewählt werden, solange Sie durch die zwei obigen Parameter λ^i_{max} und $\Delta\lambda^i$ definiert werden kann (z. B. Gauss-, Lorenz- und die auf der Wellenlängenskala nicht symmetrische Ivey-Funktion. Letztere wird häufig in der Lumineszenzspektroskopie verwendet und von einer Gauss- Funktion auf der Frequenzskala abgeleitet). Typische Emissionsspektren synthetisiert durch Gauss-Funktionen zeigt Abb. 3.

3. Charakterisierung und Parametrisierung

Die Parameter und Amplituden der Intensitätsfunktionen als Funktion der Stromstärke und der Temperatur können aus Messungen von Emissionsspektren der LEDs als Funktion des Stromes (z. B. Stromabhängigkeit Abb. 4) bzw. der Temperatur ermittelt werden [6].

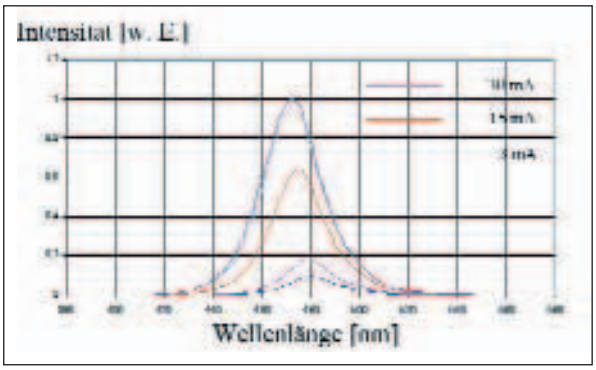


Abb. 4: Gemessenen Emissionsspektren einer blau emittierenden InGaN-LED für verschiedene Ströme

Wegen der einfachen Abhängigkeit lassen sich zu jeder Intensitätsfunktion Einparameter-Relationen gewinnen:

Strom: (Referenzstrom I_R, $\eta_0^* = (A/I)_{I->0}$)

$A = \eta_0^* I/(1 + \alpha_I^* I)$

$\Delta\lambda = \Delta\lambda_R + \beta_I^*(I-I_R)$

$\lambda_{max} = \lambda_{max\,R} + \gamma_I^*(I-I_R)$

Temperatur: (Referenztemperatur T_R)

$A = A_R * [1-\alpha_T *(T-T_R)]$

$\Delta\lambda = \Delta\lambda_R + \beta_T^*(T-T_R)$

$\lambda_{max} = \lambda_{max\,R} + \gamma_T^*(T-T_R)$

Die Emissionsspektren fast aller ultrahellen LEDs sind sich hinreichend genau mit nur einer Intensitäts-funktion darzustellen, so dass ihre Abhängigkeit vom Strom bzw. von der Temperatur mit jeweils drei Koeffizienten α_I, β_I und γ_I bzw. α_T, β_T und γ_T simuliert werden kann. Dazu wurde ein Programmpaket entwickelt [7], das diese Simulationen mit bis zehn Intensitätsfunktionen erlaubt und die resultierende spektrale Verteilung der Lichtintensität S(λ) in ein Analyseprogramm [8] exportiert, um die farbmetrischen Eigenschaften zu ermitteln.

4. Simulationsergebnisse

Abb. 5 zeigt eine Simulation des Farbpunktes X,Y eines LED-Displays als Funktion der Temperatur, dessen Farben durch die Überlagerung der Emission von blau und grün emittierenden InGaN- sowie rot emittierenden AlInGaP-LEDs erzeugt werden. Bei 20°C wurde der Farbpunkt auf weiß eingestellt. Die Emission aller LEDs wurde jeweils durch eine Intensitätsfunktion repräsentiert. Die blau-grün Verschiebung resultiert vorwiegend aus der stärkeren Intensitätsabnahme der roten im Vergleich zu der blauen und grünen Emission mit steigender Temperatur.

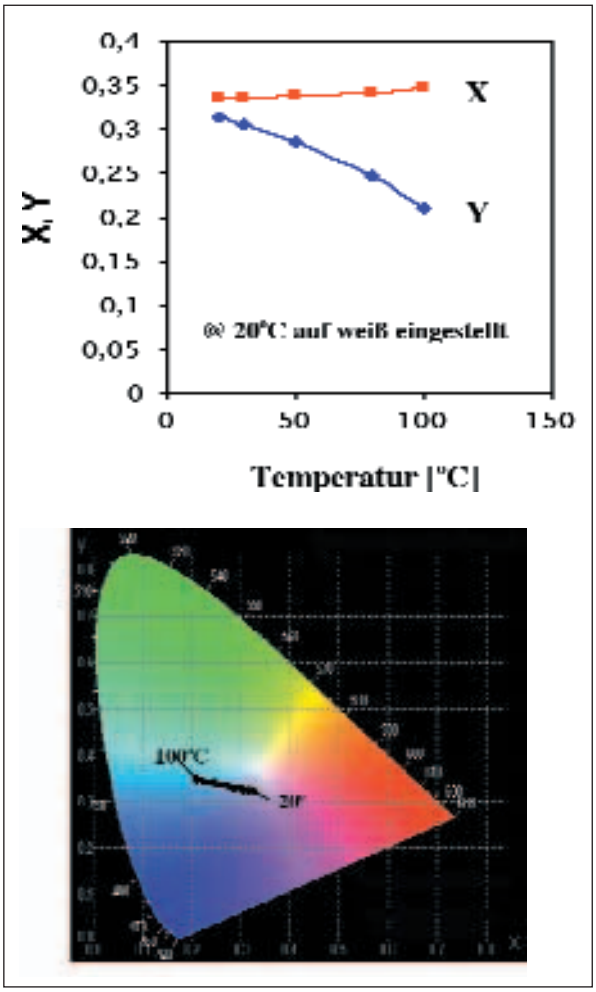


Abb. 5: Simulierter Temperatureffekt auf die Emissionsfarbe eines RGB-LED-Displays

Die Simulation einer weiß emittierenden LED zeigt Abb. 6. und zwar der Effekt der Stromstärke auf die Farbtemperatur und der Emissionsfarbe. Für diese Leuchtdiode wird eine blau emittierende InGaN-Chip in Kombination mit einem gelb emittierenden Leuchtstoff YAG:Ce angenommen. Die Farbtemperatur wurde bei 1mA auf 6000 K eingestellt. Die blaue Emission von InGaN konnte durch eine und die gelbe Emission von YAG:Ce durch zwei Intensitätsfunktionen dargestellt werden (wie in Abb. 3). Weiter wurde

eine konstante Quantenausbeute des Leuchtstoffes angenommen. Die Blau-Verschiebung und Zunahme der Farbtemperatur resultiert aus der Blau-Verschiebung der InGaN-Emission mit zunehmender Stromstärke. Die Stromkoeffizienten α_I, β_I und γ_I wurden dabei aus Messungen bis nur 30 mA ermittelt.

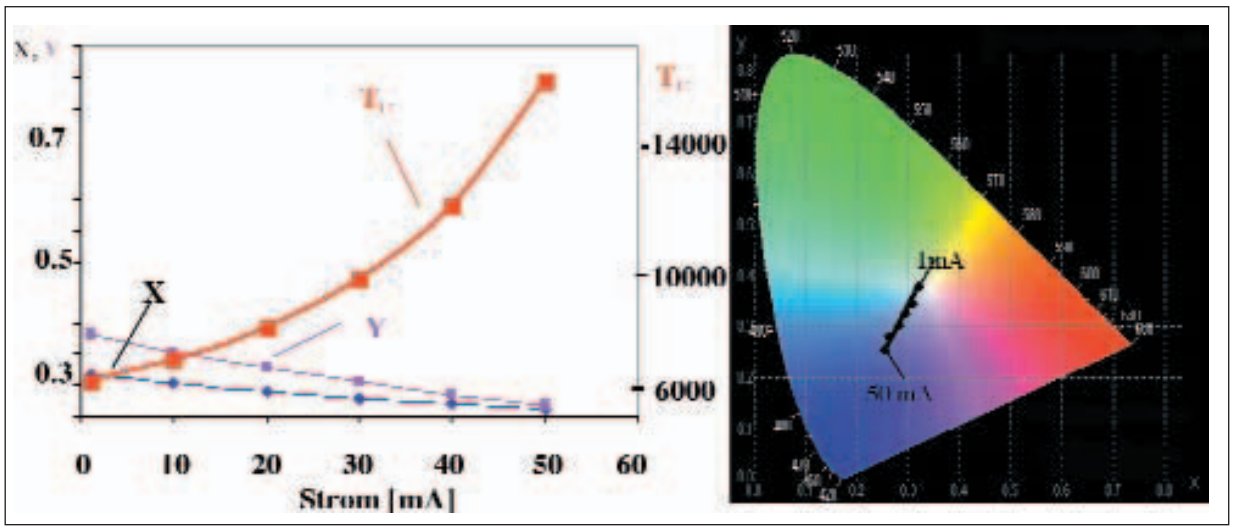


Abb. 6: Simulierter Stromstärkeeffekt auf die Emissionsfarbe und Farbtemperatur einer weißen LED mit einem YAG:Ce-Leuchtstoff und einem InGaN-Chip.

5. Diskussion

Die Emissionsspektren von Leuchtdioden können für ihre Anwendungen im Display- und Beleuchtungsbereich in bezug auf spektrale Verteilung und farbmetrische Eigenschaften simuliert werden, wobei der Einfluss von Stromstärke und Umgebungstemperatur vorhergesagt werden kann. Dazu ist es notwendig, ein Satz von Parametern experimentell aus den Emissionsspektren zu ermitteln. Mit den vorliegenden Ergebnissen wird noch keine Aussage über die angelegte Spannung und Chip-Temperatur gemacht (siehe Abb. 1). Derzeit laufende Untersuchungen, das elektrische Verhalten, d. h. die Strom-Spannungskennlinie und die Chip-Temperatur zu modellieren, zeigen, das dies auch durch wenige experimentell zugängliche Parameter möglich ist [9,10]. Hinzu kommen Untersuchungen zur räumlichen Verteilung der Lichtemission. Ziel dieser Arbeit ist es, ein Expertensystem zu entwickeln, dass sowohl das elektrische und optische Verhalten von Leuchtdioden mit einem Satz von Parametern zu beschreiben erlaubt. Wie groß die Streubreite dieser Parameter für ein LED-Typ ist, muss ebenfalls noch untersucht werden. Als Anwendung dieses Expertensystems wird zur Zeit eine intelligente LED-Lampe basierend auf bis zu zehn LEDs entwickelt, die Computer gesteuert Licht mit beliebiger spektraler Zusammensetzung generiert.

6. Literatur

[1] N. F. Lopez: „Entwicklung einer LED-Kalibrierungslampe zur Eichung von Spektroskopiesystemen, Diplomarbeit FH-Köln SS 2000

[2] T. Welker: „Calibration Lamp in the Visible Spectral Region for Spectroscopy Systems on the Basis of Light Emitting Diodes“, 1999 Joint International Meeting of Electrochemical Society and The ECS Japan, Honolulu, Hawaii, USA, Oktober 1999

[3] R. Hoffmann: „Entwicklung einer Software und eines Bussystems zur Steuerung einer Kalibrierungslampe basierend auf zehn Leuchtdioden“, Diplomarbeit FH-Köln SS 2001

[4] T. Welker: „Smarte LED-Lampe“, Kolloquium „Optik im 21. Jahrhundert“ der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft, Köln Februar 2002

[5] A. Bouchrit: „Untersuchungen zur Messung der Winkelverteilung der Lichtintensität von Leuchtdioden und deren Auswirkung auf die Lumenausbeute“, Diplomarbeit FH-Köln SS 2002

[6] S. Catic und T. Welker: „Influence of Operating Currents and Temperatures on the Emission Spectra of LEDs“, Ninth International Symposium on the Physics and Chemistry of Luminescent Materials of the ECS, Phoenix, Arizona, USA, Oktober 2000

[7] K. Grevenich: „Entwicklung einer Computersimulation zur Darstellung der Lichtemission von Lumineszenzdioden in Abhängigkeit von

Temperatur und Strom“, Diplomarbeit FH-Köln WS 2001/02

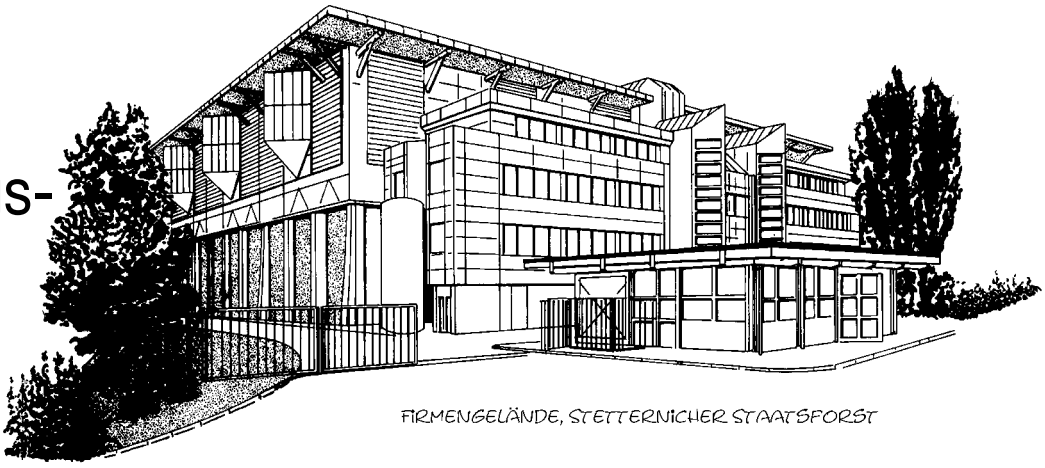
[8] P. Strastil: „Simulation und Analyse der farbmetrischen Eigenschaften von Lumineszenz-Dioden-Entwicklung eines Softwarepakets -“, Diplomarbeit FH-Köln WS 2001/02

[9] P. Anye: „Messung und Simulation der Strom-Spannungs-Kennlinien von lichtemittierenden Dioden“, Diplomarbeit FH-Köln WS 2001/02

[10] A. Fuchs: „Analyse des elektrischen Verhaltens von Lumineszenzdioden unter pulsförmiger Anregung“, Diplomarbeit FH-Köln SS 2002

Urenco Deutschland GmbH

Jülich,
das
Entwicklungs-
zentrum
der Urenco-
Gruppe



Wir entwickeln und bauen neue, leistungsfähige Zentrifugen für die industrielle Anreicherung von Uran in den Anlagen der Urenco in Deutschland, den Niederlanden und England.

urenco

Urenco Deutschland GmbH
Postfach 1411
52409 Jülich
Telefon (02461) 65-0
Telefax (02461) 65-449
http://www.urenco.de

Untersuchung bremskraftinduzierter Fahrwerks- und Lenkungsschwingungen

Prof. Dr.-Ing. Jürgen W. Betzler
e-mail: juergen.betzler@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 49

Fahrzeuge werden nicht nur durch Fahrbahnunebenheiten zu Schwingungen angeregt, sondern auch durch fahrzeugeigene Störungen, wie zum Beispiel Motorschwingungen, Reifenunwuchten und -ungleichförmigkeiten oder Schwingungen, die im Bremssystem entstehen.

Ziel des gemeinsam mit einem Industrieunternehmen durchgeführten Forschungsvorhabens war es, das Phänomen der bremskraftinduzierten Lenkraddrehschwingung (LDS) zu untersuchen.
Diese Schwingungen stellen sich dem Fahrer während eines Bremsmanövers als gravierende Komforteinbuße dar und führen zu erheblichen Reklamationen.

Um reproduzierbare Verhältnisse zu gewährleisten, wurde ein Versuchsfahrzeug auf einem Rollenprüfstand so positioniert, dass die zu untersuchende Vorderachse Schwingungen in Längsrichtung ausführen konnte (Bild 1).

Bild 1

Ziel der Messung war es, die Schwingungsanregungen von der Entstehung an der Bremse über die Übertragungswege bis hin zu den für den Fahrer fühlbaren Lenkradschwingungen zu erfassen. An Fahrzeug und Prüfstand wurden daher insgesamt 34 Meßkanäle mit einer Tastrate von jeweils 1000 Hz erfasst; hierbei wurde das Messwerterfassungs- und auswertesystem DIAdem genutzt.
Die Messkanäle umfassten u.a.
- die Bremsdrücke,
- die Kräfte an der Bremszange,
- die Beschleunigungen und Verformungen an den leistungsführenden Rad- und Lenkungsteilen, aber auch
- die Bremsscheibentemperatur und -verformung.

Einige dieser Sensoren zeigt Bild 2.

Bild 2: Sensoren an der linken Radbremse

In rechnergesteuerten Prüfzyklen wurde das Fahrzeug aus der jeweiligen Sollgeschwindigkeit heraus mit einer definierten Verzögerung abgebremst, wobei die sich durch die Abbremsung einstellende dynamische Radlast durch einen Pneumatikzylinder, der das Fahrzeug entsprechend auf die Rolle zog, dargestellt wurde. Nach Erreichen einer Abbruchgeschwindigkeit wurde die Bremse gelöst und nach erfolgter Abkühlphase eine weitere Bremsung mit veränderter Verzögerung angeschlossen.

Bild 3 zeigt einen typischen Bremstemperaturverlauf.

Die Heinrich Nickel GmbH, das über 100-jährige Traditionsunternehmen, gehört zur französischen VINCI-Gruppe. Eingebunden in einen der größten europäischen Konzerne seiner Art bieten wir unseren Kunden die Möglichkeit eines finanzstarken Systemanbieters, der das volle Leistungsspektrum von der Erstellung bis hin zum Gebäudemanagement inklusive des Verwaltens kompletter Gebäudestrukturen beherrscht.

NICKEL
KLIMA- UND LUFTTECHNIK

Heinrich Nickel GmbH
Siegstraße 28-34
57518 Betzdorf
Tel.: 02741-282 – 380, Fax: 02741-282 – 208
E-Mail: hartmut.renner@nickel-gruppe.com
Homepage: www.nickel-group.com

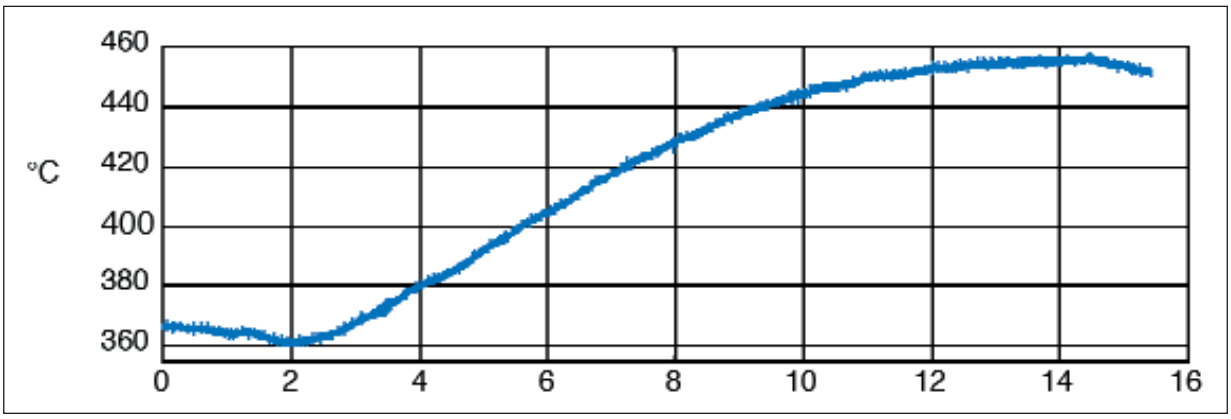


Bild 3: Verlauf der Bremstemperatur

Die gewonnenen Daten wurden u.a. in Form von Spektrogrammen und nach statistischen Verfahren ausgewertet.

Als Ergebnis der Forschungsarbeit besteht nunmehr Klarheit bezüglich repräsentativer Anregungsformen, der erforderlichen Mess- und Versuchstechnik und der einzusetzenden Auswerteverfahren.

Die ebenfalls im Labor Fahrwerke-/Simulationstechnik verfügbaren Schwungmassenbremsen- und Reibwertprüfstände erlauben die systematische Fortführung des Vorhabens auf der System- und Komponentenebene.

Aufbau eines Prüfstandssystems zur Untersuchung der elastokinematischen Eigenschaften von Achssystemen in der Fahrzeugentwicklung und im Feldeinsatz

Prof. Dr.-Ing. Jürgen W. Betzler
e-mail: juergen.betzler@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 49

Den elastokinematischen Eigenschaften von Fahrwerken kommt unter Fahrsicherheits- und Komfortgesichtspunkten eine besondere Bedeutung zu. In der Fahrzeugentwicklung ist es daher unverzichtbar, diese Eigenschaften an entsprechenden Prüfständen messen zu können. Zugleich stellt sich bei den im Einsatz befindlichen Fahrzeugen die Frage, ob die ursprünglich vorhandenen – erwünschten – Systemeigenschaften noch vorhanden sind oder ob sich durch widrige Umstände – wie z.B. Überbeanspruchungen, Verschleiß o.ä. – das Fahrverhalten verändert hat.

Unterstützt durch Mittel der Fachhochschule Köln wurde im Rahmen von Diplomarbeiten ein Elastokinematik-Prüfstand aufgebaut, der das komplette Vermessen eine Fahrzeugachse bei Brems- und Seitenkräften erlaubt und ein unverzichtbares Hilfsmittel in der Fahrzeugentwicklung darstellt.

Ein weiterer Prüfstand, ein Gelenkspieltester, erlaubt das schnelle Ermitteln von Gelenkspielen und Lagerelastizitäten unter Einsatz eines berührungsfrei messenden optischen Wegmesssystems. Unter Nutzung dieses Prüfstands werden Fahrzeuge in einem Feldversuch in regelmäßigen Abständen von der Auslieferung ab untersucht, das Langzeitverhalten der Achsbauteile ermittelt und so die Verbindung zwischen Entwicklung, Entwicklungszielen und Fahrzeugverhalten im realen Einsatz hergestellt.

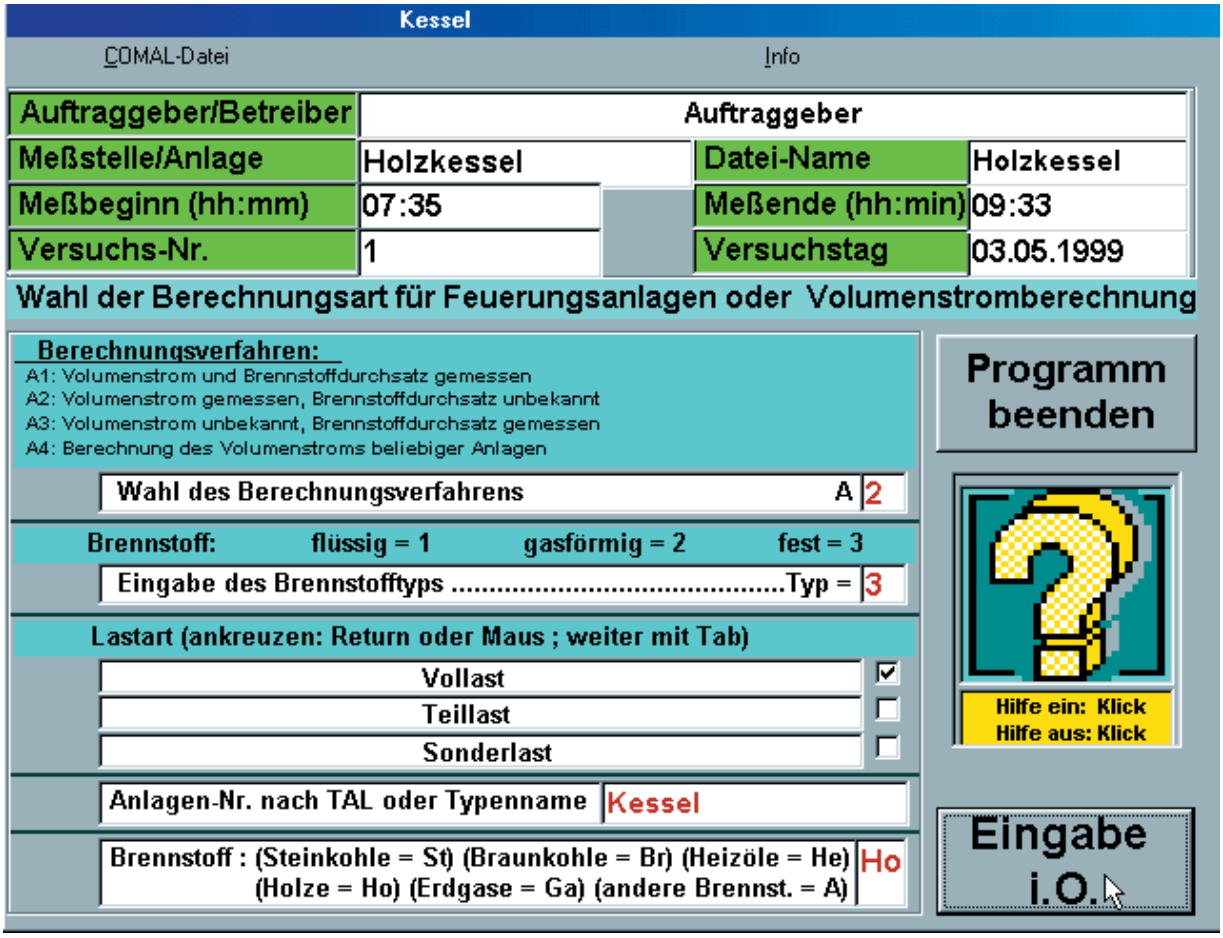
VTU
ENGINEERING
Verfahrenstechnische Planungen für
Chemie, Pharma und Umwelttechnik

www.vtu.com
Deutsche VTU Engineering GmbH · Marie-Curie-Straße 1 · D-53359 Rheinbach · Tel.: +49/2226/87210-0
Fax: +49/2226/87210-9 · e-mail: office.rheinbach@vtu.com
Frankfurt · Rheinbach · Penzberg · Grambach · Linz · Wien · Kundl

Qualitätsicherung bei Echtzeitmessungen im Umweltschutz Luft

Prof. Dr. U. Langer
e-mail: ulrich.langer@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 01

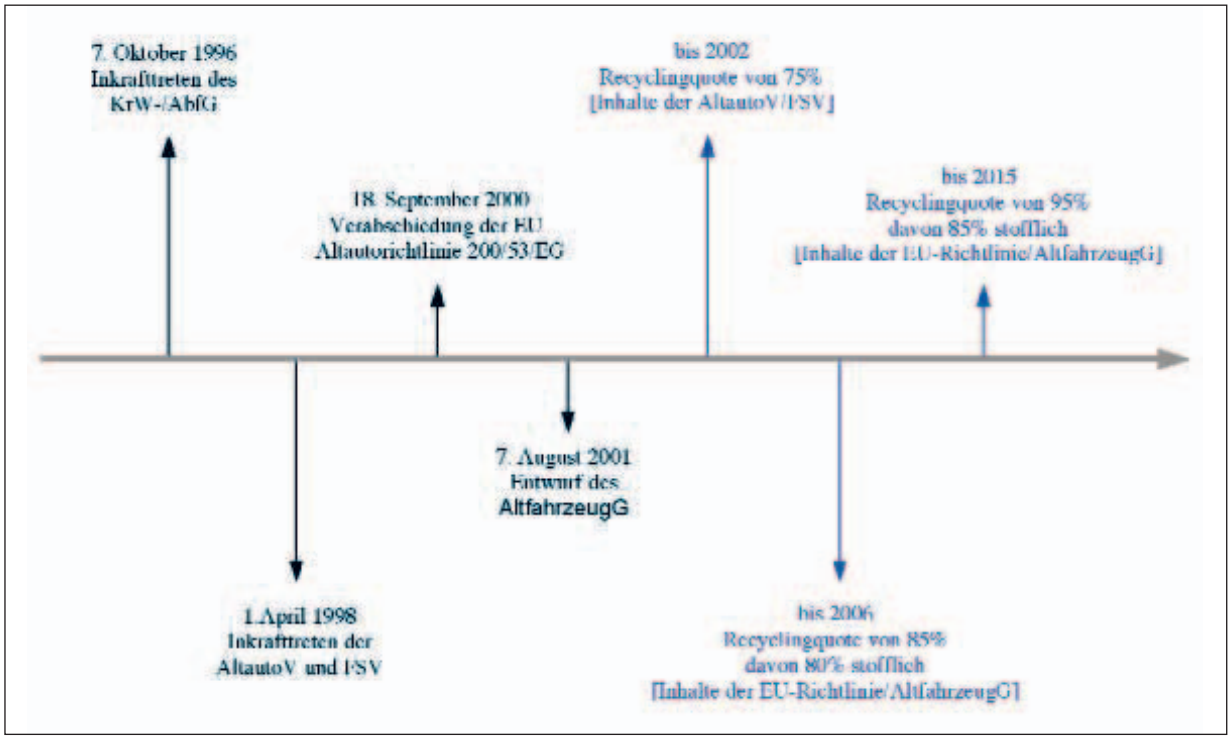
Die Genehmigungsbescheide von verbrennungstechnischen Anlagen schreiben die Einhaltung des höchstzulässigen Brennstoffdurchsatzes und/oder der wärmeseitigen Anlagenleistung vor. Im Rahmen der Emissionsmessungen nach TA Luft und 13./17.BImSchV ist der Nachweis der Messung bei maximaler Emission und bei mindestens einem definierten Teillastpunkt gefordert. Viele Gutachter auf dem Gebiet der Emissionsmessung behelfen sich damit, die Lasteckpunkte der wärmetechnischen Anlage anhand von charakteristischen Anzeigen der Betriebsmessgeräte, Erfahrenswerte und Ähnlichem zu bestimmen oder schätzen. Sind weder wärmetechnische Messgeräte oder Brennstoffmessgeräte an der Anlage vorhanden, wird häufig keine Angabe zur jeweiligen Anlagenauslastung gemacht oder mit nicht abgesicherten Kennwerten gerechnet. Anhand eines Beispiels zur Bestimmung des Wirkungsgrades eines Feststoffkessels kann gezeigt werden, dass diese Verfahrensweise zu groben und unzulässigen Angaben über die Kesselauslastung führen. Das hier vorgestellte Modul ‚Kessel' (1. Eingabe Maske Bild 1) ermöglicht die sichere Dokumentation aller möglichen Lastpunkte während der Messungen. Darüber hinaus können mit einer Strategierechnung die wärme- und feuerungstechnische Eckpunkte der betrachteten Verbrennungsanlage vorweg bestimmt werden.



Recycling von Kfz-Elektro- und Elektronikschrott in Deutschland – Bestandsaufnahme –

Prof. Dr. U. Langer
e-mail: ulrich.langer@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 01

In den letzten Jahren ist das Recycling von Altfahrzeugen in Deutschland komplexer und anspruchsvoller geworden. Als Hauptgründe hierfür ist zum einen die Einhaltung der neuen Rechtsgrundlagen und zum anderen ein verstärkter Einsatz neuer, unterschiedlicher Materialien (u.a. Kunststoffe) als auch die kontinuierliche Senkung der Anteile des gut zu recyclierenden Stahls zu nennen. Auch die Anteile der Elektro- und Elektronikkomponenten, die in Fahrzeugen zum Einsatz kommen, steigen kontinuierlich. Es handelt sich u.a. um Elektromotoren unterschiedlicher Größe, Steuergeräte, Bordcomputer und Autoradios. Wie werden diese Komponenten verwertet? In einem gemeinsamen Projekt mit dem Bergamt Düren und dem Lehrgebiet FMU im FB Fahrzeugtechnik/FH Köln wird eine Übersicht zum Stand der Technik und der wahrscheinlichen gesetzlichen/technischen Entwicklung in Deutschland sowie der Europäischen Union gegeben.



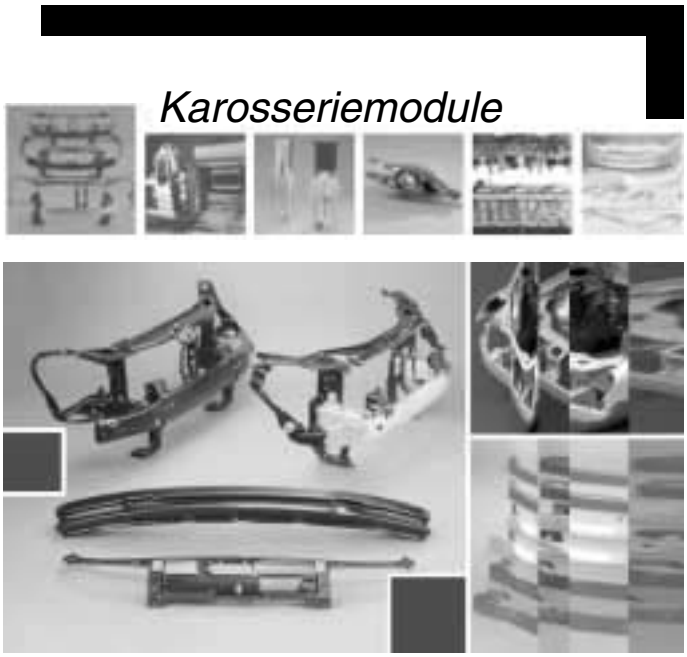
Leitfaden zur Projektierung zukunftgerechter EDV-Arbeitsplätze am Beispiel eines Autohauses mit Filialbetrieb

Prof. Dr. U. Langer
e-mail: ulrich.langer@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 01

Kleine und mittelständische Unternehmen sowie Privatpersonen besitzen heute einen hohen technischen Standard im Bereich der elektronischen Datenverarbeitung. Dadurch geraten diese Nutzer der EDV in eine hohe Abhängigkeit von Dienstleistern im Bereich der verwendeten Hard- und Software. Den immer neuen Anforderungen in diesem Bereich gerecht zu werden bedeutet eine permanente Nachinvestition und hohen Zeitaufwand für die Aktualisierung der datentechnischen Betriebsmittel sowie der Schulungen der Mitarbeiter. In kleinen Firmen wird dies dadurch gelöst, dass autodiktaktische Mitarbeiter mit der Wartung, der Reorganisation und dem Betrieb der kompletten datentechnischen Anlage beauftragt werden. Durch die Überschätzung der eigenen Wissens-/Kenntnis-Resourcen entstehen insbesondere bei Systemabstürzen und den vermehrten externen Systemangriffen durch „Hacker" oder Software hoher betriebswirtschaftlicher Schaden.
Ziel des vorliegenden Projektes ist es, dem wenig geübten Anwender einen Leitfaden bei der Vernetzung von Arbeitsplätzen zu geben. Es ist nicht die Zielsetzung, das Aufsuchen der universellen Ideallösung. Vielmehr wird den Entscheidungsträgern eine Checkliste an die Hand gegeben, durch die diese

- die Planungs- und Realisierungsvoraussetzungen schaffen
- Planungs- und Abwicklungsfehler erkennen
- Arbeiten und Investitionen rechtzeitig und zu einem günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis planen und durchführen lassen können.

Die entwickelten Planungsunterlagen sind Grundlage für ein Projekt zur Vernetzung und datentechnischen Reorganisation in einem mittelständischen Unternehmen der Fahrzeugbranche gewesen.



Die Verbindung von Vision und Erfahrung

Immer leichter, immer sicherer, immer kostengünstiger: Das ist die Vision für die Karosseriemodule der Zukunft.

Dank der jahrzehntelangen Erfahrung kann ISE darauf überzeugende Antworten geben. Ein Aluminium-Stahlblechverbund macht ISE Karosseriemodule leichter. Die neuartige Bauweise erhöht die Sicherheit: ISE Karossseriemodule mindern Unfallschäden. Und die modulare Konstruktion der ISE Karosseriemodule bedeutet Kostensenkungen an zwei Fronten: Für den Hersteller durch vereinfachte Endmontage und für den Autofahrer durch niedrigere Reparaturkosten und geringere Versicherungsbeiträge.

Liefern auch Sie Ihren Kunden überzeugende Kaufargumente: mit der ISE-Verbindung aus Vision und Erfahrung.

Entwicklung, Prototypen, Werkzeuge, Betriebsmittel • Karosseriemodulträger/-module • Überrollschutz-Systeme • Fahrwerkskomponenten/-module • Pressteile • Kunststoffteile/Oberflächenveredelung von Metall- und Kunststoffkomponenten: Innovation aus einer Hand.

ISE Innomotive Systems Europe GmbH
Postfach 15 51 • D-51693 Bergneustadt
Tel. +49 (0) 22 61-402-0
Fax +49 (0) 22 61-402-2 249
http://www.innomotive.com
e-mail: hello@innomotive.com

Unser Unternehmen ist zertifiziert nach
• ISO 9001
• QS 9000
• VDA 6.1
• DIN EN ISO 14001

ISE
INNOMOTIVE SYSTEMS EUROPE

Was haben Baßtölpel mit Insassenschutz zu tun?

Als Sturztaucher durchstoßen **Baßtölpel** bei der Fischjagd mit bis zu 100km/h die Wasseroberfläche.
Die Natur hat sie mit einem speziellen Aufprallschutz versehen, ein Luftpolster im Brustbereich schützt sie beim harten Eintauchen ins Wasser.

Die Grundidee dieses natürlichen Schutzsystems ist ein Teil unserer Forschung und Entwicklung. Bei Frontal- und Seitenkollisionen und bei Fahrzeugüberschlägen schützen unsere Luftsäcke den Insassen vor dem häufig lebensbedrohlichen Kontakt mit Fahrzeugteilen.
Heute sind Airbags als Teil des Insassenschutzes aus Kraftfahrzeugen nicht mehr wegzudenken.

Für AUTOLIV, weltgrößtem Entwickler und Hersteller von Insassenschutzsystemen, arbeiten wir im globalen Verbund an Sicherheitssystemen der Zukunft.
Wir möchten zur Verstärkung unseres internationalen Teams neue Kollegen und Kolleginnen gewinnen.
Sind Sie **Absolvent** der Fachrichtung Fahrzeugtechnik, Maschinenbau oder Konstruktionstechnik, Elektronik oder Informatik? Dann rufen Sie uns an oder schicken Sie Ihre Bewerbung.
Aber auch als **Praktikant** oder **Diplomand** können Sie unser spezielles Tätigkeitsfeld kennenlernen...spätere Anstellung nicht ausgeschlossen.
Eine verantwortungsvolle Aufgabe und interessante Laufbahn warten auf Sie.

AUTOLIV GmbH
Werk Nord
Otto-Hahn-Straße 4
25337 Elmshorn
Tel. 04121-797 0
Fax 04121-757 76

AUTOLIV GmbH
Werk Süd
Theodor-Heuss-Str. 2
85221 Dachau
Tel. 08131-295-0
Fax 08131-295-136

Tel. Personal Abt.:
0800-1288654
hr.de@autoliv.com
www.autoliv.com

Autoliv

GRAPHITE SPECIALTIES **von SGL Carbon**

Maßgeschneiderte Produkte für Schlüsselindustrien
und zukunftsweisende Technologien.

SGL Carbon, größter Hersteller von
Carbon, Graphite und Verbundmaterialien
zur Anwendung in der Industrie, Luft-
sowie Raumfahrttechnik weltweit.

Graphite Specialties

SGL CARBON GmbH

Werk Ringsdorff
Drachenburgstraße 1
D-53170 Bonn
Telefon: +49 (228) 841-0
Telefax: +49 (228) 841-377
www.sglcarbon.com

SGL CARBON GROUP
Graphite Specialties

Drehzahlgeregelte Hauptantriebe von spannenden Werkzeugmaschinen

Prof. Dr. Dieter Förster
Ing. Wolfgang Müller
e-mail: Wolfgang.Mueller@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 77

Die Dominanz elektromechanischer Hauptantriebe ist auf den erreichten Entwicklungsstand der Antriebsmotoren und deren Umrichter- sowie Regelgeräte zurückzuführen. Die Asynchronmotoren mit Induktionsläufer sind vorherrschend. Die Drehmomenten – Leistungskennlinien – der Motoren entsprechen insbesondere bei leistungsstarken Antrieben in Werkzeugmaschinen nicht den Anforderungen seitens des zu realisierenden Bearbeitungsprozesses. So steht die maximale Leistung erst bei höheren Drehzahlen (z.B. bei 1200 min-1) bereit.
Durch die Einordnung von Zwischengetrieben im Momentenfluss vom Motor zur Hauptspindel begegnet man diesem Nachteil (Bild 1). Bei diesen Getrieben handelt es sich mehrheitlich um zweistufige Schaltgetriebe in Zwischenwellenbauart (Bild 2). Die Antriebe müssen hohe Maximaldrehzahlen bereitstellen, die sich aus den modernen Schneidstoffen und Werkzeugen ergeben. Damit verbunden sind neue Anforderungen an das dynamische Verhalten der Antriebe, insbesondere auch an die Getriebe und ihrer Elemente.
Das Torsionsschwingungsverhalten muss dabei bereits in der konstruktiven Entwicklungsphase bewertet und ggf. beeinflusst werden, um Resonanzeffekte auszuschließen. Für eine detailgetreue Simulation stehen in diesem Entwicklungsabschnitt noch keine ausreichenden bzw. genauen Parameter bereit, so dass einfache analytische Lösungen gefragt sind. Diese Thematik wurde zu einer praktikablen entwurfsbegleitenden Methodik geführt und durch Beispiele bestätigt.
Der verzweigte Antriebsstrang (Bild 3) wird in ein Torsionsschwingungsmodell in Form der Darstellung nach Bild 4 transformiert. Die Eigenfrequenzen der Antriebe müssen oberhalb der kritischen Erregerwirkungen liegen (unterkritische Betriebsweise). Deshalb ist die Kenntnis der Grundeigenfrequenz für die Bewertung der Lösung ausreichend. Zur Lösung des Mehrmassentorsionssystems wird eine praktikable aber ausreichend sichere Abschätzung entwickelt.
Zur konstruktiven Beeinflussung der Systemparameter werden Entwurfs- und Gestaltungsempfehlungen gegeben. Beispiele unterstützen das Verständnis und die rasche Anwendbarkeit der Lösung.

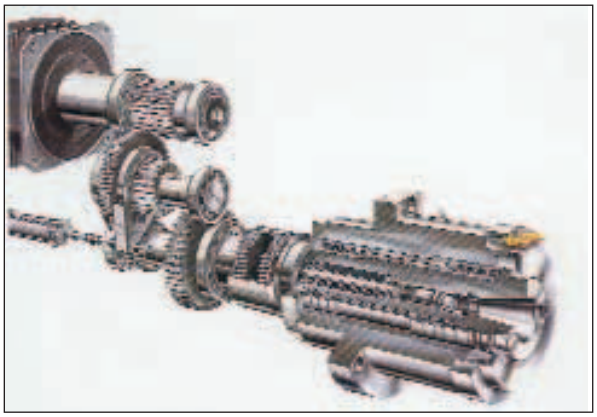


Bild 1: Ausführungsbeispiel Hauptantrieb mit Zwischenwellenschaltgetriebe

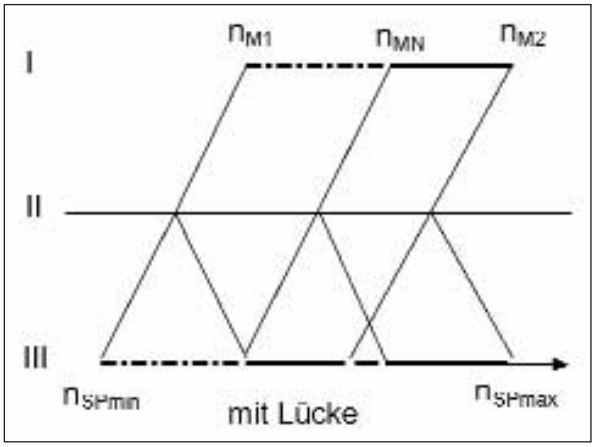


Bild 2: Zwischenwellengetriebe (Prinzipbild)

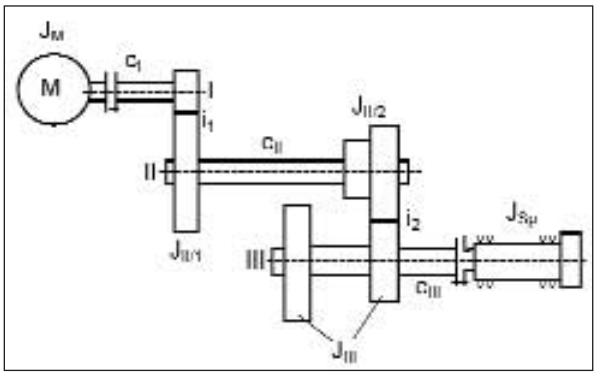


Bild 3: Antriebsstrang Hauptantrieb

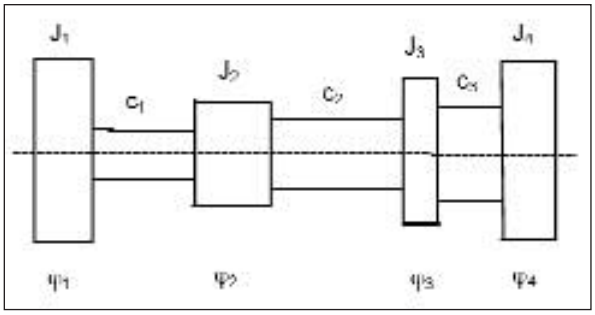


Bild 4: Torsionsschwingungsmodell des Antriebes

Querdenker gesucht!

National und international zählen wir zu den führenden Herstellern von Wälzlagern, Linearsystemen und Motorenelementen. Modernste Fertigungsverfahren, das hohe Know-how und die kreativen Lösungen unserer weltweit ca. 28 000 Mitarbeiter haben diesen Erfolg ermöglicht. Um diesen Weg weiterzugehen, brauchen wir neue Ideen. Die enge Kooperation mit Universitäten und Fachhochschulen ist ein Garant dafür.

- ***Haben Sie Lust, Ihr geballtes Fachwissen endlich eigenverantwortlich und selbstständig in die Praxis umzusetzen? Und das vom ersten Tag an?***
- ***Sind Sie an Aufstiegsmöglichkeiten in den verschiedensten Bereichen unseres Unternehmens interessiert?***
- ***Wollen Sie das umfangreiche Weiterbildungsangebot eines weltweit agierenden Großunternehmens nutzen?***

Ja? *Dann sind Sie bei INA genau richtig! Weil Sie bei uns „querdenken" dürfen. Egal, ob als* ***Praktikant, Diplomand*** *oder* ***Berufseinsteiger.*** *Im technischen oder im kaufmännischen Bereich.*

- *Anrufen bei:*
  Renata Rattmann
  (0 91 32) 82-34 63
- *Homepage besuchen:*
  www.ina.com
- *E-Mail senden an:*
  bewerbung@de.ina.com
- *Bewerbungsunterlagen,*
  Stichwort „Forschungsbericht der FH Köln, 2002", schicken an:
  INA-Schaeffler KG
  Bewerbermanagement (Z-HE 1)
  Industriestraße 1–3
  91074 Herzogenaurach

INA *Technik kreativ*

DIE KÖLNER GRÜNDERZENTREN

- Beratung bei der Erstellung und Umsetzung innovativer Konzepte
- Unterstützung von jungen Technologieunternehmen
- Bereitstellung von Büro- und Laborflächen

GIZ
Gründer- und Innovations-Zentrum Köln
Tel. 02 21/9 49 82 10

RTZ
Rechtsrheinisches Technologie- und Gründerzentrum Köln GmbH
Tel. 02 21/8 39 11-0

Einfluss der Berücksichtigung von exzentrischen Lasteinleitungen auf die Dimensionierung von Schraubenverbindungen

Prof. Dr.-Ing. M Klöcker,
E-Mail: max.kloecker@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 62

1. Einleitung

Schraubenverbindungen liegen auch bei optimaler Auslegung selten unmittelbar im Kraftfluss der zu verbindenden Bauteile. Die konstruktiv erforderliche Kraftumlenkung bedeutet in vielen Fällen eine Exzentrizität der Betriebskraft in Bezug auf die Schwerpunktachse der Fügefläche. Auch ist aus Platzgründen eine Exzentrizität der Schraubenachse zu dieser Schwerpunktachse nicht immer vermeidbar. Dennoch wird in den einschlägigen Standardwerken der Kontruktionstechnik nur auf den zentrischen Belastungsfall eingegangen und die Berücksichtigung von Exzentrizitäten stellt in der Konstruktionspraxis eher die Ausnahme dar.
Die VDI-Richtlinie 2230/1/ als grundlegendes Regelwerk zur Berechnung von hochbeanspruchter Schraubenverbindungen behandelt zentrisch wie auch exzentrische Beanspruchungsfälle und es werden im folgenden ausgehend von deren Berechnungsansätzen die Auswirkungen exzentrischer Belastungen auf die Dimensionierung aufgezeigt wie auch die Brauchbarkeit verschiedener Berechnungsansätze untersucht /2/.

2. Modellierung und Dimensionierungskriterien

Die wesentlichen Merkmale der häufig vorkommenden geschraubten Flanschverbindungen zeigt das Bild 1. Die in der Bauteilwand wirkende Betriebskraft greift mit einer Exzentrizität „a“ an. Die Schraubenachse liegt um den Abstand „s“ zur Schwerpunktachse der Fügeflächen versetzt. Für den exzentrischen Belastungsfall wird es mit der Balkencharakteristik der verspannten Flanschblätter zum L-Modell erweitert. Die Frage zum Ansatz der rechnerischen Exzentrizität lässt sich dabei durch eine Analyse der Schnittgrößen und Verformungen klären.

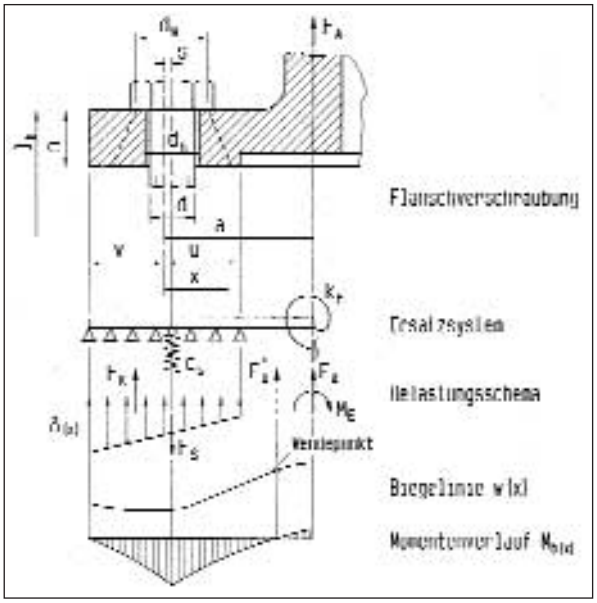


Bild 1: Flanschverschraubung und Modellvorstellung (L-Modell)

Die für die Dimensionierung der Schraubenverbindung zu bestimmenden Kräfte ergeben sich aus dem Verspannungsschaubild (Bild 2), dem die o.g. Modellvorstellung zugrunde liegt. Es ist zu unterscheiden zwischen dem Bereich der linearen Kraft-Verformungssituation und dem nichtlinearen Bereich, der sich nach Beginn des Abhebens der Fügeflächen anschließt.

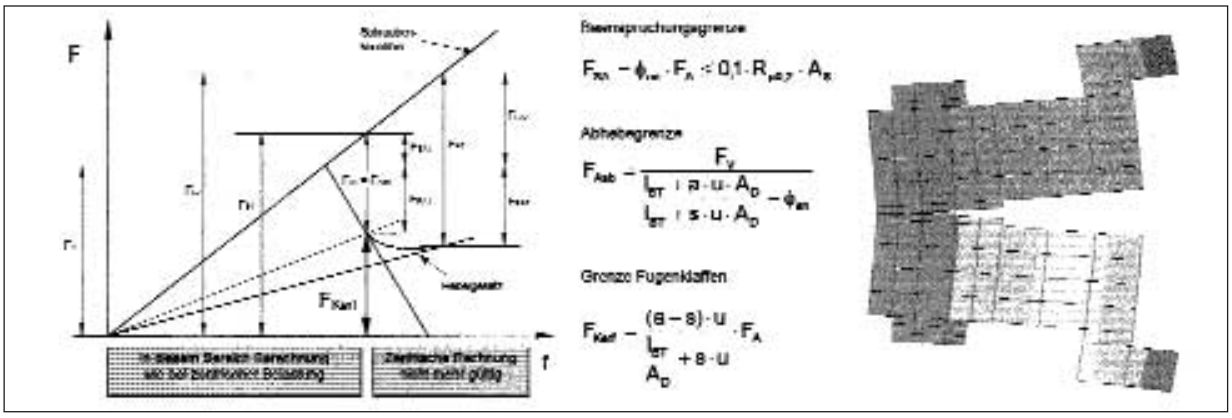


Bild 2: Verspannungsschaubild der exzentrisch belasteten Schraubenverbindung und Belastungsgrenzen

Die Abhebegrenze ist dadurch gekennzeichnet, dass bei einer bestimmten Betriebskraft die von der Schraube erzeugte Vorspannung nicht mehr ausreicht, die Verbindung vollständig zu klemmen. Folglich ist bei exzentrischen Schraubenverbindungen bei vorgegebener maximaler Betriebskraft eine Mindestklemmkraft erforderlich. Entsprechend ist einer vorgegebenen Vorspannkraft eine kritische Betriebskraft zuzuordnen, bei der einseitiges Abheben beginnt.
Nach dem Überschreiten der Abhebegrenze verlässt die Kraft-Verformungskennlinie der verspannten Teile ihren linearen Verlauf und nähert sich asymptotisch der Geraden, die durch das Hebelgesetz charakterisiert wird. Die Schraubenzusatzkräfte steigen überproportional zur Betriebskraft an. Deshalb ist es bei der Dimensionierung der Schraubenverbindung von entscheidender Bedeutung, die kritische Betriebskraft, bei der das Abheben beginnt, realistisch zu bestimmen.

3. Parameteruntersuchungen

Die Parameteruntersuchung /2/ geht von den Daten einer experimentell untersuchten Schraubenverbindung aus /3/. Der Einfluss der Exzentrizitätsparameter „a“ und „s“ auf die nach der VDI-Richtlinie erforderliche Mindestklemmkraft F_{Kerf} und die zum einseitigen Abheben führende Kraft F_{Aab} ist in Bild 3 dargestellt. Aufgrund des hyperbelähnlichen Verlaufs der Kraft F_{Aab} führen bereits geringe Betriebskraftexzentrizitäten zu einem starken Abfall der Abhebegrenze, wobei in diesem Fall die Schraubenexzentrizität von geringem Einfluss ist. Eine konstruktive Veränderung der Vorspannkraft beeinflusst proportional F_{Aab}.
Die zur Vermeidung des Abhebens erforderliche Vorspannkraft, die im wesentlichen zur Dimensionierung der Schraube herangezogen wird, wächst proportional zur erforderlichen Klemmkraft. Wird beispielsweise eine rechnerische Exzentrizität a = 20 mm angenommen, die der halben Flanschblatthöhe entspricht, wird für die untersuchte Schraubenverbindung eine um 2 Durchmesserstufen größere Schraube als bei zentrischer Belastung erforderlich.

4. Vergleich der Berechnungsverfahren mit experimentellen und FEM-Ergebnissen

Im sich anschließenden nichtlinearen Bereich des Fugenklaffens wurden die Berechnungsansätze der VDI 2230 und die Approximation nach Thomala /4/ mit eigenen FEM-Ergebnissen und den experimentellen Ergebnissen /3/ verglichen. In dem unteren Diagramm des Bildes 4 sind beispielhaft die nach den verschiedenen Verfahren ermittelten Schraubenzusatzkräfte gegenübergestellt. Der lineare Ansatz mit dem angenommenen Krafteinleitungsfaktor n = 0,25, der Ansatz von Thomala und auch die FEM-Ergebnisse stimmen bis über die Abhebegrenze hinaus gut überein. Es zeigt sich, dass nach Überschreiten der Abhebegrenze die für diesen Bereich von Thomala vorgeschlagene Näherung von den FEM-Ergebnis-sen bestätigt wird. Der nichtlineare Ansatz liefert keine zufriedenstellenden Ergebnisse, wie auch Thomala in /4/ feststellt. Allerdings liegen die mit dem nichtlinearen Ansatz berechneten Ergebnisse insofern auf der sicheren Seite, als dass die Schraubenzusatzkräfte zu hoch ausfallen.

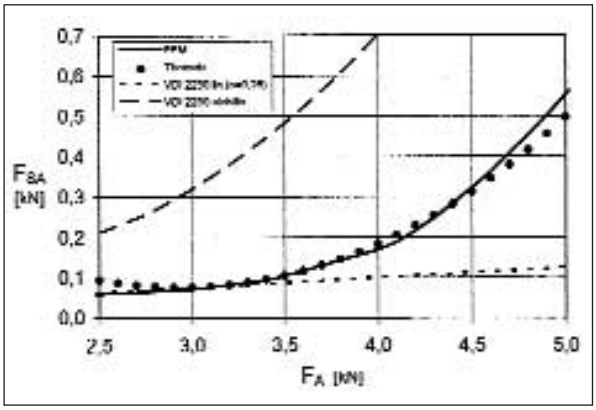


Bild 4: Nach verschiedenen Verfahren ermittelte Schraubenkräfte

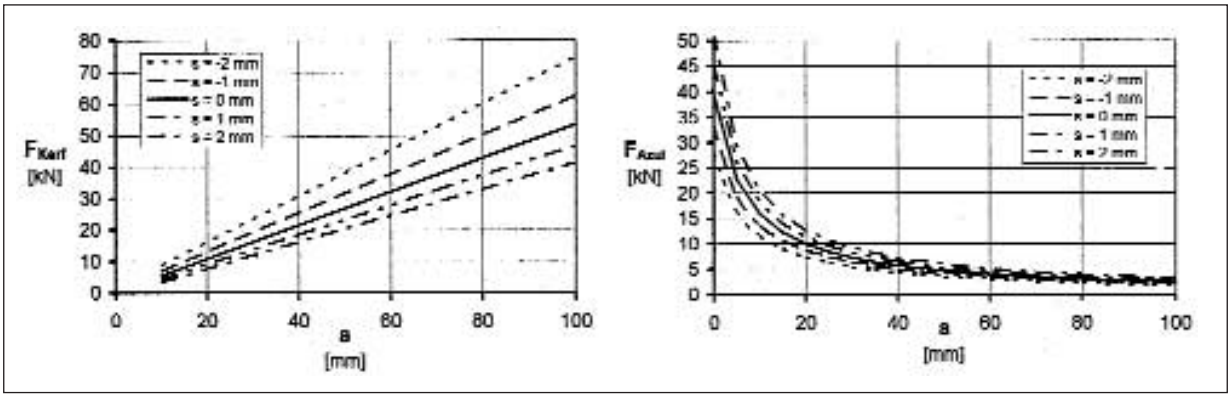


Bild 3: Erforderliche Klemmkraft (links) und Betriebskraft (rechts) an der Abhebegrenze

5. Fallbeispiel aus der Praxis: Turmdrehkranverschraubung

Große Turmdrehkrane werden mit zerlegbaren Masten ausgeführt, die aus Turmelementen mit an den Ecken angeordneten Schraubenanschlüssen zusammen gesetzt sind. Diese bestehen im dargestellten Fall (Bild 5) aus kompakten flanschartigen Verbindungsstücken, in die die doppel-T-förmigen Eckstiele aus Walzprofil münden. Zur Klärung der rechnerischen Kraftexzentrizität bzw. der Überprüfung der Schraubendimensionierung wurde das Verformungsverhalten des Anschlussbereichs mit einem FEM-Modell untersucht /2/. Es zeigte sich, dass die Aufbiegung

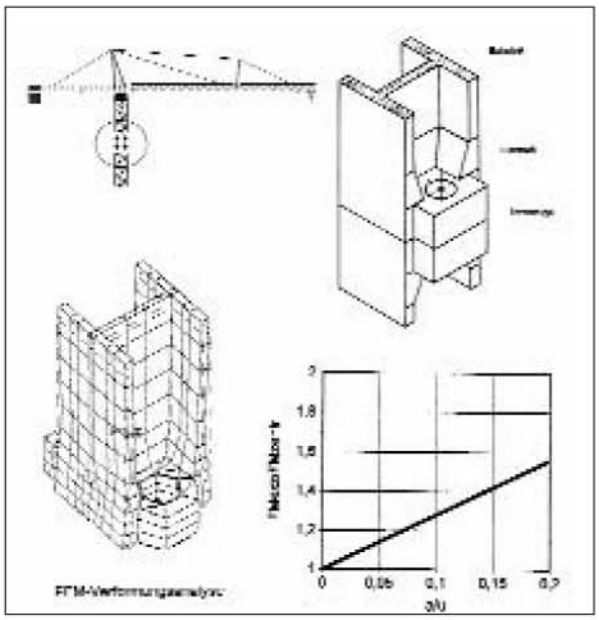


Bild 5: Turmdrehkranverschraubung – Einfluss der exzentrischen Lasteinleitung auf die erforderliche Vorspannkraft

der von dem Eckstielende U-förmig umschlossenen dicken Flanschplattenhälfte im Vergleich zur Schraubensteifigkeit verschwindend gering ist. Die durch die Kraftexzentrizität erforderliche Vorspannung ist um etwa 1,3 höher als im zentrischen Fall. Durch die bei der endgültigen Dimensionierung sich ergebenden Sicherheitsreserven ist dieser Einfluss der Kraftexzentrizität abgedeckt.

Quellennachweis

/1/ VDI 2230: Systematische Berechnung hochbeanspruchter Schraubenverbindungen, VDI-Handbuch Konstruktion, Beuth-Verlag Berlin und Köln 1986.

/2/ Klöcker, M., Noll, S.: Einfluß der Berücksichtigung von Exzentrizitäten auf die Schraubendimensionierung – Aufwand und Nutzen. VDI-Bericht Nr. 1426 (1998).

/3/ Kloos, Schneider, W.: Haltbarkeit exzentrisch beanspruchter Schraubenverbindungen, VDI-Z 126 (1984), Nr. 19, S. 741-750.

/4/ Faulhaber, A., Thomala, W.: Erläuterungen zur Richtlinie VDI 2230 Blatt1 (1986), Der nichtlineare Berechnungsansatz, VDI-Z 129 (1987), Nr. 9, S. 79-84.

Anmerkung

Der Verfasser dankt der Firma Peiner-HTS GmbH in Trier für das Datenmaterial, das sie freundlicherweise für die Durchführung des Fallbeispiels zur Verfügung gestellt hat.

Verminderung des Reibungseinflusses bei hydraulischen Linearantrieben

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Ratjen
e-mail: heinrich.ratjen@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 84

Hydraulische Antriebe , Hydraulikzylinder und Hydromotoren, weisen aufgrund ihrer Kraftdichte große Vorzüge gegenüber anderen Antriebssystemen auf. Probleme bereiten aber insbesondere bei niedrigen Geschwindigkeiten die relativ großen Reibkräfte. Konstruktive und fertigungstechnische Maßnahmen zur Verminderung der Reibkräfte wie hydrostatische Lagerung, Einsatz hochwertiger Führungen usw. haben erhebliche zusätzliche Kosten und oft auch zusätzlichen Bauraum zur Folge. Dies soll mittels regelungstechnischer Maßnahmen vermieden werden.

Ein erstes Ziel war die Erstellung eines abgesicherten Simulationsmodell eines reibungsbehafteten hydraulischen Linearantriebs. Hierzu wurden zunächst experimentelle Untersuchungen an einem Prüfstand (siehe Bild 1) durchgeführt. Dieser Prüfstand erlaubt die lagegeregelte Bewegung zweier Hydraulikzylinder, wobei die gemessenen Zylinderpositionen, Drücke und eine Beschleunigung von einer Echtzeithardware im PC erfasst werden. Diese Hardware übernimmt auch die Regelung der Zylinderbewegung.

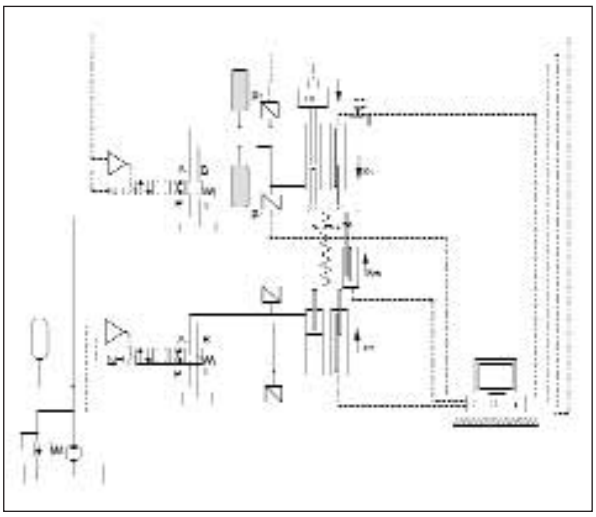


Bild 1: Prüfstand „hydraulische Linearantriebe"

Hierbei zeigten sich insbesondere bei niedrigen Geschwindgkeiten und Drücken starke Schwingungen, die auf eine ungünstige Reibcharakteristik zurückzuführen sind (Stick-Slip- Effekt). Aus den Messungen von Drücken und der Beschleunigung der bewegten Masse konnte die Reibkraft rekonstruiert werden.

Zu diesem Prüfstand wurde ein Simulationsmodell erstellt, welches sein Verhalten bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen nachbildete. Wesentlicher Bestandteil war ein vom CLM (Cologne Laboratory of Mechatronics) entwickeltes Modul zur Simulation von Reibung. Zur genaueren Parameterbestimmung kam ferner ein ebenfalls im CLM erstelltes Werkzeug, das PI-Tool, zum Einsatz. Die Bestimmung der Modellparameter erfolgt hier durch Vergleich von Simulation und Messung.

Die in Bild 2 gezeigten Verläufe lassen starke Stick-Slip-Schwingungen, einen großen Abstand zwischen Soll- und Istposition sowie die gute Übereinstimmung von Simulations- und Messergebnissen erkennen. Somit liegt ein abgesichertes Simulationsmodell des hydraulischen Linearantriebs vor.

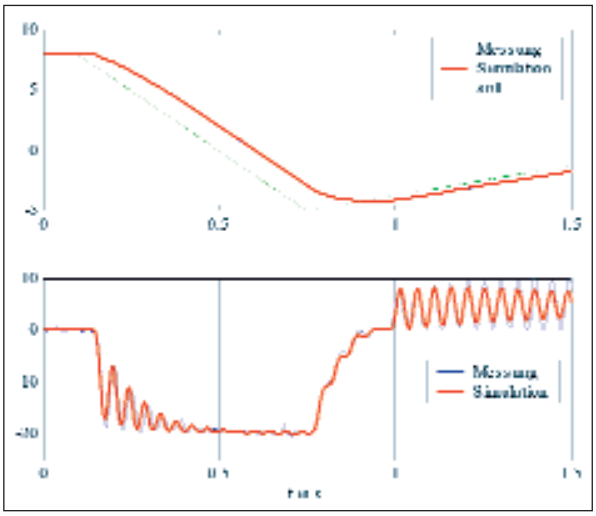


Bild 2: gemessene und simulierte Verläufe von Weg x und Geschwindigkeit v beim hydraulischen Linearantrieb (oben: x in cm, unten: v in cm/s)

Bei den zuvor (Bild 2) dargestellten Verläufen war ein konventioneller P-Regler zum Einsatz gekommen. Bedingt durch die sehr niedrige hydraulische Eigenfrequenz (durch zusätzliche Ölvolumina gezielt erzeugt) konnte nur eine sehr niedrige Reglerverstärkung eingestellt werden, um eine zusätzliche Schwingungsanregung durch die Regelung weitgehend zu vermeiden. Ein wesentlich besseres Verhalten des geregelten hydraulischen Linearantriebs ließ sich demgegenüber mittels eines PDD2-Reglers erzielen. Die Übertragungsfunktion dieses Reglers lautet:

$$G_R = K_R\left(1 + b_{R1}s + b_{R2}s^2\right)$$

Dieser Regler ist zwischen konventionellem (PD-) Regler und Zustandsregler angesiedelt. Weitere Ausführungen hierzu sind u.a. in [1] dargelegt. Er erfordert eine Rückführung von Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung des Zylinders, strengge-

nommen also eine zweifache Differentiation des Positionssignals. Um dies zu vermeiden, wurde zusätzlich das Messsignal des Beschleunigungsgebers verwendet. Zusammen mit dem Positionssignal bildet es die Eingangsgröße eines einfachen Beobachters zur Ermittlung der Geschwindigkeit (siehe hierzu auch Bild 3; hier sind Beobachter und Regler in Form eines einzigen zeitdiskreten Blocks – „discrete compensator" – realisiert).

Für den Reglerentwurf wurde das zuvor erstellte Modell von Ventil und Zylinder linearisiert, und weiter reduziert, der Reglertest wurde jedoch am ausführlichen Modell durchgeführt. Bild 4 läßt deutlich die mit diesem Regelungskonzept erzielte Verbesserung erkennen: sowohl Schwingungen als auch Schleppabstand sind bei Einsatz des PDD2-Reglers mit Beobachter deutlich geringer als beim P-Regler.

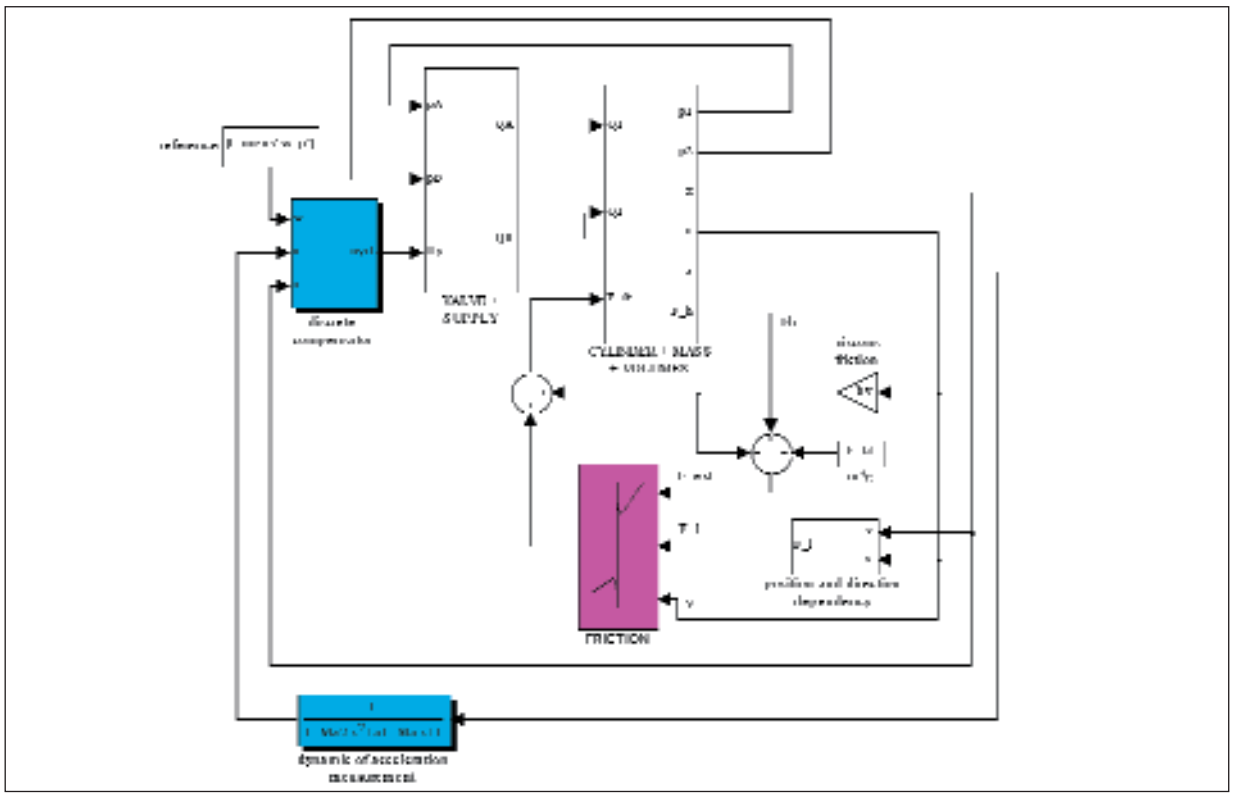


Bild 3: Simulink-Modell hydraulischer Linearantrieb mit Kompensator (digitaler PDD2-Regler + Beobachter)

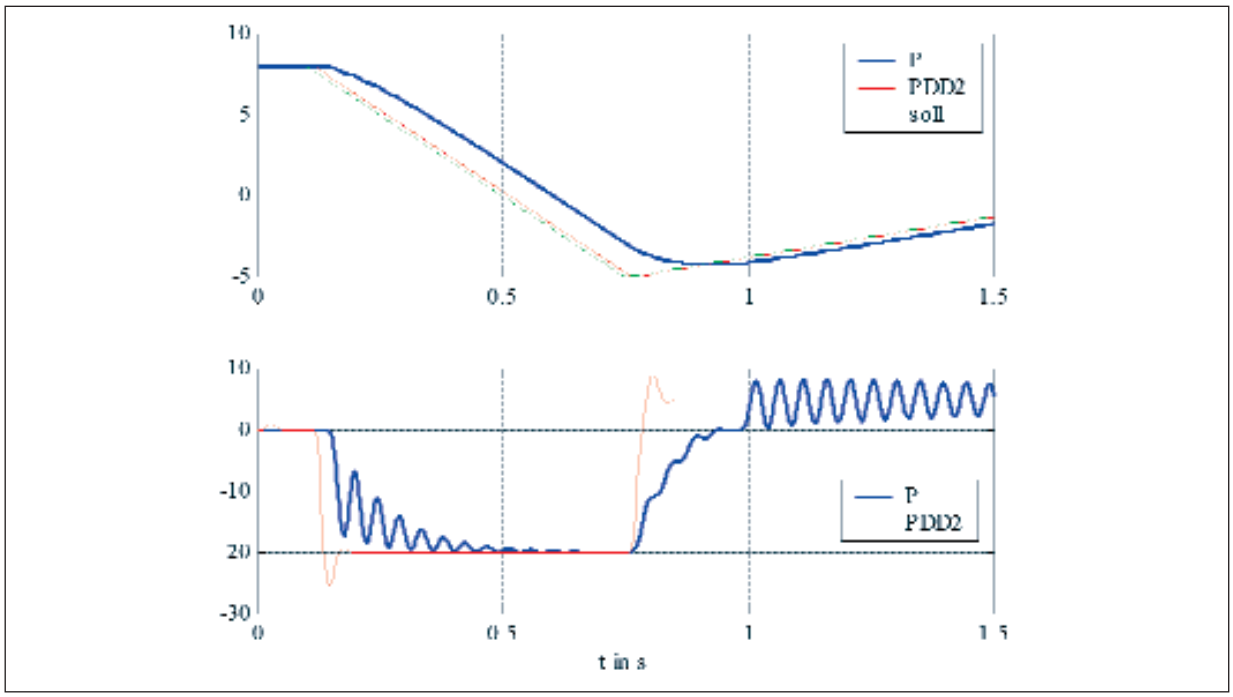


Bild 4: Gegenüberstellung Verhalten des hydraulischen Linearantriebs mit P-Regler und mit PDD2-Regler mit Beobachter (PDD2) (oben: x in cm, unten: v in cm/s)

Literatur :

[1] Ratjen, H.:
Regelung instabiler Systeme, dargestellt am Beispiel einer Magnetlagerung.
XI. deutsch-polnisches Seminar, Oktober 1999 in Köln. Tagungsband

[2] Ratjen, H.:
Simulation hydraulischer Linearantriebe mittels SIMULINK unter besonderer Berücksichtigung der Zylinderreibung .
ASIM-Mitteilungen aus den Fachgruppen, Heft NR. AM 67, März 2001

Regelung einer Magnetlagerung

Prof. Dr.-Ing. Heinrich Ratjen
e-mail: heinrich.ratjen@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 84

1. Einleitung

Bei Magnetlagerungen wird ein Körper durch Magnetkräfte getragen. Sie sind daher reibungs- und verschleißfrei und erlauben eine aktive Schwingungsdämpfung sowie eine präzise Feinverstellung um Bruchteile von Millimetern. Einsatzfelder sind z.B.:

- Turbomaschinen
- Werkzeugmaschinen
- Schwungrad-Energiespeicher

Magnetlager sind aber – wie im folgenden dargestellt – instabile Systeme und bedürfen daher einer Regelung. Der zugehörige Reglerentwurf war Gegenstand der durchgeführten Untersuchungen.

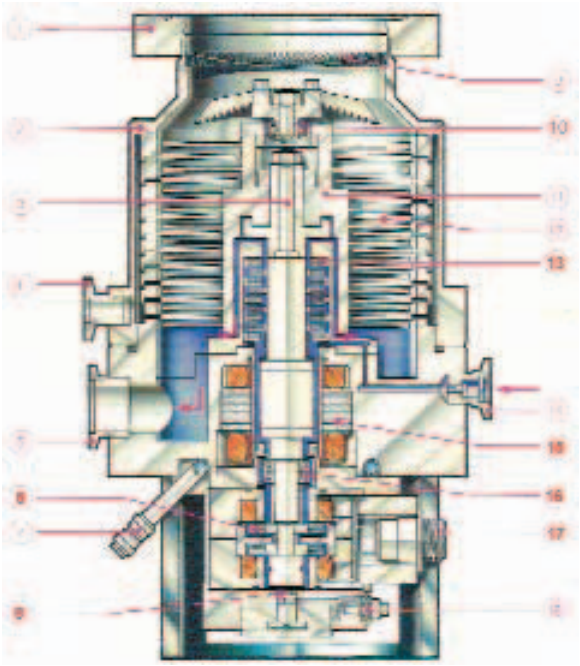


Bild 1: Turbomolekularpumpe mit Magnetlagerung
6 Aktivlager / 8 Axialsensor / 10+16 Fanglager / 13 Passivlager (Permanentmagnete) / 15 Motor / 17 elektr. Anschluß für Aktivlager (Spule + Permanentmagnet)

Behandelt wurde ein Magnetlagertyp, der unter anderem bei der in Bild 1 gezeigten Turbomolekularpumpe zur Anwendung kommt und in [1] beschrieben ist. Hierbei handelt es sich um ein Permanentmagnet-Lager (Passivlager), welches durch einen geregelten Elektromagneten (Aktivlager) stabilisiert wird. Lediglich für diese Stabilisierung muss elektrische Leistung zugeführt werden. Die geringe

Leistungsaufnahme ist einer der wesentlichen Vorteile dieses Lagertyps.

Zur Überprüfung des Reglerentwurfs wurde ein Versuchsstand (Bild 2) erstellt, der trotz etwas anderem Aufbau ein ganz ähnliches statisches und dynamisches Verhalten aufweist wie die Magnetlagerung der in Bild 1 gezeigten Turbomolekularpumpe. Anhand von Bild 2 lässt sich auch die Funktionsweise dieses Magnetlagertyps erläutern.

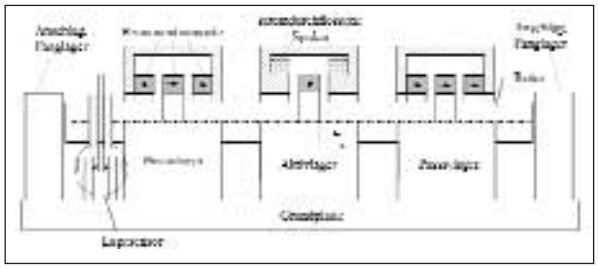


Bild 2: Versuchsstand Magnetlager (Pfeile symbolisieren Polarität der Permanentmagnete)

Das Passivlager ist in radialer Richtung (quer zur Welle) stabil, da eine Verschiebung des Rotors in dieser Richtung Rückstellkräfte in der Gegenrichtung zur Folge hat (Modellvorstellung: Feldlinien versuchen sich wie Gummibänder zu verkürzen). Eine Auslenkung in axialer Richtung bewirkt jedoch im schmaler gewordenen Spalt zwischen den Permanentmagneten eine Zunahme der axialen Feldkraft, im verbreiterten Spalt eine Abnahme der Axialkraft. Die resultierende Feldkraft wirkt also in Richtung der Auslenkung, will diese vergrößern. Dies Lager ist daher in axialer Richtung instabil.

Zur Stabilisierung sind zusätzlich Aktivlager erforderlich. Diese erlauben es, über den Elektromagneten stabilisierende Gegenkräfte zu erzeugen. Dazu ist erforderlich, die Verschiebung des Rotors zu messen und über einen Regler und eine Leistungselektronik die Spulen so zu bestromen, daß die erforderlichen Gegenkräfte entstehen.

2. Versuchsaufbau und Regelungsstruktur

Wie Bild 2 zu entnehmen, besteht das untersuchte Magnetlager aus 2 Passiv- und einem Aktivlager. Die axiale Verschiebung des Rotors wird durch Festanschläge, die in der Praxis den „Fanglagern" entsprechen, begrenzt und mit einem berührungslos induktiven Wegmesssystem erfasst. Als Leistungselektronik kommt eine pulsweitenmodulierte Transistor-H-Brücke (PWM-Frequenz 50 kHz) zur Anwendung. Die Messdatenerfassung und Regelung erfolgt mittels eines PC und entsprechender Echtzeithard- und Software.
Als Regelungsstruktur (Bild 3) wurde wie üblich eine Kaskadenregelung gewählt bei der der Stromregelkreis mit PI-Stromregler die innere Regelschleife bildet. Dem ist der Regelkreis für die instabile axiale Lage x des Rotors überlagert. In dieser äußeren Regelschleife kommt ein PDD2- Regler zum Einsatz. Seine Übertragungsfunktion lautet:

$$G_R = K_R\left(1 + b_{R1}s + b_{R2}s^2\right)$$

Dieser Regler ist zwischen konventionellem (PD-) Regler und Zustandsregler angesiedelt. Er erfordert eine Rückführung von Lage, Geschwindigkeit und Beschleunigung, strenggenommen also eine zweifache Differentiation des Positionssignals. Diese Differentiationen können bei Einsatz eines Beobachters vermieden werden. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde zum Beobachterentwurf eine im Forschungsschwerpunkt „CAE- und Fuzzy-Techno-

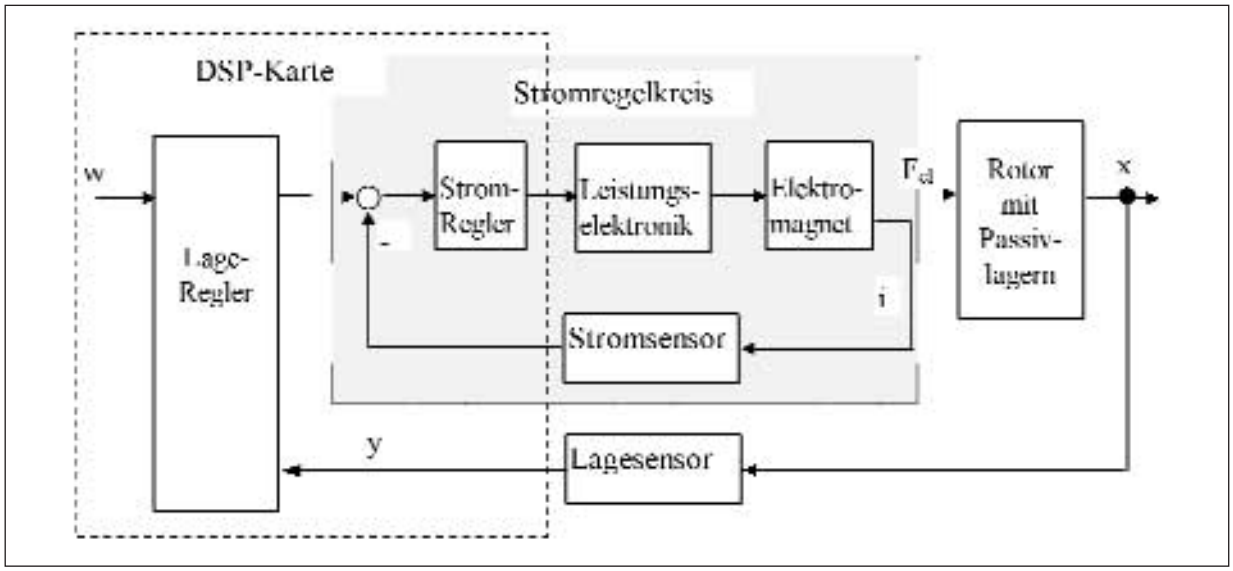


Bild 3: Struktur der Regelung des Magnetlagers. w = Soll-, x = Istlage (axial) der Welle / i = Strom durch Elektromagneten / Fel = Kraft des Elektromagneten

logie für die Regelungstechnik“ entwickelte frequenzgangorientierte Methode [2] eingesetzt. Weitere Ausführungen hierzu, insbesondere zum Entwurf des PDD2-Lagereglers für das Magnetlager, sind in [3] dargelegt.

Der Beobachter wird hier als Regelkreis aufgefasst (siehe Bild 4), auf den die Ausgangsgröße der Strecke entsprechend einer Führungsgröße wirkt. Im Sinne einer Vorsteuerung wird dem Streckenmodell des Beobachters ferner die Streckeneingangsgröße zugeführt. Hierfür wird der Spulenstrom i genommen, da er als Messsignal vorliegt. Daher besteht das Streckenmodell des Beobachters auch nur aus dem eigentlichen Magnetlager und dem Wegmesssystem. Der Stromregelkreis braucht hier nicht berücksichtigt zu werden.

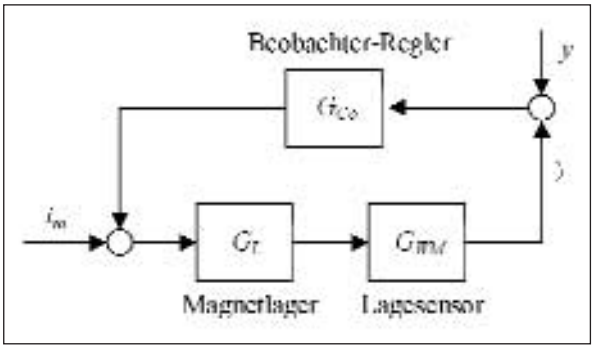


Bild 4: Beobachter des Magnetlagers als Regelkreis
$\hat{y}$: vom Beobachter ermittelter Schätzwert der Regelgröße y
i_m: Messsignal des Spulenstroms

Die zeitlichen Ableitungen der Regelgröße y können dem Streckenmodell des Beobachters aus Linearkombination der Zustandsgrößen entnommen werden. Ebenso können differenzierende Anteile des Reglers im Beobachter (Übertragungsfunktion G_{Co}) durch geeignete Umformung der Gleichungen des Streckenmodells ohne differenzierende Übertragungsglieder realisiert werden (siehe auch [2]; Umformungen z.B. entsprechend des in [4] beschriebenen Übergangs von der Übertragungsfunktion auf die Beobachternormalform).

Auf den Rotor wirkt bei Anliegen am Fanglager die zugehörige Abstützkraft. Diese soll durch einen Störbeobachter für sprungförmige Störung (Störmodell: Integrator) berücksichtigt werden. Dieser Beobachter wird als weitere Variante ergänzt um ein Modell des Fanglagers.

Der Entwurf der Regler des Beobachters erfolgte in ähnlicher Weise wie für den Lageregler. Das Simulationsmodell des Magnetlagers einschließlich der gesamten Regelung ist Bild 5 zu entnehmen. Der Beobachter ist hier mit dem PDD2-Regler zu dem Block „discrete compensator“ zusammengefasst worden.

Als exemplarischer Vorgang wurde das sogenannte „Einfangen“, d.h. das Ablösen des Rotors von den Fanglagern und Übergang in eine definierte Mittellage untersucht. Die Messergebnisse (Bild 6) am Versuchsstand lassen hierfür ein gutes Regelkreisverhalten erkennen. Kommt statt des PDD2-Reglers nur ein PD-Regler zum Einsatz, so ergibt sich, wie in [2] dargestellt bei den vorliegenden Parameterwerten der Regelstrecke ein unbefriedigendes Verhalten des Regelkreises.

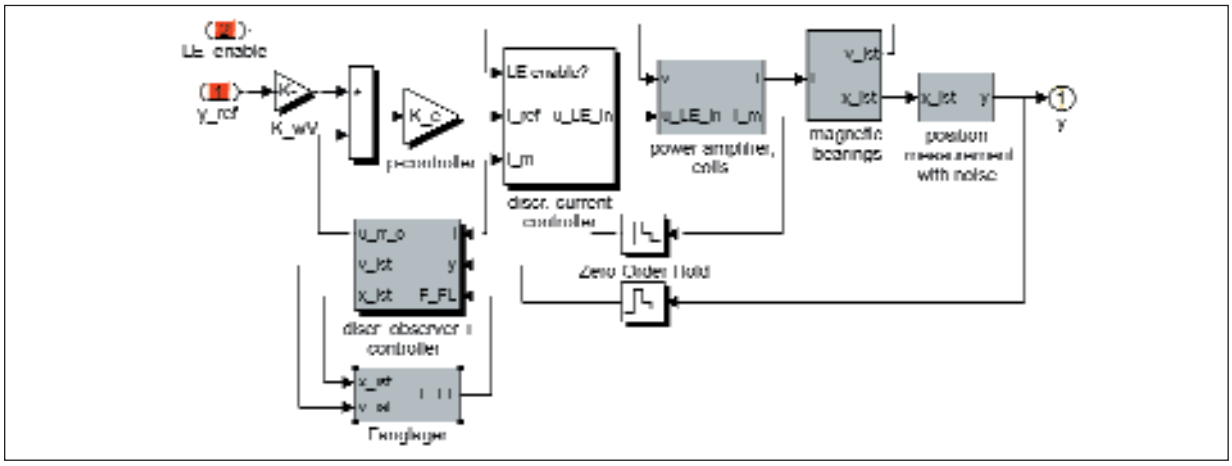


Bild 5: Simulationsmodell Magnetlager mit Regelung und Beobachter

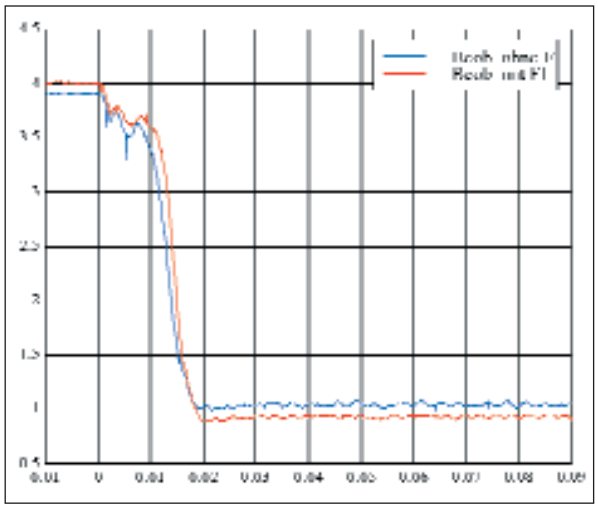


Bild 6: radiale Rotorlage x/(10-2mm) über Zeit t/s bei „Einfangen" mit Regler und Beobachter

3. Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass sich mit der dargestellten Regelung - PDD2-Lageregler bei unterlagerter konventioneller Stromregelung - ein gutes Regelungsverhalten des Magnetlagers erzielen lässt. Regler und Beobachter samt zugehöriger Entwurfsverfahren lassen sich auch bei vielen anderen instabilen oder schwachgedämpften Systemen sinnvoll einsetzen.

Literatur

[1] Fremerey, J. K.: „Leistungslos" stabilisierte permanentmagnetische Lager. Beitrag zum 1. Zittauer Magnetlager-Workshop, Oktober 1994

[2] Ratjen, H.: Regelung instabiler Systeme, dargestellt am Beispiel einer Magnetlagerung.
XI. deutsch-polnisches Seminar, Oktober 1999 in Köln. Tagungsband

[3] Ratjen, H.: The Observer Considered from the Viewpoint of Classical Control Engineering. IX. deutsch-polnisches Seminar, Oktober 1997 in Köln. Tagungsband

[4] Föllinger, O.: Regelungstechnik. Hüthing, Heidelberg 1994

Näherungsfunktion für Nußeltzahlen zu einem symmetrischen Plattenwärmetauscher in einem Blockheizkraftwerk (BHKW)

Prof. Dr.-Ing. J. Schubert
e-mail: schubert@kt.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 62 und -23 80
Dipl.-Ing. R. Noss

1. Bedeutung der Näherungsfunktion für Hersteller und Betreiber

Für Hersteller und Betreiber von BHKWs ist die Kenntnis der Wärmedurchgangs- und Wärmeübergangszahlen bei Nenn- und bei Teillast bedeutsam. Der Hersteller benötigt Funktionen dieser Größen für Planungs- und Optimierungsaufgaben, die er vom Zulieferer nicht ohne weiteres erhalten kann und der Betreiber für eine günstige Fahrweise der Anlage bei Teillast. Beide besitzen in der Regel keine Komponentenprüfstände, sondern können ihre Erfahrungen nur am fertigen BHKW sammeln. Sie können auch keine Wandtemp. messen, sondern sind auf Stutzenwerte der Komponenten angewiesen; aber auch deren experimentelle Bestimmung erfordert bereits erhebliche Eingriffe in das BHKW. Für diese Unternehmen sind Näherungsfunktionen, die mit Stutzenwerten an Komponenten in einem fertigen BHKW gewonnen werden können, hilfreich.
Die Problemstellung für Experimente und Aufstellung von Funktionen ist bei den Wärmeübertragern unterschiedlich. Das BHKW besitzt zwei Plattenwärmeübertrager und einen Abgaswärmetauscher. Hier geht es nur um den Plattenwärmeübertrager, der die nutzbare Energie des Motorkühlwassers auf das Wasser des Heizkreises überträgt.

2. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

2.1 Versuchsanlage und Messgrößen

Das BHKW hat einen Gas-Ottomotor mit einem geregelten Katalysator (Bild 1). Der Motor treibt einen Synchrongenerator an, der den erzeugten Strom ins Hausnetz der FH Köln einspeist. Die Drehzahl wird dem Motor vom Generator aufgezwungen; bei Netzbetrieb ist sie konst. und beträgt 1500 min-1. Der Wärmeschaltplan zeigt die wesentlichen Messgrößen; die Vol.-Ströme des Heizkreises H werden mit Wasseruhren ermittelt und der Vol.-Strom im Mortorkühlkreis K mit einem magnetisch-induktiven Durchflussmesser. Die Anlage erlaubt eine Massen- und Energiebilanz zu allen Wärmeübertragern, hier insbesondere zu dem Plattenwärmetauscher zwischen Motorkühlkreis und Heizkreis. Der Plattenwärmetauscher ist ein Gegenstromapparat mit 17 parallelen Kanälen für jede Strömungsseite, auf die zwei besonderere Einlaufkanäle das Motorkühlwasser bzw. das Heizwasser nahezu gleichmäßig verteilen. Der Wärmeübertrager ist symmetrisch aufgebaut; die Abmessungen der Seite des Motorkühlwassers stimmen praktisch mit denen der Heizwasserseite überein. Es werden deshalb gleiche Nußeltfunktionen für den Wärmeübergang angenommen (Abschn. 2.2 und 4). Die Wärmeübertragungungsplatten sind mit einem Netz von Sicken überzogen, die auf beiden Seiten für eine gute Verwirbelung des Wassers quer zur Hautströmungsrichtung sorgen. Damit wird ein guter Wärmeübergang von dem Motorkühlwasser an die Platten und von diesen auf das Wasser des Heizkreises erreicht. Nach außen hat der Wärmeübertrager eine ca. 26 mm dicke Isolierschicht aus Polyurethan. Die Wärmeverluste an die Umgebung sind gering und werden vernachlässigt. Zu dem Wärmeübertrager konnten die für wärmetechnische Rechnungen wichtigen Material- und geometrischen Größen zusammengestellt werden:

Dicke der Wärmeübertragungsplatten:
$\delta = 0{,}45$ mm

Wärmeleitfähigkeit der Wärmeübertragungungsplatten:
$\lambda_W = 15$ W/(m °C)

Hydraulischer Durchmesser:
$d_h = 4{,}516$ mm

Gesamter Strömungsquerschnitt einer Seite:
$A = 51{,}34$ cm²

Gesamte Wärmeübertragungsfläche:
$A = 1{,}02$ m²

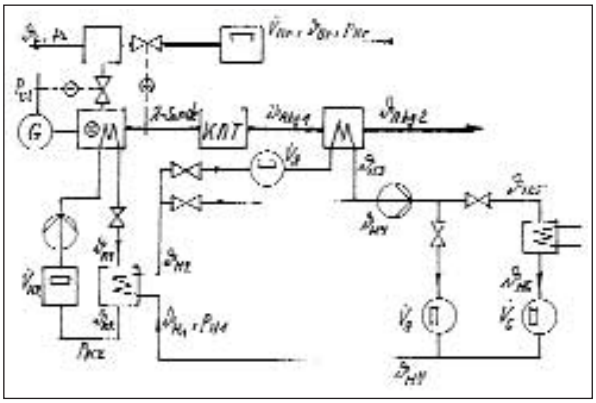


Bild 1: Vereinfachter Wärmeschaltplan des BHKWs der FB KT und LT der FH Köln, Pel = 30 kW

2.2 Versuchsprogramm und Auszug der Messergebnisse

Von besonderem Interesse war der Einfluss der Reynoldszahl auf den Wärmeübergang vom Motorkühlwasser an die Platten bzw. von den Platten auf das Wasser des Heizkreises. Die Prandtl-Zahlen sollten dabei möglichst konst. gehalten werden. Aus Symmetriegründen des Wärmetauschers (Abschnitt 2.1) spielt es keine Rolle, welche der beiden Reynolds-Zahlen variiert wird, ob die der Kühlwasserseite Re_K oder die der Heizkreisseite Re_H. Die Entscheidung fiel auf die Reyn.-Zahl im Heizkreis Re_H. Sie sollte durch Änder. der Ström.-Geschw. variiert werden und die des Motorkühlwassers möglichst konst. bleiben. Bei Variation der Reynolds-Zahl der Kühlwasserseite Re_K liefe man leichter Gefahr, dass die Wasser-Temp. im Motor einen Grenzwert überschreiten würde, bei dem die Reglung den Motor aus Gründen der Sicherheit abschaltete.
Die Konstanz der Prandtl-Zahlen erfordert, dass die mittleren Temp. der beiden Wasserseiten konst. gehalten werden. Dann bleiben auch die kinematischen wie auch die dynamischen Zähigkeiten, ferner die Wärmeleitfähigkeiten konst. sowie die Dichten und die spez. Wärmekapazitäten in beiden Kreisen. Die Änder. der Reynolds-Zahl Re_H ist dann nur noch durch eine Änder. der Strömungsgeschw. möglich. Sie zieht eine Änderung der Wärmeübergangszahl auf der Heizwasserseite α_H und damit eine Änder. der Wärmedurchgangszahl k sowie der Wärmeleistung des Plattenwärmetauschers nach sich. Mit den obigen Vorgaben erfordert die andere Wärmeleistung eine andere Motorleistung. Eine kleinere Wärmeleistung bedeutete eine kleinere Temp.-Absenk. des Kühlwassers ϑ_{K1} - ϑ_{K2} im Plattentauscher bei konst. Mittelwerten der Wassertemp. $\vartheta_K = (\vartheta_{K1} + \vartheta_{K2})/2$ und $\vartheta_H = (\vartheta_{H2} + \vartheta_{H1})/2$.
Zu einem Voll-Lastzustand konnten zunächst die wärmetechnischen Messungen durchgeführt werden. Um eine große Spreizung der Geschwindigkeiten auf der Heizkreisseite zu bekommen, wurde als zweiter Betriebszustand der Leerlaufpunkt gewählt. Dieser erfordert den kleinsten Brennstoffverbrauch und führte zur kleinsten Wärmeleistung des Plattenwärmeübertragers. Der Vol.- und Massenstrom auf der Kühlwasserseite des Motors blieben fast konstant.
Die Aufgabe bestand nun darin, sinnvolle Vol.-Ströme an den Messgeräten der Heizwasserseite einzustellen. Mit Hilfe einfacher Ansätze, wie sie für die Nußeltzahlen von Rohrströmungen unter Einbezug der Ergebnisse des Voll-Lastpunktes gelten könnten, war eine Vorausrechnung möglich. Mit den aus dieser ersten Rechnung festgelegten Vol.-Strömen waren die Vorgaben in einem Zwischenexperiment grob erreicht. Die zweite Vorausrechnung, die von den Ergebnissen des Zwischenexperimentes ausging, lieferte die gewünschten Messwerte mit den nahezu vom Voll-Lastpunkt vorliegenden mittleren Temperaturen der beiden Wasserseiten (die letzten beiden Zeilen von Tabelle 1).

Tabelle 1:
Auszug der Messwerte nach einfacher Umrechnung

Betriebszustand i	1	2
Versuchstag	06.09.00	13.06.01
Versuchs-Nr.	11	7
Stutzenwerte		
ϑ_{K1} [°C]	81,4	77,5
ϑ_{K2} [°C]	67,75	71,7
V_{K2} [l/s]	0,709	0,650
p_2 [bar]	1,31,3	
ϑ_{H1} [°C]	63,2	57,15
ϑ_{H2} [°C]	68,9	74,45
m_{H1} [kg/s]	1,604	0,1900
Mittl. Temp.		
ϑ_K [°C]	74,6	74,6
ϑ_H [°C]	66,05	65,8

3. Wärmeleistung und Wärmedurchgangszahl

3.1 Massen- und Wärmeströme

Aus der Differenz der gemessenen Volumenstände an den Wasseruhren ΔV und den zugehörigen Zeitspannen Δt können die Volumenströme V und mit den praktisch nur von der Temp. abhängigen Dichten an den Wasseruhren ρ die Massenströme berechnet werden,

$$m = \rho V \qquad (1)$$

ferner mit den von den mittleren Temp. abhängigen spez. Wärmekapazitäten c_{fl} die Änderung der Enthalpieströme H_2-H_1 und die Wärmeströme Q_{12} am Plattenwärmetauscher für die Wasserkreise K und H.

$$Q_{12} = H_2 - H_1 = c_{fl}\, m\, (\vartheta_2 - \vartheta_1) \qquad (3)$$

Es zeigte sich, dass die Beträge der Wärmeströme Q_{12K} und Q_{12H} zwar voneinander abweichen, aber trotz der einfachen Messgeräte (Wasseruhren) immer noch brauchbar waren. Die Abweichungen können als Messungenauigkeit und als Wärmeverluste gedeutet werden. Sie betragen bei beiden Betriebszuständen ca 1,4 kW. Die Streuung, die Abweichung vom jeweiligen arithmetischen Mittelwert, beträgt bei Voll-Last 1,8 % und im Leerlauf 5 %.

3.2 Mittlere Temperaturdifferenz und Wärmedurchgangszahl

Da es sich bei dem Plattenwärmetauscher quasi um einen Gengenstromapparat handelt, kann die mittlere Temp.-Differenz zwischen beiden Wasserseiten mit der Beziehung

$$\Delta\vartheta_m = \frac{(\vartheta_{K1} - \vartheta_{H2}) - (\vartheta_{K2} - \vartheta_{H1})}{\ln[(\vartheta_{K1} - \vartheta_{H2})/(\vartheta_{K2} - \vartheta_{H1})]} \quad (4)$$

bestimmt werden und die mittlere Wärmedurchgangszahl k aus der Gl.

$$Q = k\,A\,\Delta\vartheta_m \quad (5)$$

Die Wärmedurchgangszahl k ist von den Wärmeübergangszahlen der beiden Wasserseiten α_K und α_H abhängig,

$$1/k = 1/\alpha_K + \delta/\lambda_w + 1/\alpha_H \quad (6)$$

Die einzelnen Ausdrücke der Gl. 6 stellen spez. Wärmeübergangswiderstände dar, 1/k ist der gesamte spez. Widerstand für den Wärmedurchgang. Die Ausdrücke der rechten Gl.-Seite sind die spez. Widerstände der einzelnen Abschnitte zwischen Kühl- und Heizwasser. Diese Gl. enthält die beiden Unbekannten α_K und α_H, die von den Abmessungen und dem Strömungszustand der beiden Strömungsfelder abhängen. Die sinnvolle Aufteilung von $1/k - \delta/\lambda_w$ auf $1/\alpha_K$ und $1/\alpha_H$ ist näherungsweise mit Ansätzen der Ähnlichkeitstheorie zum Wärmeübergang bei erzwungenen Strömungen möglich.

4. Ähnlichkeitstheorie der Wärmeübertragung und Nußelt-Funktionen

4.1 Physikalische Ähnlichkeit bei Wärmeübertragung

Aus der Ähnlichkeitstheorie für die Wärmeübertragung bei erzwungenen Strömungen an geometrisch ähnlichen Körpern folgt zu fest vorgegebenen Randwertfunktionen der Temp. unter der Voraussetzung, dass die Stoffgrößen wie Wärmeleitfähigkeit λ, Dichte ρ, dynam. Zähigkeit η und spez. Wärmekapazität c_{fl} im Ström.-Raum konst. sind, für die Nußeltzahl

$$Nu = Nu\,(Re, Pr). \quad (7)$$

Hierin ist Pr die Prandtl-Zahl

$$Pr = \eta\, c_p / \lambda. \quad (8)$$

Sie ist ein reiner Stoffwert, der als unabhängige Veränderliche im gesamten Strömungsraum nach obigen Voraussetzungen ebenfalls konst. sein muss. Die Nußelt-Zahl Nu ist durch die Gl.

$$Nu = \alpha\, d_h / \lambda \quad (9)$$

definiert. In ihr ist d_h der hydraulische Durchmesser. Die Nußelt-Funktion (7) lässt sich in den allermeisten Fällen nur durch Versuche finden und durch Formeln wie

$$Nu = C\, Re^m\, Pr^n \quad (10)$$

gut wiedergeben. Bei der Anwendung der Beziehungen können die genannten Voraussetzungen meistens nur näherungsweise eingehalten werden. Es sind aber nicht alle Voraussetzungen gleich wichtig. In geometrisch ähnlichen Kanälen – und nur um solche geht es hier – wird die Temp.-Verteilung der Randflächen oft außer Acht gelassen; wichtiger erscheint hier ein Ansatz von Hausen [1, Seite 239], der die von der Temperaturverteilung im Strömungsraum abhängige Zähigkeitsverteilung mit dem Ansatz

$$Nu \sim (\eta_{fl} / \eta_w)^{0,14} \quad (11)$$

bei Rohrströmungen berücksichtigt. Die Zähigkeiten η_{fl}, η_w sind die der Flüssigkeit bei der mittleren Flüssigkeits- bzw. bei der mittleren Wandtemperatur. Kraußold versuchte eine Annäherung seiner Messergebnisse an Gl. 10 mit unterschiedlichen Exponenten der Prandtl-Zahl für die Erwärmung und die Abkühlung der Flüssigkeit. Dieser Ansatz hat gegenüber dem von Hausen den Nachteil einer sprunghaften Änderung der Nußeltzahl beim Übergang von der Erwärmung der Flüssigkeit zu ihrer Abkühlung. Er wird auch der Tatsache nicht gerecht, dass die Turbulenz mit Änderung der Wandtemp. sich in Wandnähe ändert und mit ihr auch das Wärmeübergangsverhalten. Deshalb wird hier gemäß des Ausdruckes von Gl. 11 der Ansatz

$$Nu = C\, Re^m\, Pr^n\, (\eta_{fl} / \eta_w)^{0,14} \quad (12)$$

gewählt, der durch die richtige Wahl von C und m den vorliegenden Messergebnissen der beiden Betriebszustände angepasst werden soll. Da es hier hauptsächlich um den Einfluss der Reynolds-Zahl ging und die Prandtl-Zahlen annähernd konst. gehalten wurden, wird als Exponent n=1/3 (Wert nach Hausen für Rohrströmungen) im Bewusstsein verwendet, dass dieser nach einer experimentellen Untersuchung des Einflusses der Prandtl-Zahl angepasst werden müsste. Die geringen, unbeabsichtigten Änderungen in den Prandtl-Zahlen der obigen Versuche erlauben keine Aussage zum Einfluss dieser

Größe auf die Nußeltzahl. Für die Bestimmung der gesuchten Größen C und m in Gl. 12 stehen neben den Messwerten die obigen Beziehungen zur Verfügung.

4.2 Algorithmus zur Anpassung der Nußelt-Funktion an die Messwerte

Führt man in Gl. 6 für die Wärmeübergangszahlen α_K und α_H die Nußelt-Funktionen nach Gl. 9 und Gl. 12 ein, so erhält man für jeden der beiden Betriebszustände i = 1 und 2 eine Gl. der Art

$$\frac{1}{k_i} - \frac{\delta}{\lambda_w} = \frac{d_h}{C} \cdot \left\{ \frac{1}{[\lambda \cdot \mathrm{Re}^m \cdot \mathrm{Pr}^n \cdot (\eta_{fl}/\eta_w)^{0,14}]_{iK}} + \frac{1}{[\lambda \cdot \mathrm{Re}^m \cdot \mathrm{Pr}^n \cdot (\eta_{fl}/\eta_w)^{0,14}]_{iH}} \right\} \qquad (13)$$

Damit hat man zwei Gleichungen für die beiden unbekannten Größen C und m und die vier unbekannten Potenzen der Zähigkeitsverhältnisse, die um 1 bis 3% von 1,0 abweichen. Für die Lösung der Gleichungen ist es zweckmäßig, zunächst diese Potenzen gleich 1 zu setzen und dann die Größen C und m mit den beiden Gleichungen 13 iterativ zu bestimmen. Danach lassen sich mit Gl. 12 für die beiden Seiten K und H zu den Betriebszuständen 1 und 2 die vorläufigen Nußelt-Zahlen Nu_{K1}, Nu_{H1}, Nu_{K2}, Nu_{H2} und anschließend mit Gl. 9 die vier zugehörigen Wärmeübergangszahlen α_{K1}, α_{H1}, α_{K2}, α_{H2} ermitteln. Diese erlauben mit den Gleichungen für den spez. Wärmestrom

$$k\,(\vartheta_K - \vartheta_H) = \alpha_K(\vartheta_K - \vartheta_{Kw}) = \alpha_H(\vartheta_{Hw} - \vartheta_K). \qquad (14)$$

eine erste Bestimmung der mittleren Wandtemperaturen ϑ_{Kw}, ϑ_{Hw} für beide Betriebszust. 1 und 2.
Mit diesen ist es dann erstmalig möglich die dynamischen Zähigkeiten der Flüssigkeiten zu allen mittleren Temperaturen und die Potenzen ihrer Verhältnisse zu ermitteln. Damit kann schließlich die Neurechnung nach Gl. 13 beginnen. Es liegen zwei Iterationsschleifen vor, mit der ersten werden der Faktor C und der Exp. m bestimmt, mit der zweiten werden die Zähigkeitsverteilungen ansatzweise berücksichtigt. Für den Plattenwärmetauscher erhält man als Näherungsfunktion für die Nußelt-Zahl

$$Nu = 0{,}118\ \mathrm{Re}^{0,805}\ \mathrm{Pr}^{1/3}\ (\eta_{fl} / \eta_w)^{0,14}. \qquad (15)$$

Der Exponent der Reynolds-Zahl stimmt nahezu mit dem bei Kraußold überein, der Faktor C ist etwa 3,7 mal größer als der bei Kraußold. Dies ist nicht verwunderlich. Kraußold hatte glatte Rohrwände; hier wird durch die Sicken in den Wänden eine künstliche Turbulenz erzeugt und mit ihr der Wärmeübergang deutlich erhöht. Die Turbulenz bleibt auch bei niedrigen Reynolds-Zahlen erhalten, bei denen die Strömung in glatten Kanälen längst laminar wäre.

5. Zusammenfassung

Die Nußelt-Funktion (Gl. 15) ist eine Näherungsfunktion für den obigen Plattenwärmeübertrager. Sie erlaubt in Verbindung mit Gl. 9 die Berechnung von Wärmeübergangszahlen. Sie ist ermittelt mit Reynolds-Zahlen von Re = 390 bis 3300 und für Prandtl-Zahlen Pr = 2,3 bis 2,9. Die Reynolds-Zahlen beziehen sich auf die Strömung zwischen den Platten. Durch Stolperstellen (Sicken in den Platten) wird auch bei den kleinen Reynolds-Zahlen künstlich eine turbulente Strömung aufrechterhalten. Bei kleiner Änderung der Plattengröße und Plattenzahl ohne Änderung des Plattenabstandes und der Sickendichte und -form kann es leichte Einbußen der Genauigkeit geben.
Für Auslegungsrechnungen und Fahrweisen werden auch die Wärmeübergangszahlen vom Abgaswärmeübertrager benötigt. Auch für diese lassen sich aus Stutzenmessungen Näherungsfunktionen ermitteln, die Versuche und Gleichungen müssen sich dann allerdings an den Besonderheiten des Abgaswärmetauschers orientieren.

Literatur

[1] Gröber, Erk, Grigull:
Die Grundgesetze der Wärmeübertragung,
Springer Verl., 1981, 3. Auflage

Symbolliste:

A [m²]	Strömungsquerschnitt, Wärmeübertragungsfläche
c [m/s]	Mittlere Ström.-Geschw. zwischen den Platten
dh [m]	Hydraulischer Durchmesser
H [W]	Enthalpiestrom
k [W/(m² °C)]	Wärmedurchgangszahl
m [kg/s]	Massenstrom
Nu [1]	Nußeltzahl
p [bar]	Druck
Pr [1]	Prandtlzahl
Q [W]	Wärmestrom
Re [ ]	Reynoldszahl
V [m³/s]	Volumenstrom
α [W/(m² °C)]	Wärmeübergangszahl
δ [m]	Wanddicke
η [kg/(m s)]	dynamische Zähigkeit
ϑ [°C]	Temperatur
ρ [kg/m3]	Dichte

λ [1]	Luftverhältnis
λ [W/(m °C)]	Wärmeleitfähigkeit
η_{fl} / η_w	Verh. zwischen der mittleren Zähigkeit der Flüssigkeit und der an der Wand

Indizes:

1, 2, 3, ...	Positionen der Messgeräte
1, 2	Betriebszustände
fl	Mittelwert der Flüssigkeit
H	Heizwasserkreis, ohne zusätzl. Index Größe bei der mittl. Temp. der Heizwasserseite
K	Kühlwasserkreis des Motors, ohne zusätzl. Index Größe bei der mittle ren Temp. im Plattenwäremetau-scher
w	Wand oder an der Wand

GEW RheinEnergie
fair und nah

Ein starkes Unternehmen
für eine starke Region

GEW RheinEnergie – das bedeutet: Energie und Trinkwasser für die rheinische Region. Rund um die Uhr, sicher, zuverlässig.
Und wir leisten noch mehr: Als starkes, regional verwurzeltes Infrastrukturunternehmen bieten wir kompetenten und umfangreichen Service gleich inklusive. Unser Unternehmen ist kommunal verankert. Wir arbeiten mit aller Energie für die Region und für Industrie, Handel, Gewerbe sowie Privatkunden.

www.rheinenergie.com

1. a) Nicht Intentionales Design (NID) I: Die alltägliche Umgestaltung des Gestalteten im Gebrauch (1999)

Prof. Dr. Uta Brandes
e-mail: brandes@ds.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 32 09

NID untersucht die Herstellung von Funktion und Bedeutung der Dinge im und durch den Gebrauch. Es bezeichnet all jene Handhabungen und Strategien, in deren Verlauf Menschen durch kleinere oder größere Eingriffe ihr Lebens- und Arbeitsumfeld verändern – und das tun wir alle jederzeit und allerorten: Marmeladen als Stifthaltergefäß, Büroklammern als Nagelreiniger oder um Disketten aus dem Computer zu klauben, Flaschen als Kerzenhalter, Stuhl als Leiter und Garderobe .... .
Produkte und Orte, die unter Kriterien professionellen Designs „zweckentfremdet", „missbraucht" werden, enthalten ein großes Potential an Innovation und neuen Gebrauchsmöglichkeiten. Die Analyse solcher Nutzungen gibt außerdem Aufschluss über kulturelle Differenzen, die sich im Zeitalter der Globalisierung viel eher über den Gebrauch als über das Ding selbst erschließen.

1. b) NID II: Von NID zu Design (2000)

Ging es im ersten Projektteil um die Analyse von Design im Alltagsgebrauch sowie um die Bestimmung des Phänomens (für das der Begriff „Nicht Intentionales Design" gefunden wurde), analysiert der zweite Teil die Motivationen der Umnutzer(innen) anhand einer empirischen Befragung, um schließlich zu klären, wie diese Gebrauchsumwandlungen wiederum in das professionelle Design einfließen (könnten/müssten).
Beide Projekte wurden vom MSWF gefördert und unter Mitarbeit der beiden Diplom-Designerinnen Miriam Steffen und Sonja Stich erarbeitet.

2. Der Evaluationsbericht zum Berufseinstieg von AbsolventInnen des FB Design der FH Köln (1999)

Zum Zeitpunkt der empirischen Studie (schriftliche teilstandardisierte Befragung) bestand der FB Design 8 Jahre. Die Untersuchung konzentrierte sich auf die Berufseinstiege und -verläufe der Absolventinnen und Absolventen, um deren Erfahrungen auf die Qualitäten und mögliche Problemfelder des Curriculums rückzubeziehen. Besonderes Augenmerk galt dem Geschlechtervergleich und der Frage, wie Designerinnen in der noch immer signifikant männlich dominierten Berufswelt des Designs ihren Weg gestalten.

1. Multimedia-Einsatz im Bauhandwerk

Prof. Dr. Brigitte Wolf
e-mail: wolf@ds.fh-koeln.de
Tel.: +49 22 1 / 82 75 - 32 92

Das Projekt Multimedia-Einsatz im Bauhandwerk wurde initiiert, um an einem Best-Practice-Beispiel zu verdeutlichen, wie die neuen Technologien für das Projektmanagement und die Öffentlichkeitsarbeit im Handwerk sinnvoll und effektiv genutzt werden können.

Im Einzelnen bedeutet dies, durch den Einsatz von Multimedia-Technologien

- die innerbetrieblichen Informationsflüsse zwi schen Unternehmern und Mitarbeitern im Betrieb und vom Betrieb zur Baustelle zu verbessern,
- die zwischenbetriebliche Kommunikation der kooperierenden Bauhandwerke zu optimieren,
- durch einen vorbildlichen Netzauftritt die Informationsflüsse zwischen Betrieb und Kunden zu unterstützen.

Das Projekt wurde im Fachbereich Design (Betreuung Prof. Dr. Brigitte Wolf) in Zusammenenarbeit mit der Handwerkskammer zu Köln und fünf Handwerksbetrieben aus unterschiedlichen Branchen durchgeführt. Im Einzelnen waren dies die Firmen Lindlahr (Heizung und Sanitär), Bauer (Malerarbeiten), Knapp (Elektrotechnik), Karuth (Elektrotechnik) und ifg (Fliesen). Gefördert wurde das Projekt von der Zukunftsinitiative Bau NRW (Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen).

Zu Beginn des Projektes wurden die Kommunikationswege und die betriebsinternen Abläufe der beteiligten Unternehmen analysiert und dokumentiert, sowie die vorhandenen Hard- und Softwarestrukturen erfasst. Das Ziel des Projektes war, dem Kunden eine bessere und effizientere Leistung „aus einer Hand“ anzubieten, sodass der Baumaßnahmen planende Kunde nur einen Ansprechpartner hat. Dieser bietet alle Handwerksleistungen komplett an, koordiniert die Zeitplanung und überwacht die komplette Durchführung. Um dieses Ziel, in der Praxis auch realisieren zu können, schlossen sich die beteiligten Handwerker zu einer Kooperative – der „baugruppe“ - zusammen.

In mehreren Workshops wurde die Struktur für eine Kommunikationsplattform der „baugruppe“ erarbeitet. Die Firma tillnet entwickelte auf dieser Basis eine Intranet-Anwendung für das Management von gemeinsamen Bauprojekten. Die entwickelte Software wurde in mehreren Probeläufen getestet und das Interface wurde den Anforderungen entsprechend verbessert. Das Intranet ermöglicht es jetzt allen beteiligten Handwerkern, sich schnell und problemlos über den Stand des Projektes zu informieren und selbst Informationen weiterzugeben. Alle Beteiligten können umgehend über Verzögerungen oder Probleme informiert werden und können auch über diese Plattform gemeinsame Angebote und Rechnungen erstellen.

Studierende des Fachbereichs Design entwickelten für die „baugruppe“ eine Cooperate Identity und gestalteten die Homepage und das Intranet der „baugruppe“. Die Homepage informiert die Kunden über das Leistungsangebot der Gruppe und über die Kompetenzen der beteiligten Handwerksbetriebe. Für potenzielle Kunden und interessierte Netzbesucher werden darüber hinaus relevante Informationen für geplante Baumaßnahmen zur Verfügung gestellt, wie zum Beispiel ein Bauleitfaden, Informationen über ökologisches Bauen, Literaturtips und aktuelle Informationen über Messen und Ausstellungen. Die „baugruppe“ unterstreicht damit ihren Dienstleistungscharakter und wird zum zentralen Informationsmedium für den Bauherrn.

Der Netzauftritt der „baugruppe“ findet sich unter: http://www.baugruppe-koeln.de

2. Modern Technology in Tourism (Neue Technologien im Tourismus)

Prof. Dr. Brigitte Wolf
e-mail: wolf@ds.fh-koeln.de
Tel.: +49 22 1 / 82 75 - 32 92

Zur Förderung der Tourismusindustrie in Palästina hatten das Ministerium für Tourismus und Altertum (Ministry of Tourism and Antiquities) und die private Tourismusindustrie – vertreten durch den Rat der Arabischen Tourismus Industrie (Higher Council of the Arab Tourist Industry) – eine Arbeitsgruppe gegründet. Diese Arbeitsgruppe hatte die Aufgabe, die gemeinsamen Visionen und Ziele der Regierung und der privaten Tourismusindustrie zu definieren. Angestrebt wurde ein IT-Programm, das die palästinensische West Bank und den Gazastreifen befähigen sollte, ihre Tourismusprodukte weltweit über E-Commerce zu vertreiben. Die Arbeitsgruppe wurde unterstützt von der Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Die Universitäten von Bethlehem und Beirzet, der Fachbereich Design der

Fachhochschule Köln und die Firma mondia consult GmbH (Spezialist für hard- und software design) wurden als permanente Berater für dieses Projekt berufen. Ziel dieses Projektes war es, die Wirtschaft in Palästina durch die Entwicklung der Tourismusindustrie zu fördern, indem

- die Verbindungen zu internationalen Tourismusnetzwerken ausgebaut werden,
- der Anschluss an die aktuelle Technologie gewährleistet wird,
- existierende Einrichtungen und Dienstleistungen den aktuellen Anforderungen und Ansprüchen angepasst werden
- und junge und qualifizierte palästinensische Mitarbeiter für die Tourismusindustrie gewonnen werden.

Der Fachbereich Design der Fachhochschule Köln entwickelte und gestaltete in Zusammenarbeit mit der mondia consult GmbH ein E-Commerce-Plattform bestehend aus einem Internet und einem Intranet für die Tourismusindustrie in Palästina. Großer Wert wurde dabei auf die benutzerfreundliche Gestaltung des Interface gelegt. Den potentiellen Kunden sollte ein gut strukturiertes Angebot zur Verfügung stehen, das sowohl informativ als auch einfach zu handhaben und zu buchen ist. Die E-Commerce Plattform steht allen, die an der Tourismusförderung beteiligt sind, also der Regierung, den regionalen Verwaltungen und den Stadtverwaltungen, der gesamten privaten Tourismusindustrie sowie den anderen Organisationen soweit sie für den Tourismus von Bedeutung sind, für die Präsentation ihrer Angebote und zur Selbstdarstellung zur Verfügung. Für alle Betreiber wurde die Pflege der Internetseiten und die Eingabe der Daten benutzerfreundlich gestaltet. (Das Projekt wurde von Prof. Dr. Brigitte Wolf und Prof. Bonsiepe betreut.)

Das Konzept für die E-Commerce-Plattform wurde allen Mitgliedern der Arbeitsgruppe und den Regierungsvertretern verschiedener Regionen vorgestellt und von allen für sehr gut befunden. Die nächsten Arbeitsschritte für die Realisierung der E-Commerce-Plattform wurden deshalb umgehend eingeleitet.

Global Fairs.
Global Business.

DOMOTEX HANNOVER
11. – 14.1.2003
Weltmesse für Teppiche und Bodenbeläge

CeBIT
12. – 19.3.2003
The world's leading event
International Trade Fair for Information Technology, Telecommunications, Software & Services

HANNOVER MESSE
7. – 12.4.2003
Weltmesse der Industrie

LIGNA+ HANNOVER
26. – 30.5.2003
Weltmesse für die Forst- und Holzwirtschaft

BIOTECHNICA
7. – 9.10.2003
Internationale Fachmesse für Biotechnologie

IKK HANNOVER
8. – 10.10.2003
Internationale Fachmesse Kälte, Klima, Lüftung

AGRITECHNICA
11. – 15.11.2003
9. – 10.11. Exklusivtage Handel
Internationale DLG-Fachausstellung für Landtechnik

Deutsche Messe AG
Hannover

Deutsche Messe AG
Messegelände · D-30521 Hannover
Tel. 05 11 - 8 90 · Fax 05 11 - 8 93 26 26
www.messe.de

Biogas als regenerative Energiequelle: Untersuchungen zu Einflussgrößen und Substratauswahl an einer Laborbiogasanlage

Prof. Dr. Christiane Rieker
e-mail: christiane.rieker@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 23 98 und -23 91

Die Gewinnung von Energie mit Biogasanlagen ermöglicht heute den Landwirten eine „zweite Ernte" als Energiewirt. Biogas ist ein brennbares Gasgemisch, das bei der anaeroben Vergärung von Gülle, Stroh, Gras oder nachwachsenden Rohstoffen entsteht. Dieses Gas lässt sich in Blockheizkraftwerken (BHKW) verbrennen, wobei Strom und Wärme erzeugt werden.
Durch das vom Bundestag beschlossene Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) hat sich die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen deutlich verbessert. Für Anlagen bis zu 500 kW Leistung wird eine Vergütung von 20 Pfennig pro kWh gewährt, wobei diese Vergütung für die Dauer von 20 Jahren gesetzlich garantiert ist. Investitionsmittel werden z.T. über Fördermittel bezuschusst. Mit der gewonnenen Wärme lässt sich der thermische Energiebedarf für Ställe, Wohngebäude, Gewächshäuser oder Fischteiche decken.

Die ausgefaulte Gülle wird auf die Felder zur Düngewertverbesserung ausgebracht. Durch die Ausfaulung ist der unangenehme Geruch bei der Ausbringung von Gülle weitgehend beseitigt.
In aller Regel liegt die Verweildauer der Gülle im Fermenter zwischen 20-30 Tagen bei Durchflussanlagen, während die Verweildauer in Speicheranlagen bei 40-50 Tagen liegt.
Je nach Tierart, Fütterung, Einstreuung und Wasserzusatz bzw. durch Einbringen von Kosubstraten kann die Gasausbeute ganz unterschiedlich sein.
Insbesondere Antibiotika oder Konservierungsstoffe können das Wachstum der Mikroorganismen beeinträchtigen, wodurch die Gasproduktion deutlich reduziert ist.

Geplante Untersuchungen

Im dem beantragten Projekt soll herausgefunden werden, in welchem Maße die Methanogenese durch Antibiotika gestört wird.
Dabei sollen unter kontrollierten Laborbedingungen diejenigen Antibiotika, die schwerpunktmäßig in der Massentierhaltung angewandt werden, auf ihren Einfluss im Hinblick auf die Biogasproduktion in einer Modell-Anlage unter praxisnahen Bedingungen untersucht werden.
Es ist geplant, Gülle aus den drei wichtigsten Anwendungsgebieten der
– Rinderhaltung
– Huhn- und Putenhaltung
– sowie Schweinehaltung
getrennt zu untersuchen.
Weiterhin kann eine eventuelle Adaptation der methanogenen Bakterien an die Antibiotika, durch Zugabe in den Güllevorratsbehälter mit einer damit verbundenen langsamen Steigerung der Antibiotikakonzentration im Reaktor, untersucht werden.
Die Erfassung der gebildeten Biogasmenge soll als relevante Größe zur Beurteilung der Hemmung der Methanogenese dienen. Zusätzlich soll die Zusammensetzung des Biogases mit Hilfe eines Deponiegasmonitors bestimmt werden.
Feststoffproben der vergorenen Gülle sollen auf ihren Antibiotikagehalt hin untersucht werden.
Signifikante Ergebnisse können erst ermittelt werden, wenn nach Anfahren des Reaktors bzw. nach Beginn der Antibiotikazugabe ein steady-state im Reaktor erreicht worden ist. Hier ist mit Zeiträumen von ca. 8 Wochen pro Versuch zu rechnen.

Aufbau der Laborbiogasanlage

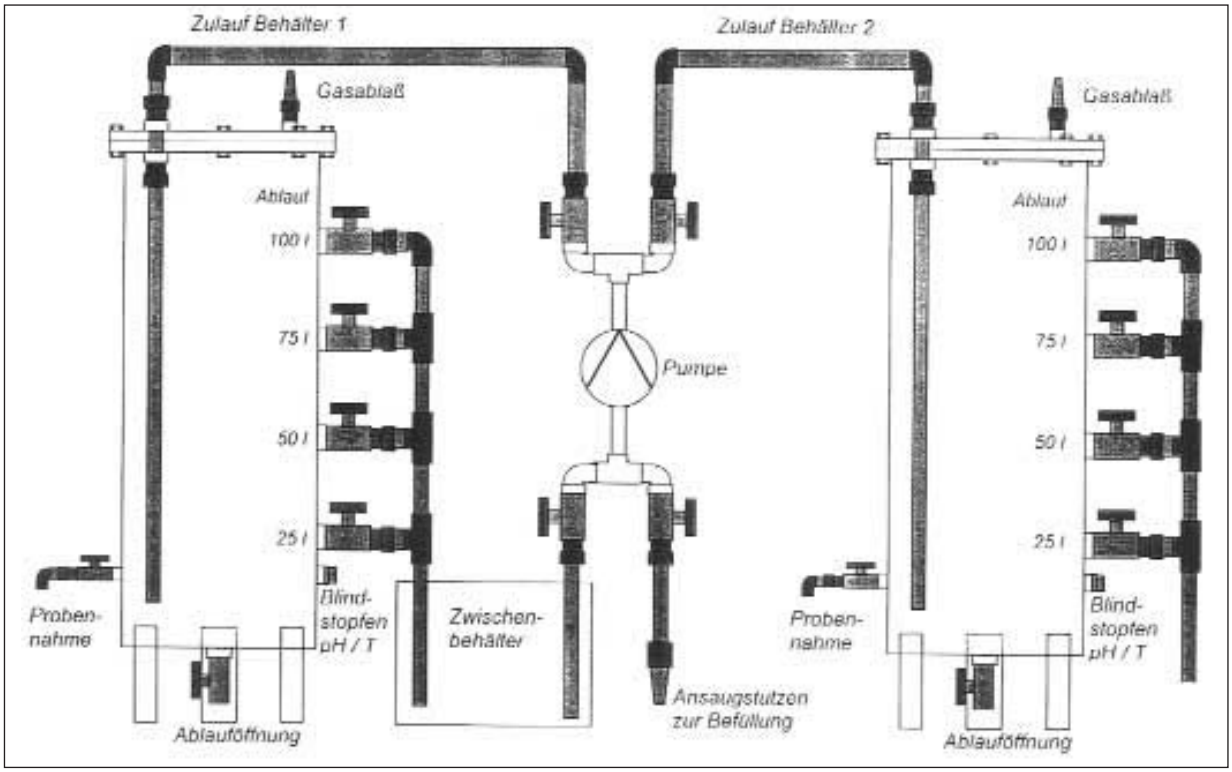
Im Rahmen des neu eingerichteten Studienschwerpunktes „Regenerative Energie- und Stofftechnik" im Studiengang „Maschinentechnik in natürlichen Kreisläufen" des Fachbereichs Landmaschinentechnik der FH Köln wurden vom Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW freundlicherweise Mittel für den Aufbau einer Biogas-Versuchsanlage zur Verfügung gestellt.

Zielsetzung bei der Anlagenkonzeption war die Durchführung von Untersuchungen, die für die Optimierung der Vergärung von Gülle und Kosubstraten im landwirtschaftlichen Bereich von hoher Relevanz sind.

Die Anlage besteht aus 2 gasdichten Reaktoren (Nutzinhalt jeweils 100 l) und kann ein- oder zweistufig im quasi-kontinuierlichen Betrieb betrieben werden.
Die Reaktoren sind mit einem Wendel- bzw. Paddelrührer ausgerüstet und können mittels eines äußeren Heizmantels auf den mesophilen Temperaturbereich temperiert werden.
Die Beschickung bzw. Entleerung erfolgt manuell über eine Pumpe. Durch Entnahmestutzen in verschiedenen Reaktorhöhen kann dabei der Füllstand variabel gehalten werden.
Zwei Gasuhren ermöglichen eine exakte Messung der gebildeten Biogasmenge.
Die Analyse der Gaszusammensetzung erfolgt mit

einem mobilen Gasanalysator.
Die Anlage ist mobil und kann sowohl im Labor der FH als auch wahlweise direkt auf einem landwirtschaftlichen Hof betrieben werden.

Den Aufbau der Anlage zeigen das nachfolgende Verfahrensschema sowie ein Foto.



Verfahrensschema der Biogas-Versuchsanlage

Foto der Biogas-Versuchsanlage

Prototyp eines elektronischen „Kölner Textarchivs“

Prof. Dr. G. Büchel
e-mail: gregor.buechel@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 88 und -24 31

1. Ziel des Projekts

Um Grundlagen für die persistente elektronische Archivierung von maschinenlesbaren Texten, die in der Hauptsache aus akademischen Quellen stammen, zu schaffen, sollte ein Prototyp für ein objektorientiertes Datenbanksystem entwickelt werden, das in der Lage sein soll, SGML[1]-codierte maschinenlesbare Texte strukturtreu zu verwalten und komfortable Zugriffsmethoden bereitzustellen, die für ein voll qualifiziertes Datenbanksystem üblich sind.
Der Aufbau eines elektronischen Textarchivs ist vom Vorbild des „Oxford Text Archiv“[2] (=:OTA) geleitet. Im Unterschied zum OTA, das seine Texte in herkömmlichen Filesystemen und in unterschiedlichen Formaten verwaltet, soll das „Kölner Textarchiv“ (=:KTA) direkt auf einer SGML-strukturierten objektorientierten Datenbank aufbauen.
Neben der Möglichkeit, SGML-codierte Texte direkt in die Datenbank zu importieren, sollten Konvertierungsprogramme für Texte nach SGML bereitgestellt werden, die in anderen elektronisch lesbaren Formaten (wie z.B. ASCII, HTML, RTF, XML u.s.w.) vorliegen.

Weiter sollte eine HTML-Schnittstelle entwickelt werden, mit der Recherchen auf den erfassten Texten ausgeführt werden können. Als Besonderheit sollte hier die Möglichkeit bestehen, die zusätzlich zum eigentlichen Text erfassten Informationen über Struktur und Aufbau der Texte (aus der SGML-Codierung) nutzen zu können.

2. Systemübersicht des „Kölner Textarchivs“: Die Datenbank und ihre Schnittstellen

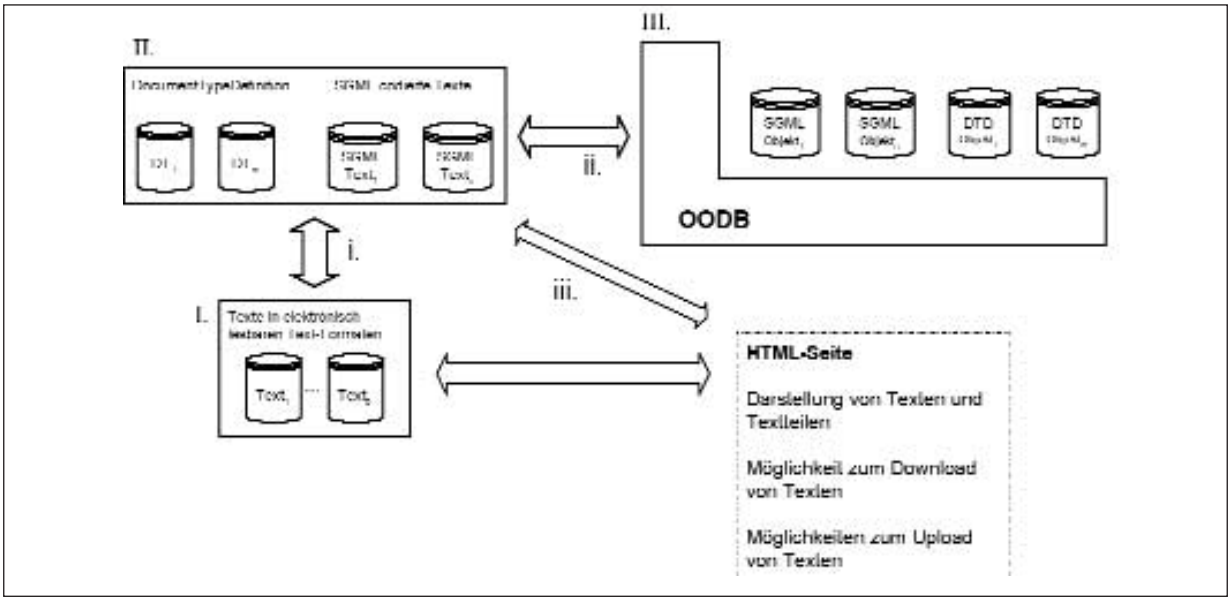
Diese Anforderungen bestimmen die Schnittstellen, die das implementierte objektorientierte Datenbanksystem des „Kölner Textarchivs“ (=:KTADBS) bedienen soll. Die Schnittstellenübersicht des KTADBS wird nachfolgend erläutert (s. Abbildung 1).
Die prototypische Konzeption der Textverwaltung des KTA unterscheidet drei Schichten:

I. Texte, die dem „Kölner Textarchiv“ in unterschiedlichen elektronisch lesbaren Textformaten (SGML, ASCII, HTML, RTF, XML usw.) über eine Dateischnittstelle (z.B. über FTP) zur Verfügung gestellt werden, bzw. Texte, die aus dem KTA kommen, für Benutzeranfragen in ein nicht-SGML-Format konvertiert werden und in Form einer Dateischnittstelle (z.B. auf einem FTP-Server) für den Benutzerabruf zur Verfügung stehen.

II. SGML-codierte Texte (ggf. nach Konvertierung) in normiertem SGML-Aufbau[3], die von Benutzern für das Text-Archiv zur Verfügung gestellt werden oder vom Text-Archiv aufgrund einer Benutzeranfrage bereitgestellt werden, werden zusammen mit der jeweiligen ‚Dokument Typ Definition‘ (DTD) als sequentielle Dateien auf elektronischen Sekundärspeichern (temporär auf Festplatte, permanent auf CD o.ä) als unmittelbare Schnittstelle zur/von der Datenbank hinterlegt.

III. Das Archiv aller SGML-codierten Texte des KTA samt DTDs, das durch ein objektorientiertes Datenbanksystem verwaltet wird.

Abbildung 1: Schnittstellenübersicht des KTADBS



Der Austausch von Texten zwischen diesen drei Schichten der Textverwaltung soll maschinell durch Dienste ausgeführt werden, die folgenden Gruppen angehören:

i. Dienste zur Konvertierung von Texten anderer elektronisch lesbarer Formate in das SGML-Format beziehungsweise vom SGML-Format in ein gewünschtes Format.
ii. Dienste, die als Import- und Exportfunktionen zum Schreiben und Lesen in die bzw. aus der objektorientierten Datenbank implementiert sind. Zu dieser Dienstegruppe gehört die Entwicklung eines Objektdatenmodells, das umkehrbar eindeutig die DTD-Angaben zu speichernder SGML-Texte beinhalten sollte. Das Objektdatenmodell war auf Grundlage der DDL (:=Data Definition Language) des benutzten objektorientierten Datenbankmanagementsystems zu definieren.
iii. Dienste unter HTTP/CGI zum Zugriff auf Recherche-Ergebnisse, die die Gestalt von SGML-codierten Konkordanzmengen haben oder Dienste zur WWW-Verarbeitung kompletter SGML-codierter Texte des KTA.

3. Textquellen, Entwicklungsstand und Konventionen

Während der Entwicklungsphase stehen dem Projekt folgende maschinenlesbare Texte zur Verfügung:

a) G.W.F. Hegel: „Wissenschaft der Logik“ im ASCII-Format mit Umlauten, nach Sätzen segmentiert, mit Band/Seiten/Zeilen-Angaben gemäß Theorie-Werke-Ausgabe (Frankfurt a.M. 1969), gespeichert in einer relationalen Datenbank, die aufgrund eines früheren F+E-Projekts vorlag.

b) Immanuel Kant: „Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte“, eine vom Institut für Kommunikationsforschung und Phonetik der Universität Bonn dem Projekt zu Testzwecken zur Verfügung gestellte maschinenlesbare SGML-codierte Fassung von:
I. Kant: „Gesammelte Schriften“, Bd.I, Akademieausgabe, Berlin (de Gruyter) 1900f.

c) Texte aus dem WWW (verschiedenen Textformate), die von einer im Rahmen einer Diplomarbeit[4] am Fachbereich Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln entwickelten Suchmaschine geliefert werden.

Entwicklungsstand und Konventionen

Die Datenbank des KTA-Systems sowie notwendige Schnittstellen zum Zugriff auf diese Datenbank (Input und Retrieval) sind bereits entwickelt worden. Implementiert sind alle Module der Dienstegruppe ii. (vgl. Kap. 2). Ein Desiderat bleibt die Realisierung der Dienstegruppen i. und iii. Ein wichtiger Konverter, der zur Dienstegruppe i. zu rechnen ist, ein ASCII zu SGML Konverter, wurde allerdings im Zusammenhang mit dem Projekt im Rahmen einer Diplomarbeit[5] am Fachbereich Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln entwickelt.

Die Datenbank, deren struktureller Aufbau in Kapitel 4 erläutert wird, ist in der Lage, die meisten SGML-codierten Texte und deren DTDs aufzunehmen. Voraussetzung dafür, dass ein SGML-codierter Text aufgenommen werden kann, ist, dass ein Durchlauf des Textes durch den als Standard anerkannten SGML-Parser ‚nsgmls‘ [6] (von James Clark) keine Fehlermeldungen ausgibt. Zur vorbereitenden Analyse von DTDs wurden mit Perl-SGML-Tools wie z.B. ‚spam‘ [7] besonders gute Erfahrungen gemacht.

4. Der Aufbau der KTA-Datenbank

4.1 Verwendetes Datenbankmanagementsystem

Als DBMS wurde das objektorientierte Datenbankmanagementsystem ONTOS®[8] verwendet. ONTOS® besteht aus einer Erweiterung der C++-Klassenhierarchie und ermöglicht es, Objekte von C++-Klassen persistent[9] in einer Datenbank abzulegen. Zur Verwaltung semantischer Netze wurde die Leistungsfähigkeit des ONTOS®-DBMS im Rahmen einer Diplomarbeit[10] am Fachbereich Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln untersucht.

In der Datenbank des Kölner Textarchivs werden persistente Klassen sowohl für die Dokumenttyp-Definitionen (DTD) als auch für die zu speichernden SGML-Texte angelegt. Nachfolgend sind die Klassenbeziehungsgraphen mit Assoziationen und Vererbungen in eine an UML[11] angelehnte Notation für die entsprechenen Klassen angegeben. Die Beschreibung der Attribute der einzelnen Klassen ist ausführlich dokumentiert im „Softwaretechnischen Bericht“ des Projekts (vgl. Kap. 6).

4.2 Klassen zur Verwaltung von DTDs in der Datenbank

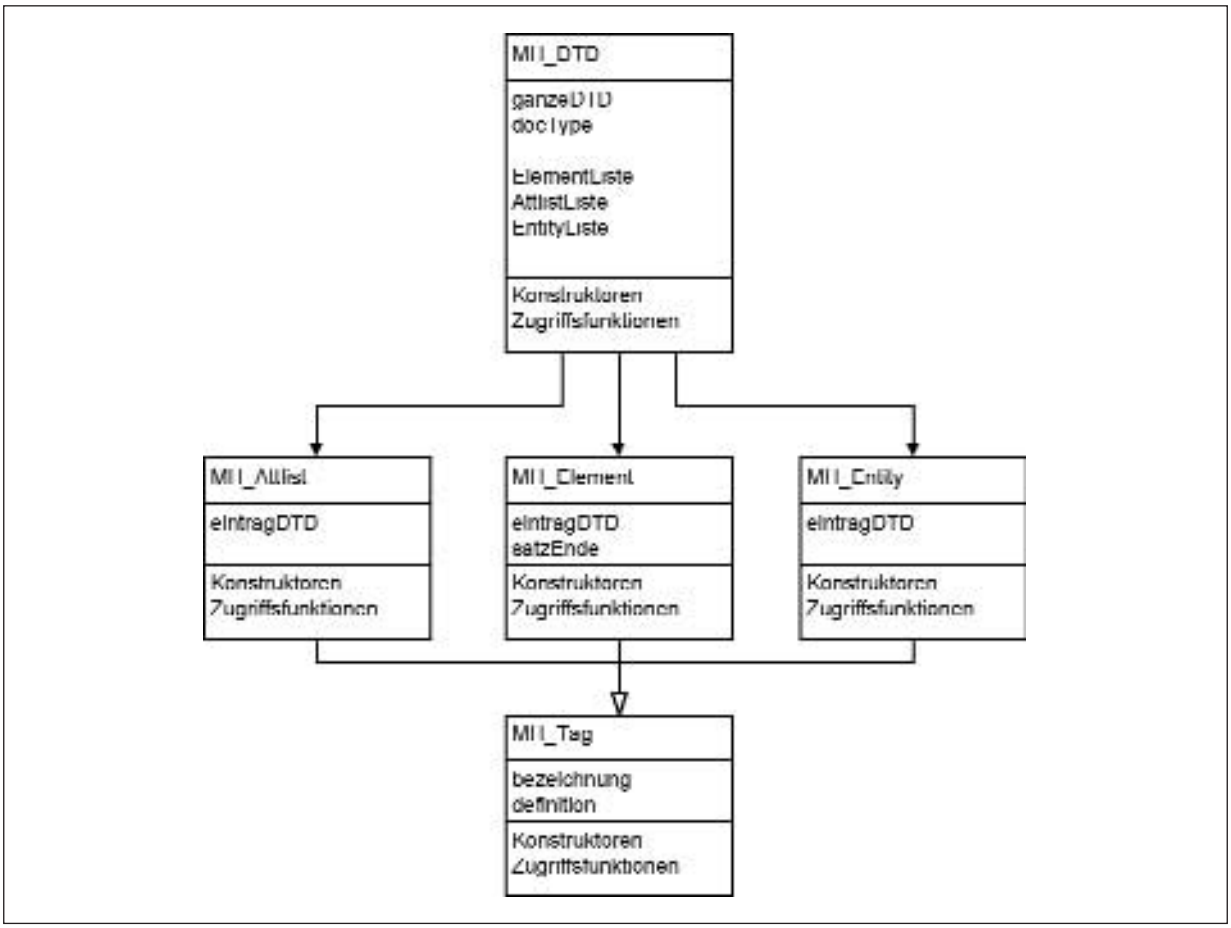


Abbildung 2: Klassen zur Aufnahme von ‚Document Type Definition' DTD

Erläuterung:

Alle in der Datenbank erfassten Dokumenten Typ Definitionen (=:DTD) werden jeweils durch ein Objekt der Klasse **MH_DTD** repräsentiert. Diese Objekte bekommen künstliche Objekt-IDs (zusammengesetzt aus der Zeichenkette ‚DTD' und dem Dokumenttyp[12], der in der DTD definiert wird) zugeteilt. Über die Objekt-IDs sind die DTD-Objekte in der Datenbank eindeutig zu identifizieren. Innerhalb der Objekte wird die gesamte DTD als Zeichenkette gespeichert sowie der Dokumenttyp (DOCTYPE) der DTD. Außerdem verwalten die Objekte jeweils drei Listen mit den Namen ‚ElementListe' , ‚AttlistListe' und ‚EntityListe' , in denen Referenzen auf alle in dieser DTD definierten Elemente, Attributlisten und Entities verwaltet werden.

Die Klassen **MH_Element, MH_Attlist** und **MH_Entity** sind von der virtuellen Klasse MH_Tag abgeleitet und dienen gemeinsam mit ihrer Oberklasse der Präsentation der in der DTD definierten Elemente, Attributlisten und Entities. Sollten künftig weitere in einer SGML-DTD erlaubte Definitionstypen verwaltet werden, müßten dafür lediglich weitere Klassen von MH_Tag abgeleitet und die entsprechenden Listen in **MH_DTD** aufgenommen werden.

4.3 Klassen zur Verwaltung von Texten in der Datenbank

Im folgenden Klassenbeziehungsgraph sind alle persistente Klassen des KTADBS aufgeführt, insbesondere sind auch die schon beschriebenen Klassen zur DTD-Verwaltung angegeben.

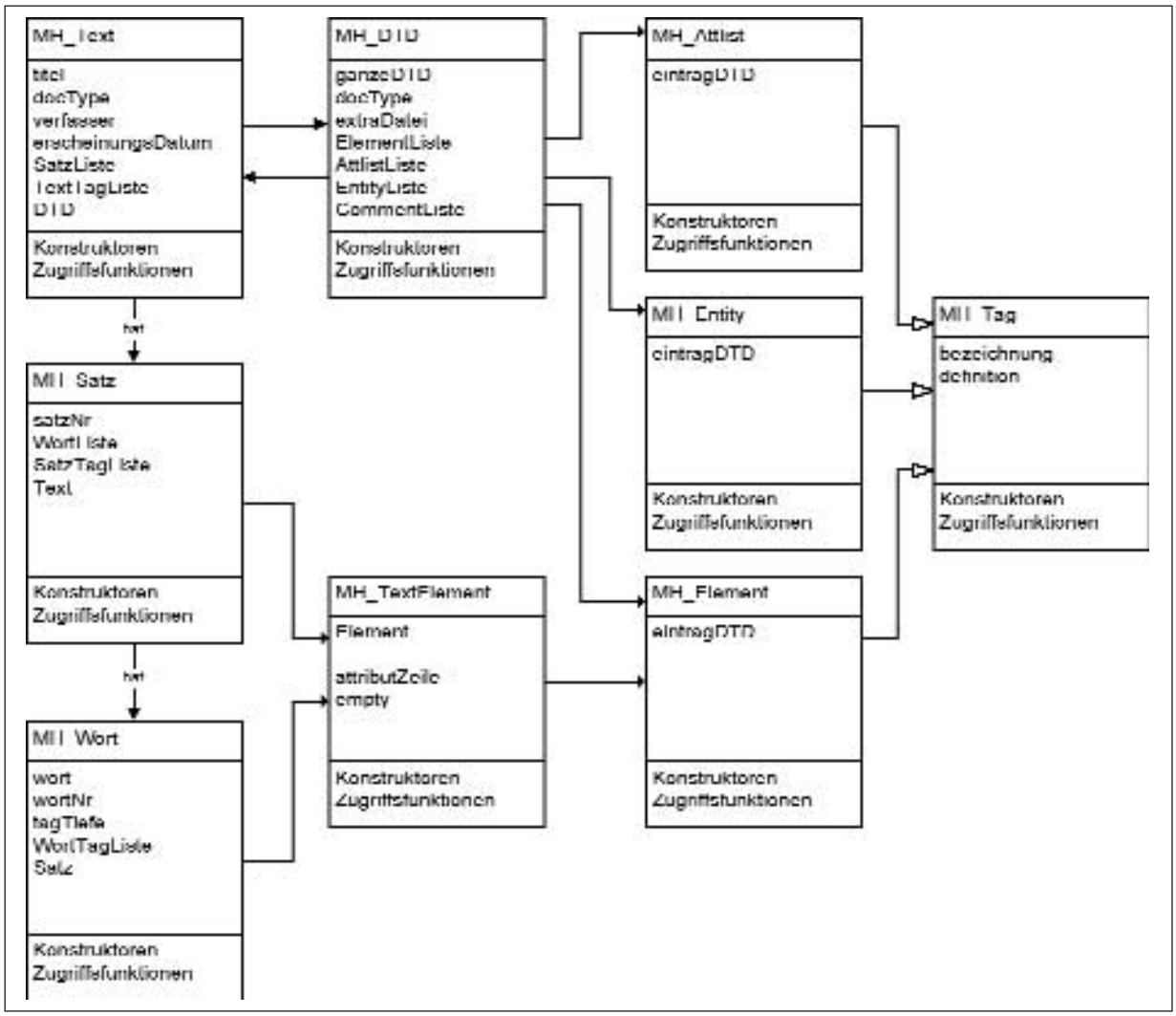


Abbildung 3: Klassenbeziehungsgraph für Texte und DTDs der KTA-Datendatenbank

Erläuterungen:

Alle in der Datenbank erfassten Texte werden jeweils durch ein Objekt der Klasse MH_Text repräsentiert. Diese Objekte bekommen künstliche Objekt-IDs (wird dem Konstruktor übergeben) zugeteilt. Über die Objekt-Ids sind die Text-Objekte in der Datenbank eindeutig zu identifizieren und können per ‚lookup' direkt angesprochen werden. Innerhalb der Objekte werden der Titel, der Dokumenttyp, der Verfasser und das Erscheinungsdatum jeweils als Zeichenkette gespeichert. Außerdem verwalten die Objekte einen Zeiger auf das Objekt der Klassen MH_DTD, welches die Dokumenttypdefinition des Textes repräsentiert und eine Satzliste, in der Referenzen auf alle Objekte der Klasse MH_Satz zu diesem Text verwaltet werden. Die Objekte der Klasse MH_Satz speichern die Satznummer, eine Referenz auf das ihm übergeordnete MH_Text-Objekt sowie zwei Listen mit den Namen SatzTagListe und WortListe. In der SatzTagListe werden Referenzen auf Objekte der Klasse MH_TextElement verwaltet. Die Funktion dieser Objekte wird weiter unten beschrieben. In der WortListe werden Referenzen auf Objekte der Klasse MH_Wort verwaltet, welche die einzelnen Worte des Satzes repräsentieren. In den Objekten der Klasse MH_Wort wird schließlich das eigentliche Wort als Zeichenkette sowie die Wortnummer (Position des Wortes im Satz) gespeichert. Außerdem wird hier die Tagtiefe, eine Referenz auf das übergeordnete MH_Satz-Objekt sowie eine Liste names WortTagListe verwaltet.

Für jedes Element-Tag, was im Text geöffnet wird, wird ein Objekt der Klasse TextElement angelegt.

Bleibt ein Tag über einen ganzen Satz oder sogar über mehrer Sätze hinweg geöffnet, so wird es als Referenz in der SatzTagListe des Satzes oder der Sätze verwaltet. Ist ein Tag nur bei einzelnen Worten geöffnet, wird es in den WortTagListen der einzelnen Worte verwaltet.

5. Die C-/C++ Schnittstelle des KTADBS

Unabhängig von der Benutzeroberfläche und dem verwendeten Internetdienst (WWW, TELNET, ...) zum Zugriff auf das KTA sollte eine universelle algorithmische Schnittstelle für den SGML-Input in das OODBS bzw. für das Retrieval auf die SGML-Bestände des OODBS geschaffen werden, die nun realisiert vorliegt (zur Einordnung ins KTA-System vgl. folgende Abbildung 4).

Die algorithmische Schnittstelle besteht aus C/C++ Funktionen, die zu folgenden Sachgruppen zusammengefasst sind:

- Funktionen zum Aufnehmen von SGML-codierten Texten und DTDs in eine Datenbank,
- Funktionen zur Recherche,
- Hilfsfunktionen, die von den bereits genannten Funktionsgruppen gemeinsam benötigt werden.

Diese Funktionen sind ausführlich im „Softwaretechnischen Bericht“ des Projekts (vgl. Kap. 6) dokumentiert.

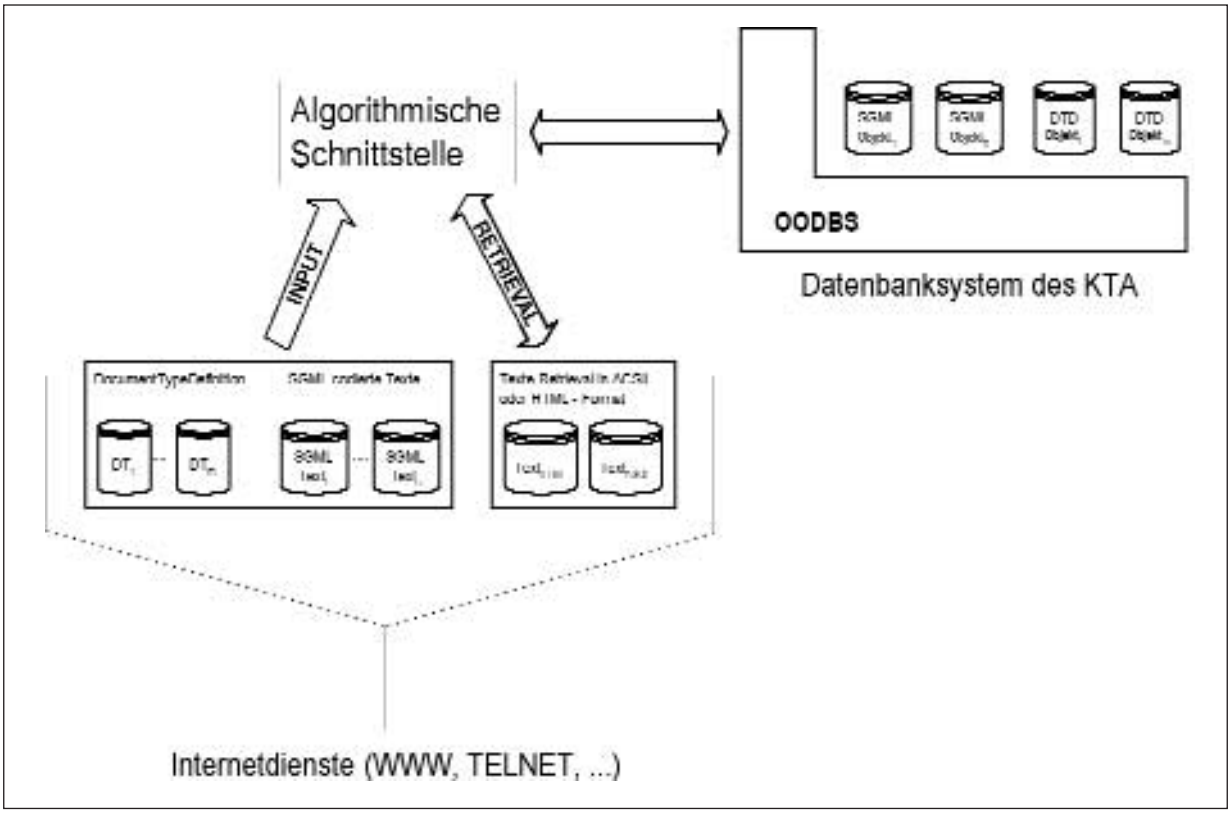


Abbildung 4: Algorithmische Schnittstelle zur KTA-Datenbank

Indizes:

[1] SGML := Standard Generalized Markup Language (ISO-Norm 8879).

[2] Im Jahre 1976 wurde als Einrichtung an der Universität Oxford von Lou Burnhard das „Oxford Text Archiv" (=:OTA), heute eines der weltweit größten elektronischen Textarchive, gegründet. Das OTA ist heute eines der fünf englischen Service Anbieter für EDV in den Geisteswissenschaften. Im Zusammenhang mit der Evolution der WWW-Dienste, insbesondere auch im Bereich der Hochschulbibliotheken, bekommt der Aufbau eines Datenbank-Software-Systems für einzurichtende elektronische Textarchive noch weitergehende Bedeutung.

[3] Die hinreichende Normierungsbedingung des KTA ist die Parsingfähigkeit mittels des nsgmls-Parsers von J. Clark (vgl. Kap. 3).

[4] Benkel, Michael: „Entwicklung einer WWW-Suchmaschine mit Roboterkomponente auf Grundlage eines objektorientierten Datenbanksystems", Diplomarbeit am Fachbereich Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln, Köln, April 1999.

[5] Harnisch, Andreas: „Ein Parser zur Umsetzung eines ASCII Textes in einen SGML Text", Diplomarbeit am Fachbereich Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln, Juni 2000.

[6] Clark, James: „SP - An SGML System Conforming to International Standard ISO 8879", http://www.jclark.com/sp/ (Internetquelle, war am 7.9.2000 noch aktuell).

[7] Clark, James a.a.O.

[8] Als DBMS wurde die Version ONTOS DB/Explorer 4.0 eingesetzt.

[9] Andreas Heuer: „Objektorientierte Datenbanken – Konzepte, Modelle, Standards und Systeme", 2. aktuelle und erweiterte Auflage, Bonn; Reading Mass. u.a. (Addison-Weswley) 1997.

[10] Marcel Henk: „Entwicklung eines objektorientierten Datenbanksystems zur dynamischen Generierung semantischer Netze", Diplomarbeit am Fachbereich Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln, Köln Dezember 1998.

[11] M. Fowler, K. Scott: „UML Distilled – Applying the Standard Object Modeling Language", Reading (Mass.) etc., Addison-Wesley 1997.

[12] Zur syntaktischen Definition eines Dokumenttyps (doctype-Definition) vgl. z.B.
- Horst Szillat: „SGML – Eine praktische Einführung", Bonn u.a. (Thomson Publishing) 1995,
- Rainer Feuerstein: „Allgemeine Einführung in SGML", http://www2.informatik.uni-wuerzburg.de/fire/sgml/seminar,
- Fred: „The SGML Grammar Builder" (Werkzeug zur automatisierten DTD-Erstellung für vorgegebene Texte), http://www.oclc.org/fred/.

EXPERIMENTAL INTERNET TELEVISION

Prof. Dr.-Ing. Franz Stollenwerk
e-mail: franz.stollenwerk@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 25 37

Bei diesem Projekt soll festgestellt werden, inwieweit im World Wide Web interaktives Fernsehen möglich und sinnvoll ist. Im Berichtszeitraum wurde die Website des Projekts EITV (Experimental Internet Television) um wichtige Elemente erweitert. Neben den schon im letzten Forschungsbericht vorgestellten Features, wie Live Video, Video-on-demand und eine virtuelle City Tour (Stadtrundgang durch Köln) wurde eine Studio Tour und eine Remote Cam hinzugefügt (siehe Bild 1). Bei der Studio Tour kann der Teilnehmer einen Rundgang durch die Produktionseinrichtungen (Videostudio, Tonstudio und Nachbearbeitungsräume) des Lehrgebietes Videoproduktionstechnik der FH Köln unternehmen. Per Mausbewegung kann man sich in diesen Räumen umsehen – wobei ein 360 Grad Rundblick möglich ist. Auch können interessierende Details per Zoom vergrößert werden. Mit der fernsteuerbaren Videokamera (Remote Cam), deren Steuermechanismus von der Projektgruppe entwickelt und realisiert wurde, kann sich der Teilnehmer einen von ihm gewählten Überblick über das Umfeld des Kamerastandortes verschaffen. Im Gegensatz zu den „Web Cams", mit denen in größeren Zeitabständen (z. B. alle 30 Sekunden) Bilder aufgenommen werden, werden die Signale der verwendeten Videokamera im Real Video Format übertragen, womit eine kontinuierliche Bewegtbilddarstellung möglich ist. Die Remote Cam ist – außer bei Messeauftritten – in der 11. Etage des Ingenieurwissenschaftlichen Zentrums der FH Köln, mit Ausblick auf die vertraute Skyline von Köln (Kölner Dom, Rheinbrücken etc.) installiert.

EITV erhielt im Frühsommer 1999 von der UNO den Auftrag, den Weltklimagipfel (vom 25.10. bis zum 5.11.1999 in Bonn) im Internet zu übertragen. Die EITV-Projektgruppe war nicht nur zuständig für die Einrichtung einer entsprechenden Website (mit Videoarchiv für alle Sitzungsbeiträge in allen UNO-Konferenzsprachen), sondern auch für den Sendebetrieb vor Ort (Aufnahme mit zwei Videokameras, Redaktion, Live-Streaming, Videonachbearbeitung). Bild 2 zeigt die Archivseite der Eröffnungsveranstaltung mit der Ansprache von Bundeskanzler Gerhard Schröder. Da die Übertragungen fristgerecht und ohne Störungen von der zwanzigköpfigen EITV-Crew realisiert wurden, kamen seitens der UNO viele weitere Auftragsangebote.

Das Projekt wurde auch in den Jahren 1999 und 2000 wieder im Rahmen des Medienforums im „Forschungsland NRW" in der KölnMesse präsentiert. Prominentester Besucher 1999 war Ministerpräsident Wolfgang Clement, der mehr als 15 Minuten am Stand von EITV anwesend war. Neben einem Live-Interview mit Projektleiter Franz Stollenwerk (siehe Bild 3) beantwortete Clement auch zahlreiche Fragen von zugeschalteteten Teilnehmern. Zu den Standbesuchern beziehungsweise Interviewpartnern im Jahr 2000 zählten u.a. Anke Brunn, Ex-RTL-Chef Thoma und Wolfgang Back vom WDR-Computerclub.

Im Berichtszeitraum konnten in Kooperation mit Firmen (u.a. Deutsche Telekom, GMD, WDR) 8 Diplomarbeiten im Bereich interaktives Fernsehens und Streaming Media erfolgreich abgeschlossen werden. Auf der Fachtagung „The European SMPTE Conference on Imaging Media" (Köln, 17. bis 19. September 1998) wurden im Vortrag „Interactive Web-TV" die im Projekt EITV gewonnenen Erkenntnisse dargestellt. Dieser Vortrag ist auch im Tagungsband auf den Seiten 169 bis 181 dokumentiert. Weitere Veröffentlichungen befinden sich in den Rundfunktechnischen Mitteilungen (1998, Heft 4, S.126-133) sowie in den Informationen des Zentrums für Interaktive Medien (ZIM-Info 23, 1999, S.10-11).

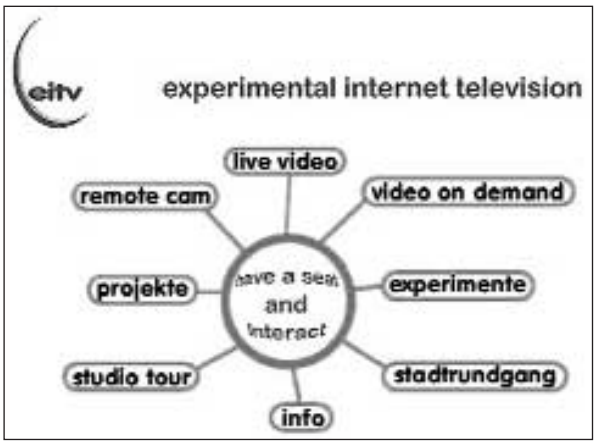


Bild 1: Auswahlmöglichkeiten auf der Homepage von EITV

Bild 2: Übertragung vom Weltklimagipfel der UNO durch EITV (Eröffnungsansprache des Bundeskanzlers)

Bild 3: Ministerpräsident Wolfgang Clement am Stand von EITV im "Forschungsland NRW" auf dem Medienforum 1999

Roboter als Fräsmaschine für reverse engineering Aufgaben

Prof. Dr.-Ing. Gunter Kaiser
e-mail: Gunter.Kaiser@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 25 60

Roboter werden im Allgemeinen als Handhabungsgeräte entwickelt, gebaut und verwendet. Die Bewegungsmöglichkeiten der gängigen Gelenkarmroboter umfassen im kartesischen System die Raumrichtungen x, y und z. Zusätzlich kann der Roboter Drehungen um die Achsen x y und z vollführen. Damit sind alle Möglichkeiten offen, auch andere Fertigungsverfahren als Handhabung oder Montage auszuführen.

Diese Grundüberlegung wird zunehmend angewendet, wenn auch die Bauart von Robotern für Bearbeitungverfahren wie Fräsen meist nicht ausreichend ist im Vergleich zu den CNC Fräsmaschinen für die Metallverarbeitung.

In einigen Bereichen, wie Knochen- Modellherstellung für die Chirurgie nach Bildern aus Computer Tomografie-Aufnahmen oder Modelle für Rapid Prototyping, genügt die Verwendung von leicht zerspanbaren Werkstoffen, wie mehr oder weniger porenhaltige Schaumstoffwerkstoffe, die für die Modellherstellung in vielfältiger Form im Markt der Werkzeug- und Formenbauer verfügbar sind.

Unter den vorhandenen Bedingungen geringster Personal- und Sachmittel stand ein vorhandener, etwa 15 Jahre alter Roboter Bauart Unimation Puma für diese Überlegungen zur Verfügung. Die Steuerung dieses Gerätes ist altersgemäß mit dem Vorhandensein einer 5 1/2 Zoll Floppy Disk ausreichend beschrieben.

Es stellte sich die Aufgabe, die Steuerung aus Aufwandgründen beizubehalten, aber für die Abarbeitung von Fräsprogrammen zu benutzen. Dazu wurde eine spezielle Netzwerkkarte in die alte Steuerung eingebaut, die den Anschluß eines PC erlaubte. Damit können Daten vom PC in die Steuerung übertragen werden. Die Steuerdaten müssen in der Roboter-Programmiersprache VAL II vorliegen, damit sie von der Steuerung verstanden werden.

Die Steuerung von Fräsmaschinen kann in weiten Bereichen von PC's aus vorgenommen werden, die in der Industrie meist in der Arbeitsvorbereitung, im Meisterbüro oder direkt an der Maschine stehen. Ein betriebsinternes Netzwerk erlaubt die Übertragung der Daten an die jeweilige Maschine bzw. deren Steuerung. Dieses Modell wurde auch am Puma Roboter verfolgt.

Für die Entwicklung der Fräsprogramme wird im Labor des FB PT das Programmpaket Mastercam eingesetzt. Dieses Programm kann aber Befehle in der Roboter Programmiersprache VAL II nicht erzeugen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde deshalb ein Postprozessor entwickelt, der NC-Daten in VAL II umwandelt. Damit war der Weg frei, mit dem Roboter zu fräsen.

Die mangelnde Steifigkeit des Roboters läßt den Einbau einer Frässpindel mit nennenswerter Leistung am Roboterarm nicht zu. Die Belastungsfähigkeit wird überschritten. Deshalb wurde der Weg der kinematischen Umkehr gewählt und die Frässpindel auf dem Maschinentisch befestigt. Die Werkstücke sind aus Schaumstoff und damit viel leichter als eine Frässpindel. Sie werden vom Roboterarm an das drehende Werkzeug geführt. Damit ist ein anderer Aufbau der Fräsprogramme erforderlich, der sich aber mit der Mastercam Software ohne größere Schwierigkeiten bewerkstelligen lässt.

Um die Fähigkeit des Unimation Puma Roboters zur Bearbeitung von 5 Seiten eines Werkstückes zu demonstrieren, wurde im Rahmen einer weiteren Diplomarbeit eine Kugel programmiert und hergestellt.
Die Oberflächenqualität ist wegen der mangelnden mechanischen Steifigkeit des Roboterarms und der Notwendigkeit, die Schrittweiten der Kapazität der alten Steuerung anzupassen, nicht vergleichbar mit einer Oberfläche, die auf einer Fräsmaschine hergestellt wird.

Das Projekt zeigt aber die Möglichkeiten auf, Roboter für nahezu beliebige Fertigungsaufgaben und Fertigungsverfahren einzurichten. Inzwischen verfügt das Roboter Labor des Fachbereiches Produktionstechnik über zwei zusätzliche ASEA Roboter, die von Fa. Ford zur Verfügung gestellt wurden. Die Roboter wurden im Rahmen einer Projektarbeit in Betrieb genommen. Damit sind jetzt bessere Voraussetzungen gegeben, das Projekt Roboter als Fräsmaschine auf eine technisch verlässlichere Grundlage zu stellen und mit Aussicht auf bessere Ergebnisse weiterzuführen.

Als nächste Stufe der Entwicklung wird das Ziel verfolgt, 3 dimensionale Objekte mit einer vorhandenen 3D Kamera-Einrichtung aufzunehmen und in CAD - Modelle umzuwandeln. Die aufzunehmenden 3D Modelle können nicht nur technische Körper sein sondern auch Portraits lebender Menschen, wie es im Projekt 3D Scannen demonstriert werden konnte.

Bild 1: Roboteransicht

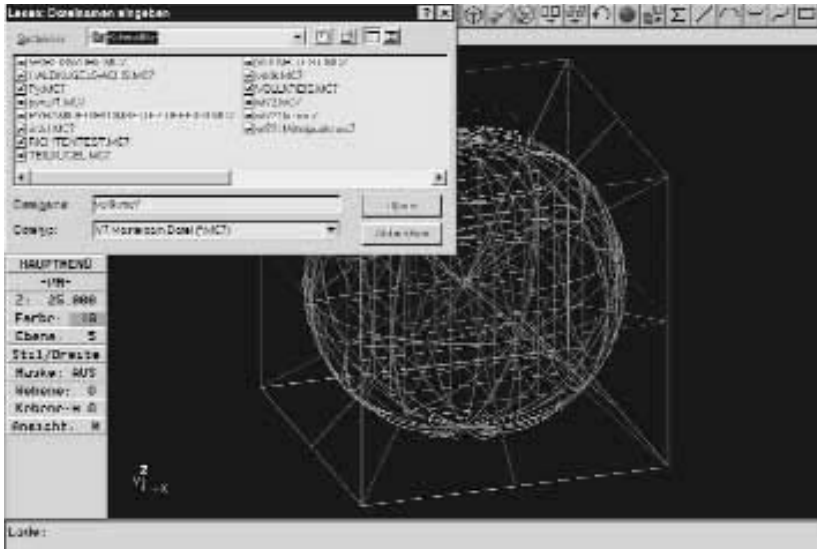


Bild 2: Kugelmodell in Mastercam

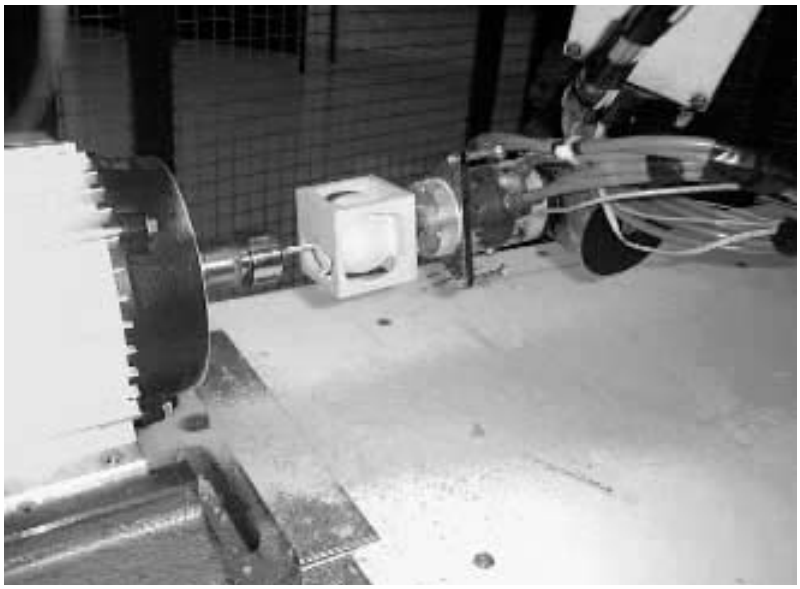


Bild 3: Fräsen der Kugel mit dem Roboter

Reverse Engineering, 3D Scan und CNC Fräsen von Portraits

Prof. Dr.-Ing. Gunter Kaiser
e-mail: Gunter.Kaiser@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 25 60

Die Entwicklung und Gestaltung von neuen Produkten wird überwiegend als Konstruktionsprozess verstanden, bei dem ein Pflichten- oder Lastenheft in reale Lösungen umgesetzt wird. Die Lösungsvorschläge liegen zunächst als Zeichnungen, Grafische Darstellungen in Skizzenform vor und werden weiter ausgearbeitet, bis eine Realisierung möglich und zweckmäßig erscheint.

Ein weiterer Weg besteht darin, körperliche Modelle von Hand anzufertigen und danach Konstruktions- und Fertigungsunterlagen zu erstellen. In bestimmten Fällen können auch vorhandene Produkte oder Gegenstände aus der Natur als Vorlage dienen. Für die Operationsplanung in der Chirurgie werden beispielsweise Modelle von Organen nach Computer Tomografie Aufnahmen erzeugt.

Die Übernahme der Daten von Modellen wird oft reverse engineering genannt. Im Fachbereich Produktionstechnik wurde für diese Zwecke eine 3D Scan-Einrichtung in Zusammenarbeit mit dem FB Fototechnik aus Komponenten erstellt und in Betrieb genommen.

Bei der Erprobung wurden zunächst maßlich exakte Körper aufgenommen, um die Kalibrierung der Anlage sicherzustellen. In einem weiteren Schritt wurde eine kleine Büste des Komponisten Haydn in der Anlage im 3D Verfahren vermessen. Das Ergebnis stellt sich zunächst dar in einer sogenannten Punktwolke. Je nach Auflösung werden von jedem Oberflächenareal mehr oder weniger Einzelpunkte mit den Koordinaten x y und z ermittelt und können zunächst in dieser Form auch auf dem Bildschirm eines PC dargestellt werden.

Eine Punktwolke eignet sich nicht zum Herstellen eines Teiles mit z.B. einer Bearbeitungsmaschine. Für diese Zwecke ist die Punktwolke in eine Fläche umzuwandeln. Dabei sind Fehlmessungen, also einzelne Punkte mit weit abweichenden Koordinaten von der Umwandlung auszuschließen. Dieser Vorgang setzt eine Beurteilung voraus, die nicht automatisierbar ist. Im vorliegenden Projekt wurden die Punktwolken zunächst manuell bearbeitet. Nach Vorliegen einer bearbeiteten Punktwolke konnte die Umwandlung in Flächen erfolgen. Dabei wurden die vorhandene Software Programme Mastercam und Rhinozeros eingesetzt. Mastercam ist ein CNC Programm für Drehen, Fräsen, Drahterodieren und weitere CNC Fertigungsverfahren, Rhinozeros ist ein Grafikdesignprogramm. Mit beiden low cost Programmen war die Umwandlung von Punktwolken in 3D Flächen möglich, wenn auch der Komfort und die Genauigkeit Wünsche offenließen.

Das Ergebnis der Umwandlung eines 3D Scans der studentischen Projektgruppe zeigt das Bild 1. Die Ergebnisse der Umsetzung mit Hilfe der im Labor vorhandenen CNC Fräsmaschine zeigt das Bild 2.
Die Objekte können innerhalb der Grenzen der Scan-Einrichtung und der Bearbeitungsmaschinen in nahezu jedem Maßstab hergestellt werden. Die Realisierung ist nicht an die das CNC Fräsverfahren gebunden. Ein Versuch mit einer CNC Drehmaschine mit angetriebenen Werkzeugen zeigte schon erste Ergebnisse in gleicher Qualität. Die Umsetzung kann auch auf Rapid Prototyping Maschinen nach verschiedenen Verfahren erfolgen.

Die Beispiele sollen zeigen, dass die Anwendung von CNC Werkzeugmaschinen nicht auf technische Produkte wie Wellen, Gehäuse, Zahnräder beschränkt ist. Freiformflächen z.B. für die Herstellung von Werkzeugen und Formen für Konsumgüter oder Fahrzeugteile sind ein wichtiges Anwendungsgebiet in der Industrie. Dabei steht oft der gestalterische Wille, das Design bei der Produktgestaltung im Vordergrund. Die Herstellung von Anschauungs- und Erprobungsmodellen nach Mustern, aber auch die Entwicklung und Fertigung von Fertigungseinrichtungen sind wichtige Anwendungsgebiete für reverse engineering Methoden.

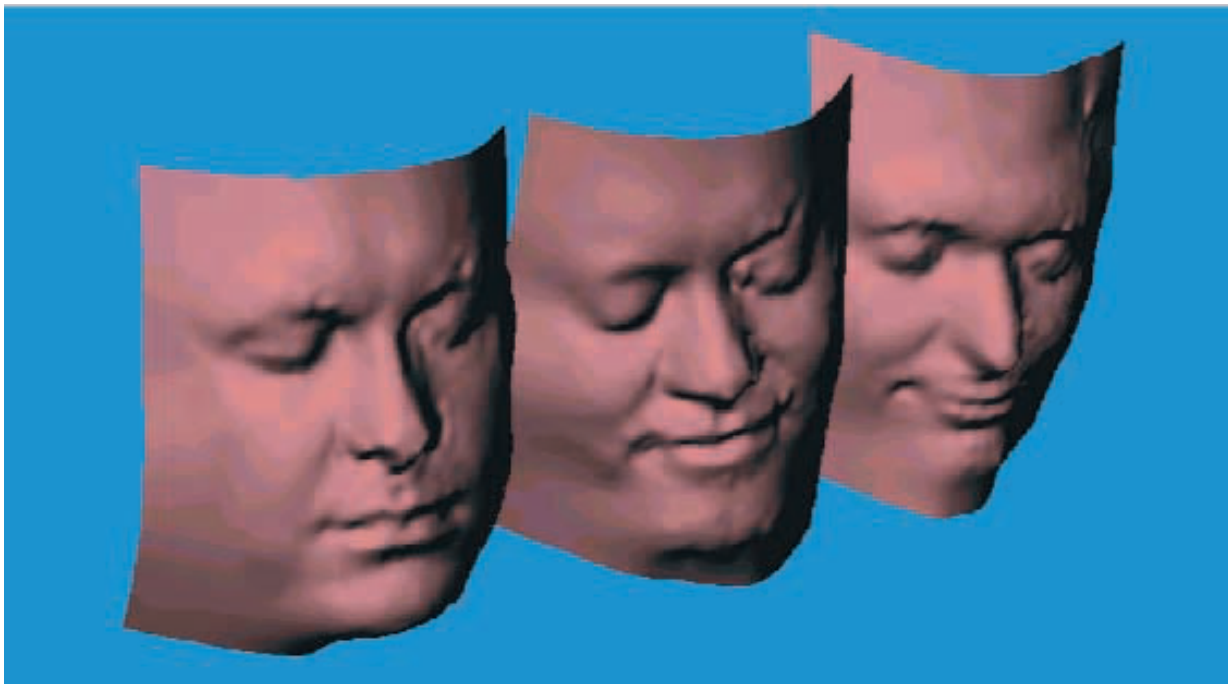
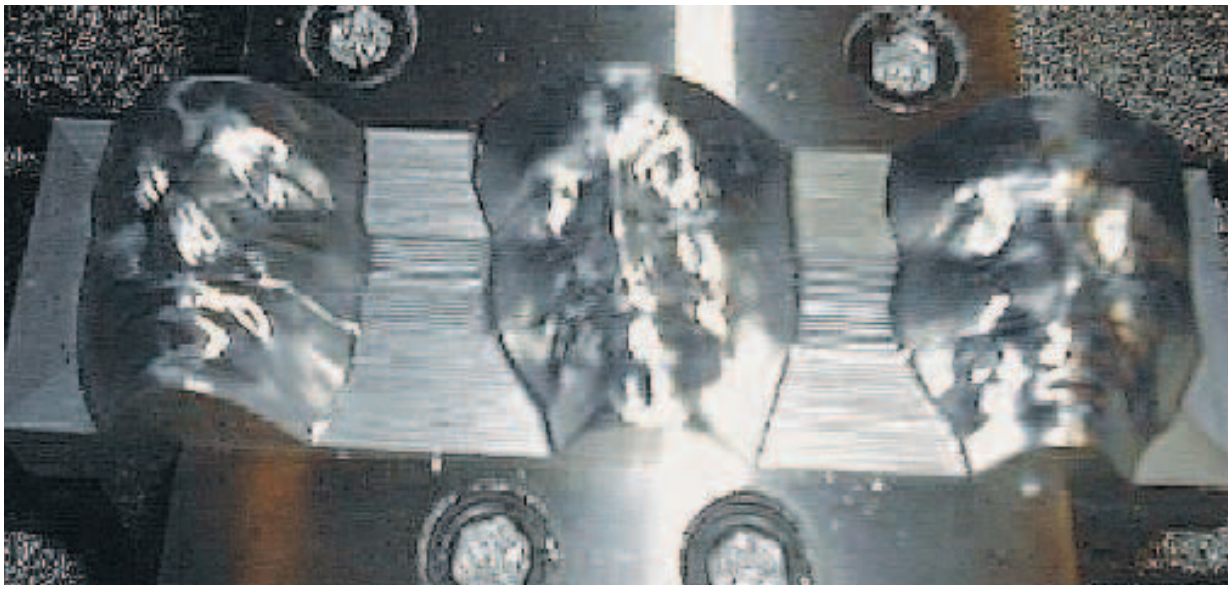


Bild 1: Ergebnis 3D-Scan



Bilder 2, 3, 4: Ergebnisse CNC Fräsen

Produktionsunternehmen für Handlungsorientiertes Lernen (PHL)

Prof. Dr.-Ing. H. J. Stommel
e-mail: HJ.Stommel@pt.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 88 00 - 997

Wenn die Beschäftigung in Europa zukünftig gesichert und gesteigert werden soll, sind nicht nur neue, intelligente Produkte zu entwickeln, sondern die Produkte sind auch in immer kürzeren Zeiträumen auf den Markt zu bringen, wenn die Unternehmen mit ihnen erfolgreich sein wollen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind nicht nur innovative Fähigkeiten gefordert, sondern die zunehmend komplexer werdenden Geschäftsprozesse sind von den Mitarbeitern zu überblicken und zu beherrschen.

Diese wichtige Aufgabenstellung können in den Unternehmen die Mitarbeiter kaum noch bewältigen, da bei ihnen ein erhebliches Qualifikationsdefizit gegeben ist. Sie sind in den meisten Fällen nur in unzureichendem Maße in der Lage, Prozessabläufe zu beherrschen, weil sie das Denken in Zusammenhängen in ihrer Ausbildung nicht gelernt haben bzw. lernen konnten. An den Schulen, Hochschulen und Universitäten wird auch heute noch überwiegend „singuläres" Wissen vermittelt; d.h. es werden einzelne Aufgaben gelöst, die in keinem Zusammenhang mit dem Ganzen stehen. Das Schulen zum Denken in Zusammenhängen fehlt in den Lehrplänen. Hinzu kommt, dass das Lösen einzelner Probleme immer nur der Einzelne durchzuführen hat. Soziale Kompetenz, Teamfähigkeit sind im Ausbildungswesen weitgehend Fremdwörter. Aber beides, die soziale Kompetenz und vor allem das vernetzte Denken sind heute in der Industrie die Fähigkeiten, mit deren Hilfe wirtschaftliche Prozesse zu realisieren sind. Vor allem kleinere und mittlere Unternehmen sind auf solche Fähigkeiten angewiesen, weil wegen ihrer Größe der Generalist und nicht der Spezialist vorherrscht.

Um diese Defizite zu beseitigen, wurde in den letzten Jahren an der Fachhochschule Köln im Fachbereich „Produktionstechnik" ein sogenanntes Produktionsunternehmen für Handlungsorientiertes Lernen (PHL) mit modernen Produktionsmaschinen, einem Hochregallager, einem Montagesystem, Prüfeinrichtungen u. a. m. erstellt. Inzwischen wurden die Mittel u.a. für den Aufbau eines modernen Informationssystems zur Planung, Steuerung und Controlling der Geschäftsprozesse vom Ministerium für Arbeit und Soziales, Qualifikation und Technologie des Landes Nordrhein Westfalen bewilligt. In Verbindung mit der Realisierung dieses ERP-Systems sind in dem Forschungsvorhaben gleichzeitig spezielle Lernprogramme und Schulungsunterlagen so zu entwickeln, dass in dem PHL Produkte der Praxis entsprechend den Geschäftsprozessen bestehender Produktionsunternehmen realitätsnah hergestellt werden können.

Nach Abschluss dieser Arbeiten können dann im Jahre 2003 Mitarbeiter vorwiegend aus mittelständischen Industriefirmen, aber auch Studenten höherer Semester in dem PHL sozusagen im Zeitraffer lernen bzw. erfahren, wann ein Unternehmen erfolgreich oder auch weniger erfolgreich arbeitet. Vor allem soll erkannt werden, welche Gründe dafür anzuführen sind und durch welche Maßnahmen die Fehl-Entscheidungen in Zukunft vermieden werden können.

Diese Ziele können nur erreicht werden, wenn die Abläufe und Geschäftsvorfälle denen der Praxis genau entsprechen. Daher werden im PHL realitätsnahe Störungen die Prozesse beeinflussen, auf welche die Mitarbeiter entsprechend reagieren müssen. Dabei handelt es sich um innerbetriebliche, aber auch um Störungen, die vom Markt, vom Kunden auf das Unternehmen einwirken. Nichts ist im PHL virtuell, sondern jede Hard- und Software gibt es auch in der Industrie, damit in dem PHL Produkte – voraussichtlich Pumpen unterschiedlichster Art – erstellt werden können, die erprobt und somit für einen Praxiseinsatz funktionstüchtig sind.

Aus didaktischer Sicht weist das PHL folgende Besonderheiten auf: Wie schon mit dem Name PHL ausgedrückt wird, arbeitet man im Unternehmen handlungsorientiert; d.h. es sollen handelnd Denkstrukturen entwickelt werden. Außerdem erfährt die seit Jahren in der Industrie geforderte Teamarbeit eine besondere Förderung und Entwicklung. Von zentraler Bedeutung ist jedoch, dass man im PHL nicht belehrt wird, Abfragewissen vermittelt bekommt, sondern dass man motiviert wird, sein vorhandenes Wissen im PHL zur Lösung von Problemen einzusetzen, so dass man in die Lage versetzt wird, seine erworbenen Fähigkeiten im Alltag in der eigenen Firma umzusetzen. Im PHL findet somit ein problemlösendes Lernen in einer Gruppe statt.

Staatsbürgerschaft im Einwanderungsland Deutschland

Prof. Dr. Henning Storz
e-mail: Henning.Storz@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 32

Zum neuen Jahrtausend, am 1. Januar 2000, ist in Deutschland ein neues Staatsangehörigkeitsrecht in Kraft getreten: Erstmalig in der deutschen Rechtsgeschichte wird im neuen Staatsangehörigkeitsrecht das Abstammungsprinzip („ius sanguinis“) durch Elemente des Geburtsorts- oder Territorialprinzips („ius soli“) ergänzt. Abstammungsprinzip heißt: Ein Kind erhält bei der Geburt die deutsche Staatsbürgerschaft, wenn es einen deutschen Vater oder eine deutsche Mutter hat – dies bleibt auch so. Geburtsortsprinzip heißt: Ein Kind ausländischer Eltern, das in Deutschland geboren wird, erhält neben der Staatsangehörigkeit seiner Eltern automatisch die deutsche Staatsbürgerschaft, wenn zumindest ein Elternteil seit acht Jahren über einen gesicherten Aufenthaltsstatus verfügt. Allerdings ist dies mit einer Optionspflicht verbunden: Im Alter von 18 Jahen soll sich der junge Mensch für die eine oder die andere Staatsbürgerschaft entscheiden. Dies ist der Kern des Neuen am neuen Staatsangehörigkeitsrecht. Zudem werden die Fristen für eine „Anspruchseinbürgerung“ von fünfzehn Jahren auf acht Jahre verkürzt. Damit wird auch eine Annäherung an die europäische Entwicklung erreicht.

Im Gesetzgebungsprozess im Jahr 1999 gab es dazu heftigen politischen Streit zwischen den politischen Parteien und in der Bevölkerung. Das im Mai 1999 verabschiedete neue Staatsangehörigkeitsgesetz (StAG) ist ein Kompromiss, der viele Erwartungen von Wissenschaftlern, Praktikern und von Migrantenfamilien enttäuscht hat. In seinen Einzelheiten und den Verwaltungsvorschriften zu seiner Umsetzung ist das neue Recht so kompliziert, dass Experten gebraucht werden, um es zu erklären und umzusetzen. Nach zwei Jahren Geltung des neuen Rechts kann festgehalten werden, dass es weder die Erwartungen seiner Befürworter noch die Befürchtungen seiner Gegner erfüllt hat.

Gleichwohl: Die Reform ist ein kleiner, aber wichtiger Schritt in die richtige Richtung, denn Deutschland ist mit einem Ausländeranteil von fast 10 Prozent im Jahr 2000 seit langem faktisch ein Einwanderungsland. Auf einen Punkt gebracht: Im Jahr 1998 wurden in Deutschland 785.000 Kinder geboren, fast 100.000 (13 Prozent) von ihnen ohne deutschen Pass; in westdeutschen Großstädten wie Köln lag der Anteil der „Ausländer“ unter den Neugeborenen bei über 25 Prozent. Die absehbare demografische Entwicklung wird auch ohne weitere Zuwanderung die Größe, die Altersstruktur und die ethnische Zusammensetzung der Bevölkerung in Deutschland in naher Zukunft weiter und nachhaltig verändern. Neue Zuwanderung aus ökonomischen und humanitären Gründen im Prozess der Globalisierung und der europäischen Einigung wird diesen Prozess verstärken. Darin sind sich alle Experten einig. Wenn dieser Prozess demokratisch und sozial verträglich verlaufen soll, dann müssen sich die dauerhaft und rechtmäßig in Deutschland lebenden Migrantenfamilien an der Gestaltung des politischen Gemeinwesens beteiligen können. Nur über ihre Einbürgerung und ihre gleichberechtigte politische Teilhabe kann verhindert werden, dass sich die Schere zwischen Wohnbevölkerung und wahlberechtigter Bevölkerung immer weiter öffnet. Nur so können Migrantinnen und Migranten zur notwendigen politischen Teilnahme motiviert werden.

1. MUSSTAR

Ziel des Projektes war es, ein landes- und bundesweit übertragbares Konzept eines Multiplikatoren-Seminars zum neuen Staatsangehörigkeitsrecht zu entwickeln, dieses in exemplarischen Fortbildungsveranstaltungen zu erproben, die TeilnehmerInnen zur Entwicklung eigener arbeitsplatz- oder stadtteilbezogener Projekte zu aktivieren und die Ergebnisse in einem Handbuch zur „Staatsbürgerschaft im Einwanderungsland Deutschland“ zusammenzufassen.

Unmittelbare Zielgruppen (Multiplikatoren) sind professionelle und ehrenamtliche Mitarbeiter vor allem aus den Bereichen Soziale Arbeit, Kindertagesstätten, Schulen, aber auch aus Kirchen, Polizei und Selbstorganisationen von MigrantInnen, die in Stadtteilen mit hohem Ausländeranteil mit ausländischen Kindern, Jugendlichen und deren Familien arbeiten. Mittelbar zielt das Projekt auf die Verbesserung der Information über die rechtlichen und politischen Aspekte des neuen Gesetzes und die damit verbundene integrationspolitische Zielsetzung gegenüber Deutschen und MigrantInnen (politische Bildung). Studierende der Sozialarbeit sollen im Projekt mitarbeiten und dabei Kompetenzen in interkultureller Jugend- und Gemeinwesenarbeit sowie im Umgang mit neuen Medien in der Jugendarbeit erwerben.

Träger des Projektes sind die Fachhochschule Köln, Fachbereich Sozialarbeit (Prof. Dr. Henning Storz) und die Arbeiterwohlfahrt, Bezirksverband Mittelrhein e.V. (Erich Hartlich, Geschäftsführer). Die Durchführung der Fortbildungsseminare und die geplanten Veröffentlichungen werden unterstützt von der

Bundeszentrale für politische Bildung. Die GEW-Stiftung Köln finanziert auf den Seminaren entwickelte, sog. „aktivierende Anschlussprojekte“ sowie ein Jugendtheaterprojekt zum Thema Einbürgerung.

Laufzeit des Projekts ist Oktober 1999 bis Dezember 2001; in der Zeit vom November 1999 bis Dezember 2001 hat Frau Dipl.-Soz. Arb. Carolin Reißland als Forschungsassistentin im Projekt mitgearbeitet. Die Finanzierung des Projekts erfolgt durch Mittel der FH Köln (DM 30.000), der Bundeszentrale für politische Bildung (DM 114.000), der Arbeiterwohlfahrt, Bezirk Mittelrhein (DM 40.000),der GEW-Stiftung Köln (DM 32.000) und der Hans-Böckler-Stiftung (DM 3.150).

2. MUSSTAR-Fortbildungen

Die Fortbildungen sind als eintägige Fachtagung oder als zweitägiges Seminar mit aktivierendem Arbeitsgruppenansatz konzipiert. Bis Ende 2000 wurden vier Fortbildungen durchgeführt. Grundlage ist ein **stadtteilbezogener** und **zielgruppenübergreifender** Ansatz. Die TeilnehmerInnen werden auf der Basis von Sozialraumanalysen der jeweiligen Veranstaltungsorte (Stadtteile mit hohem Ausländeranteil) eingeladen.

Das Fortbildungskonzept besteht aus zwei Elementen: Information durch Referate und Arbeit in Arbeitsgruppen. Der informative Teil setzt sich themen- und fachübergreifend aus zwei rechtlichen und zwei politologischen Referaten zusammen. Die **Informationen** über das Staatsangehörigkeitsrecht selbst und über Rechte und Pflichten als deutscher Staatsbürger werden ergänzt durch Informationen zu dem gesellschaftspolitischen Hintergrund der Einwanderungsproblematik und zu den Möglichkeiten einer kommunalen Integrationspolitik, die auf die behutsame Förderung der vorhandenen Potenziale setzt. In den **Arbeitsgruppen** sollen die TeilnehmerInnen eigene Projekte am jeweiligen Arbeitsplatz (etwa für einen Elternabend in der Kita, für den Schulunterricht, für die Arbeit im Jugendzentrum) oder, wenn möglich, gemeinsam in ihrem Stadtteil (etwa für Stadtteilfeste) „aktivierende Anschlussprojekte“ entwickeln. Dazu hat MUSSTAR ein Arbeitsgruppen-Konzept entwickelt; durch Mittel der GEW-Stiftung Köln und durch die Mitarbeit von StudentInnen des Fachbereichs Sozialarbeit können solche Anschlussprojekte unterstützt werden.

Einen etwas anderen Ansatz hat MUSSTAR am 16. September 2000 bei einer eintägigen Fachtagung verfolgt: **Selbstorganisationen der MigrantInnen** in Köln und Umgebung, die oft durch ehrenamtliche Mitarbeiter repräsentiert werden, wurden für einen Samstag eingeladen. Neben der Information (mit zeitlich verkürzten Referaten) ging es hier insbesondere darum, die Hemmnisse zu erfahren, die „begünstigte“ MigrantInnen daran hindert, das Angebot des StAG – die deutschen Staatsangehörigkeit – anzunehmen. Der Focus der Arbeitsgruppenarbeit lag in der Identifikation, Diskussion und Dokumentation der Probleme des neuen Staatsangehörigkeitsrechtes aus der Sicht der Betroffenen.

3. MUSSTAR-Projekte

Die Fortbildungen beginnen mit einem 15-minütigen **Kurzfilm,** der zur Einführung die Komplexität der Problematik am Beispiel einer – durch das Staatsangehörigkeitsrecht „begünstigten“ – türkischen Familie darstellt. Dieser Film ist von zwei Absolventen des Fachbereichs Sozialarbeit entwickelt worden.

Ein **Theaterstück** „Nase oder Nicht-Nase – Das ist hier die Frage“ wurde unter Anleitung des **theaterpädagogischen Zentrums Köln** von zwei Studentinnen des Fachbereichs Sozialarbeit zum Thema Staatsangehörigkeit entwickelt und von zehn SchülerInnen im Alter von 12-15 Jahren bei der 4. MUSSTAR-Tagung im Kölner Agnes-Viertel am 14. November 2000 uraufgeführt (drei weitere Aufführungen des etwa 40-minütigen Stückes folgten. Die Vorschrift, im Alter von 18 Jahren zwischen der Staatsangehörigkeit der Eltern und der deutschen Staatsangehörigkeit entscheiden zu müssen (Optionspflicht), sowie Fragen von Heimat und Ausgrenzung wurden von den Jugendlichen aufgegriffen und über die Metapher der „Nase: Pass“ in Bildern und Szenen dargestellt.

Eine Reihe weiterer MUSSTAR-Projekte sind entweder im Prozess der Vernetzung zur Vorbereitungen der Fortbildungen oder unmittelbar durch die TeilnehmerInnen bei den Seminaren entstanden. Hier eine Auswahl:

Nach der ersten Fortbildungsveranstaltung in Köln-Kalk (4./5. April 2000) hat sich in Köln ein **„Arbeitskreis Jugend und Medien“** gebildet, in dem der Fachbereich Sozialarbeit der FH Köln mit bislang 7 Jugendzentren aus Köln und Umgebung und der Hamburger **„Initiative für Toleranz und Verantwortung - STEP 21“** zusammenarbeitet. Über den Einsatz neuer Medien wird versucht, das Thema Staatsbürgerschaft in Verbindung mit Fragen wie Identität, Ausgrenzung und Lebensplanung in der offenen Jugendarbeit aufzugreifen. Ein von STEP 21 entwickelter „Medienkoffer“, der in vielen Bereichen einsetzbare Computer-Software enthält, wurde von Jugendlichen unter Anleitung von Projektstudent-

Innen zunächst und mit großem Erfolg im Dezember 2000 für einen Comicwettbewerb genutzt.

Ein **„Infobus zur Einbürgerung“** – eine Initiative des Arbeitskreises für das ausländische Kind, Köln (AaK) – sucht Betroffene auf Stadtfesten, vor Bezirksämtern und in Wohngebieten auf und informiert auch in türkischer Sprache die Eltern der unter 10jährigen Kinder über die Möglichkeiten der Kindereinbürgerung. An diesem Projekt ist MUSSTAR über Projektstudentinnen und Mitteln aus der Förderung durch die GEW-Stiftung Köln beteiligt.

Am 14. Dezember 2000 ist ein Internetdiskussionsforum **www.musstar.de** in Kooperation mit dem Interkulturellen Rat in Deutschland e.V. und der Bundeszentrale für politische Bildung vorerst für eine Laufzeit von 6 Monaten eröffnet worden. Es soll ExpertInnen, Betroffenen und Interessierten die Möglichkeit geben, die inhaltlichen Aspekte des Staatsangehörigkeitsrechts und anderer verwandter Themen und Fragen wie Einwanderung und Rassismus bundesweit zu diskutieren. Die Moderation erfolgt durch die Journalistin Margarete Wohlan, Berlin; inhaltlich entwickelt wird es von MUSSTAR und der Clearing Stelle zum Staatsangehörigkeitsrecht des Interkulturellen Rats in Deutschland e.V..

5. Vernetzung/Beirat

MUSSTAR wurde in jeder Entwicklungsphase in Köln sowie auf Landes- und Bundesebene in zahlreichen Einzelgesprächen und Veranstaltungen präsentiert und mit Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis diskutiert. Für die landes- und bundesweite Vernetzung und Qualitätssicherung sorgt ein Beirat, bestehend aus Vertretern der Beauftragten der Bundesöregierung für Ausländerfragen, der Bundeszentrale für politische Bildung, des Landeszentrum für Zuwanderung NRW (LzZ), des Interkulturellen Rat Deutschlands e.V., des Bundesverbandes der AWO und des Fachbereichstages Soziale Arbeit.

6. Veröffentlichung

Storz, Henning, Reißlandt, Carolin (Hrsg.):
Staatsbürgerschaft im Einwanderungsland Deutschland; Handbuch für die interkulturelle Praxis in der Sozialen Arbeit, im Bildungsbereich, im Stadtteil; Leske+Budrich, Opladen, 2002

Psychosoziale Beratung von Lebenspartnerinnen von Sexualstraftätern – Die Bedürfnisstruktur betroffener Frauen

Prof. Dr. Arnfried Bintig
e-mail: a.bintig@netcologne.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 28

1. Problem

Laut Polizeilicher Kriminalstatistik werden Jahr für Jahr über 50.000 Straftaten gegen die sexuelle Selbstbestimmung angezeigt. Zu den sicherlich besonders schädigenden oder traumatisierenden Verbrechen gehören über 17.000 Fälle von sexuellem Missbrauch von Kindern und Schutzbefohlenen, über 12.000 Vergewaltigungen und sexuelle Nötigungen sowie 1000 Fälle von Menschenhandel. Die Aufklärungsquote für diese Verbrechen liegt zwischen 72 und 92 %.
In über 21.000 Fällen werden also Tatverdächtige ermittelt, zumeist männliche Erwachsene ab 21 Jahren (BKA, 2001). In den rund 5.000 Fällen, in denen aufgrund der Ermittlungsergebnisse Anklage erhoben werden kann, erfolgt zumeist auch eine Verurteilung (STATISTISCHES BUNDESAMT 2001; vergl. auch BINTIG 2000).
Nach den Erfahrungen vieler Praktiker sind Sexualstraftäter häufig (aus eigenen Erfahrungen in über 2/3 der Fälle) in festen Partnerschaften gebunden, zu denen zumeist auch (Stief-) Kinder gehören. So muss davon ausgegangen werden, dass jedes Jahr bis zu 14.000 Lebenspartnerinnen von Sexualstraftätern (und eine unbekannte Anzahl Kinder) durch die Taten zumindest als „Sekundäropfer" betroffen sind.
Meist haben die Frauen keinerlei Kenntnisse von den delinquenten Aktivitäten ihrer Partner, da diese ihre Taten heimlich begehen; sie führen eine Art „Doppelleben".
Das Bekanntwerden der Taten stellt oft eine extreme Belastungssituation und traumatische Erfahrung für die Frauen dar. Sie geraten häufig in eine tiefgreifende persönliche Krise, zumal sie zumeist auch von ihrem sozialen Umfeld allein gelassen werden oder sich selbst isolieren, aus Angst vor negativen Reaktionen ihrer sozialen Umgebung.
Auch die professionellen Beratungsdienste stellen zumeist kein geeignetes Beratungsangebot bereit, um die Frauen dabei zu unterstützen, die belastenden Erfahrungen adäquat zu verarbeiten.

2. Ziele des Projekts

Globales Ziel des Projekts ist es, die Lage der betroffenen Frauen zu verbessern, indem die Beratungs- und Betreuungssituation der Betroffenen durch Entwicklung spezifischer Beratungskonzepte effektiviert wird.
Dieses Ziel kann nur in Teilschritten verwirklicht werden.

1. Zunächst muss die Bedürfnisstruktur der Frauen analysiert werden.

2. Deren Bedürfnissen entsprechend muss ein entsprechendes Beratungskonzept entwickelt und mit erfahrenen Beraterinnen erprobt und optimiert werden.

3. Das Problem und das Konzept müssen der Fachöffentlichkeit vorgestellt und – bei entsprechender Akzeptanz – in Fortbildungsmaßnahmen vermittelt werden.

3. Entwicklungsstand des Projekts

Im Herbst 2000 wurde mit der finanziellen Unterstützung der FH Köln mit der Bearbeitung des ersten Teilziels, der Erhebung der Bedürfnisstruktur betroffener Frauen, begonnen.
Eine erfahrene Diplompsychologin führte folgende Arbeitsschritte durch:

- Literaturrecherche, bezogen auf Fachliteratur wie auch auf Autobiographien;
- Erstellung eines Interviewleitfadens für betroffene Frauen und Beratungsstellen;
- Suche und Motivierung betroffener Frauen, an der Erhebung teilzunehmen;
- Vorgespräche mit 16 betroffenen Frauen und Intensivinterviews mit vier Frauen;
- Anschreiben von 30 Beratungsstellen in NRW mit der Bitte um Beantwortung des Fragebogens;
- Auswertung des Materials.

Heute liegen die Ergebnisse des ersten Teils des Gesamtprojekts vor (BINTIG & MOHR 2002); sie werden im Folgenden zusammenfassend dargestellt.

4. Die Bedürfnisstruktur von Lebenspartnerinnen von Sexualstraftätern

4.1 Ergebnisse der Literaturrecherche

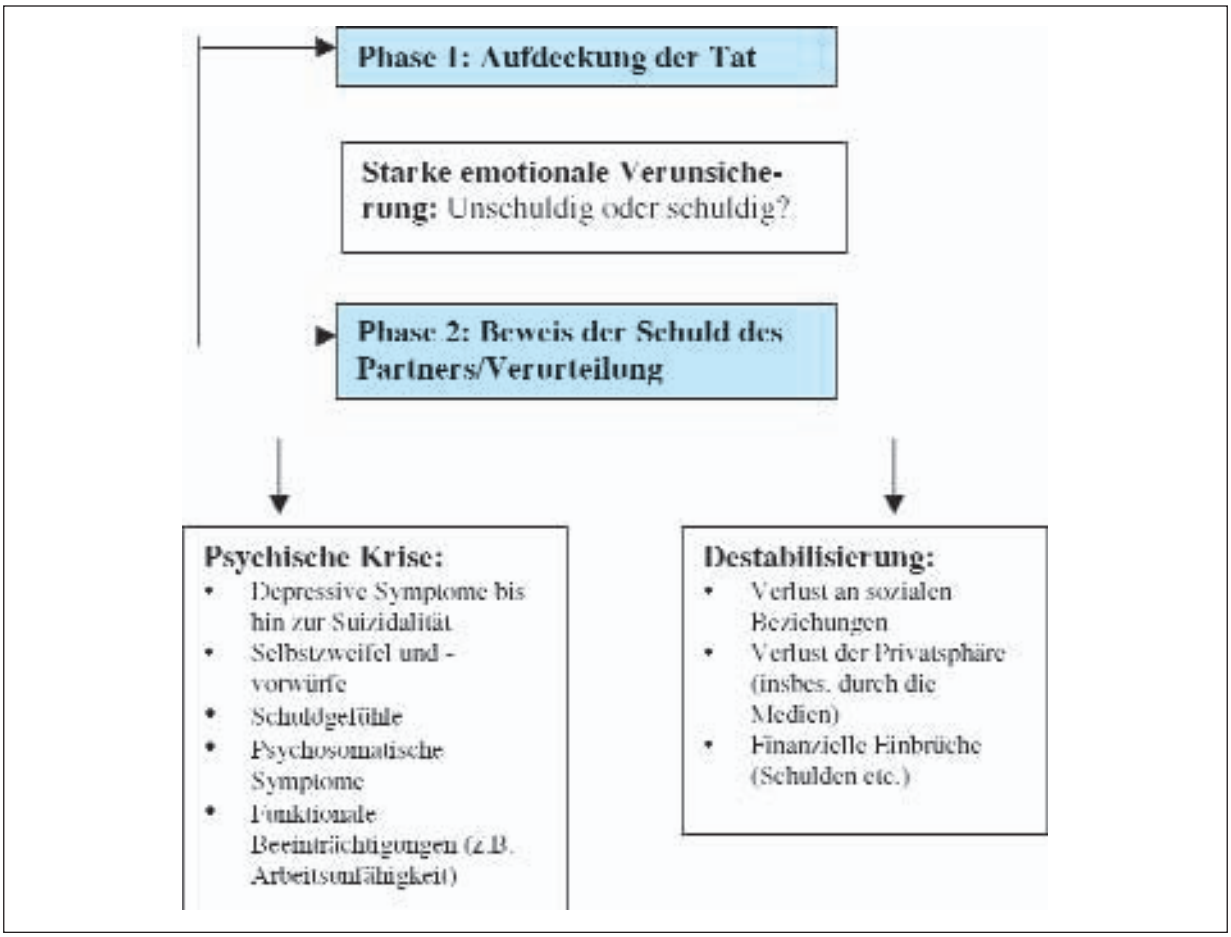
Wie bereits vermutet, ließen sich auch durch intensive Literaturrecherchen keinerlei Hinweise darauf finden, dass sich die wissenschaftliche Literatur mit dem Thema „Angehörige von Sexualstraftätern, die ihre Taten außerhalb des sozialen Nahraums begingen" beschäftigt. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei der Suche nach autobiographischer Literatur.
Während in der wissenschaftlichen wie auch der autobiographischen Literatur die Situation von Inzestopfern durchaus thematisiert wird, konnten keine einschlägigen Literaturhinweise zur obengenannten Problematik gefunden werden. Dies bestätigt die Hypothese, dass diese spezielle Gruppe der Partnerinnen von Sexualstraftätern von der Wissenschaft ignoriert wird und verdeutlicht damit den dringenden Bedarf, sich wissenschaftlich mit diesem Thema intensiv auseinander zu setzen.

4.2 Ergebnisse der Informationsgespräche mit Beratungsstellen

Die Hälfte der Beratungsstellen meldeten ihre spezifischen Erfahrungen mit der Zielgruppe zurück. Insgesamt zeichnete sich dabei ab, dass die Mitarbeiter nur selten mit dieser Problemgruppe in Kontakt gekommen waren. Nur in fünf Beratungsstellen hatten betroffene Frauen um Beratung und Hilfe gebeten.
Bezüglich der Beratungs- und Behandlungskonzepte der Beratungseinrichtungen wurden bei den Interviews mit Beraterinnen dieser Stellen deutlich, dass die dortigen Mitarbeiterinnen oft unsicher im Umgang und der Auswahl adäquater Interventionen mit dieser Klientel waren. Zudem wurde eine vermutete „Mittäterschaft" häufiger thematisiert.
Gleichwohl wurde als einheitlicher Wunsch von allen Beratungsstellen ein adäquates Konzept zur Beratung und Behandlung dieser Frauen formuliert.

4.3 Ergebnisse der Interviews mit betroffenen Frauen

Die vier Frauen, die sich zu einem mehrstündigen Intensivinterview (z. T. an mehreren Terminen) bereit erklärten, waren zwischen 25 und 45 Jahre alt; drei hatten zwischen ein und drei Kinder im Alter von 6 bis 15 Jahren. Zwei der Frauen hatten eine abgeschlossene Berufsausbildung und arbeiteten in ihrem erlernten Beruf. Nur eine Frau wohnte weiterhin in der ehemals gemeinsamen Wohnung, die anderen hatten aufgrund der negativen Reaktionen ihres sozialen Umfeldes ihren Wohnort gewechselt, eine Frau hatte sogar ihren Namen abgelegt.
Die interviewten Frauen waren mit ihren Partnern vor Entdeckung der Sexualstraftaten zwischen drei und zehn Jahren liiert gewesen; drei von ihnen waren mit ihnen verheiratet.
Bezogen auf die Qualität der Beziehung zu ihren Partnern vor der Entdeckung der Sexualstraftaten, erklärten alle Frauen, dass sich diese im Laufe ihres Zusammenlebens verändert habe. Sie äußerten übereinstimmend, dass sie diese Veränderung der Intensität ihrer Beziehungen bis zum Zeitpunkt der Entdeckung der Sexualstraftaten ihrer Partner mehr auf einen normalen „Gewöhnung- und Alltagseffekt" innerhalb der Beziehung zurückgeführt hätten, sowie auf eine erhöhte Arbeitsbelastung ihres Partners.
Diese Angaben der betroffenen Frauen bestätigen die Annahme, dass die Täter eine Art „Doppelleben" führen, in dem sie einerseits eine bestimmte Rolle im Familienverband ausfüllen, andererseits aber auch – ohne Wissen ihrer Partnerinnen – Straftaten begehen.
Bezüglich ihrer Erinnerungen an die Zeit der Aufdeckung der Sexualstraftaten ihrer Partner sowie deren Überführung berichteten alle Frauen, dass ihre Partner eines Tages per Haftbefehl durch die Polizei im gemeinsamen Haushalt verhaftet worden seien. Aufgrund der Schilderungen der Frauen wurde deutlich, dass dies ein äußerst traumatisches Erlebnis für die Frauen dargestellt hatte („Für mich ist die Welt zusammengebrochen.").
Insbesondere drei der Frauen, deren Männer schwere Sexualdelikte (Vergewaltigungen, teilweise mit anschließender Tötung der Opfer sowie Sexualmorde) begangen hatten, berichteten von tiefen psychischen Krisen, einhergehend mit depressiven und suizidalen Anteilen insbesondere bei Überführung ihrer Partner als Sexualstraftäter.
Aufgrund der Aussagen der Frauen scheint sich in den Phasen der Aufdeckung bis zur Verurteilung der Taten folgender Prozess bei den Frauen zu vollziehen, der anhand des folgenden Schaubildes verdeutlicht werden soll:



Übereinstimmend berichteten die Frauen davon, dass sie in der Anfangsphase der Entdeckung der Taten starken Gefühlsschwankungen zwischen Ungläubigkeit und Entsetzen unterlagen. In der Phase der Überführung der Partner durch beweiskräftige Indizien oder durch Geständnisse, wird von allen Frauen ein völliger Zusammenbruch in allen Lebensbereichen beschrieben:

Alle Frauen berichteten über tiefe psychische Krisen, zumeist verbunden mit psychosomatischen Symptomen. Drei der vier Frauen gaben deutlich depressive Symptome an, eine Frau berichtete von suizidalen Gedanken.

Bezüglich ihres Selbstkonzeptes berichteten alle Frauen übereinstimmend über heftige Selbstzweifel und das Gefühl einer diffusen „Mittäterschaft" („Habe ich ihn genug geliebt?"). Die drei Frauen, die mit den Tätern gemeinsame Kinder hatten, unterhielten weiterhin Kontakt zu ihrem Partner; sie berichteten übereinstimmend, dass ihre Partner ihre Taten durch Rechtfertigungsstrategien („Ich habe mich so allein gefühlt.") erklärten. Durch diese Art der Verantwortungsübergabe an die Partnerinnen verstärkten sich die Selbstzweifel bei den Frauen sowie ihr Gefühl der Mittäterschaft. Diese Aussagen stimmen sehr gut mit den kognitiven Verzerrungen und Rechtfertigungsversuchen von Tätern überein, die durch solche Zuschreibungen die Übernahme von Verantwortung für ihre Taten abwehren (vergl. DEEGENER 1995).

Drei Frauen erklärten, dass sie bis heute immer noch zwiespältige Gefühle ihren Partnern gegenüber hegten: Einerseits würden sie immer noch Liebe für ihren Partner empfinden und Sorge um ihn haben (resultierend aus dem Teil des „Doppellebens" ihrer Partner, der sich auf eine normale Partnerschaft bezog), andererseits fühlten sie sich aber auch abgestoßen.

Ein ebenfalls relevanter Gesichtspunkt, den drei Frauen nannten, waren die Auswirkungen der Taten ihrer Lebenspartner auf ihre Kinder. Die Frauen berichteten davon, dass sie bis heute große Schwierigkeiten damit hätten, mit ihren Kindern über ihren Vater zu sprechen. Keines der Kinder wisse um die genauen Taten ihrer Väter.

Drei der vier Frauen gaben an, dass sie insbesondere von Seiten der Familien ihrer Partner negativen Reaktionen ausgesetzt seien. Besonders häufig seien Schuldzuweisungen thematisiert worden. Nur eine der Frauen berichtete, dass sie Hilfe und Unterstützung von der Familie ihres Partners bekommen habe. Ähnliche Reaktionen berichteten die betroffenen Frauen von Seiten der Nachbarschaft. Eine Frau wechselte sogar ihre Identität (Namensänderung) und verzog in eine andere Stadt, weil sie ständig den negativen Reaktionen ihrer Nachbarn ausgesetzt war und auch ihr Kind in der Schule unter heftigen Beschimpfungen litt .

Nur eine der vier Frauen berichtete von solidarischem Verhalten und Unterstützung durch die Nach-

barschaft, sei es in Form von finanziellen Zuwendungen wie auch bezüglich des Schutzes ihrer Privatsphäre gegenüber den Medien.
Bezüglich der Reaktionen des Freundeskreises berichteten alle Frauen über einen deutlichen Rückgang der freundschaftlichen Beziehungen von Seiten der Freunde. Insbesondere nach der Überführung der Partner dieser Frauen seien nur noch wenige Freunde bereit gewesen, mit den Frauen über deren Sorgen und Nöte zu sprechen und hätten sich eher von diesen distanziert.
Insgesamt wurde aufgrund der Aussagen der Frauen deutlich, dass sie durch die Straftaten ihrer Partner in das soziale „Abseits" gerückt waren und teilweise fast gänzlich ihre sozialen Bezüge verloren hatten.
Die negativen Reaktionen von Seiten des sozialen Umfeldes tragen wesentlich zur deutlichen psychischen Destabilisierung der Frauen bei.
Bezüglich ihrer Erfahrungen mit Beratungsstellen und anderen Institutionen berichteten zwei Frauen, dass sie sich nicht an diese gewandt hätten aus Angst vor negativen Reaktionen durch die Mitarbeiterinnen. Statt eine Beratungsstelle aufzusuchen, hätten sie sich an die in den Justizvollzugsanstalten zugehörigen Geistlichen gewandt, um mit diesen ihre Situation zu thematisieren.
Eine andere Frau berichtete, dass sie ihre Probleme mit ihrem Hausarzt durchgesprochen habe.
Zwei Frauen erklärten, dass sie sich an eine Schuldnerberatung gewandt hätten, wo ihnen bezüglich ihrer finanziellen Situation geholfen worden sei. Weiter hätten sie sich auch an örtliche Familienberatungsstellen gewandt, hätten dort aber keine adäquate Unterstützung, so, wie sie es sich gewünscht hätten, erhalten.
Eine der Frauen berichtete in diesem Zusammenhang, dass sie das Gefühl gehabt habe, von Seiten der Mitarbeiter der „Mittäterschaft" beschuldigt worden zu sein („Er wollte mir nicht glauben, dass ich davon nichts gewusst habe.").
Nur eine der Frauen gab an, dass sie sich gut durch die Interventionen der Mitarbeiter der Beratungsstelle unterstützt gefühlt habe, dass sie aber Angst gehabt habe, ihre deutlichen Ambivalenzen bezüglich ihrer Gefühle für ihren Partner, zu thematisieren aus Angst vor Ablehnung („Ich konnte denen ja nicht sagen, dass ich ihn immer noch liebe.").
Eine der Frauen berichtete im Gegensatz zu den anderen, dass sie sehr gute Erfahrungen mit den Mitarbeitern der örtlichen Polizeidienststelle gemacht habe, die ihren Partner verhaftet hätten. Sie erklärte, sie sei intensiv während dieser Zeit von

Zukunft ist unsere Aufgabe

Forschungszentrum Jülich

Wir sind das größte interdisziplinäre Forschungszentrum in Deutschland: 4200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten an Lösungen für vordringliche Probleme auf den Gebieten „Materie", „Energie", „Information", „Leben" und „Umwelt". Als Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (HGF) zeichnen wir uns durch ein hohes Maß an Gemeinpflichtigkeit aus.

So gestalten wir Zukunft:

Wir erforschen

- die Eigenschaften der Materie und neue Materialien für technische Anwendungen
- umweltfreundliche Energiesysteme der Zukunft
- Informationstechnik der übernächsten Generation
- Gesundheit und lebenswichtige Substanzen für den Menschen sowie
- die Basis für eine lebenswerte Umwelt

Junge Menschen – unsere Zukunft

Deshalb
- bilden wir 350 junge Menschen in 22 Berufen aus
- bieten wir Diplomarbeiten für etwa 250 Studierende
- arbeiten bei uns 400 junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an ihrer Dissertation

Unser Frauenförderungs-Programm gilt als „Maßstab in der deutschen Forschungslandschaft". Wir fördern

- klare Rahmenbedingungen für Chancengleichheit
- Vereinbarkeit von Familie und Beruf
- Frauen in Führungspositionen
- das Interesse der Jugend an den Naturwissenschaften

Chancengleichheit ist Bestandteil unserer Personalpolitik. Deshalb haben wir das Prädikat „TOTAL E-QUALITY" erhalten.

Möchten Sie mehr wissen? Schreiben Sie uns:
Forschungszentrum Jülich GmbH, Geschäftsbereich Personal – Personalbetreuung, Leo-Brandt-Straße, 52425 Jülich.
Rufen Sie an: (0 24 61) 61 53 58. Fax: (0 24 61) 61 80 35. Oder besuchen Sie uns im Internet: http://www.fz-juelich.de.
Dort finden Sie auch interessante Stellenangebote.

einem Mitarbeiter der Polizei betreut worden und habe auch in der Folgezeit noch Gesprächsangebote über ihre Situation mit diesem Mitarbeiter wahrgenommen und von diesem viel Unterstützung und Ratschläge erhalten.
Alle Frauen äußerten übereinstimmend, dass sie sich insbesondere in der ersten Phase der Verhaftung ihrer Partner eine angemessene Unterstützung durch professionelle Helfer gewünscht hätten.
Insbesondere die Thematisierung der eigenen Ambivalenzen (schuldig oder unschuldig?; zwiespältige emotionale Gefühlslage) bei verständnisvollen Zuhörern sowie eine Unterstützung in der Stabilisierung des alltäglichen Lebens (finanzielle Situation; Umgang mit negativen Reaktionen von Seiten des sozialen Umfeldes etc.) wurde als Wunsch und Bedürfnis von allen Frauen geäußert.
Eine der Frauen erklärte, dass sie sich auch gewünscht habe, Kontakt zu anderen betroffenen Frauen aufnehmen zu können, um mit diesen über ihre Situation sprechen und möglicherweise auch Ratschläge und Tipps im Umgang mit dieser Belastungssituation erhalten zu können.
Insgesamt wurde von allen Frauen bemängelt, dass es keine Beratungsangebote für ihre spezielle Problemgruppe gebe.

5. Zusammenfassung und Konsequenzen

Insbesondere die Phase der Überführung der Täter stellt sich als besonders traumatisch für die betroffenen Frauen dar. Alle Frauen äußerten deutliche Symptome tiefer psychischer Krisen (z.T. verbunden mit starken psychosomatischen Symptomen), wie auch das Gefühl der Hilflosigkeit gegenüber den über sie hereinbrechenden Konsequenzen der Taten ihrer Partner (z.B. negative Reaktionen von Seiten des sozialen Umfeldes, finanzielle Probleme und Belastungen).
Den betroffenen Frauen ermangelte es der Unterstützung adäquater Hilfsangebote durch professionelle Helfer bei der Bewältigung der psychischen Belastungen wie auch der durch die Taten bedingten vielfältigen Auswirkungen auf die sozialen Bezüge.
Es musste bestätigt werden, dass es auch in den Beratungsstellen kaum ein Problembewusstsein für die Situation der betroffenen Frauen gibt und dass auch dort eher Unsicherheiten, persönliche Vorbehalte wie auch mangelndes Wissen über die Bedürfnisse der betroffenen Frauen bestehen. So ist es nicht verwunderlich, dass auch keine Konzepte zur adäquaten Beratung und Betreuung vorliegen.
Diesen Ergebnissen entsprechend erscheint es sinnvoll und dringend erforderlich, das Gesamtprojekt weiter zu verfolgen.
Mit dem 2. Teilabschnitt, der Konzeption eines adäquaten Beratungskonzepts wurde bereits begonnen. Auch hat die Beratungspraxis bereits Konsequenzen aus der aufgezeigten Situation gezogen: eine von einer qualifizierten Diplom-Psychologin geleitete Gesprächsgruppe für betroffene Frauen ist im östlichen Ruhrgebiet in Planung. Diese Gesprächsgruppe soll in enger Kooperation mit örtlichen Polizeidienststellen, Beratungsstellen wie auch ärztlichen Fachdiensten geführt werden mit dem Ziel der adäquaten Behandlung und Betreuung der betroffenen Frauen.
Weiter dient dieses Vorhaben der weiteren Erforschung der Bedürfnisstruktur der Frauen mit dem Ziel, ein einheitliches Konzept zum Umgang mit dieser Klientel in den einschlägigen Beratungsstellen (autonome Frauenberatungsstellen, Beratungsstellen der Pro Familia) zu konzipieren.

Literatur

BUNDESKRIMINALAMT (BKA; Hrsg.):
Polizeiliche Kriminalstatistik. Wiesbaden 2000.

BINTIG, A.:
Täterbehandlung und Psychotherapie:
Notwendigkeiten und Chancen.
In: Pro Familia Darmstadt (Hrsg.): Chancenlos?
Behandlungskonzepte und Erfahrungen mit
Sexualstraftätern. Dokumentation.
Darmstadt 2000, S. 21-30.

BINTIG, A. & MOHR, H.:
Die Situation und Bedürfnisstruktur von Frauen,
deren Partner Sexualdelikte außerhalb des sozialen
Nahraums begingen.
Forschungsbericht.
Köln 2002.

DEEGENER, G.:
Sexueller Missbrauch: Die Täter.
Weinheim 1995.

STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.):
Strafverfolgung.
Wiesbaden 2001.

Jugend

Schule – Werkstatt – Beruf

Kölner Längsschnitt – Untersuchung 1998 - 2002

Prof. Dr. O. Bujard
Prof. Dr. U. Mergner
e-mail: ulmer@t-online.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 36
Prof. Dr. A. Bintig
Dr. W. Baros
C. Niehves
N. Pötter

„Jugendwerkstätten – Hilfe bei der Passage in die ‚Normalbiografie', Teil eines zirkulären ‚Aufbewahrungssystems' für jugendliche Problemgruppen des Bildungs- und Beschäftigungssystems oder Beitrag zur Vermeidung von ‚Desozialisierungs'- und Exklusionsprozessen?"

1. Problemstellung

Das Forschungsprojekt fokussiert auf typische Entwicklungsverläufe von Jugendlichen, die an einer Jugendwerkstatt-Maßnahme teilnehmen und den Einfluss eines Jugendwerkstatt-Aufenthalts auf gelingende wechselseitige Transaktionen zwischen inneren und äußeren Ressourcen der Jugendlichen, die es im Prozess der Maßnahme zu entwickeln und verfügbar zu machen gilt.
In diesem Zusammenhang ergibt sich die Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit drei Fragen

- Welche reale Bedeutung haben Maßnahmen der Jugendsozialarbeit für die Eingliederung der Jugendlichen in das vorhandene System gesellschaftlicher Strukturen?

- Welche Bedeutung haben die Maßnahmen für die Eingliederung der Jugendlichen in das Erwerbssystem? Haben sie möglicherweise besonders häufig Erwerbsarbeit in der „Grauzone" des Beschäftigungssystems zur Folge, oder bewahren sie die Jugendlichen auf in einem Kreislauf von Fördermaßnahmen?

- Welche Effekte im Sinne des allgemeinen Erziehungsauftrages haben solche Maßnahmen, die ihre Beibehaltung (oder gar ihren Ausbau) rechtfertigen oder Modifikationen ihres Angebots erforderlich machen?

2. Forschungsdesign

Zur Erfassung der Entwicklungsverläufe wurde ein qualitatives Panel (Längsschnittstudie) mit vier Erhebungszeitpunkten konzipiert. Mit der ersten Erhebung wurde im Herbst 1998 begonnen. Die letzte Erhebung fand im Wintersemester 2001/2002 statt. Zur Erhebung der Entwicklung und Nutzung der inneren und äußeren Ressourcen wurde ein qualitativer Ansatz gewählt, da dieser Prozess durch Fragen nach den subjektiven Sichtweisen der Besucher/-innen von Jugendwerkstätten eher erforschbar ist als durch die Erhebung „harter Fakten". Mit Hilfe wenig strukturierter Leitfadeninterviews ist es möglich, die subjektiven Deutungsmuster der Jugendlichen einer intensiven Analyse zugänglich zu machen. Ergänzend wurde den Jugendlichen ein Fragebogen zur Erfassung demografischer Daten und eine Bewertungsskala vorgelegt.
Über den Zeitraum von drei Jahren wurden sowohl Jugendwerkstatt-Teilnehmer/-innen als auch vergleichbare Jugendliche interviewt, die zum Zeitpunkt des ersten Interviews keine Jugendwerkstatt besuchten (Kontrollgruppe).
Zur besseren Einschätzung der externen Ressource „Jugendwerkstatt" wurden im Sommer 2000 Experteninterviews mit Mitarbeitern/-innen der Jugendwerkstätten durchgeführt.

3. Stand des Projektes

Aus den mit Hilfe der Fragebögen ermittelten Daten geht hervor, dass die Gruppe der Interviewten der Zielgruppe der „sozial benachteiligten oder individuell beeinträchtigten" Jugendlichen entspricht.
In den Jugendwerkstätten waren fast 43% der Jugendlichen Ausländer, davon 40% mit einer Aufenthaltsdauer in Deutschland von unter 4 Jahren. 19% der Jugendwerkstatt-Teilnehmer/-innen haben eine Sonderschule besucht und knapp 60% haben die Hauptschule ohne Abschluss verlassen.

Auf einer Einschätzungsskala bewerteten die Jugendlichen am Ende ihrer Jugendwerkstattzeit die Angebote dort überwiegend positiv. Die Skala enthielt Einschätzungen der psychosozialen und soziokulturellen Angebote und ihrer Vermittlung.

Eine exemplarische Auswahl von qualitativen Interviews der Haupt- und Kontrollgruppe wurde für den zweiten Zwischenbericht ausgewertet. Es handelt sich dabei um Interviews von 20 Jugendlichen, die an der ersten und zweiten Erhebungsphase beteiligt waren.
Die aus dem theoretischen Hintergrund des Ressourcen-Transaktionsmodells abgeleiteten Kate-

gorien, wie z.B. Bewältigungsstrategien, Identität, Zielorientierung und Selbstwirksamkeit verweisen vor allem auf die internen Ressourcen. In fast allen Bereichen konnten von den Jugendlichen benannte oder durch die Analyse zugänglich gemachte Entwicklungen aufgezeigt werden.
Für den dritten Zwischenbericht wurden Einzelrekonstruktionen, Lebensthematiken und Transaktionen erarbeitet, die bereits die Interviews der dritten Erhebung berücksichtigen und die als Grundlage für eine Typenbildung dienen. Eine erste Sortierung der Lebensthematiken und Transaktionen wurde zu konturierten Varianten verdichtet. Die methodische Vorgehensweise bei der Typenbildung wird vom sozialwissenschaftlichen Erkenntnisinteresse des Projektes geleitet, charakteristische, über den konkreten Fall hinausgehende typische Entwicklungsverläufe Jugendlicher herauszuarbeiten.

Die Experteninterviews wurden für diesen Zwischenbericht unter dem Aspekt der „Sozialen Integration" ausgewertet. Dabei wurde auf zwei Kernfragen fokussiert:

- Welche Ressourcen stellen die Experten/-innen für die Jugendlichen bereit?

- Welche Veränderungen bei den Jugendlichen bewirkt der Besuch einer Jugendwerkstatt aus der Sicht der Experten/-innen?

Zu den allgemeinen Voraussetzungen für eine soziale Integration zählen die Experten/-innen die Entwicklung der Persönlichkeit der Jugendlichen, wie z.B. der Ich-Kompetenzen und des Selbstwertgefühls. Als spezifische Voraussetzungen benennen die befragten Mitarbeiter/-innen den Erwerb von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kulturtechniken zur Lösung von Alltagsaufgaben. Ihren eigenen Beitrag zur Förderung persönlichen Wachstums bei den Jugendlichen sehen die Expert/ -innen in erster Linie in der Schaffung einer angstfreien Atmosphäre in der Jugendwerkstatt. Die meisten befragten Fachkräfte sehen bei den Jugendlichen an erster Stelle positive Veränderungen auf der persönlichen Bezugsebene, z.B. durch die verbesserten Kontaktfähigkeit.
Im dritten Zwischenbericht erfolgte ebenfalls eine erste Gegenüberstellung der Aussagen der Jugendlichen mit denen der Experten/-innen. Dabei wurde deutlich, dass die Fachkräfte „Soziale Integration" überwiegend im Zusammenhang mit Aktivitäten der Jugendlichen innerhalb der Jugendwerkstatt und seltener in ihrer sonstigen Lebenswelt thematisieren. Die von den Jugendlichen angesprochenen Veränderungen und Entwicklungen beziehen sich zwar auch auf den sozialen Kontext innerhalb der Jugendwerkstatt, beschränken sich aber keineswegs darauf. Es finden teilweise tiefgreifende Veränderungen in der angestammten Lebenswelt der Jugendlichen statt. Durch die Gegenüberstellung der Sichtweisen gilt es im Weiteren zu ermitteln, welches die Voraussetzungen für gelingende Transaktionsprozesse sind und welche Konsequenzen sich abschließend (Schlussbericht) für die Angebotsstruktur von Jugendwerkstätten folgern lassen.

4. Kooperationspartner

Im Jahr 1997 wurde das Forschungsprojekt „Jugendwerkstätten ..." vom Fachbereich Sozialarbeit der Fachhochschule Köln, vom Landesjugendamt Rheinland und vom Ministerium für Frauen, Jugend, Familie und Gesundheit NRW unter der Leitung von Prof. Dr. Otker Bujard, Prof. Dr. Ulrich Mergner und Prof. Dr. Arnfried Bintig initiiert.
In einer Vorstudie (1997) wurden die theoretischen und methodischen Grundlagen für ein qualitatives Panel mit vier Erhebungszeitpunkten erarbeitet. Die Hauptstudie wurde 1998 begonnen und wird Ende 2002 mit einem Endbericht abgeschlossen.

Der aktuelle Zwischenbericht kann abgerufen bzw. kopiert werden unter: www.sw.fh-koeln.de/sa

Sollen wir den Polen empfehlen, Jugendämter einzurichten?

Prof. Dr. Helga Oberloskamp
e-mail: H.Oberloskamp@gmx.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 26

1. Im Rahmen eines Forschungsfreisemesters vom 15.01.2000 - 15.07.2000 war ich Gast unserer Partnerhochschule in Polen (Universität Warschau, Fakultät für Politische Wissenschaft und Journalistik, Institut für Sozialpolitik).

Als Juristin und Lehrende im Fachbereich Sozialarbeit beschäftige ich mich bereits seit 1988 mit dem polnischen Recht und der Sozialen Arbeit in Polen. Zu meiner großen Verwunderung hatte ich schon vor längerer Zeit festgestellt, dass Kinder und Jugendliche in der polnischen Gesellschaft keine sichtbare Rolle spielen und dass sich diese Tatsache darin widerspiegelt, dass es keine primär für Kinder und Jugendliche zuständige Behörde gibt. Mich interessierte daher die Frage, ob dem polnischen Staat und der polnischen Gesellschaft die jungen Menschen tatsächlich nicht so wichtig sind, oder ob das, was für die junge Generation getan wird, sich in anderen gesellschaftlichen Strukturen verbirgt.

Ich führte meine Untersuchung auf zwei Ebenen durch:

1. Ich studierte das polnische Recht (Verfassung, Gesetze, Verordnungen, Richtlinien) und klopfte es ab nach Rechten Minderjähriger und Personen und Institutionen, die diese Rechte wahrnehmen.

2. Ich führte eine Befragung bei ca. 30 Praxisstellen durch, die sich in irgendeiner Form mit der Unterstützung und Förderung von Kindern und Jugendlichen beschäftigen.

Beide Aufgaben waren für mich nicht einfach zu erledigen, da meine polnischen Sprachkenntnisse nicht perfekt sind und ich für die Feinheiten auf die Hilfe wohlwollender Menschen angewiesen war. Diese fand ich in Gestalt von Assistenten und Studenten des Instituts, die mir beim Übersetzen und Dolmetschen behilflich waren.

2. Zum **polnischen Recht** stellte ich fest, dass es eine ungeheure Fülle von Normen enthält, die sich in irgendeiner Form mit Kindern und Jugendlichen befassen, dass es aber – anders als im deutschen Recht – kaum Gesetze gibt (abgesehen vom Schulrecht, das ich vernachlässigen wollte), deren Regelungsgegenstand ausschließlich junge Menschen sind. Ein zentrales Gesetz zur Förderung junger Menschen, wie wir es vom Kinder- und Jugendhilfegesetz (KJHG) kennen, ist nicht vorhanden; ebenso wenig eine zentrale Behörde wie das deutsche Jugendamt. Auch haben Kinder und Jugendliche in der Tat so gut wie keine eigenständigen Recht, weder als Inhaber von vollen Rechtpositionen noch von Beteiligungs-, Mitwirkungs- oder Anhörungsrechten. Lediglich im Jugendstrafverfahren und bei der Adoption müssen junge Menschen ab 14 Jahren einbezogen werden. In allen anderen Fällen sind sie – aus deutschem Blickwinkel – Objekte elterlichen oder staatlichen Handelns.

Dies ist umso erstaunlicher, als Polen nicht nur Mitglied der UN-Kinderrechtskonvention, sondern sogar deren „Erfinder" ist. Polen ist der Konvention sehr früh beigetreten, hat aber alle Vorbehalte (förmliche Erklärungen, dass bestimmte Regelungen für es nicht gelten sollen) gemacht, die möglich sind. Dies ist auch überraschend unter dem Gesichtspunkt, dass Polen laut seiner Verfassung und dem dazugehörigen Ausführungsgesetz einen Kinderbeauftragten hat, was Polen rein theoretisch einen großen Aktionsradius zugunsten von jungen Menschen einräumt.

Im übrigen sind die Funktionen, die bei uns vom KJHG und den Jugendämtern wahrgenommen werden, in Polen auf die verschiedensten Rechtsgebiete und Behörden verteilt. Die wichtigste Rolle spielen die Sozialämter (Jugendhilfe als Sozialhilfe) und Familienhilfezentren sowie die Justiz (durch sog. Kuratoren, das sind soziale Helfer, die den Richtern unterstehen).

3. Die **Befragung** versuchte ich auf alle Ebenen der Verwaltung zu erstrecken: von der Gemeinde (Sozialhilfezentrum), über den Kreis (Familienhilfezentrum), die Wojewodschaft und die Ministerien, die sich mit Kindern und Jugendlichen befassen (Sozial-, Bildungs-, Justiz-, Innenministerium – ein Familien-, geschweige denn ein Jugendministerium, gibt es nicht). Ich bemühte mich gleichermaßen, Behörden in den großen Städten (Warschau, Breslau) als auch „auf dem Land" zu beteiligen. Ich führte auch Gespräche mit sog. freien Trägern (NGOs) wie dem Kinderschutzbund, der Gesellschaft der Kinderfreunde und den Freiwilligen Arbeitsgruppen.

Hier zeigte sich zum einen, dass die Kommunalisierung Polens, die seit einigen Jahren vorangetrieben wird, zwar weitgehend auf dem Papier durchgeführt ist, dass aber viele Aufgaben nicht erledigt werden können, weil kein Geld da ist. Die Verteilung der vorhandenen Steuergelder auf die verschiedenen Ebenen der Verwaltung ist also höchst unbefriedigend.

Zum anderen stellte sich heraus, dass es in der Sozialarbeit nicht an der nötigen Fachlichkeit fehlt. Die verschiedenen Praxisstellen beschäftigen hervorragend ausgebildetes Personal. Das Personal ist jedoch zahlenmäßig bei weitem nicht ausreichend. Viele Energien werden zudem damit verschwendet, dass es keine Absprachen zwischen den Trägern der Jugendhilfe gibt. Zwar verordnet das Sozialhilfegesetz seit einiger Zeit die Kooperation von freien und öffentlichen Trägern. Es äußert sich jedoch nicht dazu, wie diese auszusehen hat und wer sie kontrolliert. Ein Gremium wie in Deutschland der Jugendhilfeausschuss ist nicht vorhanden. So weiß die rechte Hand oftmals nicht, was die Linke tut. In vielen Fällen gibt auch nicht einmal das Recht eine theoretische Abgrenzung von Kompetenzen (z.B. wann ist das Sozialhilfezentrum, wann der Gerichtskurator zuständig?).

4. Insgesamt bin ich zu dem **Ergebnis** gekommen, dass es eine schöne, aber nicht mehr zeitgemäße Ideologie ist, darauf zu bauen, dass die Familie die alleinige Wahrerin der Rechte von Minderjährigen ist (Art. 48 der polnischen Verfassung). Kinder und Jugendliche müssen altersentsprechend eigene Rechte und rechtliche Beteiligungen erhalten. Es wäre auch durchaus nützlich, spezielle Behörden für junge Menschen einzurichten.

Des weiteren bin zu dem Ergebnis gekommen, dass es nicht ausreicht, in Gesetzen pauschal Kooperationspflichten von Trägern sozialer Arbeit und Jugendhilfe anzuordnen, ohne zu sagen, in welchen Strukturen sie sich abspielen sollen. Zur Verbesserung ist nicht zwingend die Schaffung von Jugendämtern nötig. Zumindest sollte es aber ein Koordinierungsgremium geben, in dem die Übernahme von Aufgaben abgesprochen und über die Verteilung des Geldes gesprochen wird. Es mag Gründe geben unsere Jugendhilfeausschüsse zu kritisieren. Verglichen mit dem Zustand in Polen sind sie eine von den besten Lösungen.

Drogenkonsumraum – der Einstieg in den Ausstieg?

Prof. Dr. med. Dipl.-Psych. Tilman J. Elliger
e-mail: elligervonheimburg@yahoo.de
Tel.: +49 221 / 3 90 - 79 61

Wissenschaftliche Vorbereitung und Begleitung bei der Einrichtung des Kölner Drogenkonsumraumes. Profilbildung als intensivbetreuter und im System integrierter Bestandteil der Drogenhilfe. Notfallplanung und Ausbildung im Bereich internistischer und psychiatrischer Notfallsituationen. Definition der Zielgruppe, der adressatenbezogenen Zugangsformen sowie Konzeptentwicklung für Monitoring und Dokumentation.

Kooperationspartner: Sozialdienst Katholischer Männer Köln, Kontakt- und Notschlafstelle Hauptbahn-hof, Berufsfeuerwehr Köln

Dissozialität und Delinquenz im Jugendalter: Zwischen Persönlichkeitsstörung und Entwicklungsphänomen

Psychopathologische Auswertung von forensisch-psychiatrischen Gutachten zur Frage der Zeitstabilität, Verhaltensinvarianz und Ich-Syntonie von dissozialen Verhaltensweisen Jugendlicher. Identifikation von Prädiktoren für die deliktische und soziale Prognose.

Kooperationspartner: Forensischer Qualitätszirkel Köln

Assessment-Studie zur Initiierung von Sozialprojekten im Großraum Prizren/Kosovo

Evaluierung der sozioökonomischen Nachkriegssituation des Kosovo und Dedektion von Versorgungslücken, marginalisierten Bevölkerungsgruppen und psychosozialen Bedarfssituationen. Identifikation sozial räumlicher und gesamtgesellschaftlicher Notwendigkeiten, Abklärung alternativer Hilfsangebote, Qualitätsuntersuchung existenter Sozialinstitutionen im Großraum Prizren. Profilbildung von Caritas International durch Erweiterungsbau und Grundsanierung des einzigen Gehörlosen-Internats des Kosovo, Konzeptentwicklung für die Weiterqualifizierung des Lehrpersonals, Initiierung eines Leistungsanreizsystems für die Beschäftigten, Planung für den Ausbau einer geschlossenen Versorgungslinie für hörbehinderte Menschen im Kosovo.

Kooperationspartner: Caritas International

Versorgungssituation und Optimierungsstrategie in der Kinderpsychiatrie St. Lucia/Karibik

Bei Fehlen kinderpsychiatrischer Fachkompetenz und in Ermangelung eines suffizienten Präventions- und Screeningsprogrammes werden Entwicklungsretardationen und kindliche Störungen des Erlebens und Verhaltens in einem deutschen Entwicklungshilfeprojekt pädiatrisch-sozialpädagogisch mitversorgt. In einem pragmatischen Ansatz wurde epidemiologisch die Prävalenz kinderpsychiatrischer Störungen und des Krankheitsspektrums abgeschätzt und eine entsprechende Qualifizierung lokaler und internationaler MitarbeiterInnen in diesem Bereich gefördert.

Kooperationspartner: „Help-the-children" – Entwicklungsprojekt St. Lucia/Karibik

„Mine-Awareness" – Programmentwicklung und Evaluation in Mazedonien / Kosovo

Programmentwicklung eines gemeindebasierten Edukationssystems und einer massenmedialen Kampagne zur Gefahrenabwehr von Antipersonenminen und UXOs. Didaktische Aufbereitung des Unterrichtsmaterials, Entwicklung von Erfolgsindikatoren, Monitoring-Systemen und Qualifizierungsmaßnahmen. Systematische Evaluation für 2002 mit Festlegung einer Exit-Strategie für die Auslaufphase des Projektes.

Kooperationspartner: Caritas International
Dipl.-Päd. Koebke, Prizren/Kosovo

Camp-Management, Entwicklung eines wissenschaftlichen Handbuches

Qualitätssicherungs- und Akkreditierungsnotwendigkeiten in der internationalen Not- und Katastrophenhilfe verlangen nach Standards in der Planung, Bewirtschaftung, Versorgung und Evaluierung von Flüchtlingslagern. Das Projekt setzt es sich zum Ziel, die wissenschaftlichen Grundlagen des Camp-Managements zusammenzutragen.

Kooperationspartner: Mitautoren aus internationalen Handlungsfeldern der Not- und Katastrophenhilfe

Sozialpädagogische Psychiatrie

Prof. Dr. M. Bosshard
e-mail: marianne.bosshard@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 60
Dipl. Soz. Päd. U. Ebert
Prof. Dr. H. Lazarus

Wir sind seit einer Reihe von Jahren mit der theoretischen und methodischen Konzeptualisierung einer „sozialpädagogischen Psychiatrie" befasst. Dabei geht es nicht um ein weiteres therapeutisches Verfahren für psychisch kranke Menschen sondern um die Ausformulierung einer sozialpädagogischen Handlungstheorie, die die Grundlage für jede Form der sozialpsychiatrischen / gemeindepsychiatrischen Hilfe ist: Es soll hier nicht nach Möglichkeiten der „Heilung" gesucht werden, sondern es geht um die Frage: wie können psychisch beeinträchtigte Menschen ein möglichst normales Leben führen? Welche Hilfen benötigt der Mensch, um seinen eigenen Alltag leben zu können, welche Hilfen werden im jeweiligen familiären Umfeld, welche in der Gemeinde benötigt?

Wir haben in enger Zusammenarbeit mit Praxiseinrichtungen, Betroffenen und deren Angehörigen inzwischen unser Lehrbuch abgeschlossen:

Sozialarbeit und Sozialpädagogik in der Psychiatrie. Bonn 1999, 2. Auflage 2001

Inzwischen ist, auch in diesem Zusammenhang, ein neues Forschungsprojekt begonnen worden: „Wandel durch Bildung". Dieses Projekt untersucht Methoden, mit deren Hilfe Bildungswünsche von Patienten gefördert und verschüttete Bildungsinteressen wieder aufgespürt und aktiviert werden können. Dabei wird unter „Bildung" der Wunsch nach einem aktiven und lebendigen Weltbezug und dessen Ausgestaltung verstanden, der sich auf alle Aspekte des Lebens beziehen kann, der weitgehend zweckfrei und individuell ist. Wir halten diesen Ansatz deswegen für so wichtig, weil er in den meisten Rehabilitationsbemühungen keine Beachtung findet, sondern zweck- und leistungsorientierte Programme im Vordergrund stehen.

Eine erste gemeinsame Kunstaustellung von psychiatrieerfahrenen, studentischen und anderen Künstlern fand im Oktober 2001 statt, mit dem Ziel, Anknüpfungen an das kommunale Kulturleben herzustellen. Des weiteren wurden Kooperationspartner aus der Gemeindepsychiatrie für die Planung bildungsorientierter Projekte gewonnen und Mittel beantragt.

Management und Planung im Sozialraum

Prof. Dr. Dr. Herbert Schubert
e-mail: herbert.schubert@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 34 84
Holger Spiekermann M. A.
Dipl.-Soz. Päd. Sandra Nüß
Dipl.-Soz. Päd. Jutta Lieb

1. Einrichtung der Forschungsstelle SOZIAL+RAUM+MANAGEMENT am Fachbereich Sozialpädagogik

Die Erfindung neuer Instrumente ist Etikettenschwindel, wenn die neuen Ansätze nur ‚alten Wein in neuen Schläuchen' repräsentieren. In der Regel wird nicht hinterfragt, ob die professionellen Kompetenzen überhaupt ausreichen, die alten wie die neuen Programme und Instrumente wirkungsvoll zum Ziel zu führen. Den Blick darauf hat die „Agenda 21" geöffnet. Darin werden große Erwartungen an die wissenschaftlich und technisch ausgebildeten Fachleute gerichtet, die mit ihren alltäglichen Entscheidungen auf öffentlichen und privaten Managementebenen Tendenzen einer nachhaltigen Entwicklung begünstigen oder behindern können. Im Blick stehen Frauen und Männer, die als Ingenieure, Architekten, Industriedesigner, planende und dienstleistende Professionelle, soziale und kulturelle Umsetzer von Maßnahmen, Juristen, Verwaltungsfachleute und politische Entscheidungsträger tätig sind. Unter ihnen soll die Kommunikation verbessert werden, damit sie zu integrierten, multidisziplinären Handlungsansätzen gelangen können. Insbesondere auf lokaler und regionaler Ebene sollen Kooperationsstrukturen entwickelt und Partnerschaften zwischen öffentlichen und privaten Einrichtungen geknüpft werden. Zugleich sollen ihre professionellen Kompetenzen auf den Prüfstand gestellt werden. Denn oft versteckt sich hinter der „Professionalität" veraltetes Handlungswissen. Deshalb wird in der Agenda 21 auch betont, dass günstigere Voraussetzungen und eine Verbesserung der Aus- und Fortbildung geschaffen werden müsse. So ist es kennzeichnend für die Erfindungen der sozialen Entwicklung in den Städten im Laufe der 90er Jahre, dass die Perspektive der Aus- und Fortbildung vernachlässigt wurde. Die Innovationen zielten allein auf die transdisziplinäre Integration einzelprofessioneller Handlungskonzepte, ohne zu berücksichtigen, ob die beteiligten Akteure bereits über die dafür notwendigen Kompetenzen verfügen.

Dieses Defizit griff der Fachbereich Sozialpädagogik der Fachhochschule Köln im Jahr 2000 auf und richtete die Forschungsstelle „SOZIAL+RAUM+MANAGEMENT" ein. Ziel ist die Erarbeitung von Aus- und Weiterbildungsmodulen für die Professionalisierung des fachlichen Planens und Handelns in den Sozialräumen der Städte, um einerseits den Studierenden eine bestmögliche, den Anforderungen der Praxis entsprechende Ausbildung zuteil werden zu lassen und um andererseits den Akteuren der (sozialen) Planung Weiterbildungsangebote und Aufbaustudienmöglichkeiten bieten zu können. Die Forschungsstelle gehört zum Studienschwerpunkt „Sozialmanagement" (vgl. Schubert 2001b). Das Lehrkonzept soll auf die Schnittstellen zwischen der traditionellen fachlichen Arbeit der einzelnen Professionen und neuen sozialräumlichen Planungs- und Managementaufgaben zugespitzt werden. Aus Sicht der sozialen Arbeit werden dabei vor allem die fachlichen Standards der Stadtteilarbeit, der Gemeinwesenarbeit und der Sozialplanung fortgeschrieben. Mit dem Fachbereich Architektur der Fachhochschule Köln wird darüber hinaus im Hinblick auf ein integriertes Qualifikationsprofil sowohl für städtebauliche als auch für sozialpädagogische/-arbeiterische Professionelle zusammen gearbeitet (vgl. Kooperation der Fachbereiche Architektur und Sozialpädagogik unter:
www.sozial-raum-management.de).

2. Sozialraum als neuer Orientierungsrahmen

Die Städte haben in der Folge des Neuen Steuerungsmodells (Public Management) vor einigen Jahren damit begonnen, die kommunalen Verwaltungsstrukturen nach Sozialräumen zu reorganisieren. In der konsequenten Anwendung des Prinzips der Kundenorientierung (customer relationship) werden die Organisationseinheiten der Verwaltung nicht mehr an internen Belangen ausgerichtet, sondern an den räumlichen Zusammenhängen des Alltagsleben der Bewohnerinnen und Bewohner als Kunden. Eingeleitet wurde die Diskussion um die Sozialraumorientierung von dem Bericht „Kontraktmanagement zwischen öffentlichen und freien Trägern in der Jugendhilfe", den die KGST im Jahr 1998 vorgelegt hat. Darin ging es um die Finanzierung von Leistungen im Bereich der Hilfen zur Erziehung durch Sozialraumbudgets. Statt der traditionellen Versäulung einzelner Hilfen und ressortbegrenzten Handelns sollen die Interventionen im sozialräumlichen Radius ganzheitlich integriert werden. Im koordinierten Zusammenspiel der professionellen Akteure wird einerseits die präventive Orientierung des fachlichen Handelns aufgewertet und andererseits bestehen bessere Chancen, abgestimmt die vorhandenen Ressourcen im Sozialraum

zu aktivieren. Eine Folge dieser Diskussion ist auch die sozialräumliche Gestaltung von Stadtentwicklungsstrategien oder von Programmen der Zielgruppenförderung. So verknüpft das E&C-Programm des BMFSFJ (Entwicklung und Chancen junger Menschen in sozialen Brennpunkten) verschiedene Handlungsansätze fachbereichsübergreifend. Und auch das Bund-Länder-Programm „Soziale Stadt – Stadtteile mit Entwicklungsbedarf" unter der Koordination des BMVBW bündelt die fachlichen Einzelansätze zu integrierten Handlungskonzepten für Stadtteile und Wohnquartiere als Sozialräume.

Als theoretische Grundlagen der Sozialraumorientierung werden im Allgemeinen (a) die „Lebensweltorientierung", wie sie im Achten Jugendbericht von 1990 skizziert worden ist, und (b) der Gemeinwesenansatz genannt, der auf eine lange Tradition der Gemeinwesenarbeit in der Sozialen Arbeit zurückblicken kann. Die rechtliche Verankerung erfolgte durch die Aufwertung der örtlichen Ebene im Kinder- und Jugendhilfegesetz (SGB VIII) von 1990.

An dieser Entwicklung setzte die Forschungsstelle „SOZIAL+RAUM+MANAGEMENT" an und bearbeitete im Laufe der vergangenen Jahre folgende Forschungsprojekte:

- von 10/2000 bis 04/2002: Integriertes Stadtteilmanagement – Handlungsgrundlagen für Management und Organisation der sozialen Stadterneuerung, Bundesministerium für Bildung und Forschung, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),

- von 04/2001 bis 12/2004: Sozialpädagogische Projekte und soziale Stadtteilentwicklung – Fachliche Standards und Wirkungen am Beispiel des Kölner Stadtteils Kalk, gefördert von der GEW-Stiftung Köln,

- von 09/2001 bis 02/2003: Best Practices der Jugendhilfeplanung – Benchmarking mit Referenzprozessen sozialpädagogischer Produktentwicklung, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

In diesen Forschungsvorhaben wird die Diskussion und Konzipierung von innovativen lebensweltlich bzw. sozialräumlich orientierten Arbeitsansätzen in der sozialen Arbeit fortgesetzt. Es geht dabei um eine neue Synthese des „Arbeitsprinzips Gemeinwesenarbeit", des „Unterstützungsmanagements", der „Stadtteilbezogenen Sozialen Arbeit" und des „integrierten Stadtteilmanagements". Der kommunale Konsolidierungsdruck der 90er Jahre hat das Interesse an sozialräumlich orientierten Konzepten in der sozialen Arbeit geweckt und verstärkt. Dabei wird der Verknüpfung von Fachlichkeit und Wirtschaftlichkeit besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen sozialer Arbeit verlagert die sozialräumliche Sichtweise das Augenmerk von einzelnen Klienten/innen auf deren unmittelbare Lebensumwelt und auf deren räumlich gefasste Lebenssituation. Durch die Initiierung von Lernprozessen und Selbstorganisation sollen gemeinsam mit betroffenen Menschen Veränderungen erreicht werden, die auf deren Lebenssituation positiv zurückwirken. Grundlegend ist die Orientierung an den Selbsthilfekräften und an der Betroffenheit von Bürger/innen. Die individuelle Problematik wird eingebettet in den sozialökologischen Kontext wahrgenommen. Ein weiteres konstituierendes Moment ist die oft undurchschaubare Vielfalt sozialer Dienste, die sich in Mehrfachbetreuungen und Zergliederungen nach Problemlagen äußert. Die Koordination und Abstimmung von Maßnahmen und Diensten im sozialräumlichen Kontext ist deshalb eine bedeutsame Aufgabe des Planens und fachlichen Handelns in städtischen Räumen.

2.1 Integriertes Stadtteilmanagement

Im Forschungsvorhaben „Integriertes Stadtteilmanagement – Handlungsgrundlagen für Management und Organisation der sozialen Stadterneuerung" wird das Augenmerk auf das Kompetenzen- und Qualifikationsprofil des integrierten Stadtteil- / Quartiermanagements gerichtet. Die Untersuchungsfragen richten sich auf die Kommunikations- und Managementaufgaben, die in der sozialräumlich ausgerichteten Praxis der sozialen Stadterneuerung eine Rolle spielen. In dem Vorhaben wurden Erhebungen und Untersuchungen durchgeführt, um die Methoden und Konzepte zu ermitteln, mit denen die Ziele der Stadterneuerung in Gebieten des Programms „Soziale Stadt" erfolgreich erreicht werden. Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wurden Qualifikations- und Bildungsmodule für „Stadtteil- / Quartiermanager/innen" entwickelt.

Die Ergebnisse von Explorationen in nordrhein-westfälischen Stadtteilen mit besonderem Erneuerungsbedarf liegen in dem Forschungsvorhaben bereits vor. Es wurden zuerst 13 Akteure nach einem Leitfaden befragt, die im Stadtteilmanagement oder in der Administration von 12 nordrhein-westfälischen Stadtteilen mit besonderem Erneuerungs-bedarf engagiert sind. Anschließend wurde eine Fallstudie durchgeführt: In einem moderierten Workshop mit einem lokalen Akteursnetzwerk, das vom Pfarrer über die Vertreter/innen der Stadtplanung / Stadtentwicklung, über die Akteure der Gemeinwesenar-

beit und der Sozialverwaltung und über Professionelle des Interkulturellen Dienstes und des Wohnungsamtes bis zu engagierten Bürgerinnen und Bürgern reichte, wurde das Bedarfsprofil für ein Quartiermanagement erarbeitet.

Auf dieser Grundlage wurde ein Anforderungskatalog des Stadtteil- und Quartiermanagements sowie der Kompetenzbedarf, den die beteiligten Professionen haben, an Hand von ausgewählten Beispielen der sozialen Stadterneuerung entwickelt. Die empirischen Erhebungen erfolgten in ausgewählten Stadtgebieten der Stadt Köln. Zum Vergleich wurden Beispiele des Stadtteil- und Quartiermanagements in Berlin und in Bremen herangezogen. Es wurden Materialien ausgewertet, die Einblicke in Strukturen und Abläufe der Stadterneuerungsprozesse ermöglichen (Pläne, Übersichten, Verzeichnisse von vorhandenen und geplanten baulichen Strukturen, Dokumente von Aktivitäten der kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen und Organisationen und Einrichtungen). Sowohl die Befragungen als auch der Fallstudienworkshop verdeutlichten: Die soziale Stadterneuerung muss in den jeweiligen Stadtteilen und Quartieren ganz individuell auf die besondere Ausgangssituation und die konstatierten Problemlagen zugeschnitten werden. Deshalb kann es auch für das Stadtteil- und Quartiermanagement kein allgemeines Anforderungsprofil, sondern nur ortsspezifische Profile geben. Die genaue Betrachtung des Akteursnetzwerkes der Fallstudie vermittelte, dass das Stadtteil- und Quartiermanagement nicht primär als Aufgabe einzelner Akteure aufgefasst werden darf, sondern ein sozialräumliches organisationales Handlungssystem bildet. Auch wenn die „Stadtteilmanager/in“ oder „Quartiermanager/in“ zentrale Entwicklungs-, Koordinations- und Vernetzungsaufgaben in einem solchen System wahrnimmt, kann das Anforderungs- und Kompetenzprofil nicht auf sie beschränkt werden. Der neue Managementakteur kann nicht als ‚Super(wo)man‘ agieren, auf den alle ungelösten Probleme abgeladen werden. Für den Erfolg der sozialen Stadterneuerung in einem Quartier oder Stadtteil ist im Gegenteil das gesamte Geflecht der beteiligten Akteure verantwortlich (vgl. z.B. die Tandemmodelle, bei denen soziale und städtebauliche Akteure im Quartier eng zusammenarbeiten). Daher muss das örtliche Akteursnetzwerk die Vielzahl der an den einzelnen Positionen notwendigen Kompetenzen als „lernende Organisation“ ausbauen.

Der Aufbau und die Förderung von lokalen Netzwerken ist eine der zentralen Aufgaben im Stadtteilmanagement. Da einzelne Personen nur ihr eigenes unmittelbares Netzwerk kennen, können sie außer subjektiven Einschätzungen nur wenig über das gesamte Netzwerk wissen. Um dieses reale Netzwerk abzubilden, wurde eine systematische Netzwerkanalyse in Kölner Stadtteilen durchgeführt. Es wurden Interviews mit den „einflussreichen“ Personen im Stadtteil durchgeführt, die über ihre Netzwerke Auskunft gaben. Dabei wurden vier Netzwerkebenen abgefragt: berufliche Kontakte, enge Arbeitskontakte, Kontakte über Vereine und Verbände sowie private Kontakte.

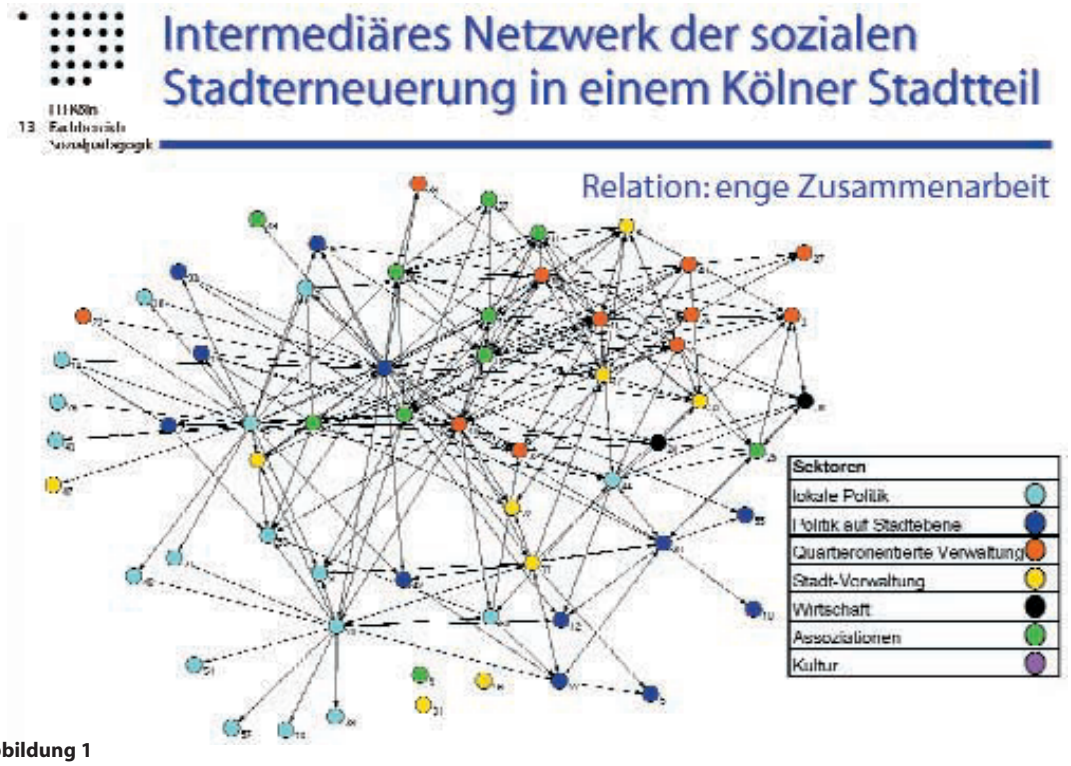


Abbildung 1

Exemplarisch werden in der Netzwerkabbildung (Abbildung 1) die engen Arbeitskontakte dargestellt. Die verschiedenfarbigen Kreise stellen die interviewten Akteure und die Linien die genannten Kontakte zwischen ihnen dar. Die Pfeile kennzeichnen die Richtung der Nennungen. Die Akteure wurden den in der Legende beschriebenen Sektoren zugeordnet.

Bei dieser zunächst unübersichtlich erscheinenden Abbildung sind weniger die einzelnen Linien als die durch sie entstehenden Strukturen höherer und niedriger Verdichtungszonen des Netzwerkes relevant. Die Anordnung der Akteure wurde nach einem mathematischen Algorithmus graphisch positioniert. Akteure, die viele Beziehungen untereinander haben, sind nahe beieinander positioniert und befinden sich eher im Zentrum, während Akteure, die wenig Beziehungen zu anderen haben, eher an der Peripherie verortet werden.

Das Zentrum des Netzwerkes mit der höchsten Verdichtungszone erstreckt sich rechts oberhalb der Mitte. Hier sind vor allem Akteure der stadtteilorientierten Verwaltung und Vertretern der freien Träger zu finden. Dort sind auch einzelne Vertreter der Stadtverwaltung Köln verortet, die Koordinationsfunktionen übernehmen. Es ist nicht überraschend, dass die überwiegende Zahl der Personen, die hauptsächlich auf der Ebene der Stadt Köln agieren und evtl. für mehrere Stadtteile zuständig sind, nicht im Zentrum des Netzwerks verortet sind. Dies trifft sowohl auf die Stadtverwaltung als auch auf den politischen Sektor zu. Auffällig jedoch ist die verhältnismäßig ungünstige Positionierung der lokalen Politiker aus der Bezirksratsvertretung. Der überwiegende Teil der Bezirksratsvertreter ist von dem Zentrum entfernt und über einzelne Schlüsselpersonen mit dem Netzwerkzentrum verbunden. Akteure aus dem Bereich Wirtschaft/Einzelhandel sind kaum vertreten.

Netzwerke bilden oftmals den Pool, aus dem neue, projektbezogene Netzwerke entstehen können und sind deshalb wichtig für die Entwicklungspotenziale eines Stadtteils. Aus Erkenntnissen über Vernetzungslücken und -defizite lassen sich Schlussfolgerungen für die Vernetzungsarbeit im Stadtteil gewinnen, die eine zentrale Aufgabe im Stadtteilmanagement ist.

Nach den Ergebnissen der Exploration lassen sich in dem Netzwerk der sozialen Stadterneuerung drei Typen von Akteuren unterscheiden: (1) Schlüsselpersonen – meistens mit Verwaltungs- und Koordinationserfahrung, die als „Stadtteilmanager/innen“ oder „Quartiermanager/innen“ bezeichnet werden und für das Management der örtlichen Handlungsprogramme auf der operativen Ebene verantwortlich sind. Daneben gibt es (2) Projektakteure, die einzelne Maßnahmen und Bausteine der Handlungskonzepte auf der operativen Ebene realisieren und damit für das Erreichen von Einzelzielen und einzelner Zielgruppen Verantwortung tragen. Und schließlich sind noch (3) Unterstützungsakteure zu nennen, die als Kommunalpolitiker/innen, Wirtschaftsvertreter/innen oder institutionelle Rollenträger das lokale Handlungsfeld auf Leitungs- und Einflussebenen sichern.

Das multiprofessionelle Geflecht wird auf der operativen Ebene vor allem von Architekten/innen, Stadt- und Raumplaner/innen sowie von Sozialarbeiter/innen und Sozialpädagogen/innen geprägt. Im Quartiermanagement sind aber auch andere Berufsgruppen wie Verwaltungsfachleute, Lehrer/Pädagogen, Geographen und Sozial-/ Geisteswissenschaftler zu finden; das Spektrum reicht bis hin zu Ethnologen und Kulturwissenschaftlern. Sie stellen die Zielgruppen von Qualifizierungsstrategien dar. In der Befragung wurde durchgehend darauf verwiesen, dass die im jeweiligen Studium erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen für die Praxis in der sozialen Stadterneuerung wenig hilfreich sind.

Als besonders relevant haben sich dabei herauskristallisiert: (1) Methodenkenntnisse wie Moderation, Methoden der aktivierenden Befragung, Methoden der empirischen Sozialforschung, Präsentationsmethoden und Methoden der Informationsverarbeitung (EDV); und (2) soziale Schlüsselkompetenzen (Soft-Skills) wie Empathie, Flexibilität, Teamfähigkeit, Kontaktfreudigkeit, Belastbarkeit, Konfliktfähigkeit, Zielstrebigkeit und Entscheidungsfreude, aber auch (3) fachliche und professionelle Kompetenzen der Kommunikation, Beratung und Verhandlung, der Koordination und Vernetzung, der Organisation und Steuerung sowie der Planung und Konzeptentwicklung (vgl. Abbildung 2).

Die vielfältigen Anforderungen an Fachkompetenzen spiegeln letztendlich die Problemlagen wider. Aus Stadtplanung, Sozialarbeit/-pädagogik, Ökonomie/Betriebswirtschaft, Jura und Sozialwissenschaften kommen die Kenntnisse, welche im Stadtteilmanagement benötigt werden. Dies deutet auf eine universale Ausbildung, so dass es einem möglich ist, sich in unterschiedliche Fachgebiete einzuarbeiten und in kurzer Zeit einen Überblick zu bekommen.

Das Anforderungsprofil ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil an „Soft-Skills“, sog. Schlüsselkompetenzen. Die Persönlichkeit des oder der Personen, die im Stadtteilmanagement arbeiten, hat hier den höchsten Stellenwert.

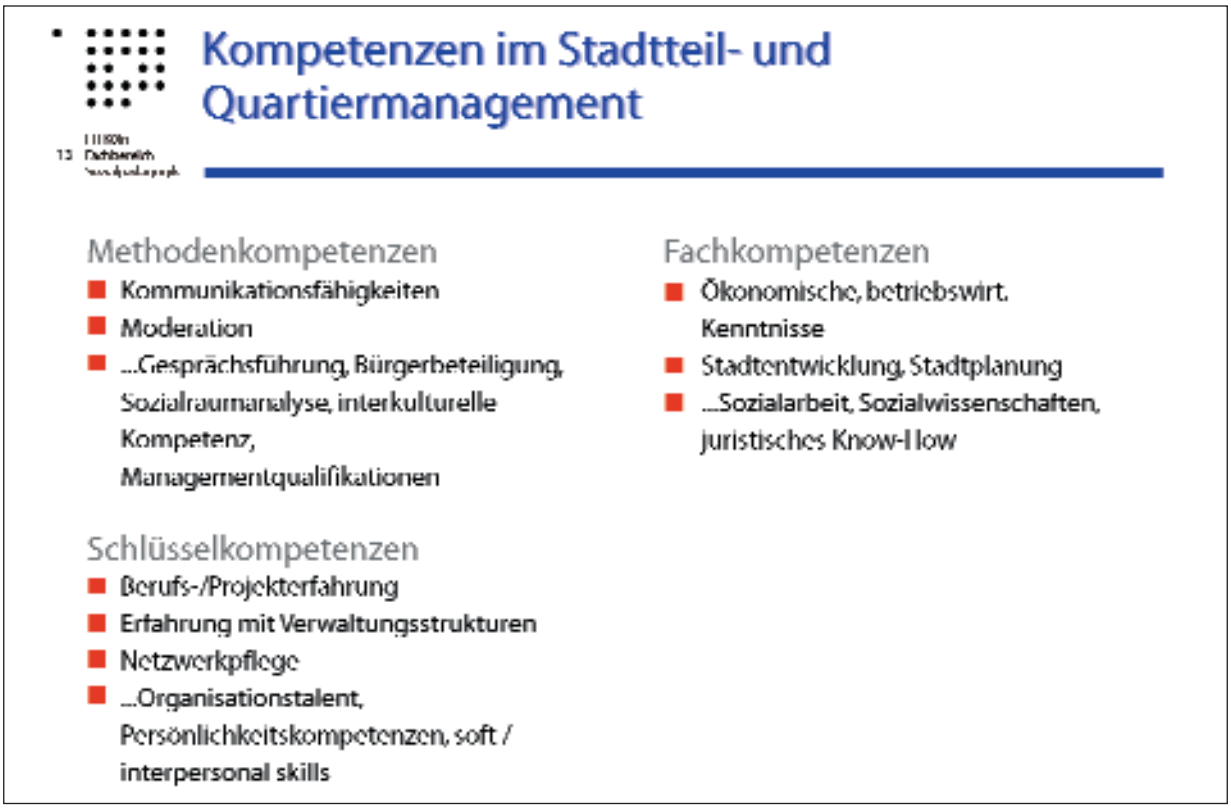


Abbildung 2

Vielfältige Methodenkompetenzen werden vorausgesetzt. Wichtig sind hier besonders Methoden, die auf Information, Beteiligung (Verfahren) und die Bedarfsfeststellung (Sozialraumanalyse) der Akteure zielen. Die Managementqualifikationen weisen auf einen hohen Bedarf an Koordination hin. Der Wunsch nach Moderations- und Mediationskompetenzen zeigt, dass Stadtteilmanagement sich oft „zwischen den Stühlen" befindet und vermitteln muss.

Die Ergebnisse knüpfen an die Debatte um Multi-, Inter- und Transdisziplinarität von Qualifikationsbedarfen im Stadtteilmanagement an. Während die multidisziplinäre Herangehensweise Probleme mit den Fachkenntnissen und Methoden mehrerer Disziplinen löst, geht der Interdisziplinäre Ansatz einen Schritt weiter. Lösungsstrategien für Probleme werden durch die Anwendung von Methoden und Konzepte einer Disziplin auf eine andere Disziplin entwickelt. Es kommt nicht nur zu einem Nebeneinander, sondern einer Verzahnung der Disziplinen.

Von Transdisziplinarität spricht man bei der völligen fachlichen und methodischen Durchdringung von zwei oder mehr Disziplinen, so dass sich ein Methodenkanon einer neuen Disziplin entwickelt hat. Sie verfügt über einen eigenen Wissenspool und methodische Instrumente, die mehr als nur eine Sammlung der Methoden der Ausgangsdisziplinen sind, sich unter Umständen sogar davon unterscheiden. Hingegen sind Schlüsselkompetenzen auf einer anderen Kompetenzebene angesiedelt. Sie beinhalten Kompetenzen, die unabhängig von spezifischen Disziplinen den Inhaber in die Lage versetzen, sie bei der Lösung von verschiedenen Problemen zur Anwendung zu bringen. Schlüsselkompetenzen sind nicht problemorientiert, sondern variabel und in unterschiedlichen fachlichen Kontexten einsetzbar.
Damit die Kompetenzentwicklung nachhaltige Effekte auf die Stadtteilentwicklung und ihre professionellen Träger zeigen kann, ist es erforderlich, das Stadtteil- und Quartiermanagement weitgehend in die vorhandenen Strukturen zu integrieren, statt temporäre Parallelstrukturen aufzubauen. Die Untersuchung kommt zu der Empfehlung, dass aus den Fördermitteln der sozialen Stadterneuerung ein Budget für die Qualifizierung der professionellen Akteure bereit gestellt werden sollte. Dazu sind Qualifikationsziele im Prozess zu formulieren und im weiteren Verlauf die Zielerreichung zu evaluieren.

2.2 Sozialpädagogische Projekte und soziale Stadtteilentwicklung

Im Vorhaben „Sozialpädagogische Projekte und soziale Stadtteilentwicklung" werden „fachliche Standards und Wirkungen" moderner projektförmiger Arbeit in städtischen Sozialräumen untersucht. Das Praxisfeld der sozialräumlich orientierten sozialen

Arbeit wird am Beispiel des Kölner Stadtbezirks Kalk empirisch ausgeleuchtet. Dabei werden die Ziele, Konzepte und fachlichen Standards aufgeklärt, ihr Zusammenhang mit den Qualifikationsprofilen bzw. Handlungskompetenzen des Personals aufgezeigt und die resultierenden Wirkungen und Veränderungen festgestellt. Die Ergebnisse werden anwendungsorientiert aufgearbeitet und fließen als Beratungsdienstleistungen in den Stadtbezirk Kalk zurück. Dies erfolgt vor allem vor dem Hintergrund, dass sozialräumlich orientierte Projekte zukünftig stärker in den Kontext des Wirtschaftlichkeitspostulats der Neuen Steuerung der Stadt Köln gestellt werden sollen.

In einer ersten Projektphase wurden systematisch sozialraumorientierte Projekte und Maßnahmen der sozialen Arbeit im Stadtbezirk Kalk erhoben. Dazu wurden Fragebögen entwickelt, die an 228 soziale Träger, Einrichtungen und Institutionen in Kalk verschickt wurden.

Das Erhebungsinstrument bestand aus zwei Teilen:

(1) Der Einrichtungsbogen diente der Sammlung von strukturellen Daten der sozialen Einrichtung bzw. des Trägers (z.B. Ansprechpartner, Homepage, Zielgruppen und Einzugsbereich).

(2) Mit dem Projektbogen wurden Daten über die einzelnen Projekte und Maßnahmen, die in den jeweiligen Einrichtungen durchgeführt werden, erhoben. Sie sollen Aufschluss darüber geben, welche Projekte und Maßnahmen in Kalk durchgeführt werden. Des Weiteren sollen hieraus wesentliche Informationen zu den Konzeptionen (z.B. Zielgruppen, Methoden, Kooperationspartner) und der Finanzierung der Projekte und Maßnahmen hervorgehen.

Die anhand der Fragebögen erhobenen Daten wurden sowohl quantitativ als auch qualitativ ausgewertet. Einige prägnante Ergebnisse werden im Folgenden kurz dargestellt.
Die Bedeutung sozialräumlicher Orientierung in Projekten und Maßnahmen der sozialen Arbeit im Stadtbezirk Kalk zeigt sich insbesondere in den Kategorien Zielgruppen und sozialpädagogischer Projektansatz: 15 % der Projekte richten sich an alle Bewohner/innen des Stadtteils. Nach Kindern/Jugendlichen – ohnehin die „klassische" Zielgruppe der sozialen Arbeit – und Erwachsenen, die am drittthäufigsten genannte Zielgruppe. Ein sozialräumlicher Ansatz wurde in 40% der Projekte gewählt. Dem geht nur der zielgruppenorientierte Ansatz mit 84% der Nennungen voraus. Die Finanzierung der Projekte und Maßnahmen erfolgt überwiegend aus Landesmitteln (57%). Zum großen Teil sind dies Gelder aus dem Programm „Stadtteile mit besonderem Erneuerungsbedarf". Dass es sich bei vielen Projekten um Maßnahmen aus dem „Kalkprogramm" – so die Kurzbezeichnung für das integrierte Handlungskonzept „Stadtteil mit besonderem Erneuerungsbedarf" in Kalk – handelt, zeigt sich auch in der Analyse der Einzugsgebiete für die Projekte. Die meistgenannten Einzugsbereiche sind jene Stadtteile, die im Fördergebiet des Landesprogramms „Stadtteile mit besonderem Erneuerungsbedarf" liegen. An zweiter Stelle der Finanzierungen stehen die kommunalen Mittel (34%) gefolgt von Spenden- und Sponsorengeldern (24%). Vernetzung und Kooperation spielen in Projekten und Maßnahmen der sozialen Arbeit eine immer wichtigere Rolle. Nahezu 79% der befragten Einrichtungen und Träger arbeiten mit einem oder mehreren Kooperationspartnern zusammen. In Bezug auf die Methoden und Arbeitsformen der Projektsteuerung und Projektabstimmung werden zudem kooperative Methoden bevorzugt; Gespräche und fachlicher Austausch mit Kooperationspartnern und anderen Einrichtungen werden hier von den Projektverantwortlichen am häufigsten angegeben.

Die in der ersten Projektphase erhaltenen Daten bilden eine essenzielle Basis für die weiteren Arbeitsschritte des Forschungsvorhabens. Diese beinhalten eine differenzierte Analyse ausgewählter Projekte und Maßnahmen („Best Practices") im Hinblick auf Ziele, Konzepte, fachliche Standards und Finanzierung. Ferner werden Vernetzungsstrukturen der Einrichtungen und Träger sowie Qualifikationsprofile der Projektakteure differenziert untersucht. Für die vertiefende Analyse wurden anhand der Ergebnisse der schriftlichen Erhebung einige Projekte und Maßnahmen in Kalk ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer Konzeption positiv abheben. Im Weiteren werden Akteure, die in den ausgewählten Projekten und Maßnahmen tätig sind, im Hinblick auf die o.g. Aspekte differenziert befragt. Interviewt werden jeweils sowohl Akteure der Handlungs- als auch der Steuerungsebene. Ziel ist es, in diesem Untersuchungsbaustein einen idealtypischen Leitfaden zu gewinnen, wie das sozialpädagogische Projektmanagement effizient und effektiv gestaltet werden kann.

2.3 Best Practices der Jugendhilfeplanung

Anfang1991 trat das Kinder- und Jugendhilfegesetz (KJHG/SGB VIII) in Kraft und löste das eher eingriffs- und ordnungsrechtliche orientierte Jugendwohlfahrtsgesetz (JWG) ab. Seitdem vollzieht sich ein Wandel in der Tätigkeit der Jugendämter und in deren Zusammenwirken mit den Trägern der freien

Jugendhilfe. Das KJHG verpflichtet die Träger der öffentlichen Jugendhilfe, Leistungen der kommunalen Jugendhilfe zu planen und dabei die freien Träger der Jugendhilfe umfassend und frühzeitig zu beteiligen (§ 79/ § 80 SGB VIII). Ihre Aufgabe ist es, den Bestand zu erheben, den Bedarf zu ermitteln sowie Maßnahmen zu planen. Nach der Einführung der Neuen Steuerung in vielen Gemeinden, Städten und Kreisen ist die Jugendhilfeplanung auf dem Weg, ein Steuerungsinstrument im Prozess der Verwaltungsmodernisierung zu werden.

Ein Blick in die Fachliteratur zeigt, dass es eine Vielzahl unterschiedlicher Vorstellungen und Vorschläge gibt, wie Jugendhilfeplanung realisiert werden kann. Die fachlichen Empfehlungen beschränken sich im Allgemeinen auf idealtypische Empfehlungen, wie der Ablauf der Jugendhilfeplanung zu gestalten sei. In Abhängigkeit von Rahmenbedingungen, wie der finanziellen Leistungsfähigkeit, dem fachlichen Verständnis, der Art des Engagements von freien Trägern oder auch lokalen Politikakteuren kommt es in der Praxis aber zu unterschiedlichen fachlichen und organisatorischen Lösungen bei der Jugendhilfeplanung.

Im Forschungsprojekt sollen besonders gelungene und erfolgreiche Lösungen in der Jugendhilfeplanung gefunden, analysiert und auf einer CD-ROM dokumentiert werden. Die Ergebnisse sollen in Weiterbildungsangeboten für kommunale Jugendhilfeplaner/innen genutzt werden.

Das Projekt ist für den Zeitraum von September 2001 bis Februar 2003 angelegt. In einem ersten Workshop mit den Kooperationspartnern wurden Aufgabenbereiche der Jugendhilfeplanung zusammengetragen, die im Planungsalltag Schwierigkeiten bereiten können. Für diese „besonderen Planungsaspekte" (vgl. Abbildung 3) werden im Schneeballverfahren gute Beispiele der örtlichen Jugendhilfeplanung gesucht. Es wird eine bundesweite Erfassung von Fallbeispielen angestrebt, der Schwerpunkt liegt auf dem Land Nordrhein-Westfalen.

In der anschließenden Auswertung werden ausgewählte – die besten – Beispiele vertieft betrachtet, um die Erfolgsfaktoren darzustellen. Die Ergebnisse werden auf einer CD-ROM so aufbereitet, dass interessierte Praktiker/innen die exemplarischen Umsetzungsschritte anschaulich nachvollziehen können.

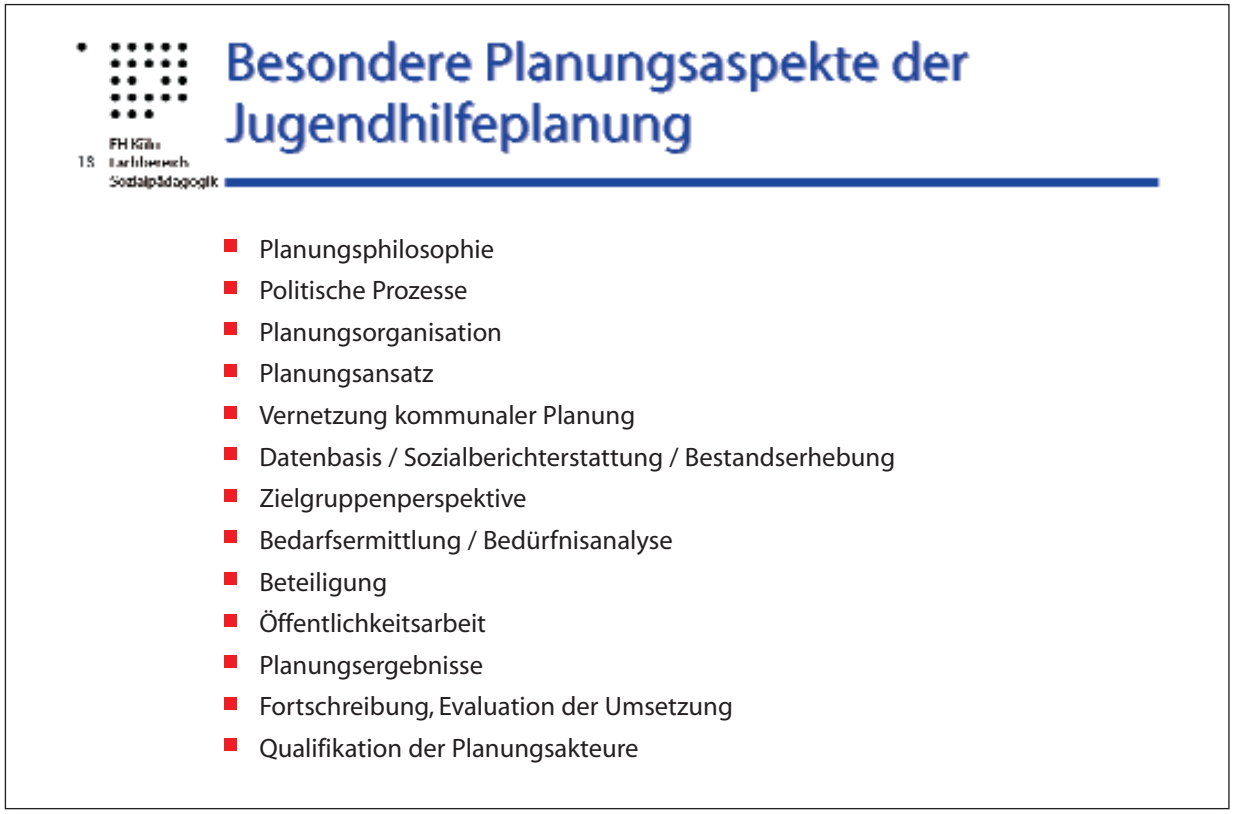


Abbildung 3

Literatur

Fürst, Dietrich / Schubert, Herbert (1998)
Regionale Akteursnetzwerke: Zur Rolle von Netzwerken in regionalen Umstrukturierungsprozessen, in Raumforschung und Raumordnung, 56.Jg., 5/6, S. 352-361.

Heuwinkel, Dirk / Schubert, Herbert (2000) Die Situation der Ausländer in ihrem Lebensumfeld, in: Sachverständigenkommission 6. Familienbericht (Hg.) Familien ausländischer Herkunft in Deutschland: Lebensalltag, Materialien zum 6. Familienbericht, Opladen, S. 145-183.

Schubert, Herbert (1999a)
Zur sozialen Dimension des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung, in Fürst, Dietrich Fürst (Hg.) Umsetzbarkeit der Nachhaltigkeitsforderungen in der Region, Materialien zur regionalen Entwicklung, Kommunalverband Großraum Hannover, Heft 4, Hannover, S. 29-62.

(1999b) Urbaner öffentlicher Raum und Verhaltensregulierung, in DISP 136/137, Institut für Orts-, regional- und Landesplanung der ETH Zürich, S. 17-24.

(1999c) Local City Structures under Pressure to Change, in Blanke, B. / Smith, R. (Hg.) Cities in Transition: New Challenges, New Responsibilities, Hampshire, London, S. 137-153.

(1999d) Impact of Changes in Age and Household Structures on the Cities in the World, in Urban Future: Preparatory Expertises (Overviews) for the World Report on Urban Future for the Global Conference on the Urban Future URBAN 21, hg. v. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Reihe Forschungen, Heft 92, Bonn, S. 1-18.

(1999e) Desurbanisierung durch unkoordinierte Wohnbaulandausweisung, in Raumforschung und Raumordnung, 57. Jg., S. 259-272.

(2000a) Städtischer Raum und Verhalten: Zu einer integrierten Theorie des öffentlichen Raumes, Opladen.

(2000b) Von der Agenda 21 zur sozialen Stadt: Integrierte Perspektiven für die soziale Arbeit beim Stadtteilmanagement, in Neue Praxis, 30. Jg., 3, S. 286-296.

DEUTERM

Prof. Dr. Klaus-Dirk Schmitz
e-mail: klaus.schmitz@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 7 82 75 - 32 72

Deutsches Informations- und Dokumentations-Zentrum für Terminologie
http://www.iim.fh-koeln.de/DEUTERM
Laufzeit: seit 08/97
Die Hauptaktivitäten umfassen die Dokumentation, Auswertung, Aufbereitung sowie Bereitstellung von (elektronisch) verfügbaren Terminologiebeständen, terminologischer Fachliteratur, terminologierelevanten Abschlussarbeiten an Hochschulen, Werkzeugen für die Termologiearbeit, Ausbildungsgängen mit terminologischen Inhalten und Weiterbildungsmöglichkeiten im Terminologiebereich.

TDCnet

European Terminology Documentation Centre Network
http://www.tdcnet.net
Laufzeit: 08/98 - 11/00
Ziel des durch die EU-Kommission mitfinanzierten Projektes ist die Planung und Einrichtung eines Europäischen Netzes von nationalen und regionalen Informations- und Dokumentationszentren für Terminologie. DEUTERM repräsentiert in diesem Netz den deutschen Knoten und ist u.a. für die (Weiter-) Entwicklung des Austauschformates TeDIF (Termi-

STAR

The world goes local with STAR

Die STAR Group ist weltweit eines der größten Dienstleistungsunternehmen für technische Übersetzungen und Software-Technologie. Ein umfassendes Netz mit mehr als 650 Mitarbeitern in 33 Niederlassungen gibt Ihrem internationalen Erfolg den entscheidenden Schub. STAR bietet komplette Lösungen in den Bereichen Translation Memory Systeme, Terminologie-Management und Übersetzungs-Workflow zur Integration und Automatisierung des gesamten Informations-Managements.

Weitere Informationen unter: www.star-group.net; www.star-solutions.net

nology Documentation Interchange Format) verantwortlich. Im Rahmen des TDCnet-Projektes wird ETIS (European Terminology Information Server) als das für die Öffentlichkeit nutzbare Internetportal für die Datenbestände des TDCnet entwickelt und betrieben.
http://www.etisnet.net

DINT / Leather-InfoCode

Developing Innovative Network for Terminology
http://www.euroleather.com
http://www.qa9000.com
Laufzeit: 01/99 - 06/00
Im Rahmen des EU Projekts DINT/Leather Infocode werden verschiedene Tools, Datenbanken und Tutorials entwickelt und auf einer Website bereitgestellt, mit denen Benutzergruppen, deren Gruppenmitglieder räumlich voneinander getrennt sind, dennoch gemeinsam an einem terminologischen Projekt arbeiten können. Als prototypische Nutzergruppen wurden der für die ISO 9000 verantwortliche Terminologieausschuss sowie die Dokumentationszentren der Lederindustrie ausgewählt.

SALT

Standards-based Access to multilingual Lexicons and Termologies
http://www.loria.fr/projets/SALT/index.html
Laufzeit: 01/00 - 12/01
Das von der EU-Kommission im Fünften Rahmenprogramm (Information Society – Human Language Technologies) geförderte und durch Beteiligung amerikanischer Wissenschaftler und Industriefirmen unterstützte Projekt hat zur Zielsetzung, Formalismen, Werkzeuge und Konvertierprogramme zu entwickeln, um Daten aus unterschiedlich strukturierten Terminologiesammlungen, terminologischen Austauschformaten und Wörterbüchern für maschinelle Übersetzungssysteme (NLP-Lexika) in ein einheitliches Format zu überführen, das einen Austausch der Daten untereinander erlaubt. Das im SALT-Projekt zu entwickelnde Format XLT wird XML als Basis verwenden, aktuelle Entwicklungen und Festlegungen des World Wide Web Consortium berücksichtigen und eng mit der ISO-Normung (ISO / TC37 / SC3) in diesem Bereich zusammenarbeiten.

CFD-Simulationen zur Untersuchung von Temperatur- und Schadstoffverteilungen in Industrie- und Ausstellungshallen

Prof. Dr.-Ing. René Cousin;
e-mail: rene.cousin@vt.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 25 96

Prof. Dipl.-Ing. Dirk S.-Marchand
e-mail: Dirk.Marchand@t-online.de
Tel.: +49 2131 / 66 96 55

1. Einleitung

Industrielle Produktionen bewirken bzw. erfordern oft andere Raumluftbedingungen als man sie in Wohn- und Büroräumen antrifft. Grund dafür sind die Produktionsprozesse selbst oder spezielle Arbeitsplatz- oder Umweltschutzvorschriften, wie z.B.

- **thermische und klimatische Produktionsbedingungen**
  - Wärme- und Rauchabzüge *(z.B. Stahlindustrie und Kraftwerke)*
  - geringe Staubablagerungen *(z.B. Halbleiter- und Mikrochipherstellung)*
  - geringe Bakterien- & Partikelbelastung der Luft *(z.B. Arzneimittelherstellung)*
  - gleichmäßige Luftströmung (z.B. Lackierbetriebe)
  - örtlich geringe Temperaturdifferenzen *(Lackier- und Trocknungsbetriebe)*
  - kontrollierte Luftfeuchte *(z.B. Lackierbetriebe und Druckereien)*

- **Arbeitsplatz- bzw. Umweltschutzvorschriften**
  - MAK-Schadstoffgrenzwerte in Aufenthaltsbereichen
  - Temperaturgrenzwerte in Aufenthaltsbereichen
  - Emissionsgrenzwerte gemäß BImSchG

Die Planung und Dimensionierung von geeigneten raumlufttechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) für solche Anwendungsfälle bedarf einer großen praktischen Erfahrung, da sich die dreidimensionalen Strömungs- und Temperaturfelder mit konventionellen Ingenieurmethoden nur sehr eingeschränkt analysieren lassen.

Die numerische Strömungssimulation (**CFD** – **C**omputational-**F**luid-**D**ynamics) ist eine wirksame Methode zur Unterstützung solcher Planungen, da sie detaillierte Einsichten in die örtlichen Raumluftbedingungen erlaubt. Sie kann damit auch zur Qualitätssicherung von Planungsprozessen für RLT-Anlagen eingesetzt werden.

Zur Entwicklung geeigneter Lüftungssysteme wurden von uns Simulationsuntersuchungen u.a. an folgenden Objekten durchgeführt:

- Parkhochhaus mit voll verglaster Fassade *(Lüftung mit natürlicher Konvektion)*
- Stahlwerkshalle mit Elektro-Lichtbogen-Öfen *(Abluftanlage mit Staubfilter)*
- Ausstellungshallen für Industriemessen *(Verdrängungslüftung bzw. Mischlüftung)*
- Lackierhallen für große Passagierflugzeuge *(vertikale abwärts gerichtete Impulslüftung)*

2. Theoretischer Hintergrund

Die sich einstellenden Luftströmungen und der Strahlungsaustausch der raumumschließenden Wände mit den Produktionsanlagen bestimmen die Temperatur- und Schadstoffverteilungen im Raum. CFD-Programme berechnen dazu die grundlegenden physikalischen Transportprozesse der Konvektion, Diffusion und Wärmestrahlung als linearisierte Differentialgleichungen folgender Form *(allgemeiner instationärer Fall)*:

$$\frac{\partial(\rho\cdot\phi)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho\cdot u_i\cdot\phi)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\Gamma_\phi \frac{\partial\phi}{\partial x_i}\right) + S_\phi$$

Akkumulation + Konvektion = Diffusion + Quelle / Senke

mit folgender Bedeutung der Parameter:

ϕ = allgemeine Transportgröße *(Erhaltungsgröße)*, wobei folgende Parameter als Transportgrößen auftreten:

- ρ = spezifische Masse *(Massenkontinuität)*
- u_i = Geschwindigkeitskomponenten in x,y,z-Richtung *(Navier-Stokes-Gleichungen)*
- h,t = spez. Enthalpie bzw. Temperatur *(Energieerhaltung, 1. Hauptsatz der Thermodyn.)*
- c_i = Schadstoffkomponenten
- k,ε = Turbulenzparameter der 2-Gleichungs Turbulenzmodelle
- I = spez. Wärmestrahlungsintensität
- Γ_ϕ = allgemeine Diffusionsgröße zu ϕ
- S_ϕ = allgemeine Quelle/Senke von ϕ

Die integrale Lösung der o.g. Gleichung für jede Transportgröße geschieht nach Umformung entsprechend dem Reynolds Transporttheorem

$$\frac{\partial}{\partial t}\int_V(\rho\cdot\phi)\,dV + \int_A(\rho\cdot u_i\cdot\phi)\,dA = \int_A\left(\Gamma_\phi\frac{\partial\phi}{\partial x_i}\right)dA + \int_V S_\phi\,dV$$

Akkumulation + Konvektion = Diffusion + Quelle / Senke

nach der Methode der Finiten Volumen (FVM) oder der Finiten Elemente (FEM) in Gitterstrukturen durch Linearisierung und Interpolationsverfahren des resultierenden algebraischen Gleichungssystems (Matrix)

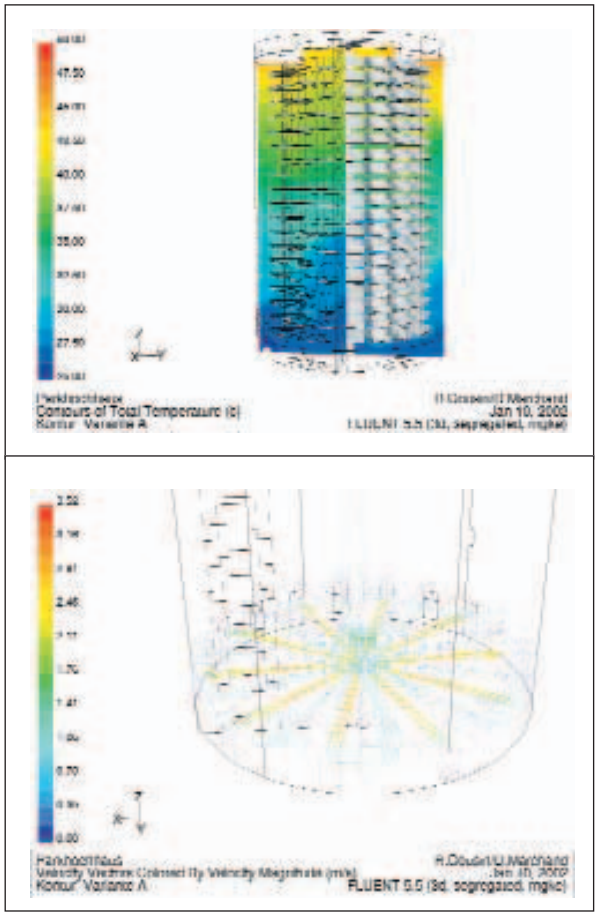
$$A \cdot \phi = b$$

A = Koeffizientenmatrix; b= Quellenvektor

Für Raumströmungsberechnungen sind i. Allg. numerische Interpolationsverfahren 1. Ordnung ausreichend. In besonderen Fällen können Verfahren höherer Ordnung erforderlich werden.

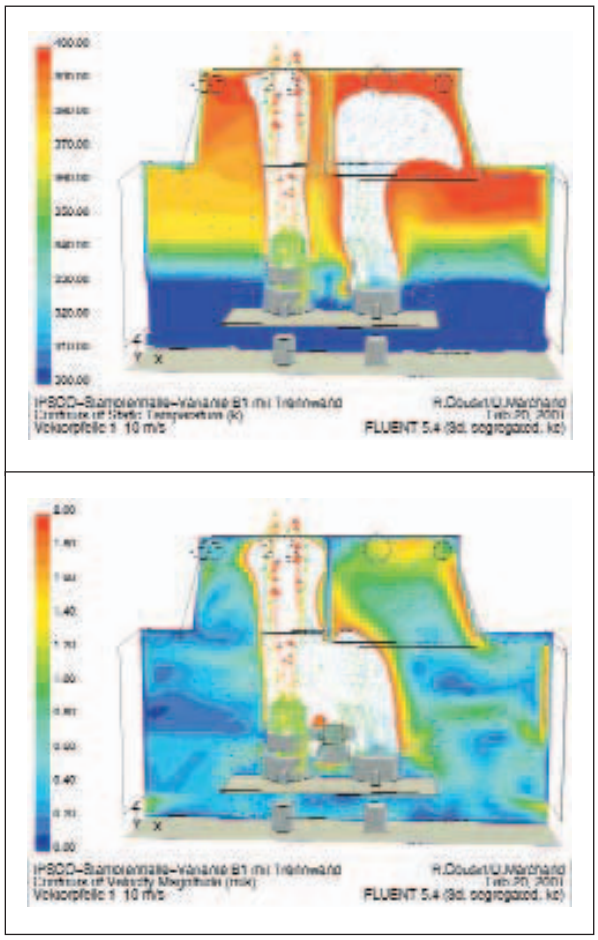
3. Simulationsergebnisse

In **gläsernen Parkhochhäusern** kann es im Sommer bei hoher Solareinstahlung ohne Lüftung zu Temperaturbelastungen weit über 60° C kommen. Außerdem sollen Lüftungsgitter für Zu- und Abluft oft aus ästhetischen Erwägungen möglichst nicht sichtbar sein.

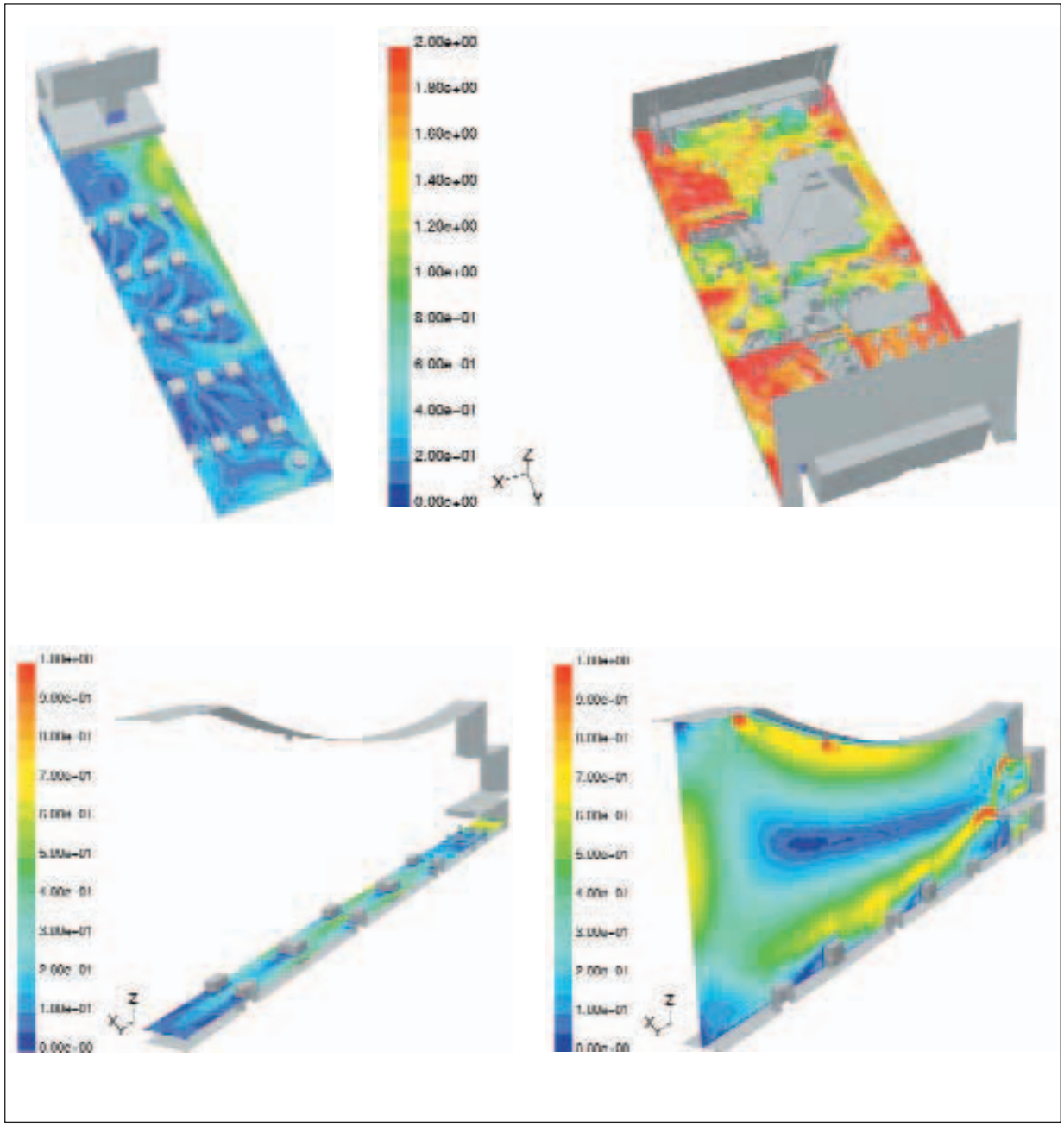


Mit Hilfe der durchgeführten Simulationsrechnungen wurden alternative Lösungskonzepte evaluiert und im Ergebnis zu einem optimierten Konzept mit einseitiger Luftzuführung, zentraler Thermik und leitungsfreier Etagenverteilung sowie Luftabzugsöffnungen hinter einer Sichtblende zusammengeführt, welches die gestellten Anforderungen erfüllt und selbst in ungünstigen Zonen eine Temperaturabsenkung von mindestens 10 K erreicht.

In **Stahlwerkshallen** mit mehreren nebeneinander angeordneten Lichtbogen-Öfen beeinflussen sich die thermischen Abluftströme betriebsbedingt wechselseitig (Chargieren, Einschmelzen, Abstich). Die räumliche Ausbreitung der freigesetzten Wärmeströme und Staubemissionen soll durch gezielte Absaugung eingegrenzt werden. Zur Optimierung solcher Anlagen lieferten die durchgeführten CFD-Simulationen grundlegende Erkenntnisse über die Beeinflussungsmöglichkeiten durch Ort und Menge der Absaugung, Luftleitbleche, Zuluftbedingungen und Windeinflüsse.



Messestandorte stehen heute im Wettbewerb um große Industrie- und Verbrauchermessen. Architektur, Klimakomfort und Energieverbrauch der **Ausstellungshallen** gewinnen in diesem Wettbewerb an Bedeutung. In den durchgeführten Untersuchungen mit CFD-Simulation wurden die Möglichkeiten und Grenzen von Verdrängungs- bzw. Quellluftsystemen ausgelotet. Es konnte gezeigt werden, dass selbst in extrem großen Hallen mit über 100.000 m² Ausstellungsfläche Quellluftsysteme tauglich sind und dabei den Klimakomfort und den Energieverbrauch gegenüber Mischluftsystemen erheblich begünstigen.



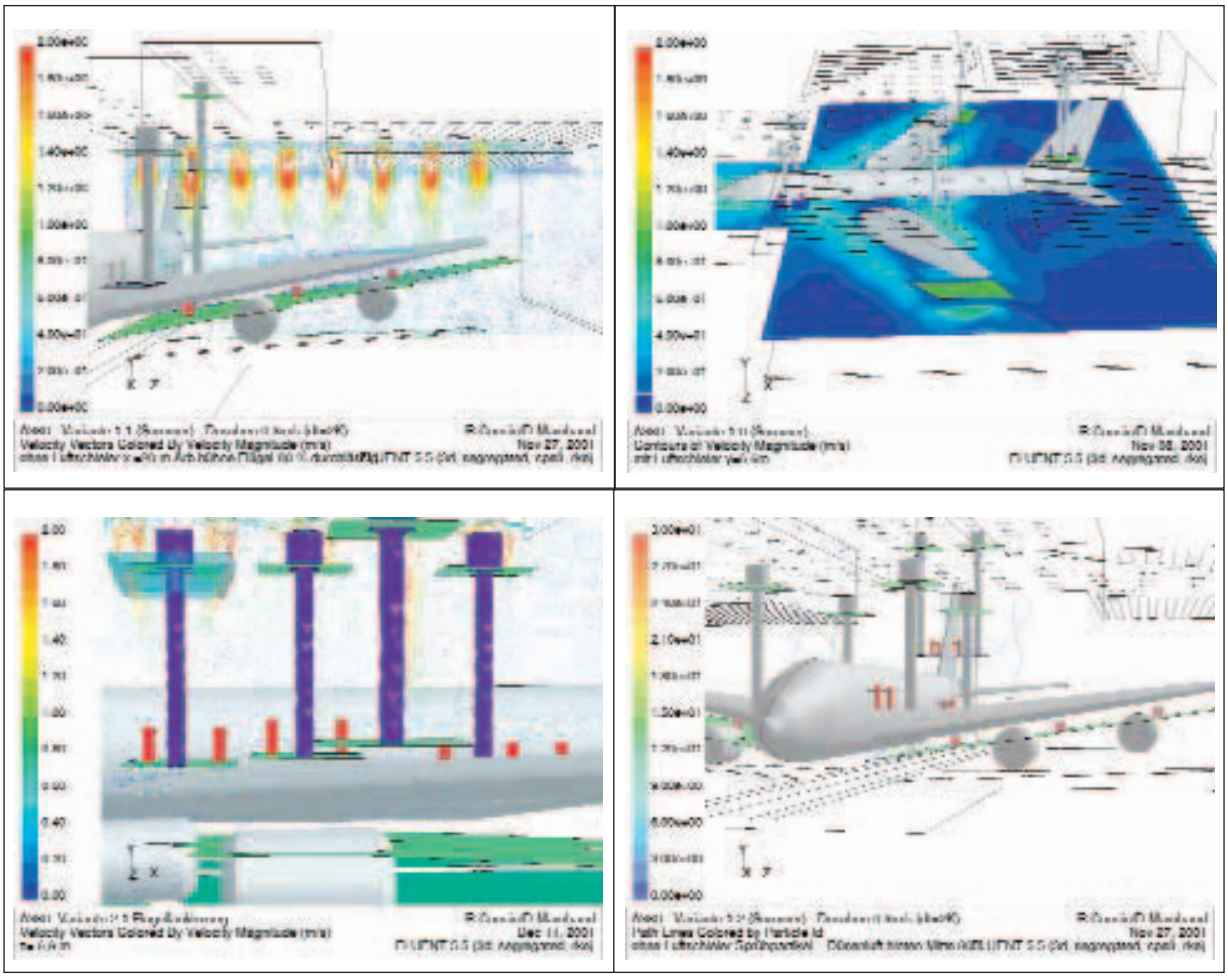
Lüftungsanlagen in **Lackierhallen** müssen drei wesentliche Grundfunktionen erfüllen:

- Die Raumluftströmung im Lackierbereich muss mit gleichmäßiger Strömungsgeschwindigkeit abwärts gerichtet sein

- Die Farbpartikel- und Schadgaskonzentrationen organischer Lösemittel dürfen die zulässigen Arbeitplatzbelastungen nicht überschreiten.

- Es dürfen keine Staubpartikel aus der Umgebung in den Lackierbereich gelangen.

Unter Variation der maßgeblichen Einflussparameter *(Form und Abstand der Luftdüsen, Luft-Austrittsimpuls, Randluftschleier, Position der Absaugung, etc.)* wurde ein vertikales Impulslüftungssystem entwickelt und in den einzelnen Entwicklungsstufen strömungstechnisch simuliert, welches für große Flugzeughallen bis 30 m Höhe die gestellten Anforderungen erfüllt.



Einfluss von elektromagnetischen Feldern auf die Blut-Hirn-Schranke

Prof. Dr. Johannes Goeke
e-mail: Johannes.Goeke@VT.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 26 02 und -25 91

Kooperation mit der Universitätsklinik Münster
Poliklinik für Neurologie

Seit Beginn der allgemeinen Verbreitung des Mobilfunks werden die Auswirkung bzw. der Einfluss der elektromagnetischen Felder diskutiert. Zahlreiche epidemiologische Studien entstanden ohne die Frage einer Gesundheitsschädigung tatsächlich zu klären. Aus diesem Grund haben wir ein vereinfachtes aber sehr wichtiges biologisches System, die Blut-Hirn-Schranke (BHS) gewählt, um gezielter die Frage untersuchen zu können.

Arbeitsschwerpunkte

- Auswirkung hochfrequenter elektromagnetischer Strahlung auf die Blut-Hirn-Schranke
- Modellierung der in der Praxis der Mobiltelephonie eingesetzten Hochfrequenzfelder einschließlich ihrer Modulationsformen
- Modellierung der in der Praxis der Mobiltelephonie eingesetzten Hochfrequenzfelder einschließlich ihrer Modulationsformen
- Entwicklung eines Zellkulturmodells der Blut-Hirn-Schranke
- Physiologische Charakterisierung der Zellkulturen mit impedanzspektroskopischen
- Verfahren und Permeablitätsmessungen
- Morphologische und ultrastrukturelle Analyse der Zellkulturen
- Entwicklung orts- und zeitaufgelöster Verfahren zur Untersuchung der Physiologie von Zellkulturen

1. Die Blut Hirn-Schranke

Die Blut-Hirn-Schranke besteht aus sogenannten Endothelzellen, die die Innenseiten der Blutgefäße im Gehirn auskleiden. Sie übt für den Stoffwechsel des Gehirns entscheidende Funktionen aus: Sie gewährleistet als Transportbarriere ein konstantes chemisches Milieu im Gehirn. So wird durch sie die Zufuhr von Nährstoffen und Signalmolekülen, aber auch der Abtransport von Stoffwechselendprodukten und überschüssiger Neurotransmitter kontrolliert. Außerdem dient sie der Abwehr von Giftstoffen. Um diese Funktionen zu erfüllen, schließen sich die Endothelzellen zu einem dicht verzahnten „Rasen“ zusammen, die die Kapillaren im Hirn lückenlos auskleiden. So wird verhindert, dass Stoffe aus dem Blutkreislauf unkontrolliert durch die Gefäßwände in das Nervensystem eindringen.

Überall sonst im Körper werden die Blutgefäße zwar auch mit Endothelzellen ausgekleidet, aber diese bilden lückenhafte Verbände, um (etwa in der Niere) einen intensiven Stoffaustausch zwischen dem Blutkreislauf und dem Organ zu ermöglichen.

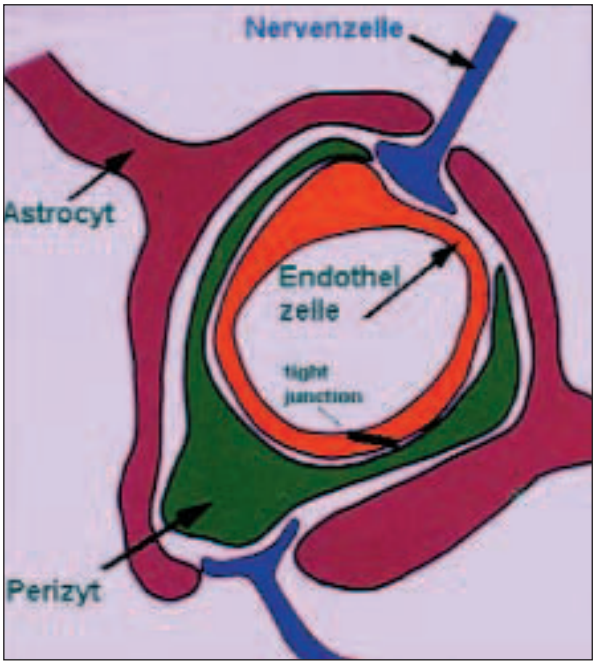


Bild 1.01 Aufbau der Blut-Hirn-Schranke

Die besondere Dichtigkeit des Zellverbands in der Blut-Hirn-Schranke beruht auf der Bildung sogenannter *tight-junctions*. Dies sind Proteinkomplexe, die in die Membranen der Endothelzellen eingebaut sind. Die tight-junction Proteine benachbarter Endothelzellen bilden miteinander Komplexe und garantieren so einen dichten Kontakt der Zellen.

Woher weiß eine Endothelzelle, dass sie die Blut-Hirn-Schranke ausbilden soll?
Man nimmt an, dass erst der Kontakt mit den Astrocyten des Nervengewebes die Endothelzellen in den Hirnkapillaren zur Ausbildung von tight-junctions stimuliert. Astrocyten gehören zu den Gliazellen, d. h. es sind Stütz- und Versorgungszellen des Nervengewebes. Ihren Namen verdanken die Astrocyten (zu Deutsch „Sternzellen“) den Fortsätzen, die sie sternförmig in alle Richtungen ausbilden. Sie umgeben die eigentlichen Nervenzellen (Neuronen), aber auch die Blutgefäße, wo sie mit dem Endothelgewebe Kontakt aufnehmen. Diese Konstellation findet man natürlich nur im Nervensystem, denn nur dort kommen Astrocyten vor.
Ein Hinweis für die Bedeutung der Astrocyten für die

Ausbildung der Blut-Hirn-Schranke ist folgende Beobachtung: Wenn man Astrocyten gemeinsam mit Endothelzellen kultiviert (d.h. kokultiviert), die nicht aus Kapillaren des Gehirns stammen, dann bilden diese ebenfalls tight-junction Proteine aus.

1.1 Was passiert bei einem Zusammenbruch der Blut-Hirn-Schranke?

Aufgrund der starken Vernetzung der Nervenzellen untereinander kann jede funktionelle Beeinträchtigung gravierende, das ganze System betreffende, Konsequenzen haben. Weil ein konstantes biochemisches Milieu Voraussetzung für die gesamte neuronale Aktivität des Gehirns ist, ist die korrekte Funktion der Blut-Hirn-Schranke besonders entscheidend. Zu den möglichen Folgen eines Zusammenbruchs der Blut-Hirn Schranke zählen:

- lokale Ödeme (Ansammlungen von Flüssigkeit)
- Hirndruckerhöhung durch Änderung der osmotischen Verhältnisse
- Durchblutungsstörungen (Versorgung anderer Hirnregionen)
- Eindringen toxischer Stoffe ins Hirn

Um ein möglichst realistisches Modell der Blut-Hirn-Schranke in einer Zellkultur zu erreichen, muss man das Zusammenwirken der Endothelzellen und der Astrozyten nachahmen. Dies erreichen wir in einem Kokulturmodell, in dem Endothelzellen und Astrozyten auf den gegenüberliegenden Seiten einer porösen Membran kultiviert werden. Die Astrozyten können mit ihren Fortsätzen durch die Poren dieser Membran hindurch die Endothelzellen erreichen.

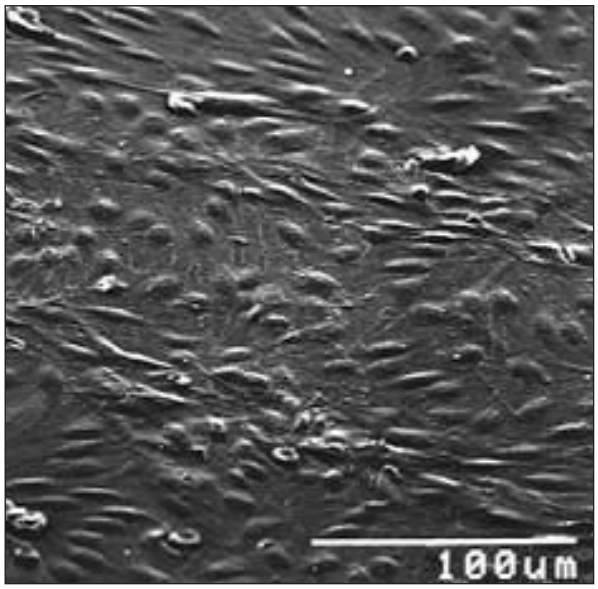


Bild 2.01 Endothelzellen im Rasterelektronenmikroskop. Die kleinen Erhebungen entsprechen jeweils den Zellkernen. Die Zellen wachsen zu dichten Rasen zusammen analog zum Wachstum innerhalb der Kapillaren im Hirn

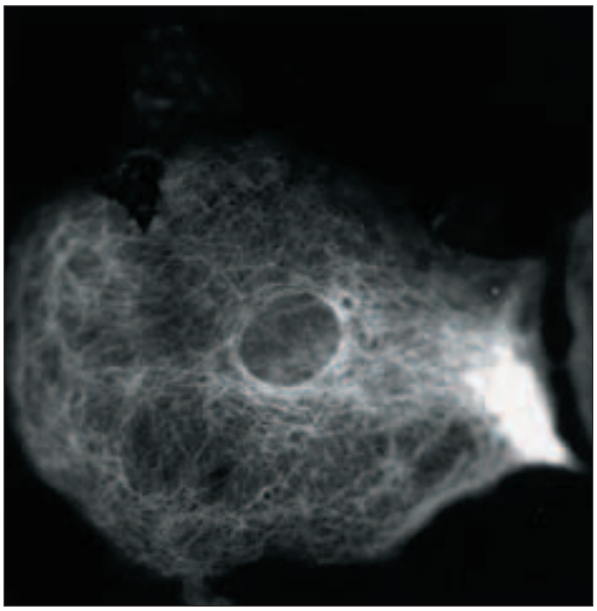


Bild 1.03 Fluoreszensaufnahme der Astrozyten mit Cytoskelettmarker. Die Zellen wachsen in mehreren Lagen übereinander.

2. Expositionsverfahren

Wir simulieren elektromagnetische Felder der Art, wie sie bei der Benutzung von E-Netz Mobiltelefonen auftreten (GSM-1800 Verfahren), in Hohlleitern des Typs RG22. Diese werden in Zellkulturprobenschränken untergebracht. Das Mikrowellensignal wird mit einem HP-8614 Funktionsgenerator erzeugt. Mit Hilfe von Koaxialkabeln wird das Signal durch eine Durchführung in den Probenschrank geführt und in die Hohlleiter eingekoppelt.
Das Bild 2.01 zeigt den Signalgenerator. Mit Hilfe eines Verstärkers wird die erforderliche Mikrowellenleistung erreicht. Ein einfacher Niederfrequenzmodulator dient zur Simulation der GSM-Modulation.

Bild 2.01 Aufbau der HF-Elektronik über dem Probenschrank

Das Bild 2.02 zeigt die oberen Enden zweier Rechteckhohlleiter im Brutschrank. Die Koaxialkabel werden durch eine kleine Öffnung in der Rückwand geführt.

Bild 2.02 Hohlleiter im Probenschrank

Um definierte Feldstärken zu gewährleisten, haben wir die Feldverteilung innerhalb des Hohlleiters berechnet. Dies ist übrigens gar nicht so einfach: Die Feldverteilung in einem leeren Hohlleiter ist zwar bestens bekannt, aber die Gewebekulturen, die in den Hohlleiter eingeführt werden, ändern die Bedingungen, unter denen sich elektromagnetische Felder ausbreiten. Sie absorbieren die und sie brechen sie wie „Mikrowellenlinsen". Durch unsere numerische Simulation kennen wir den Zusammenhang zwischen der durch den Hohlleiter transportierten Gesamtleistung (diese wird jeweils am anderen Ende des Hohlleiters gemessen) und der in den Proben absorbierten Leistung. Die Kontrolle der transmittierten Leistung (Bild 2.01) genügt also zur Festlegung der spezifischen Absorptionsrate (SAR). Diese wurde so gewählt, dass die von geltenden Sicherheitsnormen wie DIN VDE 0848 erlaubten Werte nicht. Sie hat einen maximalen Wert von SAR = 0,4W/kg.

3. Permeabilitätsmessungen

Bei Permeabilitätsmessungen untersucht man unmittelbar die Durchlässigkeit einer Membran für eine Molekülart. Dazu werden die Moleküle auf die eine Seite der Membran gebracht. Nach einer bestimmten Zeit wird gemessen, wie viele Moleküle auf die andere Seite der Membran gelangt sind. Die Permeabilität der Membran wird durch den Ausdruck

$$P = \frac{At}{Ao} \cdot \frac{V}{F \cdot t}$$

Ao und At sind dabei die radioaktiven Aktivitäten vor und hinter der Membran.

V ist das Volumen der radioaktiven Lösung.

F ist die Fläche der Membran.

t ist die Einwirkzeit (hier 5 Minuten).

charakterisiert. Damit man sie überhaupt identifizieren kann, benutzt man radioaktiv markierte Moleküle, etwa, indem man einzelne 12C-Kohlenstoffatome des Moleküls durch radioaktive 14C-Atome ersetzt. Diese kann man in dem Medium auf der anderen Seite der Membran nachweisen. Wir führen diese Messungen mit einem Zucker (14C-Saccharose) durch.

Die folgende Abbildung Bild 3.01 zeigt unsere Realisierung des Verfahrens:

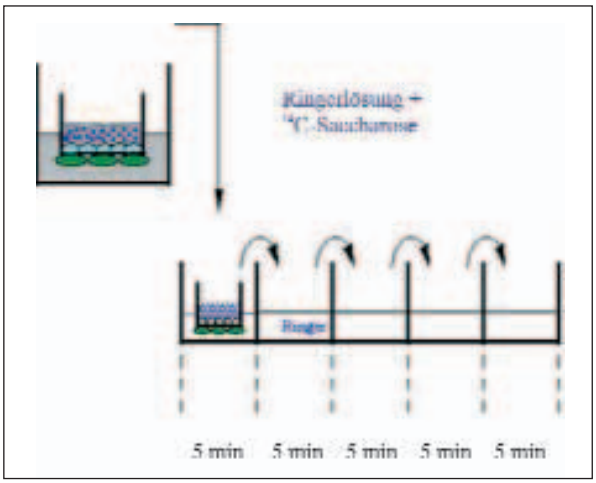


Bild 3.01 Filtereinsätze mit Kokulturen bei der Permeabilitätsmessung

4. Messergebnisse

Die Kokulturen der Blut-Hirn-Schranke wurden 4 Tage dem Feld von 0,03W ausgesetzt und die Permeabilität am Tag 0 dem Tag 2 und dem Tag 4 gemessen. Wir sehen insgesamt einen Anstieg der Permeabilität sowohl bei den Kontrollproben 36 (dunkel violett) als auch bei den befeldeden Proben 48 (hell violett).

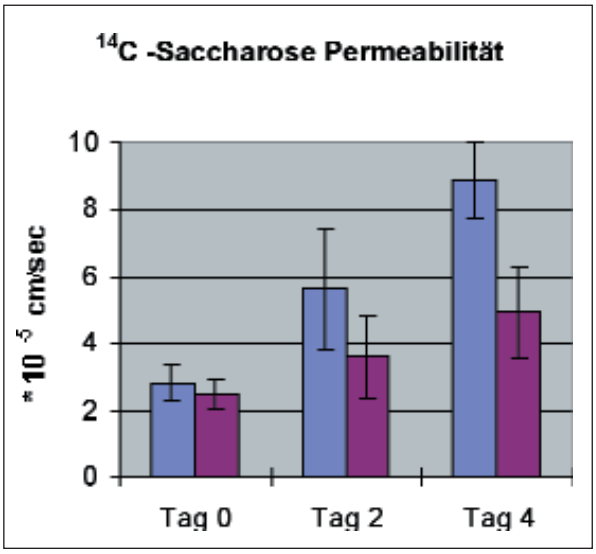


Bild 4.01 Permeabilität der BHS bei C^{14}-Saccharose

Allerdings ist der Anstieg bei den befeldeden Proben signifikant größer als bei den Kontrollproben. Die statistische Unsicherheit wird durch die vertikalen Balken repräsentiert.
Ein ähnliches Ergebnis erhielten wir für den Stoff 14C-Albumin. Allerdings waren hier weniger Proben am Resultat beteiligt.

5. Zusammenfassung

Mit diesen Untersuchungen, konnten wir zeigen, das ein Einfluss der elektromagnetischen Felder GSM-1800 Standard auf die Blut-Hirn-Schranke in vitro auftritt. Dies lässt allerdings noch keine Schlüsse auf eine gesundheitsschädigende Wirkung zu.

6. Literatur

A. Schirrmacher, S. Winters, St. Fischer, J. Goeke, H-J, Galla, U. Kullnick, E.B. Ringelstein, F. Stögbauer:
Electromagnetic Fields (1.8GHz) increase the permeability to sucrose of the of Blood-Brain-Barrier in vitro, Bioelectromagnetics 2000, Vol. 21(5):338-345

Hermann DM, and Hossmann KA (1997):
Neurological effects of microwave exposure relatied to mobile communication. J Neurol Sci 152: 1-14

Salford LG, Brun A, Eberhardt JL, Persson BRR (1993):
Permeability of the blood-brain barrier induced by 915 MHz electromagnetic radiation, continuous wave and modulated at 8, 16, 50 and 200 Hz. Bioelectrochemistry and Bioenergetics 30:293-301.

Weitere Informationen unter:
http://www.vt.fh-koeln.de/~goeke/

Partikeldetektion mit Hilfe der Ultraschall Doppler Sonographie

Prof. Dr. Johannes Goeke
e-mail: Johannes.Goeke@VT.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 26 02 und -25 91

Dualfrequenzanalyse und Artefakterkennung

Einleitung

Seit 10 Jahren besteht ein großes Ziel der Ultraschalldetektion von Partikeln und Gasblasen in der Medizin (Emboli genannt) darin, sie von Artefakten also unbekannten Störungen zu unterscheiden. Eine sichere Unterscheidung macht dann eine automatische Detektion und Erkennung möglich.

Dazu wurden von uns folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Berechnung der akustischen Energie bei Wirbelbildung

2. Signalanalyse der Artefakte ausgelöst durch Sprechen, Gähnen, Zähneknirschen, Husten etc.

3. Anwendung von 2 Sonden (2MHz/4MHz) bei der Signaldetektion von Partikeln – Gasblasen im Loop

4. Entwicklung von Kriterien zur Unterscheidung zwischen Embolisignalen und Artefakten

1. Theoretische Betrachtungen

1.1 Akustische Energie der Wirbel

Flüssigkeitswirbel hinter Engstellen in Rohren sind besonders Träger von Energie mit anderen Worten, sie entziehen der strömenden Flüssigkeit Energie. Zu Beginn unserer Untersuchungen mussten wir klären, ob die Energie der Wirbel ausreicht, um emboliähnliche Signale in der Messapparatur zu erzeugen, was zu Artefakten führt. Diese sind bekanntlich nicht oder nur mit Mühe von wahren Emboliesignalen zu unterscheiden. Zur Berechnung der akustischen Energie der Wirbel benutzen wir eine Gleichung von Landau und Lifschitz (Theor. Physik Bd.6).

$$E_{acoustic} = \frac{u^8}{c^5 \, I_{cy}}$$

Die Berechnung zeigt, dass die akustische Energie aufgrund der 5. Potenz sehr klein sein muss. Ebenso ist ein Wirbel nicht in der Lage eine akustische Impedanzverschiebung zu verursachen, die notwendig wäre, um eine Reflektion des Ultraschallsignal zu verursachen. Auch unsere Messungen haben hier keine Signale an den Engstellen erkennen lassen. Damit scheiden Engstellen (Stenosen) als Verursacher von Artefakten aus.

1.2 Auswertung zweier Frequenzsignale

Die große Hoffnung, die wir mit der Zwei-Frequenz-Detektion zu erreichen hofften, war ein zweites verwertbares Signal zur Signalanalyse mit wichtigen Merkmalen zur Unterscheidung von Emboli und Artefakten zu erhalten. Das wichtigste Merkmal, welches sich bei den Untersuchungen herauskristallisierte, war

a. Die Detektion zweier fast gleicher Spektren mit dem unterschiedlichen Zahlenfaktor 2 für Emboli

b. Die Detektion zweier fast gleicher Spektren ohne Frequenzunterschied bei Artefakten

Das Zahlenverhältnis für bewegte Objekte lässt sich leicht aus den bekannten Formeln ermitteln.

$$\Delta f = f_D \frac{2v}{c} \cos\alpha$$

Werden zwei Ultraschallfrequenzen verwendet, so lässt sich ein Verhältnis berechnen, welches auch für die akustischen Frequenzen Gültigkeit besitzt. Die benutzten Sendefrequenzen betrugen 2 MHz und 4 MHz. Die Fließgeschwindigkeit ist mit v bezeichnet der Beschallungswinkel beträgt bei unserer Betrachtung 0° bzw. 30°. Durch Umstellung der ersten Formel und ins Verhältnis setzen erhalten wir

$$\frac{\Delta f_{4MHz}}{\Delta f_{2MHz}} = \frac{4MHz}{2MHz} = 2$$

Neben dem Verhältnis der beiden Frequenzen bzw. Spektren lassen sich weitere Kriterien entwickeln. (Siehe Web-Seite).

1.3 Experimenteller Aufbau

Der experimentelle Aufbau entspricht in wesentlichen Teilen dem Aufbau, welcher bereits in der vergangenen F&E-Periode benutzt wurde. Das Wasserbecken wurde verkleinert eine Kamera zur Blasenbeobachtung installiert.

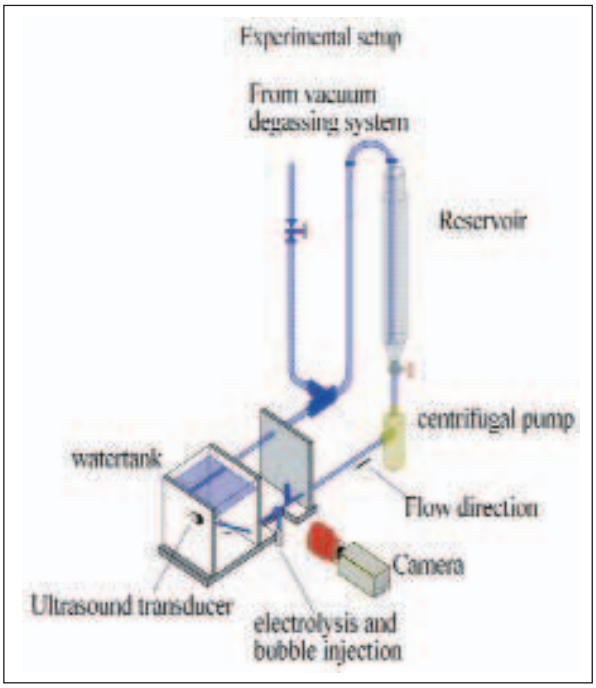


Bild 1.01 Flüssigkeitskreislaufs (Loop)

Die beiden Ultraschallsonden (2 MHz und 4 MHz) wurden unter einem Winkel von 30 Grad gegenläufig angebracht, wie das Bild 3.01 zeigt. Es wurde angestrebt das gleiche Rohrvolumen zu beschallen. Dies unterliegt allerdings der Einschränkung durch unterschiedliche Schallkeulen bei 2 und 4MHz.

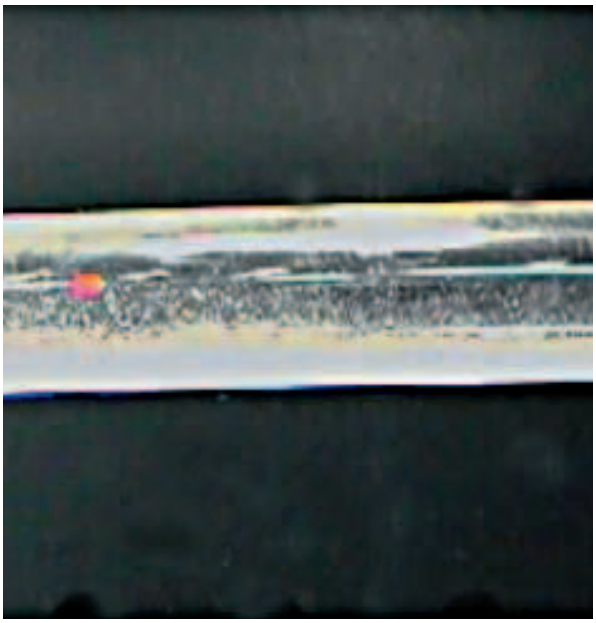


Bild 1.02 Wachskugel (rot) 300µm Durchmesser

2. Messergebnisse

Eine wichtige Untersuchung betraf die Artefakte, welche bei der Ultraschalldetektion am Menschen immer wieder vorkommen. Diese werden unter anderem ausgelöst durch Sprechen, Gähnen, Zähneklappern, Zähneknirschen, Husten Räuspern, Klopfen auf die Sonde und einiges andere mehr. Wir zeigen hier der Einfachheit halber einkanalige Signale aufgenommen bei der Beschallung der arteria media von gesunden Probanden.
Die Kenntnis über die Signalstruktur, die wir jetzt besitzen, lässt damit eine automatische Erfassung in greifbare Nähe rücken.
Im Bild 2.01 sehen wir ein Klopfsignal im Zeitbereich und daneben im Frequenzbereich. Das Spektrum ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Frequenzen mit zwei starken Buckeln ohne einen ausgeprägten Peak.

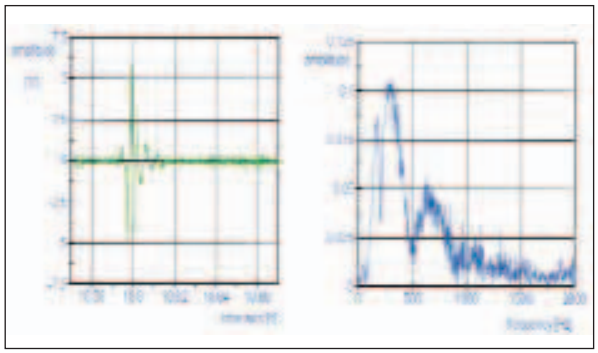


Bild 2.01 Artefakt erzeugt durch Klopfen auf die Sonde (Zeitbereich links, Frequenzbereich rechts)

Im nächsten Bild sehen wir ein Artefakt-Signal ausgelöst durch Husten. Dies ist bisher der einzige Artefakt zusammen mit Niesen, welcher im Zeitbereich eine sinusförmige Struktur und im Frequenzbereich einen charakteristisch Peak aufweist.

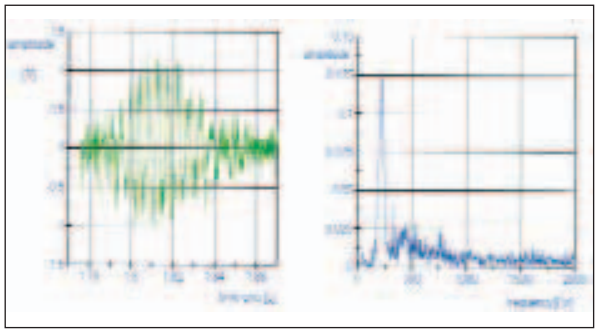


Bild 2.02 Artefakt erzeugt durch Husten (Zeitbereich links, Frequenzbereich rechts)

Bis auf das „Husten-Signal“ (Niesen) wiesen alle weiteren Artefakt-Signale ähnliche Strukturen auf, wie sie im folgenden Bild zusehen sind. Es wurden keine ausgeprägten Maxima beobachtet, daneben eine breite Verteilung der Frequenzen mit unterschiedlichen Maxima in Anzahl und Größe.

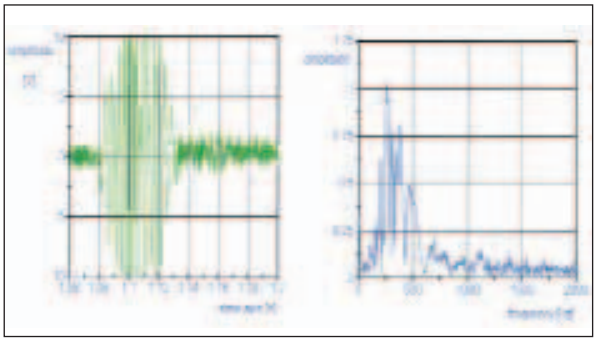


Bild 2.03 Artefakt erzeugt durch Gähnen (Zeitbereich links, Frequenzbereich rechts)

Zur Unterstützung der Analyse und Unterscheidung zwischen Artefakten und Emboli können weitere Kriterien aus der Kenntnis der Signalstruktur abgeleitet werden (Z.B. One-Peak Kriterium etc.). Eine weitere Auffälligkeit besteht in der Frequenzbegrenzung der Artefakte. Sie liegen zu über 95% unter 500Hz. Diese Kriterien ermöglichen eine weitgehende Ausschließung von Artefakten bei einer automatischen Erkennung. Diese Möglichkeit ist dann wichtig, wenn keine Zweifrequenzanalyse möglich ist. Sie können darüber hinaus die Zweifrequenzanalyse unterstützen.

3. Dualfrequenzanalyse

Eine wirklich ausgezeichnete Möglichkeit Artefakte von Emboli zu unterscheiden bildet die „Zweifrequenzanalyse“. Das fast gleiche Messvolumen wurde in unserem Experiment mit einer 2MHz und einer 4MHz-Sonde beschallt. Im unteren Bild 3.01 ist die Schall-Anordnung zu sehen. Wie bereits im vorhergehenden Experiment (siehe F+E-Bericht 1996-98) haben wir Mikroblasen mit einem Durchmesser von 50mµ bis 200mµ über eine Mikrogasblasen-Elektrolyse erzeugt und in einem Silikonschlauch von 4mm Durchmesser in einer Kochsalzlösung detektiert. Ebenso benutzten wir Wachskugeln von 200m (bis 500m) als Partikel zur Simulation von Emboli in einer Blutbahn.

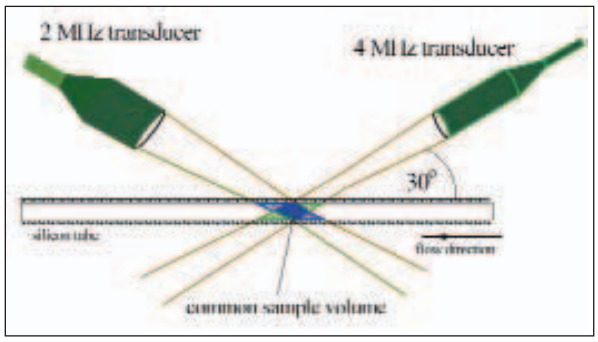


Bild 3.01 Zweifrequenzanalyse 2MHz und 4MHz

Wie bereits zu Beginn dargestellt, liefern die detektierten Partikel und Blasen ein Ultraschall-Dopplersignal in Abhängigkeit von ihrer Geschwindigkeit, Schallwinkel und Ultraschall-Sendefrequenz im Bereich von 500Hz (18,8cm/s, 4MHz, 30 Grad) und 3kHz (1,12cm/s, 4Mhz, 30 Grad). Wobei sich die Ultraschall-Dopplersignale bewegter Partikel und Blasen für die Sendefrequenzen von 2MHz und 4MHz genau um den theoretischen Faktor 2 unterscheiden. Störsignale, die wir als Artefakte bezeichnen, werden durch beide Sonden in der Form eines Mirophons aufgenommen und besitzen quasi dasselbe niederfrequente Spektrum. Diese Tatsache zeigt das Bild 3.02. Hier ist das Spektrum eines Artefakts und einer Mikrogasblase zu sehen. Das Signal des Artefakts (grün) finden wir sowohl bei der 2MHz-Sonde als auch bei der 4MHz-Sonde bei der gleichen Frequenz (~250Hz). Während das Signals der Mikrogasblase die charakteristische Verschiebung um den Faktor 2 aufweist (740Hz/1480Hz).

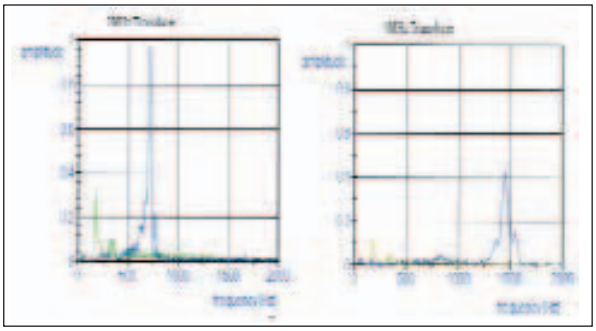


Bild 3.02 Spektrums einer bewegten Gasblase und Artefakt im Vergleich

Der Einsatz dieser Zweifrequenzanalyse wird nun wesentlich dadurch bestimmt, mit welcher Genauigkeit die beiden Spitzen der 2MHz und 4MHz Spektren übereinstimmen. Dafür haben wir mehr als 300 Signale ausgewertet und die Frequenzen der jeweiligen Maxima ins Verhältnis gesetzt. Das untere Bild 3.03 zeigt dieses Verhältnis.

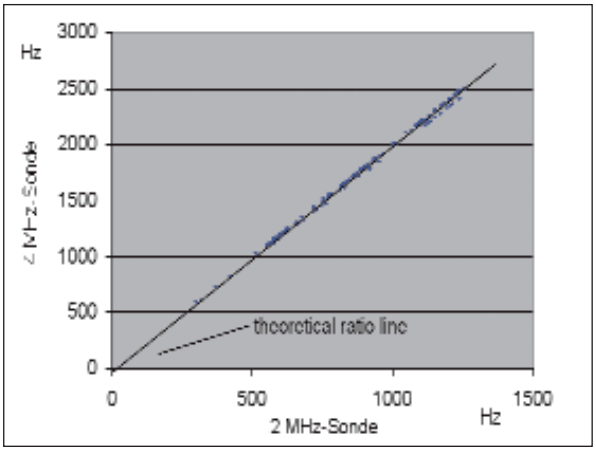


Bild 3.03 Verhältnis der beiden Ultraschall-Dopplerfrequenzen und deren Abweichung von der Ideallinie

Auf der x-Achse sind die Frequenzen der 2MHz-Sonde aufgetragen und auf der y-Achse die Frequenzen der 4MHz-Sonde. Im Idealfall sollte immer der theoretische Faktor zwei erreicht werden und alle Punkte lägen auf der Gerade. Aufgrund von Ungenauigkeiten bei der Erfassung und bei der FFT haben wir Abweichungen von +/- 4% erhalten.

4. Zusammenfassung

Mit diesen Ergebnissen ist uns der Nachweis gelungen, dass die Methode am Modell einsetzbar ist, und brauchbare Resultate liefert. Dadurch, dass es heute technisch möglich ist, eine Sonde für zwei Sendefrequenzen zu bauen, sollten jetzt Messungen am Patienten durchgeführt werden. Dann wird sich herausstellen, mit welcher Sensitivität die Methode dort funktioniert.

5. Literatur

Goeke, J., Roth P., Demmer M.:
Forschungsbericht, FH-Köln 1996-1998

Georgiadis D, Goeke J, Hill M, König M, Nabavi DG,Stögbauer F, Zunker P, Ringelstein EB:
A novel technique for identification of Doppler microembolic Signals based on the coincidence method; Stroke 1996;27:683-686,

Spencer MP, Thomas GI, Nicholas SC, Sauvage LR:
Detection of middle cerebral artery emboli during carotid endarterectomy, Stroke, 1990;21:415-423

Smith, Evans, D.:
Processing Doppler Ultrasound from blood borne Emboli; Ultrasound in Med.&Biol. 1994;20:455-462,

Kemeny V, Droste D, Hermes S, Nabavi B, Schulte Altedorneburg G, Siebler M, Ringelstein EB:
Automatic Embolus Detection by a neural network, Stroke, 1999;30:807-810

Weitere Informationen unter:
http://www.vt.fh-koeln.de/~goeke/

Simulation und Optimierung von Luftleitungs-Erdwärmeübertragern

Prof. Dr.-Ing. Andreas Henne
e-mail: andreas.henne@vt.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 25 95

In der vorigen Ausgabe wurden die Grundlagen zum Betrieb von sogenannten Luftleitungs-Erdwärmeübertragern erläutert. Diese regenerativen Systeme kühlen bzw. erwärmen den Luftstrom raumlufttechnischer Anlagen über das Erdreich. An dieser Stelle soll anhand einer Simulation die Gewichtung der diversen Einflussparameter herausgestellt werden.

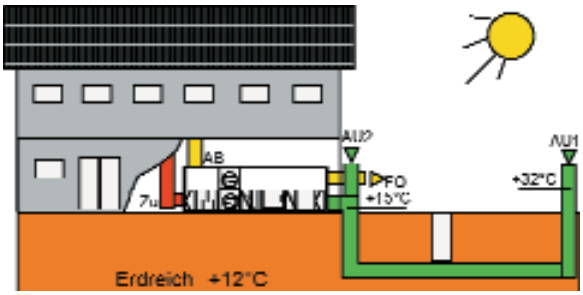


Bild 1: Schema eines Luftleitungs - Erdwärmeübertragers

Die Dimensionierung von Luftleitungs-Erdwärmeübertragern unterliegt zahlreichen Rahmenbedingungen wie Geometrie bzw. Material des Erdwärmeübertragers, den Einflüssen des Erdreiches, der Anlagencharakteristik, den hygienischen Rahmenbedingungen und letztlich dem wirtschaftlichen Betrieb. Diese komplexen Zusammenhänge können lediglich über eine Simulation erfasst werden. Sinn und Zweck dieser Simulation ist die optimale Anlagendimensionierung insbesondere unter dem Aspekt des wirtschaftlichen Betriebs.

Simulationsmodelle

Prinzipiell kann die Parametrisierung zur Optimierung der Erdwärmeübertrager anhand analytischer [1-4] oder numerischer Berechnungsverfahren [5-7] der zweidimensionalen Wärmeleitung erfolgen. Die hier beschriebene Simulation erfolgte anhand des erweiterten Widerstandskapazitätsmodells im folgenden WKM [8] genannt. Die dargestellten Untersuchungen beschränken sich auf Erdwärmeübertrager im Registerbetrieb. Aufbau und Beschrieb des WKM-Programmes sollen an dieser Stelle nicht weiter erläutert werden.

Optimierung

Die Anlagenoptimierung erfolgt über eine Sensitivitätsanalyse der einzelnen Einflussparameter.

Geometrie des Erdwärmeübertragers

Zu der Geometrie eines Erdwärmeübertragers im Registerbetrieb gehören im wesentlichen folgende, frei wählbare, Parameter:

- Länge der Erdrohre
- Rohrdurchmesser
- Strömungsgeschwindigkeit
- Verlegeabstand innerhalb des Register
- Verlegetiefe der Erdrohre

Die Anzahl der Erdrohre wird durch den anlagenspezifischen Luftvolumenstrom und durch die Strömungsgeschwindigkeit bestimmt. Dieser Parameter wird deshalb nicht gesondert betrachtet.

Abweichungen zum Optimum entstehen oftmals durch die vorhandene Grundstücksgröße, sowie durch ober- und unterirdische Hindernisse.

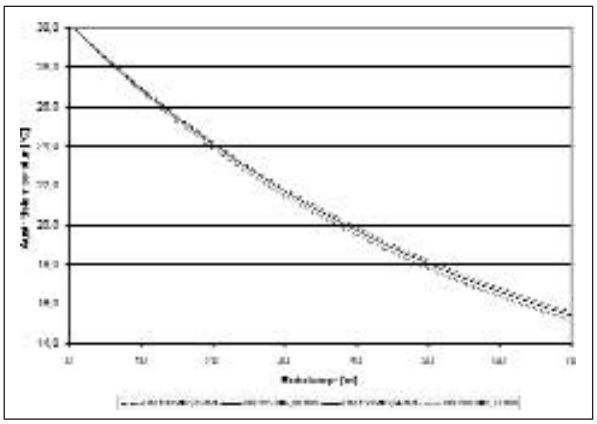


Bild 2: Einfluss von Rohrdurchmesser und Rohrlänge (Eintritt 32°C / 40%)

Man erkennt den Temperaturverlauf als Funktion der Rohrlänge und verschiedener Durchmesser eines Kunststoffrohres (KG-Rohr) bei gleichem Luftvolumenstrom. Es ist deutlich zu erkennen, dass die konträren Auswirkungen,

- Änderung der Rohroberfläche und
- Änderung des inneren Wärmeübergangskoeffizienten,

sich nahezu gegenseitig aufheben. Der wesentliche Einfluss des Rohrdurchmessers liegt im Druckverlust. Die Entscheidung der zu wählenden Nennweite ist somit eine Frage der Betriebs- und Investitionskosten. Es ist ferner ersichtlich, dass zwar mit zunehmender Länge eines Erdwärmeübertragers die Luft

im Sommer weiter gekühlt wird, insgesamt jedoch die Ergiebigkeit (Temperaturänderung im Bezug zur Rohrlänge) geringer wird. Folglich besitzen „knapp" dimensionierte Erdregister ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis.

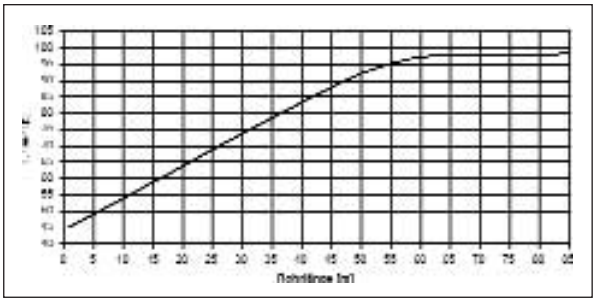


Bild 3: Einfluss der Rohrlänge auf den Entfeuchtungsgrad (Eintritt 32°C / 40%)

In RLT-Anlagen sind zur Einhaltung des gewünschten Luftzustandes Feuchtluftkühler erforderlich. Diese Kühler verfügen über eine Rohroberflächentemperatur, die unterhalb der Taupunkttemperatur der Luft liegt. Es kommt somit ab einer bestimmten Rohrlänge zu einer kontinuierlichen Luftentfeuchtung, die bei sehr hohen Übertragerlänge in 100 % relative Luftfeuchtigkeit mündet.
Sollen in einem Erdwärmeübertrager ähnliche Entfeuchtungsleistungen wie bei herkömmlichen Kühlern erzielt werden, so sind tiefere Luftaustrittstemperaturen gefordert. Die WKM-Simulation hat gezeigt, dass eine gezielte Entfeuchtung durch Taupunktunterschreitung an der Rohroberfläche praktisch nur in einem Wärmeübertrager im Registerbetrieb, mehrerer parallel durchströmter Rohrleitungen, möglich ist.

Bei der Auslegung eines Luftleitungs-Erdwärmeübertragers stellt sich ferner die Frage nach der optimalen Verlegetiefe und nach dem Abstand zwischen den Registerrohren. Diese beiden Parameter können nur gemeinsam betrachtet werden. Grafisch lässt sich dieser Einfluss über die spezifische Kälteleistung, bezogen auf die Rohrlänge darstellen:

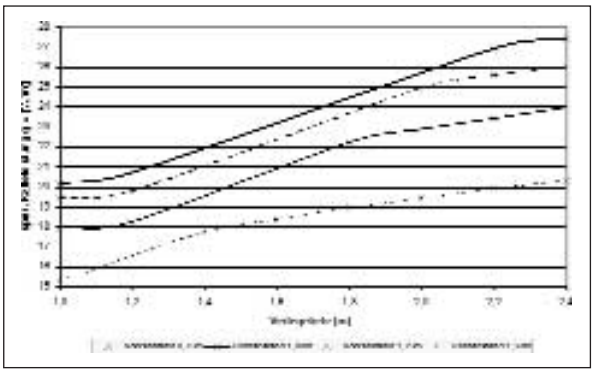


Bild 5: Einfluss des Verlegeabstandes (Eintritt 32°C / 40%)

Durch den Wärmestrom über die Rohrwandung entsteht eine Erwärmung des Erdreiches, die sich qualitativ mit zunehmendem Verlegeabstand verringert. Der Kurvenverlauf gibt den Verlegeabstand für ein Kunststoffrohr DN 125 wieder. Die Variation des Rohrabstandes von 0,75 m auf 1,00 m ermöglicht den größten Leistungssprung. Ein größere Abstände ermöglichen zwar noch eine Steigerung, in Abhängigkeit der zu minimierenden Verlegefläche sollte jedoch ein Verlegeabstand von ca. 1,0 m angestrebt werden.

Sowohl zu Heiz- als auch zu Kühlzwecken sind Verlegetiefen > 1,2 m erforderlich. Mit zunehmender Verlegetiefe (bis ca. 8 m) kann bei einer festgelegten Luftaustrittstemperatur die Rohrlänge reduziert werden. Zusätzlich kann durch Änderung der Strömungsgeschwindigkeit die Anzahl der Erdrohre beeinflusst werden. Diese beiden Faktoren haben Einfluss auf die benötigte Grundstücksfläche und sind exemplarisch in Bild 6 durch das Verhältnis Luftvolumenstrom zu Grundstücksfläche dargestellt.

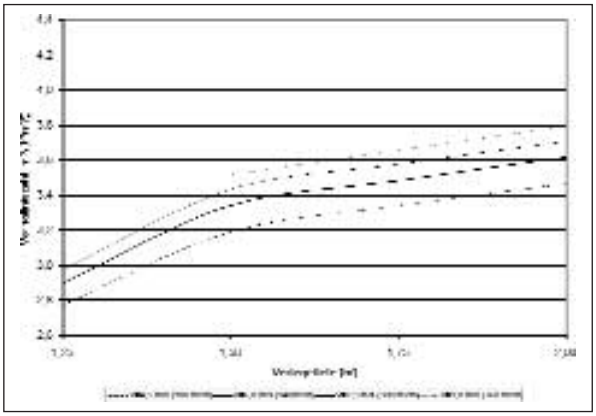


Bild 6: Verlegetiefe und Strömungsgeschwindigkeit (Eintritt 32°C / 40%)

Unterhalb einer Verlegetiefe von 1,5 m reduziert sich die flächenspezifische Leistung erheblich. Je tiefer ein Erdrohr verlegt wird, desto höher ist die flächenspezifische Leistung. Aufgrund der anteiligen Kosten für Erdarbeiten wurde unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine in die Länge ausgedehnte, oberflächennahe Rohrverlegung als die kostengünstigste Variante ermittelt.

Konsistenz des Erdwärmeübertragers

Die WKM-Simulation berücksichtigte nachfolgende Eigenschaften der Erdrohre:

- Rohrdurchmesser und Wandstärke
- Wärmeleitfähigkeit
- Wärmekapazität und Dichte
- Rohrrauhigkeit

Nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der wesentlichen Eigenschaften möglicher Rohrmaterialien:

Material	Wärmeleitfähigkeit [W/mK]	Wärmekapazität [J/kgK]	Dichte [kg/m³]	Rauhigkeit k [mm]
PVC hart	0,17	980	1390	0,01
Gußeisen	42,5	468	7080	0,25
Faserzement	0,6	800	1650	0,25
Steinzeug (glasiert)	1,2	840 (Porzellan)	2240	0,01
Beton	2,1	1000	2400	1,0 (0,01)*)

Tabelle B-2: Eigenschaften von Rohrmaterialien; Quelle: [47],[71] und Herstellerangaben
*) mit Innenbeschichtung aus PE-HD

Beton verfügt über bessere Wärmeübertragungseigenschaften als das Erdreich selber. Wird dieses Material mit einer wasserundurchlässigen und druckverlustarmen Innenbeschichtung (z.B. HD-PE) ausgerüstet, so zählt es, gemäß nachfolgender Abbildung, zu den idealen Materialien für Erdwärmetauscher mit großen Nennweiten.

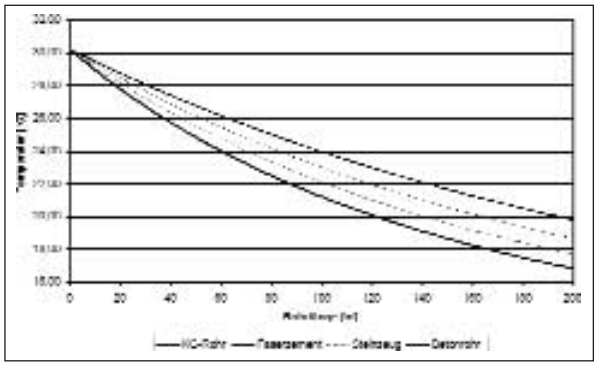


Bild 7: Einfluss Rohrmaterial DN 500 (Eintritt 32°C / 40%)

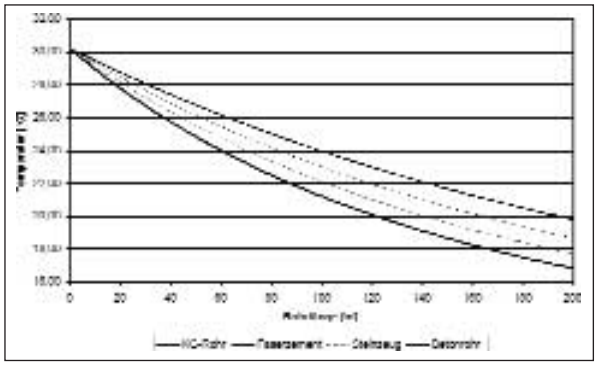


Bild 8: Einfluss Rohrmaterial DN 125 (Eintritt 32°C / 40%)

Die geringe Wärmeleitfähigkeit des PVC-Rohres (KG-Rohr) ist trotz dünner Rohrwandung ein deutlicher Nachteil. Aufgrund der kostengünstigen Verfügbarkeit ist dieses Rohr dennoch für den Einsatz in Registeranlagen gut geeignet. Nach [9] sollten jedoch keine giftigen Materialien (wie z.B. PVC) in den Untergrund eingebaut werden.

Steinzeug und besonders Gusseisen verfügen über eine bessere Wärmeleitfähigkeit. Dabei müssen gusseiserne Rohre mit einer Spezialbeschichtung gegen den Einflüssen aus Erdreich und Grundwasser geschützt werden (z.B. TML-Rohr der Fa. Halberg, Köln). Alternativ können sie auch in einem wasserundurchlässigen Beton eingegossen werden. Die hohen Investitionskosten für diesen verbesserten Wärmeübergang sind jedoch in den meisten Fällen gegenüber dem Kunststoffrohr unrentabel.

Einflüsse von Erdreich und Grundwasser

Die Kenntnis des Wärmeleitwiderstandes, der Dichte und der spezifischen Wärmekapazität des Erdbodens sind von besonderer Wichtigkeit. Die Bilder 9 und 10 zeigen die Simulationsergebnisse für vier charakteristische Erdboden-Typen bei einer täglichen Betriebszeit von 10 Stunden. Im Sommer sind dabei am Erdrohraustritt, nach mehrstündigen Betrieb, Temperaturdifferenzen bis 5 K zu verzeichnen.

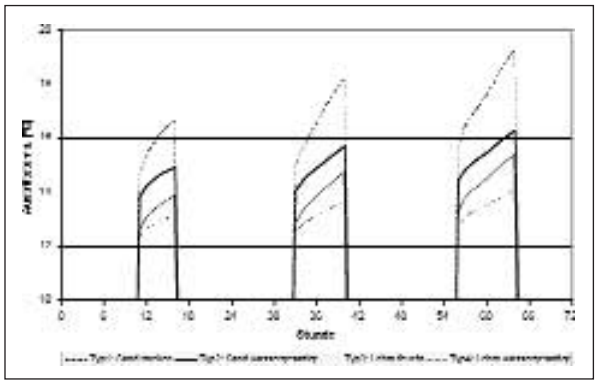


Bild 9: Verhalten unterschiedlicher Erdböden (Sommer)

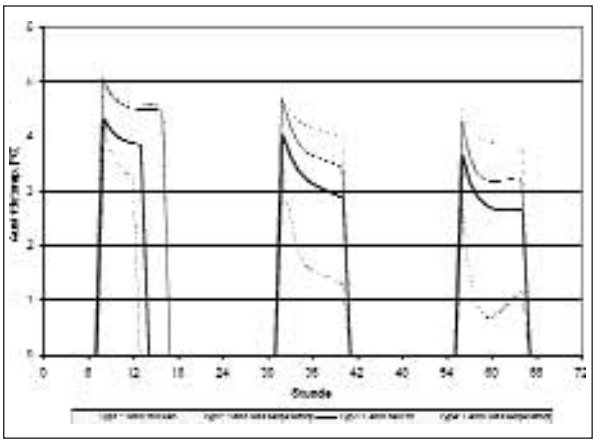


Bild 10: Verhalten unterschiedlicher Erdböden (Winter)

Es ist anzumerken, dass der Bodentyp 3 „Lehm feucht" hier zu Lande sehr häufig vorliegt. Er wird auch als sogenannter Normalboden bezeichnet [10].

Wird der Wärmeübertrager nahe eines Grundwasserspiegels eingebaut, so sind nicht nur die günstigeren Wärmeleitwiderstände für einen nassen Boden gültig, sondern zusätzlich ist auch ein Wärmetransport durch den Grundwasserfluss feststellbar. Die Bilder 11 und 12 zeigen den Einfluss verschiedener Grundwasserspiegelhöhen ohne Berücksichtigung der zusätzlichen Erdfeuchte.

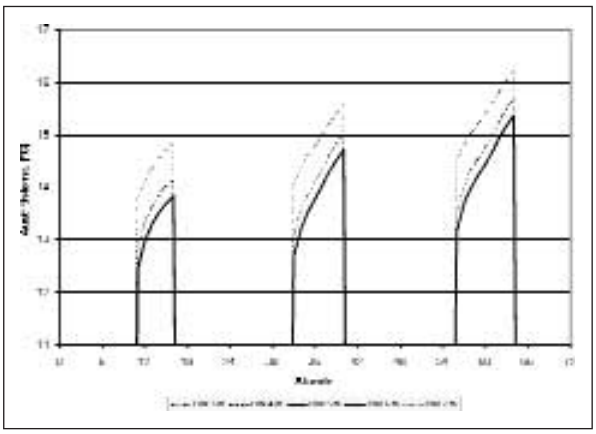


Bild 11 Einfluss des Grundwasserspiegels (Sommer)

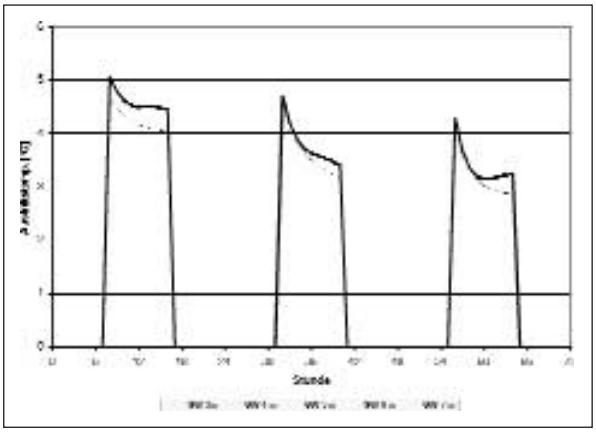


Bild 12 Einfluss des Grundwasserspiegels (Winter)

Ein oberflächennahes Gewässer wird durch die Temperaturschwankungen der sommerlichen Jahreszeit stark beeinflußt und wirkt sich daher für den Kühlfall nachteiliger als eine tiefere entfernte Grundwasserschicht aus. Im Gegensatz dazu ist in einer Tiefe von 5 m der Abstand zu dem simulierten Erdwärmeübertrager so groß, dass ein weiterer Abstand keine Veränderung bewirkt. Diese Tiefe ist bei der betrachteten Registeranlage die maximale Eindringtiefe.

Anlagencharakteristik

Wie schon aus den Bildern 9-12 zu erkennen ist, bleibt die Austrittstemperatur eines Luftleitungs-Erdwärmeübertragers über die Zeit nicht konstant. Um dieses dynamische Verhalten zu erfassen, muss die Auslegung anhand von Klimadaten in Form einer Jahressimulation erfolgen. Nachfolgende Abbildungen zeigen einen zweiwöchigen Auszug aus einer Jahressimulation für verschiedene Lastannahmen. Aus diesen Diagrammen sind die deutlich günstigeren Ergebnisse einer unterbrochenen gegenüber einer durchgehenden Betriebszeit zu erkennen.

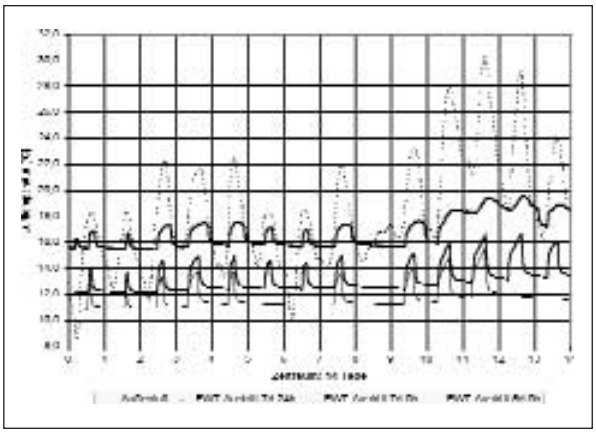


Bild 13: dynamisches Anlagenverhalten (Sommer)

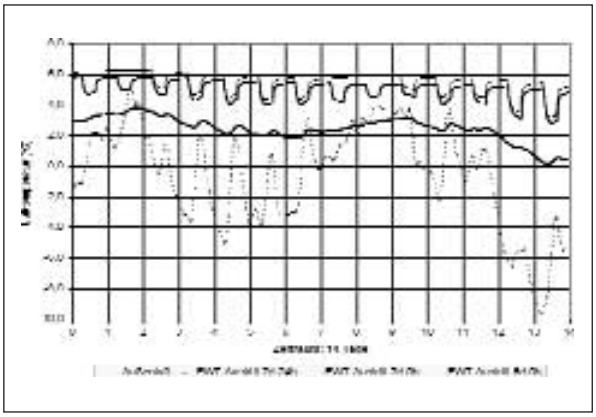


Bild 14: dynamisches Anlagenverhalten (Winter)

Zusammenfassung

Aufgrund der vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten der diversen Einflussparameter eines Luftleitungs-Erdwärmeübertragers, lassen sich keine pauschalen Vorhersagen über die zu erwartende Leistung treffen. Messungen an realen Anlagen haben gezeigt, dass stationäre (analytische) Berechnungen die komplexen Zusammenhänge nicht ausreichend genau erfassen.

Numerische Berechnungsmodelle, wie beispielsweise die Simulation nach dem WKM, verfügen über folgende Vorteile:

- Erfassung von instationären Prozessen (z.B. Betriebszeiten)
- Einbindung von realen Klimadaten
- Beliebige räumliche Bezüge (Berücksichtigung von unter- und oberirdischen Einbauten, Eingabe verschiedene Erdschichten, etc.)
- Einfache Erweiterungsmöglichkeiten (z.B. Erfassung von Niederschlägen und Sonnenstrahlung)

Durch den heutigen Entwicklungsstand auf dem Computermarkt können solche komplexen Simulationen einschließlich einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Hilfe von bedienerfreundlichen EDV-Berechnungsprogrammen problemlos durchgeführt werden.

Literatur

[1] K.-J. Albers:
Untersuchungen zur Auslegung von Erdwärmetauschern für die Konditionierung der Zuluft für Wohngebäude; Dissertation Universität Dortmund, 1991

[2] Th. Baumgartner; H. Mayer; Th. Frank; K. Ghazi Wakili:
Erdwärmenutzung für die Raumklimatisierung; Schlußbericht NEFF-Projekt 390; Dübendorf Oktober 1992

[3] K. Ghazi Wakili; Th. Frank; EMPA, Abteilung Bauphysik; Th. Baumgartner:
Erdwärmenutzung für die Raumklimatisierung, Rechenmodell für Luft/Erdregister; 1996

[4] St. Benkert; F.D. Heidt; Schöler:
GAEA – Graphische Auslegung von Erdwärme-Austauschern, Version 0.92; Softwarelabor für Niedrigenergie- und Solararchitketur, FB Bauphysik & Solarenergie, Universität Siegen

[5] A. Huber; Ch. Müller; O. Berchtold; H. J. Eggenberger:
Luftvorwärmung für Wärmepumpen in Erdregistern; Phase 1, Kosten-Nutzen-Analyse; Bundesamt für Energiewirtschaft, Nov. 1996

[6] St. Remund; R. Rütti:
Validierung von Luft-Erdregister-Modellen, Diplomarbeit am Laboratorium für Energiesysteme, ETH Zürich 1996

[7] H. Fleer, M. Bruse:
LEO – Passive Luftkühlung – Messung und Erstellung von Auslegungssoftware für Erdkanäle; Geographisches Institut der Ruhruniversität Bochum, Endbericht zum Forschungsprojekt 253 128 96 der AG Solar NRW, April 1998

[8] M. Evers:
Auslegung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung eines Luftkanal-Erdwärmeübertragers zur Zuluftkonditionierung am Beispiel eines Vortragsaales; Diplomarbeit FH-Köln, März 1999

[9] VDI 4640:
Thermische Nutzung des Untergrundes; Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte, VDI-Verlag, Entwurf Februar 1998

[10] F. Jäger, J. Reichert, H. Herz
Überprüfung des Erdwärmespeichers, Forschungsbericht BMFT-FB-T81-200;1981

Kostenorientiertes Optimieren von Brennwertkesseln durch numerische Simulation

Prof. B. Kunst
e-mail: bkunst@t-online.de
Tel.: +49 22 05 / 37 87

Einleitung

Erdgasbefeuerte Brennwertkessel nutzen in der Gebäudeheizung dank Abgaskondensation den Brennstoff etwa 10% besser aus als Niedertemperaturkessel, bei denen Kondensation gerade noch vermieden wird. In der Praxis erfüllen sie jedoch die Erwartungen an diese Technik oft nicht oder nur teilweise. Dies liegt an der Vielzahl einwirkender Parameter. Eine Untersuchung an insgesamt 14 Brennwertsystemen im Raum Wuppertal [1,2] zeigt, dass in der Praxis in bemerkenswerter Bandbreite Konstruktions-, Auslegungs- und Betriebsparameter vorkommen.
Die Beschreibung des komplexen Systems Brenner/Heizkessel/hydraulische Einbindung/Regelung/Heizkreis/Gebäude inklusive der Einflüsse auf das Taktverhalten des Brenners erfordert einen Formelapparat, der vor allem die sehr spezielle Wärmetechnik des Brennwertkessels und dessen zugehöriger Anlagentechnik berücksichtigt. Hierfür eignet sich ein programmiertes Rechenverfahren, welches in erster Linie Wärmetechnik und Schaltung von Heizkessel inkl. unmittelbarer Peripherie hinreichend zuverlässig erfasst, die Gebäudeeigenschaften dafür nur vereinfacht beschreibt.
Damit lässt sich der Einfluss von Wasserinhalt, hydraulischer Einbindung und Regelung auf Schalthäufigkeit und Nutzungsgrad untersuchen [3].

Allgemeines

Bestimmungsgemäßes Funktionieren eines Brennwertheizsystems wird im wesentlichen abgelesen am erzielten *Jahresnutzungsgrad* η_a und an der Jahresschalthäufigkeit n_σ des Brenners, auch Taktrate genannt.

n_σ ist identisch mit der Anzahl der jährlichen Brennerstarts. Neben der Jahresbrennerlaufzeit ist diese Größe ein wichtiges Maß für den *Jahresschadstoffausstoß*. Sie beeinflusst auch Betriebssicherheit und Heizkomfort. Die meisten Schaltvorgänge sind in der Übergangsjahreszeit erforderlich. Der Brenner wird dann vorwiegend nur mit seiner Mindestleistung $\mathbf{Q_{K1}}$ betrieben. Ein guter Hinweis auf die zu erwartende Taktrate ist die auf den *Gebäude-Normwärmebedarf* $\mathbf{Q_{HA}}$ bezogene Brennermindestleistung $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}}$.
η_a ist das Verhältnis der an Heizkreis und Warmwassernetz gelieferten thermischen Energie zur eingesetzten thermischen Brennstoffenergie.

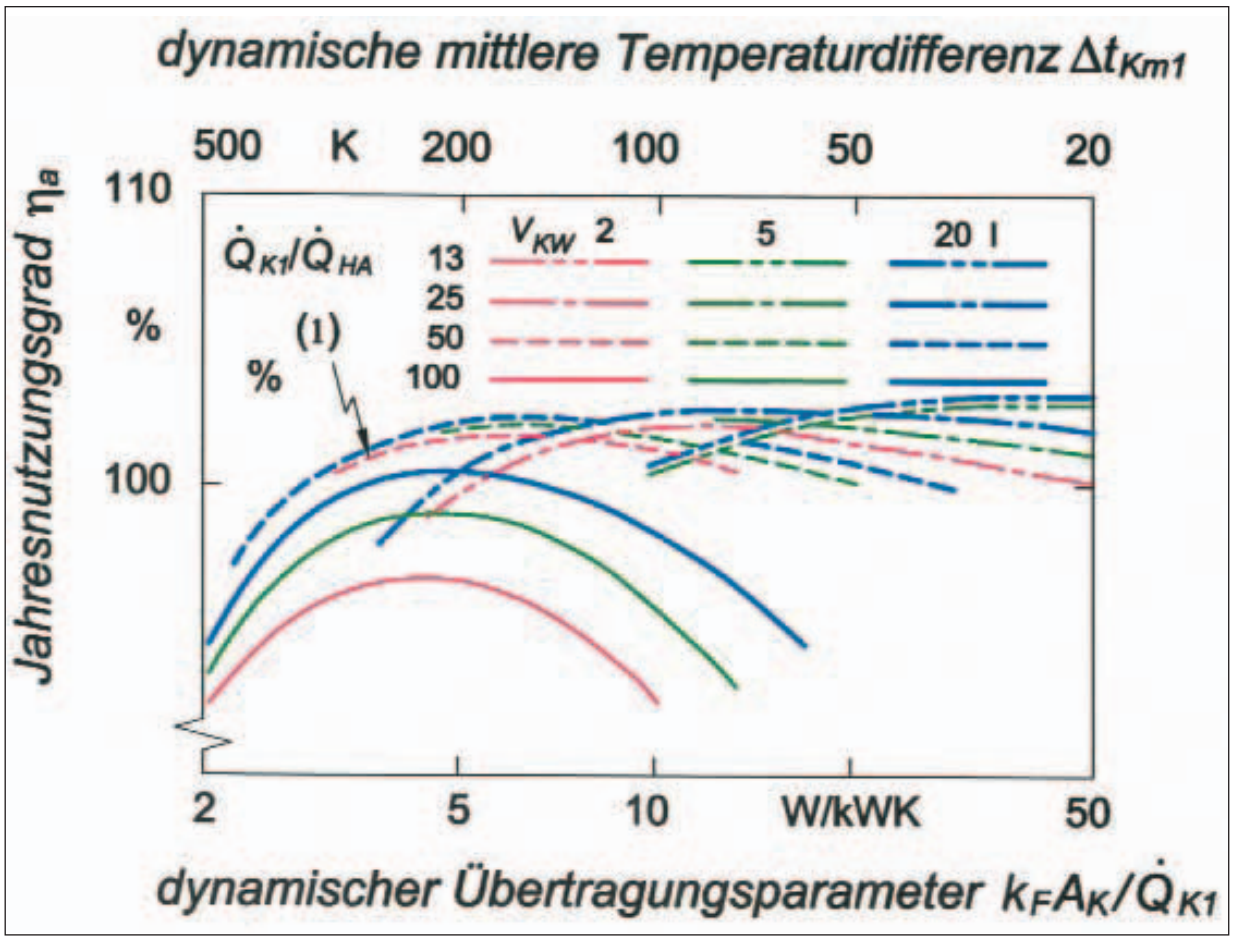
Ein Kriterium für die Kondensatbildung in der Übergangsjahreszeit und damit auf η_a ist die auf $\mathbf{Q_{K1}}$ *bezogene, bei Volllast gemessene Übertragungsfähigkeit* $\mathbf{k_F A_K}$. Große Heizfläche $\mathbf{A_K}$ und hoher Wärmedurchgangskoeffizient $\mathbf{k_F}$ sind nur zu verwirklichen durch große und/oder berippte Heizfläche und folglich mit erhöhtem Material- und Fertigungsaufwand. Zusätzlich steigt die Neigung zu inneren Stillstandsverlusten und zu Verschmutzungen. Eine kleine Brennermindestleistung $\mathbf{Q_{K1}}$ bedingt einen aufwendigeren Brenner, zusätzlich kann bei unzureichender Feuerraumbelastung sogar Ruß entstehen. Dadurch steigen Investition, Störanfälligkeit und Wartungsaufwand des Brenners. $\mathbf{k_F A_K/Q_{K1}}$ gibt also auch einen Hinweis auf die zu erwartenden Fertigungs- und Betriebskosten des Brennwertkessels.

Berechnungsverfahren

Das Simulationsprogramm NUSCH (Nutzungsgrad und Schadstoffsumme) verwendet im wesentlichen integrale Lösungen der Differentialgleichungen für den Wärmetransport, wie sie u.a. auch in *Andreas, Winter, Wolff* [4] zu finden sind. Es verzichtet auf eine Vielzahl von Vorgaben für Gebäude und Nutzerverhalten, wie sie z.B. bei Anwendung der VDI 2067(11) erforderlich sind. Mit hinreichender Genauigkeit lassen sich ermitteln: Thermische und hydraulische Teillast, der Einfluss von Brennerleistung, Heizflächen und Kesselinhalten sowie von der Lage der Brennerschalttemperaturen, die Wirkung von Rezirkulation und eventuell vorhandenem Speicher im Heizkreis. Die Darstellung des Betriebes in Kesselkade ist in Vorbereitung.

Parametervariation

In der Abbildung (S. 128) ist für ein Fallbeispiel der Einfami-lienhausbeheizung der Jahresnutzungsgrad η_a aufgetragen über dem Parameter $\mathbf{k_F A_K/Q_{K1}}$, d.h. also über Kessel/Brenner-Kombinationen zunehmenden technischen und wirtschaftlichen Aufwands. 4 Brenner mit Modulationsbreiten $\mathbf{(Q_{K2}-Q_{K1})/Q_{K2}}$= 40...92%, resultierend aus den 4 gewählten gebäudebezogenen Brennermindestlasten $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}}$, werden mit Heizkesseln unterschiedlicher Übertragungsfähigkeit $\mathbf{k_F A_K}$ (einer Bandbreite von insgesamt ca. 20...200W/K) kombiniert. Neben dem Einfluss von $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}}$ wird auch der des Kesselinhalts



Einfluss der gebäudebezogenen Brennermindestlast $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}}$ und des Kesseinhaltes $\mathbf{V_{KW}}$ auf den Jahresnutzungsgrad bei Zwangsdurchlauf (Heizkreisinhalt $\mathbf{V_{HW}}$ =20 l). (1) = Bezugskurve in nachfolgenden Abbildungen.

$\mathbf{V_{KW}}$ für den kritischen Fall eines kleineren Heizkreisinhaltes $\mathbf{V_{HW}}$ dargestellt.
Das Verhältnis $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}} \approx 100\%$ ist zwar planungsseitig nicht gewollt, entsteht aber nicht selten durch *Überschätzung des Gebäudewärmebedarfs* $\mathbf{Q_{HA}}$ oder *nachträgliche Wärmedämm-Maßnahmen*. Es erfordert mindestens $\mathbf{k_F A_K}$>48W/K, um in etwa das Max-imum des Nutzungsgrades zu erzielen, das nur 99% beträgt. Dieser mäßige Nutzungsgrad rührt daher, dass zunehmende Stillstandsverluste durch häufiges Takten entstehen und die mittleren Übertemperaturen des Heizmediums durch größere erforderliche Schaltdifferenzen Δt_Σ in der Übergangsjahreszeit höher sind. Der Kesselinhalt $\mathbf{V_{KW}}$=20 l ist bei diesem Brenner wegen kleinerer Taktraten deutlich günstiger als die beiden anderen. Diese Unterschiede verschwinden allerdings, wenn ein größerer Heizkreisinhalt $\mathbf{V_{HW}}$ zugrunde gelegt wird.
Die Auslegung mit $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}}$=50% erfordert einen Brenner mit einem Modulationsbereich von 70%. Die erforderliche Übertragungsfähigkeit $\mathbf{k_F A_K}$ beträgt nun etwa 30W/K, also etwa 1/3 weniger als zuvor. Der maximal zu erzielende Nutzungsgrad η_a beträgt 101%. In der Nähe dieser Auslegung ist sicherlich das wirtschaftliche Optimum zu suchen, denn bei $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}}$ =25% und 13% verbessert sich der Nutzungsgrad nur noch geringfügig.

Fazit

Die Ergebnisse der Untersuchung [3] zeigen, dass die lt. Prüfstandmessung gemäß DIN 4702(8) erzielten Brennstoffnutzungsgrade im Betrieb deutlich geringer sein können, wenn Auswahl und Auslegung nicht die nötige Beachtung finden oder äußere dynamische Lasten auftreten. Zusätzlich stellt sich das Problem der in der Planungspraxis bislang nicht ohne weiteres zugänglichen Schalthäufigkeit und Übertemperatur durch Nachhitze.
Die Untersuchung legt zunächst nahe, modulierende Brenner mit einer gebäudebezogenen Brennermindestlast um $\mathbf{Q_{K1}/Q_{HA}} \cong 50\%$ in Verbindung mit einem dynamischen Übertragungsparameter $\mathbf{k_F A_K/Q_{K1}}$ >4...10 W/kWK je nach äußerer dynamischer Last zu verwenden.
Sowohl im Hinblick auf die *Schalthäufigkeit* als auch auf die Bewältigung von *Übertemperaturen* erscheint

für die oben gewählten Randbedingungen ein *Kesselwasserinhalt* $\mathbf{V_{KW}}$ von 2 bis 5 l ausreichend, wenn dadurch der *Druckverlust noch im wirtschaftlichem Bereich* liegt. Voraussetzung ist die geeignete hydraulische und regelungstechnische Schaltung.
Zur Senkung der Taktrate im *Normalbetrieb*, besonders bei *kleinen Kessel- und Heizkreisinhalten*, ist ein *ungeregelter Ballastspeicher* im Heizkreis aller Voraussicht nach kostengünstiger als ein vergrößerter Kesselinhalt.
Bei Heizkreisen, die *länger andauernden Drosselbetrieb* erwarten lassen, sollten in Zwangsdurchlauf geschaltete Heizkessel *kleineren Inhalts* mit *Rezirkulation und Rücklaufvorlage* ausgestattet sein.
Dies gilt in abgeschwächter Form auch für den *kurzzeitigen Drosselbetrieb.*
Die *temperaturgesteuerte Rezirkulation* zeigt durchgehend Vorteile im Vergleich sowohl zum druckgesteuerten Überströmventil als auch zur Zweikreisschaltung mit hydraulischer Weiche. In Verbindung mit einer *Rücklaufvorlage* ist sie auch sinnvoll bei *zu knapp eingestellten Schaltdifferenzen.*
Ballastspeicher und *Rücklaufvorlage* können zwei Funktionen *ein und desselben Speichers* sein.

Literatur

[1] Kunst, B.; Weißenberg, G.; Hedderich, G.:
Jahresnutzungsgrad von Brennwertkesseln, HLH 50 (1999) 6, 36/40 und 7, 48/53.

[2] Weißenberg, G.:
Evaluierung von bestehenden Brennwertsystemen im Raum Wuppertal, Diplomarbeit FH Köln, Versorgungstechnik (1998)

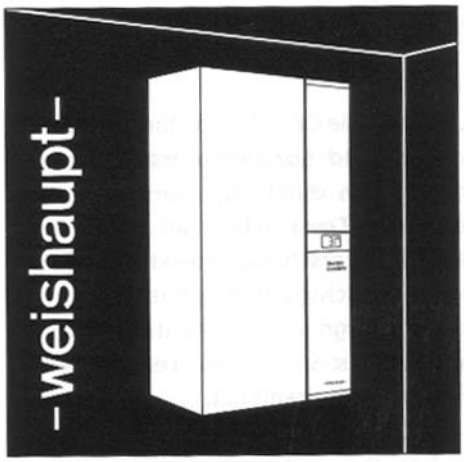
[3] Kunst, B.:
Kostenorientiertes Optimieren von Brennwertkesseln, HLH 51(2000)12, 34/43 und HLH 52(2001)1, 54/58

[4] Andreas, U.; Winter, A.; Wolff, D.:
Regelung heiztechnischer Anlagen, VDI-Verlag (1985)

Symbole, Abkürzungen

$\mathbf{k_F A_K}$	Wärmeübertragungsfähigkeit des Heizkessels
$\mathbf{n_\sigma}$	Jahresschalthäufikgeit
$\mathbf{Q_{HA}}$	Gebäude-Normwärmebedarf
$\mathbf{Q_{K1}}$	Brennermindestlast
$\mathbf{Q_{K2}}$	Brennervolllast
$\mathbf{V_{HW}}$	Inhalt des Heizkreises
$\mathbf{V_{KW}}$	Inhalt des Heizkessels
$\Delta\mathbf{t_{Km1}}$	Kehrwert von $\mathbf{k_F A_K/Q_{K1}}$, treibende Temperaturdifferenz
η_a	Jahresnutzungsgrad

Eine neue Heizung spart Geld und Energie



Weishaupt Thermo Condens – Das zukunftssichere Gas-Brennwertgerät

- Optimale Verbrennungswerte durch O_2-Regelung
- Extrem sparsam (110 % Normnutzungsgrad)
- Beispielhaft niedrige Emissions-Grenzwerte

-weishaupt-

Brenner und Heizsysteme

Niederlassung Köln, Rudolf-Diesel-Straße 22-24
50226 Frechen, Telefon (0 22 34) 18 47-0

WOLF

Technik, die dem Menschen

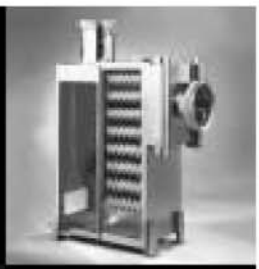
Wolf TopOne Gasbrennwertkessel.
Die Form folgt der Funktion.
Folgen Sie uns zur Heiztechnik der Zukunft.
Denn TopOne erfüllt schon heute alle künftigen gesetzlichen Vorgaben. Auch als Gas- und Ölheizkessel erhältlich.
Infos unter
www.wolf-heiztechnik.de
oder 01805/664422*.

*0,12 €/Min.

§ Mehr Infos zu Umweltrecht und staatlicher Förderung: www.co2online.de

Recitherm® R/NR

Edelstahl – Abgas – Wärmeaustauscher



Brennwertnutzung ist nachrüstbar

Edelstahl – Glattrohr sorgt für Beständigkeit

Die Neutralisation des Kondensats ist immer dabei

Auf Wunsch mit Abgasschalldämpfer

Mehrstufigkeit erhöht Nutzen und Effizienz

Auf über 30 Jahre Brennwerterfahrung ist Verlass

FRÖLING GmbH & Co.
Hoffnungsthaler Straße 41 · 51491 Overath
Telefon 0 22 04/7 20 - 0 · Telefax
0 22 04/7 20 - 338
Internet: http://www.froeling.de
e-mail: info@froeling.de

FRÖLING
HEIZSYSTEME

Neue Medien in Statistik

Prof. Dr. Jutta Arrenberg
e-mail: jutta.arrenberg@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 39 14

Es ist ein Versuch wert, die Grundausbildung Statistik in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften an deutschen Hochschulen durch den Einsatz neuer Medien zu bereichern. Dazu gab es an der Freien Universität Berlin ein Forschungsprojekt, bei dem eine Gruppe von Hochschullehrern gemeinsam mit der Firma Center für Digitale Systeme in Berlin für den deskriptiven Teil der Statistik die Lernsoftware STATISTIK INTERAKTIV entwickelt hat.

Bei dem jetzt in Angriff genommenen Projekt, soll für den induktiven Teil der Statistik eine Lernsoftware entwickelt werden, also für den Begriff Wahrscheinlichkeit, für Erhebungsverfahren, für das Schätzen und Testen. Dieses Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt.

Die Idee des Projekts ist, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, aktiv die Lehrinhalte zu erforschen durch Simulationen, mit Hilfe von Applets, anhand von Beispielen, durch rechnen von Übungsaufgaben oder einfach nur, indem etwas neues ausprobiert wird. Wir versprechen uns davon ein größeres Verständnis für die Zusammenhänge und vielleicht auch etwas mehr Begeisterung für das Fach Statistik.

Industriestandort Köln. *Handelsstadt Köln.* Top-Adresse der *europäischen Medienwirtschaft.* Die Metropole im *Herzen Europas,* idealer *Standort* für *Innovationen.* Hauptsitz *vieler internationaler Unternehmen.* Nutzen Sie die *einzigartige Infrastruktur* Kölns für die *zukünftigen Erfolge* Ihres Unternehmens.

Der Oberbürgermeister Amt für Wirtschafts- und Beschäftigungsförderung
Willy-Brandt-Platz 2 · 50679 Köln · Tel.: 0221/221-25765 · Fax: 0221/221-26686
Wirtschaftsförderung@stadt-koeln.de · www.stadt-koeln.de

Stadt Köln

Erhebung zum Einsatz des Internets im Personalbereich

Prof. Dr. Norbert Scharfenkamp
e-mail: norbert.scharfenkamp@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 34 30

Das Internet revolutioniert seit einigen Jahren die Prozesse innerhalb der Unternehmen und die Beziehungen zu externen Geschäftspartnern (E-Business). Ziel unserer Erhebung war es, herauszufinden, welche Bedeutung das Internet für die Personalbeschaffung deutscher Unternehmen besitzt und welche Erfahrungen die Personalabteilungen mit diesem Medium gemacht haben.

Zu diesem Zweck wurden Ende des Jahres 1999 107 namhafte Dienstleistungs- und Industrieunternehmen unterschiedlicher Größe und Branchen in Deutschland befragt, von denen wir entweder wussten, dass sie auf ihrer Homepage Stellen ausschreiben, oder annahmen, dass sie aufgrund ihrer wirtschaftlichen Entwicklung kontinuierlich Personal suchen. Insbesondere wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- Wie werden Jobbörsen und Homepages in die Personalbeschaffung einbezogen?
- Wie organisieren die Unternehmen Online-Bewerbungen innerbetrieblich?
- Wie schätzen sie Kosten und Zeitersparnis von Online-Bewerbungen ein?
- Welche Aspekte sind aus Sicht der Personalabteilungen bei der Gestaltung ihrer Homepage wichtig?

47 Unternehmen beteiligten sich an der Erhebung, was einer für derartige Befragungen hohen Rücklaufquote von knapp 44 % entspricht. Die Unternehmen, die an der Befragung teilnahmen, gehörten zu unterschiedlichen Branchen, wobei die Dienstleistungsunternehmen (30 Unternehmen = 63,8 %) und darunter die Finanzdienstleister überwiegen. Auch die Mitarbeiteranzahl der antwortenden Unternehmen war sehr breit gefächert. Diese Ausprägungen der beiden Klassifizierungsmerkmale lassen erwarten, dass die Ergebnisse zwar im statistischen Sinne nicht repräsentativ für die deutschen Unternehmen sind, aber recht gute Anhaltspunkte dafür liefern, wie

GRÜNENTHAL ist ein unabhängiges, forschendes und international tätiges Pharmaunternehmen. Unsere Präparate nehmen Spitzenstellungen in ausgesuchten Indikationsgebieten ein. Die Zukunftssicherung durch innovative Forschung ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Unternehmenspolitik.

Die hohe Qualität unserer Arzneimittel ermöglicht deren weltweite Vermarktung. Unsere Schwerpunktmärkte sind Europa und Lateinamerika. Andere attraktive Märkte erschließen wir durch Partnerschaften.

Der Schlüsselfaktor des Unternehmenserfolges sind unsere Mitarbeiter, die sich und das Unternehmen mit Selbstverantwortung und hohem Engagement nach vorne bringen. Wir begleiten Sie aktiv, fördern Sie individuell und gewähren Ihnen Freiräume.

Jungen Studenten/innen und Hochschulabsolventen bieten wir vielseitige Möglichkeiten, ihre Zukunft bei Grünenthal zu gestalten.

GRÜNENTHAL GMBH
52088 Aachen
Postfach 50 04 44

www.grunenthal.com

GRÜNENTHAL

die Personalabteilungen deutscher Unternehmen das Internet bei der Personalbeschaffung nutzen und bewerten.

Die wichtigsten Ergebnisse der Erhebung waren:

- Entsprechend unseren Erwartungen setzen die ausgewählten Unternehmen tatsächlich das Internet stark für die Personalbeschaffung ein. Alle drei Wege der Online-Personalbeschaffung (Stellenausschreibung auf der eigenen Homepage oder in Jobbörsen und Personalsuche in Jobbörsen), nach denen wir gefragt hatten, werden beschritten, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß.
  Die Ergebnisse unserer Untersuchung deuten darauf hin, dass das Internet bei der Personalbeschaffung insbesondere für den ersten Kontakt zwischen Unternehmen und Stellen suchenden Personen, wenn auch in (noch) deutlich geringerem Umfang als die Printmedien, von Bedeutung ist:
  Auf der einen Seite informieren die Unternehmen im großen Umfang insbesondere über ihre freien Stellen und beschaffen sich – wenn auch in geringerem Ausmaß – Informationen über Stellen suchende Personen. Auf der anderen Seite greifen die Stellen suchenden Personen die Informationen der Unternehmen über freie Stellen auf, wie die Rückläufe auf Stellenanzeigen auf der Homepage sowie die Anzahl der Pagevisits zeigen. Dagegen wird das Internet von den Stellen Suchenden für den daran anschließenden Geschäftsprozess „Bewerbung“ in deutlich geringerem Ausmaß genutzt.

- Die Antworten auf unsere Fragen zur internen Organisation der Online-Bewerberadministration stützen weitgehend die Behauptung, dass das Internet zur Zeit mehr zur Information als zur Effizienzsteigerung der Bewerberadministration eingesetzt wird. Die Anforderung von Papierbewerbungen auch bei bereits vorliegenden Online-Bewerbungen, die geringe Anzahl der Personalbereiche, die Online-Bewerbungsbögen einsetzen und die Art der internen Weiterverarbeitung dieser Bögen sind Anzeichen dafür, dass die Personalabteilungen die Kostensenkungspotentiale, die sich durch das Medium „Internet“ für die Personalbeschaffung ergeben, vielfach (noch) nicht nutzen.

- Die Antworten der Personalabteilungen auf unsere Fragen zu den Kosten zeigen zunächst, dass der Einsatz des Internet die Kosten der Personalbeschaffung im Regelfall nicht erhöht. Die Mehrheit (51,1%) aller Antwortenden schätzt sogar die Einsparungen als nicht gering ein. Allerdings ist lediglich nur etwa jedes fünfte Unternehmen, das an der Umfrage teilgenommen hat, der Auffassung, dass die Zeit- und Kosteneinsparung, die mit der Online-Personalbeschaffung verbunden ist, hoch ist.

- Die von uns befragten Unternehmen sahen folgende Gestaltungsaspekte für eine effektive Homepage und folgende abteilungsinterne Maßnahmen für die Bewerberadministration als wichtig an.

Abb. 12:
Wie schätzen Sie folgende Aspekte für eine effektiv gestaltete PA-Homepage ein?

	Anzahl der Nennungen			Rang
	groß	mittel	gering	Nr.
a) Inhalt der Homepage				
- Stellenangebote für alle Unternehmensbereiche	37	7	4	1.
- Angebot an Praktikantenplätzen und Diplomarbeitsthemen	32	8	5	2.
- Informationen über Personalbereich, Mitarbeiter/Personalphilosophie	26	12	8	3.
- Hinweise auf Informationsveranstaltungen des Unternehmens	23	17	6	4.
- Datenschutzmaßnahmen für Online-Bewerber	21	16	9	5.
- Beschreibung und Angebot von Ausbildungsplätzen	20	18	7	6.
- Darstellung des Angebotes an internen Personalentwicklungsmaßnahmen	19	16	8	7.a
- Ausführliche Online-Bewerbungsbögen	18	16	11	7.b
- Aufführung der am meisten gestellten Fragen (FAQs)	7	20	17	12.a
- Darstellung der vom Unternehmen angebotenen Sozialleistungen	6	18	21	14.
b) Abteilungsinterne Maßnahmen				
- Investition in neue Bewerberabwicklungsprogramme	15	16	13	9.a
- Einrichtung von Online-Bewerber-Datenbanken	14	19	10	9.b
- PE-Maßnahmen für Mitarbeiter im Personalbereich auf dem Gebiet 'Internet'	9	24	13	11.
- Spezieller Einsatz von Personal für Online-Bewerberadministration	9	15	21	12.b

Auch bei diesen Antworten zeigt sich, dass das Internet zur Zeit mehr zur Information als zur Effizienzsteigerung der Bewerberadministration eingesetzt wird. Ausführliche Online-Bewerbungsbögen rangieren erst auf Platz 7, Investition in neue Bewerberabwicklungsprogramme sowie die Einrichtung von Online-Bewerber-Datenbanken nehmen den 9. Platz ein und die Aufführung der am meisten gestellten Fragen (FAQs) rangiert auf dem letzten Platz.
Die Ergebnisse der Erhebung zeigen, dass sich die Anteile in Zukunft zu Lasten der Papier- und zu Gunsten der Online-Bewerbungen verschieben werden, sofern sich die bisherige Entwicklung fortsetzt. Auf absehbare Zeit jedoch wird es ein Nebeneinander von traditioneller und Internet-gestützter Bewerberadministration geben. Auf die Frage, „Haben Sie vor, in nächster Zukunft ihre Bewerberadministration komplett über das Internet abzuwickeln?“ antworteten 42 von 47 Personalbereichen (89,4 %) mit „nein“, allerdings auch 5 Personalbereiche mit „ja“, darunter zwei Unternehmen der EDV-Branche.
Die Ergebnisse der Erhebung wurden in der Zeitschrift Personalwirtschaft, Nr. 9, 2000, S. 49-54 veröffentlicht. Die Langfassung der Erhebungsergebnisse kann unter der Adresse norbert.scharfenkamp@fh-koeln.de angefordert werden.

Kürzung des Vorwegabzugs bei Versorgungszusagen an beherrschende Gesellschafter-Geschäftsführer von Kapitalgesellschaften[1]

Prof. Dr. Oskar Goecke,
e-mail: oskar.goecke@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 32 80

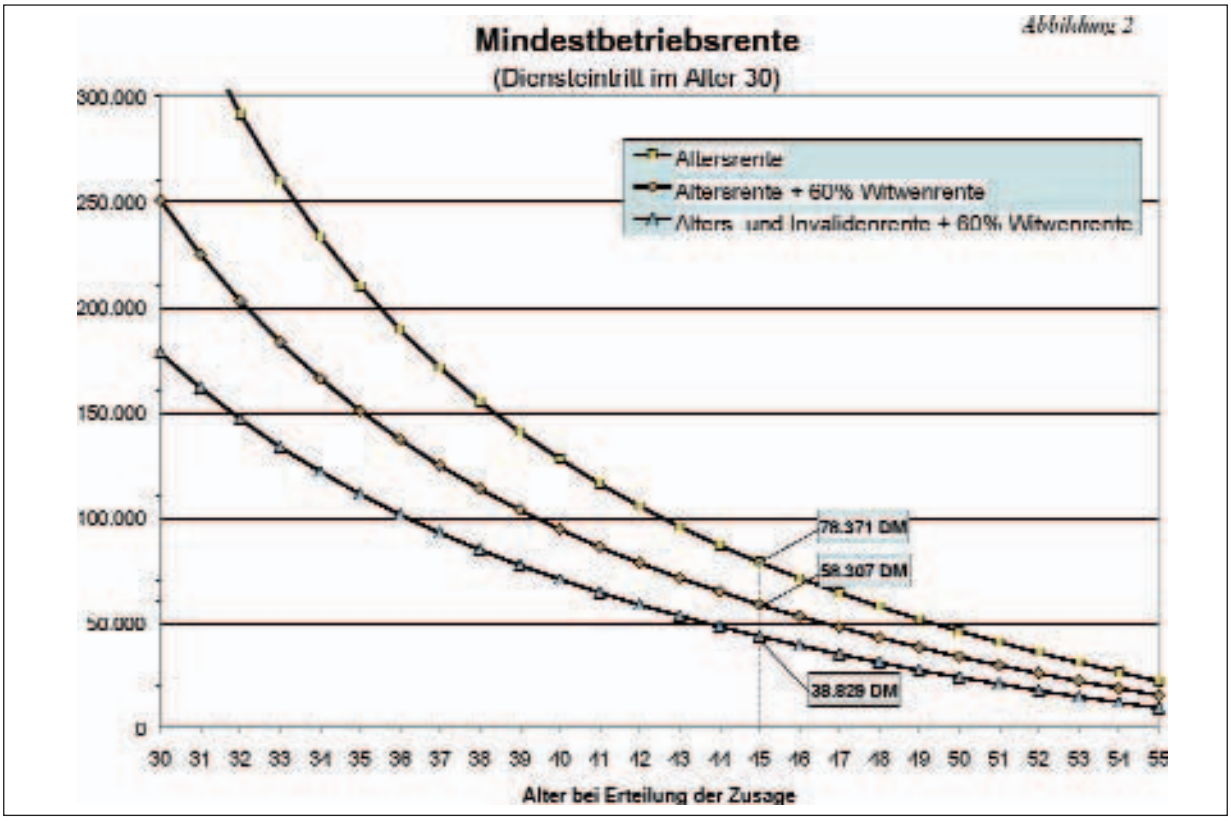
Problemstellung

Insbesondere bei nicht in der Gesetzlichen Rentenversicherung pflichtversicherten Gesellschafter-Geschäftsführern einer GmbH (GGF) führt die Erteilung einer unmittelbaren Versorgungszusage zu einer Kürzung des Vorwegabzugs. Dadurch können die steuerlichen Vorteile einer Versorgungszusage (Rückstellungsbildung nach § 6a EStG) unter Umständen überkompensiert werden. Auf dieses Problem wird in der Fachliteratur stets hingewiesen, jedoch findet man nirgends zuverlässige Anhaltspunkt, unter welchen Umständen eine Vorsorge im Privatbereich günstiger ist als eine betriebliche Versorgung[2]. Auch in den Standardangebotsprogrammen zur GGF-Versorgung der Lebensversicherer wird dem Problem der Kürzung des Vorwegabzugs zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt[3].

Ziel der durchgeführten Untersuchung ist es, Anhaltspunkte für die richtige Entscheidung *private* oder *betriebliche* Altersversorgung herauszuarbeiten. Es stellt sich heraus, dass gerade bei jungen Gesellschafter-Geschäftsführern eine unmittelbare Versorgungszusage in aller Regel ungünstiger ist als eine Versorgung im Privatbereich.

Vorwegabzug nach § 10 Absatz 3 EStG

Der Vorwegabzug für Vorsorgeaufwendungen in Höhe von 6.000 DM (bzw. 12.000 DM bei Zusammenveranlagung) wird bei sozialversicherungspflichtigen Arbeitnehmern um 16% des Bruttogehalts gekürzt[4]. Auch bei nicht pflichtversicherten Arbeitnehmern kommt es zu einer Kürzung des Vorwegabzugs, wenn der Arbeitnehmer *„im Zusammenhang (mit seiner Berufstätigkeit) auf Grund vertraglicher Vereinbarung Anwartschaftsrechte auf eine Altersversorgung ganz oder teilweise ohne eigene Beitragsleistung erworben hat"*[5]. Diese Situation ist typischerweise bei einem beherrschenden GGF gegeben[6], wenn er in seiner Funktion als Geschäftsführer der GmbH eine unmittelbare Versorgungszusage erhält. Unterstellt man einen Steuersatz von 50%, so führt der „Fortfall" des Vorwegabzugs zu einer steuerlichen Mehrbelastung von jährlich 3.000 DM bzw. 6.000 DM (bei Zusammenveranlagung) – und das unabhängig von der Höhe der zugesagten Versorgung!



Ergebnis

Die Ergebnisse zeigen, dass die in der Praxis gängigen „Daumenregeln" („mindestens 3.000 DM monatlich", „Zusage erst ab Alter 40" usw.) völlig unbrauchbar sind. Der „Erstrückstellungs-Effekt" wird auch von erfahrenen Praktikern häufig weit überschätzt. Man muss sich stets vor Augen halten, dass die Rückstellungsbildung kein Steuergeschenk darstellt. Die genaue Analyse ergibt, dass die Mindestbetriebsrente, also der Betrag, der mindestens zugesagt werden sollte, entscheidend vom Alter des Versorgungsberechtigten und von der Art der Zusage abhängt (siehe Abbildung 2).

[1] Die Ergebnisse wurden veröffentlicht; Goecke, Oskar: Lohnt sich eine unmittelbare Versorgungszusage, wenn hierdurch der Vorwegabzug gekürzt wird?, in: DStR 2000, S. 172- 176.

[2] vgl. Lutz/Langohr-Plato: Geschäftsführer Altersversorgung, 7. Auflage, 1994, S. 40; Höfer: BetrAVG, Band II, 3. Auflage, S. 907; Doetsch: Steuerliche Behandlung von Versorgungszusagen an (Gesellschafter-) Geschäftsführer einer GmbH, 1997, S. 75.

[3] Vgl. Testergebnisse der Zeitschrift DM, Dezember 1997, S. 42.

[4] § 10 Abs. 3 EStG i.V.m § 3 Nr. 62 EStG. Ab einem Bruttogehalt von 37.000 DM (75.000 DM bei Zusammenveranlagung) wird also der Vorwegabzug auf Null gekürzt; daher spricht man häufig auch von einem „Fortfall" des Vorwegabzugs.

[5] § 10 Abs. 3 Nr. 2 Buchst. a) EStG i.V.m. § 10c Abs. 3 Nr.2 EStG.

[6] Auch minderbeteiligte GGF sind u. U. nicht sozialversicherungspflichtig; vgl. z. B. Winkler, DStR 1997, S. 289

Die kreditfinanzierte private Rentenversicherung

Prof. Dr. Oskar Goecke,
e-mail: oskar.goecke@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 32 80

In Zeiten, in denen das Thema Altersvorsorge in der Öffentlichkeit sehr präsent ist, sind Modelle, die eine (vermeintlich) sichere Altersvorsorge mit einem (vermeintlich) deutlichen Steuervorteil verbinden, sehr gefragt.

Anlass für die durchgeführten Untersuchungen waren Anfragen, die von außen an den Fachbereich Versicherungswesen herangetragen wurden und die teilweise aggressive Werbung, die einzelne Anbieter für ihre Produkte betrieben haben. Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden in einem Aufsatz [1] veröffentlicht und so dem Fachpublikum vorgestellt. Eine weitere Untersuchung, eher populärwissenschaftlich, erfolgte für die Wirtschaftszeitschrift CAPITAL (Heft 4, 1999).

Die Darstellung hier orientiert sich an der Veröffentlichung in DStR 1998. Ausgangspunkt für die Untersuchung ist ein „Steuersparmodell" der Schneegruppe GmbH, Lüneburg, die dieses Produkt unter dem Namen „Sicherheits-Kompakt-Rente" (SKR-Modell) vertreibt. Das SKR-Modell steht jedoch stellvertretend für eine ganze Reihe ähnlich konstruierter Modelle.

Die Kernelemente des Modells sind der Abschluss einer sofort beginnenden Leibrente sowie ein Darlehensvertrag zur Finanzierung der Einmalprämie für die Leibrente. Der Darlehensvertrag ist dabei tilgungsfrei, d. h. es werden lediglich die laufenden Zinszahlungen geleistet; die eigentliche Tilgung erfolgt nach 10-20 Jahren. Die Tilgung wird wiederum durch einen zweiten Versicherungsvertrag („Tilgungsversicherung") finanziert. Die Darlehnzinsen werden nach dem Modell aus den laufenden Rentenzahlungen, der Steuerersparnis und einen Eigenbeitrag gezahlt. Die Rentenzahlung müssen mit dem Ertragsanteil versteuert werden [2]. Je nach Ausprägung des Modells werden weitere Darlehens- und Versicherungsverträge eingeschlossen.

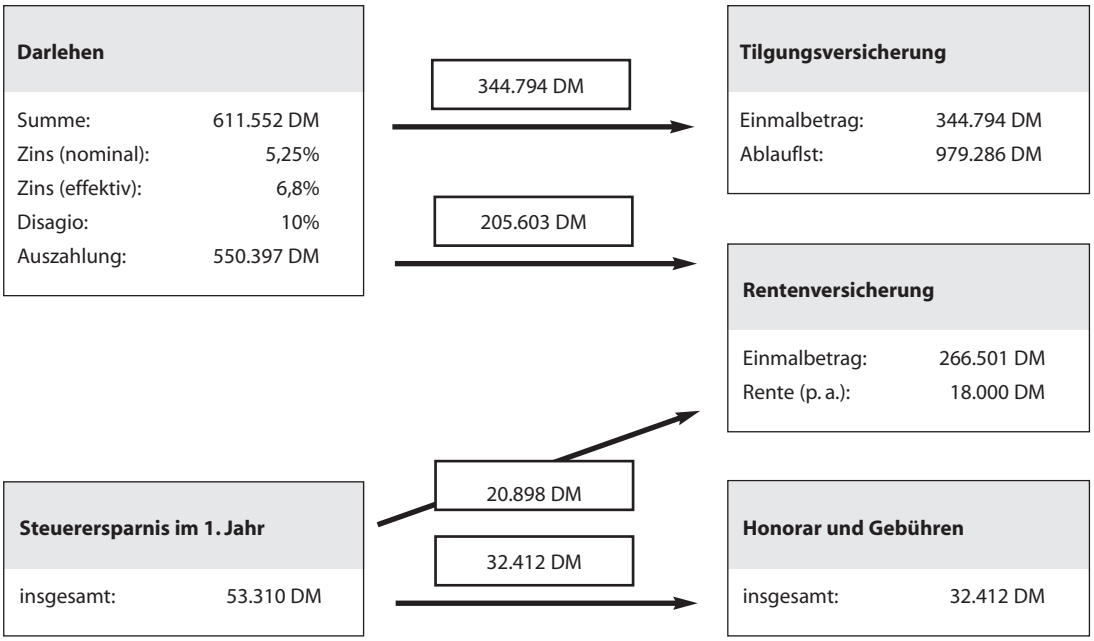


Abbildung: Die Komponenten des SKR-Modells

Die obige Tabelle enthält eine vereinfachte Darstellung der Geldströme[3]. Das System ist in jedem Fall komplex und für einen Laien kaum durchschaubar.

Steuerliche Behandlung

Vermarktet wird dieses und ähnliche Modelle mit dem Argument der Steuerersparnis. Um diese Steuerersparnis verwirklichen zu können, müssen Zinsen, Disagio, Honorar und Gebühren als Werbungskosten nach § 9 EStG anerkannt werden. Hierzu ist es erforderlich, dass der Steuerpflichtige eine „Einkommenserzielungsabsicht" nachweisen kann. Die Einkommenserzielungsabsicht wird i.d.R. dadurch belegt, dass der Steuerpflichtige einen „Totalerfolg" nachweisen kann. Hierbei muss er zeigen, dass die Summe aller steuerpflichtigen Einnahmen insgesamt höher ist als die Summe der Werbungskosten[4]. Ein Totalüberschuss ist dann zu bejahen, wenn nicht nur der Steuerpflichtige subjektiv dies so sieht, sondern dies auch anhand objektiver Merkmale nachweisbar ist.

Rentabilität

Um eine realistische Einschätzung des Modells möglich zu machen, müssen Kosten und eine angemessene Zinsmarge zwischen Soll- und Habenzinsen berücksichtigt werden. In der Studie wird belegt, dass unter realistischen Annahmen durch ein solch kompliziertes Modell keine hohen Renditen zu erzielen sind. Der Erfolg hängt ganz entscheidend von der individuellen Lebenserwartung ab. Unterstellt man die Sterblichkeit der Allgemeinen Deutschen Sterbetafel (ADSt 86/88), so zeigt sich, dass in einem Drittel der Fälle die Steuerpflichtigen insgesamt eine negative Rendite erwirtschaften; d.h. es handelt sich um ein Verlustgeschäft.

Risiken des Modells

Um eine höhere Rendite zu erzielen ist die Absicherung des Darlehns durch die Tilgungsversicherung bereits bei Abschluss knapp bemessen. Das heißt, die Kapitalabfindung reicht nur mit den Überschüssen zur Tilgung aus. Es zeigt sich, dass die von den Anbietern vorgelegten Modellrechnungen in dem Sinne geschönt sind, dass davon ausgegangen wird, dass die Verzinsung der Lebensversicherungsverträge höher als der Darlehenszins ausfällt. Dies kann zwar vorübergehend der Fall sein, jedoch niemals für einen Zeitraum von 10, 20 oder 30 Jahren. Im Modell wird nachgewiesen, dass die eigentliche Steuerersparnis eher bescheiden ausfällt. Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass derartige Modelle spekulativen Charakter haben.

[1] Goecke: Finanztechnische Analyse einer kreditfinanzierten privaten Rentenversicherung, DStR 1998, S. 866- 872.
[2] Vgl. § 22 Abs. 3 EStG
[3] Die Zahlen stammen aus dem Jahre 1998 und wurden einem konkreten Angebot entnommen.
[4] BFH Urteil vom 15.12.99 X R 23/95, BStBl. 2000 II S. 267. FG Düsseldorf EFG 1995 S. 25

Großformatige LED Displays für den Außenbereich

Prof. Dr. H. Bärwolff
e-mail: baerwolf@advm2.gm.fh-koeln.de
Tel.: +49 22 61 / 81 96-2 83 / 3 05

Die Fa. PWM in Bergneustadt ist Marktführer im Bereich elektronischer Preisanzeigen. Hier werden insbesondere bei den großformatigen Anzeigen mit Digitgrößen bis ca. 30 cm Höhe elektromechanische Elemente eingesetzt. Die rasante Weiterentwicklung optoelektronischer Anzeigeelemente legt eine Umstellung auf neue Technologien nahe. Die Aufgabe der Studie bzw. des Projektes ist es diese Möglichkeiten zu untersuchen und einen oder mehrere Lösungsvorschläge zu unterbreiten. Eine Reihe von wichtigen Kriterien, wie Umgebungseinflüsse, Kosten, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit verdienen besondere Beachtung. Im wesentlichen sind 7-Segment-Anzeigen für die beschriebene Anwendung ausreichend. Besonders erwähnt werden muss die Tatsache, dass es sich um großflächige Anzeigen unter Tages- und Nachtbedingungen handelt. Damit ist der „Worst Case" mit intensiver und schräg einfallender Sonneneinstrahlung vorgegeben. Unter diesen Bedingungen und dem Aspekt der Sichtbarkeit können sich nur noch wenige Verfahren behaupten. Des weiteren soll der optische Wahrnehmungswinkel horizontal möglichst groß sein. In der Vertikalen kann dieser Winkel eingeschränkt werden. In der Praxis wird man hier immer einen Kompromiss eingehen müssen. Es sind derzeitig eine Reihe von Verfahren der Displaytechnik auf dem Markt verfügbar:

1) Auf der Basis von lichtemittierenden Dioden (LED's)

2) LCD-Anzeigeelemente
(Flüssigkristall-Anzeigeelemente)

3) Diverse andere Verfahren
(Projektion, Feldemission, Fluoresezens, etc.)

Die einzelnen Verfahren entwickeln sich sehr schnell, hier sei auf die letzten Konferenzen zu Displaytechniken und das Internet verwiesen. Aus einer Reihe von Gründen, kommen nur LED-Displays oder LCD in Betracht. Was letztere betrifft sind sie großflächig verfügbar und auch die Sichtbarkeit unter Tageslichtbedingungen ist ausreichend. Das entscheidende Kriterium ist hier der Kostenrahmen. Darüber hinaus bereitet der Einsatz bei negativen Temperaturen im Außenbereich Probleme. Diese Displaytechnik wurde damit nicht in die weiteren Recherchen eingeschlossen. Die diversen anderen Verfahren entfallen für diese Anwendung sowieso. Die Recherchen werden sich also auf unterschiedliche LED Displays konzentrieren. Es sei hier auf die Gliederung der umfangreichen Studie verwiesen:

1) Aufgabenstellung
2) Diskussion von möglichen Verfahren
3) Anthropozentrische Aspekte der Anzeige
4) Eingrenzung auf LED-Displays
   4.1 Stand der Forschung zu LED's
   4.2 Sieben-Segment- Displays
      4.2.1 Recherche zur Verfügbarkeit/Kosten
   4.3 Dot-Matrix-Displays
      4.3.1 Recherche zur Verfügbarkeit/Kosten
      4.3.2 Überlegungen zur geometrischen Anordnung
      4.3.3 Lösungsvorschläge
   4.4 Der Einsatz von diskreten LED's
      4.4.1 Hersteller von UHB-LED's
      4.4.2 Beschaffungskonditionen
      4.4.3 Lösungsvorschläge
5) Aspekte der Ansteuerelektronik
6) Zusammenfassung
7) Ausblick

Am erfolgversprechendsten ist der Einsatz von asymmetrischen quaternären LED-Strukturen. Hier konnte durch diverse Untersuchungen eine Eingrenzung vorgenommen und erste Testmessungen durchgeführt werden. Auf der Basis der Ergebnisse wurde ein erster Prototyp erstellt.

Strahlungssensoren für ionisierende Strahlung aus amorphem Silizium

1.1 Problemstellung

Das Labor für Analog- und Optoelektronik des Fachbereiches Elektrotechnik der Fachhochschule Köln entwickelt Strahlungssensoren für den Nachweis ionisierender Strahlung. Der Schwerpunkt dieser Entwicklung liegt im Bereich der Halbleitersensoren auf der Basis von monokristallinem Silizium. Hier besteht eine sehr enge Kooperation mit den Firmen Silicon-Instruments und Silicon-Vision. In Zusammenarbeit mit diesen Firmen konnten verschiedene Sensorsysteme für industrielle und medizinische Applikationen vorgestellt werden. Es sei hier nur die Entwicklung einer intraoperativen Gamma-Sonde für die Diagnose und Therapie von Tumoren in der Medizin erwähnt. Im Bereich der Medizin besteht eine starke Nachfrage nach derartigen Systemen mit steigender Markttendenz. Die Schwerpunkte der Laborarbeiten liegen speziell in der Entwicklung der Elektronik und der Anpassung an die Sensoren, sowie in der Berechnung, Simulation und Modellbildung von Detektorsystemen. Das Labor konnte eine Reihe

von Beiträgen zu diesen Themen auf internationalen Konferenzen und Fachmessen vorstellen. Für die viele Anwendungen wäre die Verwendung von amorphen Silizium-Strukturen von großem Interesse. Insbesondere die von der U-GH Siegen am IHE entwickelte TFA-Technologie könnte eine Reihe von neuen Applikationen erschließen. Diese Möglichkeiten sind zu erforschen, zumal bisher keine nennenswerten technischen Applikationen in diesem Bereich vorliegen.

1.2 Zielsetzung

Als Detektoren werden heute in der Strahlungssensorik vorwiegend Halbleiterbauelemente wie PIN- oder Avalanche- Dioden auf der Basis monokristallinen Siliziums eingesetzt. Amorphes Silizium (Si) besitzt eine Reihe von Vorteilen gegenüber herkömmlichen monokristallinen Si, die es für den Nachweis von ionisierender Strahlung in vielen Bereichen prädestinieren. Das ist zum einen die geringere Anfälligkeit gegenüber Strahlenschädigung durch die weitestgehende statistische Atomanordnung. Zum anderen besteht im UV-Bereich eine erhöhte Absorptionsfähigkeit. Das Maximum der Sensitivität liegt bei ca. 550 nm. Das ist insbesondere für die Auslese von szintillierenden Fasern interessant. Die Fa. Bicron bietet eine Reihe von Fasern an, die in diesem Bereich emittieren und mit denen Erfahrungen vorliegen. Für die Strahlungssensorik eine weitere bedeutsame Eigenschaft ist die geringere Dunkelstromabhängigkeit von amorphen Silizium. Der Dunkelstrom selbst ist auch etwas geringer, was einen Vorteil für die Elektronik bedeutet. Der dynamische Bereich des Photostroms ist für beide Materialien vergleichbar und liegt in der Größenordnung von 100 dB. Ein Nachteil des amorphen Siliziums ist das schlechtere Zeitverhalten, bedingt durch die geringeren Beweglichkeiten der Ladungsträger.

Weiterhin kann man relativ problemlos größere Flächen mit amorphen Silizium erzeugen, was im Zusammenhang mit der Entwicklung von ortsauflösenden Detektoren und großflächigen Solarzellen wichtig ist. Auch die Herstellung von amorphen Avalanche-Dioden, mit einem intrinsischen Verstärkungseffekt sollte möglich sein. Das wird auch einer der Schwerpunkte der Entwicklungen sein.

1.3 Vorgehensweise

Der Einsatz von amorphen Silizium als Bildsensoren im optischen Bereich ist technischer Standard. Es sei hier nur an die Sensoren der Fa. Si-Vision, die in Zusammenarbeit mit dem Institut für Halbleiterelektronik der U-GH Siegen entwickelt wurden, erinnert. Dabei wird ein Dünnschichtsystem aus amorphen Silizium in einer PECVD-Anlage (Plasma enhanced chemical vapor deposition) auf einem kristallinen ASIC abgeschieden. Diese Technologie bietet damit eine sehr rauscharme Verstärkung auf dem Chip.
Man kann im wesentlichen 3 Effekte zum Teilchennachweis ausnutzen: Direkte Strahlenabsorption in einer amorphen Si-PIN-Diode, Auslese eines Szintillators durch eine amorphe Diode und direkte Strahlungsabsorption in der Diode mit Schwermetalldotierung.
Alle 3 Verfahren sind zu untersuchen, entsprechende Teststrukturen sind herzustellen und ausfürlich hinsichtlich ihrer Effektivitäten zu vermessen und am Strahl zu testen.
Der Bereich der Detektierung ionisierender Strahlung auf amorpher Basis, ist wie bereits erwähnt, weitestgehend unerschlossen. Hier setzt das Thema mit der Entwicklung von Strahlungssensoren für ionisierende Strahlung auf amorpher Basis an. Insbesondere im Bereich der Nuklearmedizin, der Umweltanalytik, der Materialprüfung und im wissenschaftlichen Bereich besteht für diese Sensoren ein breites Anwendungsfeld.

1.4 Stand der Forschung (national, international, State of the Art)

Zum Einsatz von amorphen Strukturen ist einiges in der Literatur bekannt. Im größeren Maßstab ist amorphes Silizium aber nicht eingesetzt worden. Dennoch sind die Ansätze erfolgversprechend, was auch durch die ersten gemeinsamen Untersuchungen mit der U-GH Siegen bestätigt wird. Arbeiten sind im wesentlichen an der Universität von Kalifornien in Berkeley durch Perez-Mendez und andere geführt worden. Es sollen hier nur die wichtigsten Arbeiten aus der Literatur, Konferenzbeiträgen und Internetrecherche vorgestellt werden. Untersuchungen in dem Bereich der Detektion von Brems-, Gamma- bzw. Röntgenstrahlen wurden bisher insbesondere am Department of Radiation Oncology der Universität Michigan durchgeführt[1]. In diesem Aufsatz sind zeitabhängige Messungen mit einem gepulsten 6 MeV-Strahl an Proben unterschiedlicher i- und p-Schichtdicken zu finden. Allen diesen Aufsätzen ist gemeinsam, dass die notwendige i-Schicht der pin-Struktur lediglich im Bereich von etwa 1 µm liegt. Im Zusammenhang mit der Gamma-Strahlung ist auch der Aufsatz von O. Imagawa et al. zu nennen. In diesem Aufsatz wird zwar keine pin-Struktur beschrieben, er geht jedoch auf physikalische Grundlagen ein und vergleicht die Strahlungseffekte mit dem aus dem sichtbaren Wellenlängenbereich bekannten Staebler-Wronski-Effekt.

Wichtige Vorarbeiten bei der Detektion ionisierender Strahlen wurden auch am Lawrence Berkely Laboratory der Universität California in Berkeley durchgeführt. Dort begann man mit dem Versuch, Alpha-Strahlen zu detektieren. Die Diodendicken bei diesen Messungen lagen zwischen 2 µm und 15 µm. Ein Jahr später konnte dieses Institut Messungen mit Protonenstrahlen veröffentlichen. Hier ist insbesondere die Aussage, dass bei einer 10 µm dicken Struktur Partikel mit einem dE/dx von bis hinab zu 28 keV/µm zu detektieren sind, zu nennen. Hier wurden Detektordicken von 50 µm bis 70 µm gewählt. Das Problem der niedrigen Aufwachsraten wurde in einem Aufsatz von 1995 beschrieben. Durch Zugabe von Helium zum Silan erreichten sie eine doppelt so hohe Aufwachsrate. Das Team von B. Equer versuchte α-Strahlen mit Detektoren von lediglich 2 bis 5 µm Dicke zu detektieren. Die Quanteneffizienz lag jedoch mit 2% bis 15% sehr niedrig. Untersuchungen zu den Auswirkungen von Alpha- und Neutronenstrahlen wurden auch von Rose et al. durchgeführt. Diese Untersuchungen sind jedoch nur indirekt zu übertragen, da sie an Speicherzellen aus amorphem Silizium durchgeführt wurden. Für dieses Projekt ist weiter eine Recherche zum Avalanche Effekt bei amorphen pin-Dioden durchgeführt worden. Auch hier fiel das Ergebnis sehr mager aus. Lediglich zwei Aufsätze konnten gefunden werden. Beide beschreiben, dass durch Variation des Bandabstandes bei dem Abscheiden der Diode ein Avalanche-Effekt erreicht werden kann.

1.5 Nachweisliche Innovation

Großflächige Halbleiterdetektoren mit guter Auflösung und einer hohen Zuverlässigkeit sind schwer herzustellen. Insbesondere beim Einsatz in Bereichen mit großen Bestrahlungsdosis treten sehr schnell Alterungseffekte auf, die die Funktion des Detektors beeinträchtigen oder ihn unbrauchbar machen. Die Kristallstruktur des Si-Gitter wird durch verschiedene Effekte gestört. Die amorphen Strukturen hingegen werden durch Deposition aus der Gasphase auf einem Substrat abgeschieden. Die dadurch bedingte statistische Atomanordnung verringert die Strahlungsanfälligkeit. In Verbindung mit der relativ einfachen Herstellung größerer Flächen (für Solarzellen interessant) impliziert das, wie bereits erläutert, eine Reihe von Vorteilen. Zusammen mit den ersten positiven Tests wird die Aufnahme von Untersuchungen nahegelegt. Das ist insbesondere bei der dürftigen Verwertungslage dieser Technologie im Bereich ionisierende Strahlung interessant. Damit könnte diese Technologie in der Nuklearmedizin, der Materialforschung und angrenzenden Gebieten Fuß fassen. Es würde sich ein sehr großer Markt auftun. Besondere Bedeutung kommt auch hier wieder der TFA-Technologie zu. Es wäre insbesondere ein anstrebenswertes Ziel einen amorphen Sensor mit einer Auflösung besser 500 eV zu entwickeln.

1.6 Beabsichtigte Veröffentlichungen (wann, wo?)

Es sind eine Reihe von Veröffentlichungen in mehreren Zeitschriften geplant. So in „Nuclear Instruments and Methods“, in den „IEEE-Transactions“ und der „Elektronik“. Der Zeitpunkt für das Einreichen ist das 4. Quartal 2001. Weiterhin sind mehrere Konferenzbeiträge geplant. So im San Miniato Workshop für Detektorentwicklung 2001 und auf der Photonics Conference in Paris 2002. Die Produkte sollen weiterhin auf Fachmessen präsentiert und vermarktet werden.

2. Vorstellung der einzelnen Partner

Im Rahmen der Themenbearbeitung ist eine enge Kooperation mit dem Institut für Halbleiterelektronik der U-GH Siegen und der Fa. Si-Vision in Siegen geplant. Die Uni Siegen hat die notwendigen apparativen Voraussetzungen für die Herstellung der Detektoren (PECVD-Anlage). Erste Prototypen sind im Sinne einer Machbarkeitsstudie schon gefertigt worden. Die Fa. Si-Vision stellt die notwendigen Messmittel zur Verfügung und kann den industriellen Sektor erschließen.
Darüber hinaus ist eine enge Kooperation mit dem Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY Hamburg geplant. Hier können die Testmessungen an Teilchenstrahlen und ähnliche Untersuchungen durchgeführt werden. Bezüglich der Konzipierung der Ausleseelektronik wird mit der Firma Silicon-Instruments Berlin zusammengearbeitet. Im Rahmen der FH Köln ist an eine Zusammenarbeit mit dem Arbeitskreis Medizintechnik Optoelektronik und angewandte Mikrosystemtechnik (AK MOSAM) und anderen Fachbereichen gedacht. Im Labor können eine Reihe von Diplomarbeiten vergeben werden.

3. Vorstellung erster Ergebnisse

Es fanden Tests der amorphen Si-PIN-Strukturen an einem Teststrahl und mit radioaktiven Quellen im Sinne einer Machbarkeitsstudie statt. Die an der Uni Siegen gefertigten Strukturen besitzen eine relativ große Dicke von ca. 25 µm. Die Pixelfäche ist mit einer Kantenlänge von 3 mm relativ groß, wodurch sich eine Kapazität von ca. 35 pF ergibt. Diese Strukturen sind für erste Tests genutzt worden. Eine weitere

Optimierung ist anzustreben.

Folgende Messungen durch das Labor für Analog- und Optoelektronik der FH wurden durchgeführt:
Messungen der I/V-Kurve (vorwärts und rückwärts), Messung der C/V-Kurve, Photostromabhängigkeiten, Messungen an einem 5 GeV Elektronen-Teststrahl am DESY, Messungen mit radioaktiven Quellen, Analytische Betrachtungen und Simulationsrechnungen.
Die Ergebnisse stellen nur erste Ansätze dar und sind weiter zu vertiefen. Die Messungen am 5 GeV Teststrahl des DESY belegen die prinzipielle Eignung der Detektoren. Die amorphen Strukturen wurden über einen Ladungsverstärker (LEV) der Fa. Si. Instr. mit anschließendem Filterverstärker ausgelesen. Bei den Labormessungen wurde ein I/U-Wandler eingesetzt. Der Strahlungseintrag erfolgte direkt oder über sz. Fasern. Die max. Effektivität liegt bei ca. 28 %. Dies ist unter Berücksichtigung des fliegenden Messaufbaus relativ gut, aber verbesserungsfähig. Gemessen wurde mit einem Bündel von sz. Fasern (Fa. Bicron) die auf der APD endeten. Hier könnten ebenfalls verschiedene Fasern getestet werden. Für den direkten Strahlungseintrag ist die max. Effektivität mit ca. 15 % geringer.
Weiterhin wurden Messungen mit 2 Qellen (Fe 55, 5.9 keV Gamma ; Sr, 546 keV, Beta-) durchgeführt. Dies führte zu ganz unterschiedlichen Messungen und Schlussfolgerungen. Auch hier sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. Im direkten Strahlungseintrag konnten bei beiden Quellen Signale nachgewiesen werden, bei Fe 55 allerdings mit wesentlich schlechterer Auflösung (ca. 1.9 keV) als bei Strontium. Gekoppelt mit szintillierenden Fasern ist nur bei Sr ein Signal zu beobachten, da der Szintillationsprozess bei Fe 55 nicht in Gang kommt (unabh. von den Strukturen). Hier muss insbesondere für die Anwendung eine Optimierung der Strukturen (Dicke, Dotierung, Fläche, etc.) erfolgen.
Die Messungen können insgesamt als sehr aussichtsreich bewertet werden, handelte es sich doch in jeder Hinsicht um einen ersten Test. Es folgen zahlreiche Optimierungen, die eine Fortführung nahelegen.

Folgende Messungen wurden im Detail durchgeführt:

1) Messungen der I/V-Kurve (vorwärts und rückwärts).

2) Messung derC/V-Kurve.

3) Photostromabhängigkeiten.

4) Messungen an einem 5 GeV ElektronenTeststrahl am DESY.

5) Messungen mit radioaktiven Quellen.

6) Analytische Betrachtungen und Simulationsrechnungen.

Hier sollen nur die Punkte 4 und 5 diskutiert werden. Die Ergebnisse stellen nur erste Ansätze dar und sind weiter zu vertiefen. Die Messungen am DESY fanden in einer relativ „störverseuchten“ Umgebung statt. Durch den Aufbau der Strukturen ist nur eine unvollkommenen Ankopplung an die Elektronik möglich, so dass ein relativ ungünstiges S/N-Verhältnis vorlag. Die Ergebnisse stellen insofern den verbesserungsfäigen „worst case“ dar. Für die Messungen am Teststrahl wurde folgende Anordnung benutzt:

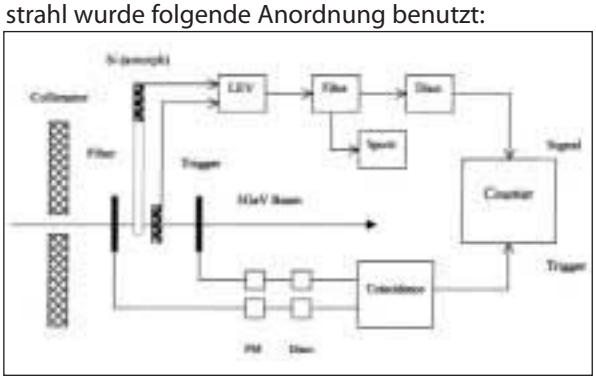


Bild 1

Der 5 GeV Teststrahl wurde über ein Beamteleskop definiert. Dieses bestand aus 2 Pixeldetektoren (sz. Fasern) die über PM ausgelesen, diskriminiert und koinzidiert wurden. Die Geometrie ist auf die amorphen Pixel größenmäßig abgestimmt. Diese Triggerrate wird gezählt. Die amorphen Strukturen wurden über einen Ladungsverstärker (LEV) der Fa. Si. Instr. mit anschließendem Filterverstärker ausgelesen. Bei den Labormessungen wurde ein I/U-Wandler eingesetzt. Der Strahlungseintrag erfolgte direkt oder über sz. Fasern. Der Analogpuls kann einer Spektrometrierung zugeführt werden. Parallel dazu kann er diskriminiert und gezählt werden.

Das Verhältnis von Triggerrate und Zählrate der Struktur ist die Effektivität. Die max. Zählrate liegt bei ca. 28 %. Dies ist unter Berücksichtigung des fliegenden Messaufbaus relativ gut, aber verbesserungsfähig. Gemessen wurde mit einem Bündel von sz. Fasern (Fa. Bicron) die auf der APD endeten. Hier könnten ebenfalls verschiedene Fasern getestet werden
Für den direkten Strahlungseintrag ist die max. Effektivität mit ca. 15 % geringer. Die weiteren Abbildungen wurden nicht beigefügt, aber Amplitudenspektrum und Signalform sehen wesentlich schlechter aus. Hier sind die Signale kleiner, werden also durch das Rauschen teilweise überdeckt. Dieses Verfahren scheint problematischer kann aber nur in einer opti-

mierten Anordnung abschließend beurteilt werden.

Weiterhin wurden Messungen mit 2 Qellen (Fe 55, 5.9 keV Gamma; Sr, 546 keV, Beta-) durchgeführt. Dies führte zu ganz unterschiedlichen Messungen und Schlussfolgerungen. Auch hier sind die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. Im direkten Strahlungseintrag konnten bei beiden Quellen Signale nachgewiesen werden, bei Fe 55 allerdings mit wesentlich schlechterer Auflösung (ca. 1.9 keV) als bei Strontium. Gekoppelt mit szintillierenden Fasern ist nur bei Sr ein Signal zu beobachten, da der Szintillationsprozess bei Fe 55 nicht in Gang kommt (unabh. von den Strukturen). Hier muss insbesondere für die Anwendung eine Optimierung der Strukturen (Dicke, Dotierung, Fläche, etc.) erfolgen.

Ein sehr wesentlicher Punkt ist die Durchführung von dynamischen Messungen, sowohl mit Lichtquellen (in unterschiedlichen Spektralbereichen) wie auch beim Nachweis ionisierender Strahlung. Aus kalibrierten Messungen mit PM und LED kann die Ansprechschwelle der Strukturen ermittelt werden. Die durchgeführten Messungen am Strahl und mit Quellen sind mit geringer Aktivität (Teilchen/Zeiteinheit) vorgenommen worden.

Die Arbeiten sind erfolgversprechend und sollten fortgeführt werden. Der Einsatz von Szitillatoren ist gegenüber der direkten Strahlungsabsorption mit einer größeren Effektivität versehen.

scemtec GmbH
Systemhaus für Hard- und Software.
Ihr Partner in Sachen Elektronik.

Unsere Leistungen:
– Projektberatung
– Spezifikation
– Entwicklung (Hardware/Software)
– Elektronikfertigung

Unser Fachgebiet:
– Mess- und Steuerungstechnik
– Industrieautomatisierung
– Hausautomatisierung
– Transponder Identifikationstechnik

Über 14 Jahre im Dienst der Industrie.
Zertifiziert nach ISO 9001:2000

www.scemtec.de
info@scemtec.com
Tel.: 02265 996-0 • Fax: 02265 996-299

Selbstlernende Rechnersysteme bewähren sich in der Praxis: Regelung und Prozessüberwachung mit Neuronalen Netzen

Prof. Dr. Michael Bongards
e-mail: bongards@gm.fh-koeln.de
Tel.: +49 171 / 428 36 89

Neuronale Netze, noch bis vor kurzem ein exotischer Forschungsbereich der sogenannten künstlichen Intelligenz, erobern sich immer neue Anwendungsgebiete in der industriellen Praxis. Ihre Flexibilität und speziell die Fähigkeit, sich selbstständig an Prozessveränderungen anzupassen, ermöglichen die Automatisierung von „schwierigen" Prozessen.

Was macht eigentlich die Besonderheit von Neuronalen Netzen aus?

Betrachten wir zunächst die Unterschiede zwischen natürlichen und rechnerbasierten Denkprozessen:
Rechnersysteme zeigen ihre Stärke, wenn Daten mit Hilfe von eindeutigen Vorschriften, den Algorithmen, zu verarbeiten sind.
Das menschliche Gehirn hingegen benötigt für Aufgaben wie das Erkennen eines Gesichts meist wesentlich weniger Zeit. Außerdem erreicht der Computer nicht die hohe Erkennungsleistung. Ein weiterer Vorteil des menschlichen Gehirns ist, dass auch dann noch korrekte Ergebnisse geliefert werden, wenn es zu einem Ausfall einiger für die Problemlösung notwendiger Nervenzellen kommt. Selbst wenn die „Eingaben" ungenau sind, also beispielsweise ein Text durch Verschmutzung unleserlich geworden ist, kann das Gehirn den Text noch erkennen. Ein konventionelles Computerprogramm liefert in diesen Fällen häufig fehlerhafte bzw. unbrauchbare Ergebnisse.

Künstliche neuronale Netze bestehen – wie das Gehirn von Säugetieren – aus einer großen Anzahl kleiner Elemente, den Neuronen. Information wird verarbeitet, indem sich die Neuronen mit Hilfe von gerichteten Verbindungen untereinander aktivieren. Dies geschieht im Prinzip analog zu den Vorgängen im Gehirn.
Neuronale Netze zeichnen sich durch ihre Lernfähigkeit aus. Sie können eine Aufgabe anhand von Trainingsbeispielen erlernen, ohne dazu explizit programmiert werden zu müssen. Weitere Vorteile sind die hohe Parallelität bei der Informationsverarbeitung, die hohe Fehlertoleranz und die verteilte Wissensrepräsentation, wodurch ein fehlerhaftes Neuron nur einen relativ kleinen Wissensausfall bedeutet.

Neuronale Netze ermöglichen also die Verarbeitung von Wissen. Hierin hatte vor ca. 10 Jahren auch die Fuzzy-Logik große Anfangserfolge. Beide Systeme sind relativ fehlertolerant und können ungenaue Daten verarbeiten. Zwischen diesen Techniken besteht aber ein entscheidender Unterschied:

- Fuzzy-Logik verarbeitet strukturiertes Wissen, das in Form von Regeln vorliegen muss.

- Neuronale Netze verarbeiten unstrukturiertes Wissen: Bilder oder Messdaten sind ausreichend.

Kombinationen zwischen diesen Techniken nutzen die Vorteile der Systeme aus. Hierzu das folgende Anwendungsbeispiel:

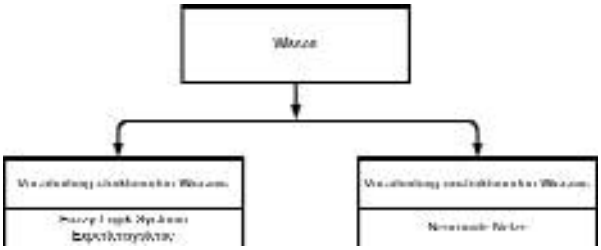


Bild 1: Systemunterschiede bei der Verarbeitung von Wissen

Eine erfolgreiche Anwendung: Prozessregelung von Kläranlagen

Häufig müssen Abwässer mit einer hohen Stickstofffracht behandelt werden. Dieses kann das Prozesswasser der Schlammpressung oder der Ablauf von Kompostieranlagen sein.

Hierbei ergeben sich Regelungsprobleme, die ähnlich auch in zahlreichen anderen verfahrenstechnischen Anlagen auftreten:

- Auf Grund der stetig veränderlichen Biomasseaktivität und der variablen Zeitkonstanten des Systems muss der Regler kontinuierlich dem Prozess angepasst werden, eine sehr komplexe Aufgabe.

- Eine Optimierung des Reglers mittels Simulationstechnik über ein analytisches Modell hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht, aber es bleibt in der Praxis ein nur mit großem Aufwand durchzuführender Schritt, der auch erhebliche Qualifikationen des Betreibers erfordert.

- Speziell in der Nacht treten hohe Verweilzeiten auf, weshalb der Zulauf einige Zeit vor Auftritt einer Be-

Bild 2: Belebungsbecken einer Kläranlage

lastungsspitze reduziert werden sollte; solche Vorhersagen sind für einen Standard-Regler unmöglich.

Die Bemessungsgrenzen, also die Ablaufgrenzwerte für gereinigtes Abwasser, werden vom Gesetzgeber kontinuierlich durch Anpassung an den Stand der Technik verschärft.

Auf der Kläranlage Krummenohl des Aggerverbandes (Gummersbach) wurde mit einem neuen Ansatz, der Kombination von Fuzzy-Regelung mit Neuronalen Netzen zur Vorhersage von Zustandsgrößen der Wirkungsgrad der Anlage deutlich verbessert, so

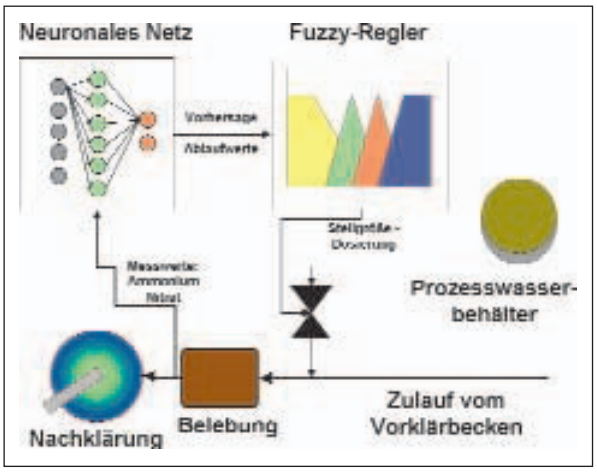


Bild 3: Funktionsprinzip der Regelung mit Neuronalem Netz

dass ein weiterer Ausbau der Anlage zunächst verschoben werden konnte.
Kern des in Bild 3 schematisch dargestellten neu entwickelten Reglers zur Schlammwasserdosierung ist ein selbst-lernendes Neuronales Netz, das Stickstoff-Ablaufwerte vorhersagt. Mit der Vorhersage wird über einen vergleichsweise einfachen Fuzzy-Regler die Dosierung geregelt. Dies bietet den Vorteil, dass das extrem nichtlineare und sehr komplexe Verhalten der Anlage automatisch mit Hilfe von vorhandenen Messdaten über ein Rechnerprogramm erlernbar ist.
Der Lernvorgang kann jederzeit wiederholt werden, um das Neuronale Netz dem veränderten Systemverhalten anzupassen. Möglich ist, ein Training dann automatisch einzuleiten, wenn eine deutliche Abweichung zwischen Vorhersagewert und dem nach ein bis zwei Stunden eingetretenen Messwert aufgetreten ist.

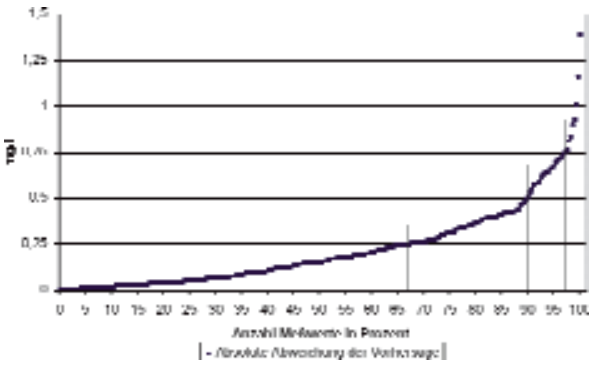


Bild 4: Summenkurve – Statistische Untersuchungen der Vorhersagegenauigkeit für NH_4-N-Ablaufwerte mit einem Neuronalen Netz

Erfahrungen aus einer mehrmonatigen Untersuchung zeigen, dass ein Nachtrainieren nur bei Änderungen des Betriebsablaufes oder bei Änderungen der Witterungsperiode, z.B. beim Übergang Sommer- zum Winterbetrieb erforderlich ist. Der maximale Fehler der Vorhersage für eine Stunde liegt bei gut trainiertem Netz unter 1 mg/l, wie in Bild 3 dargestellt: 97% der Vorhersagen waren sogar besser als 0,75 mg/l.

Die Dosierung des hochbelasteten Abwassers erfolgt nun in Abhängigkeit von dem in ein bis zwei Stunden zu erwartenden Ablaufwert. In die Regelung geht weiterhin der aktuelle Füllungsgrad des Pufferbehälters ein: Bei vollem Behälter muss mit etwas größerem Risiko dosiert werden als bei leerem Behälter.

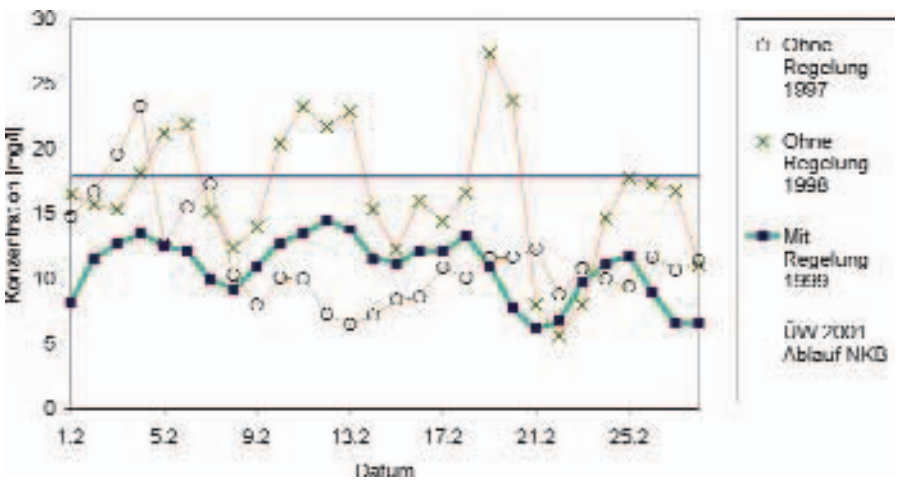


Bild 5: Monatsdaten – Vergleich der Ablaufwerte Belebungsbecken für N-Gesamt

Bild 5 zeigt Monatsganglinien von Februar aus drei Jahren. Bedingt durch niedrige Abwassertemperaturen im Bereich zwischen 7,0°C und 8,5°C verminderte sich die Leistungsfähigkeit des Stickstoffabbaues zu Jahresbeginn. Aus dem Bild ist zu entnehmen, dass sich die Stickstoffkonzentrationen im Ablauf der Belebung nach Inbetriebnahme der Regelung deutlich stabilisiert haben.

Seit April 1998 ist das neue Regelungssystem mit kurzen Unterbrechungen auf der Anlage im Einsatz. Es wurde auf einem separaten PC installiert, mit dem vorhandenen Leitsystem vernetzt und provisorisch in der Leitwarte aufgebaut.

Die Neuronalen Netze haben sich in Verbindung mit einem Fuzzy-Regler über einen mehr als 1-jährigen Probebetrieb sehr gut bewährt. Sie erwiesen sich als wirksames Instrument, um Prozesswasser sicher zu dosieren. Möglich ist weiterhin, auch die Belüftung auf der Anlage vorausschauend zu regeln.

Auf der Anlage ist mit dem Einsatz der hier beschriebenen Regelung zunächst nur ein Teil der geplanten Ausbauarbeiten erforderlich gewesen und durchgeführt worden. Weiterhin ist der Zeitpunkt für den sehr kostenintensiven Endausbau nun erheblich flexibler planbar geworden.

Diese Arbeiten wurden im Forschungsverbund „Neuronale Fuzzy-Logik NRW“ an Fachhochschulen durchgeführt, der vom Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung NRW über einen Zeitraum von drei Jahren von Oktober 1997 bis Oktober 2000 gefördert wurde.

Und wie geht es weiter?

Ein neuer Begriff zieht in die Welt der Informatik ein: Computational Intelligence.

Computational Intelligence (CI) ist der Oberbegriff für informationstechnische Methoden zur Handhabung von Wissen und Lernmethoden, wie Fuzzy-Logik, Neuronale Netze und Evolutionsstrategien, sowie für ihre Anwendung. Sie eröffnet völlig neue Anwendungshorizonte, ermöglicht sie doch die erfolgreiche automatische Verarbeitung von unscharfen, ungenauen und auch falschen Daten, von Wissen und Schätzwerten sowie das automatische Trainieren und Anpassen von Automatisierungssystemen an komplexe Aufgabenstellungen.
Erst seit kurzem ist die Leistungsfähigkeit moderner Rechner ausreichend, um diese Algorithmen erfolgreich auch auf industrielle und betriebswirtschaftliche Prozesse anzuwenden.

Schlüssel für die erfolgreiche Anwendung moderner Automatisierungstechniken ist die Simulation der zu optimierenden Prozesse im Rechner. Per Simulation sind Regel- und Steuersysteme gefahrlos und mit guten Resultaten bei vergleichsweise geringem Aufwand zu entwerfen und an die jeweilige Aufgabenstellung anzupassen. Bisher waren dieser Technik relativ enge Grenzen gesetzt, da Modelle oft zu ungenau oder zu aufwendig zu entwerfen waren. Für zahlreiche industrielle Applikationen eröffnen die CI-Verfahren nun neue Möglichkeiten: Systeme von hoher Komplexität können mit Neuronalen Netzen dargestellt und mit Fuzzy-Logik geregelt werden. Evolutionsstrategien wie genetische Algorithmen ermöglichen die automatische Optimierung auch von Systemen mit vielen Parametern.
Kombinationen der Methoden, wie z.B. Neuro-Fuzzy-Regler sind ebenfalls möglich.

Bild 6: Trommeltrockner der Fischmehlfabrik Epesca in Pisco – Peru;
die Optimierung des Anlagenbetriebs mit Neuronalen Netzen ist in Bearbeitung.

Auch der automatische Datenanalyse und -interpretation erschließen sich über CI neue Möglichkeiten: Data-Mining untersucht große vieldimensionale Datenstrukturen und findet Zusammenhänge und Wechselwirkungen, die weder manuell noch mit konventionellen statistischen Korrelationsanalysen erkennbar sind. Da die moderne Sensor- und Prozessleittechnik immer mehr Prozessdaten generiert, werden derartige Analysetools unverzichtbare Werkzeuge zur Beherrschung und Optimierung unserer technischen Umwelt.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Data Mining wird ein neues Thema behandelt: Wissensmanagement. Es umfasst Verfahren und Tools zur automatisierten Wissensakquisition, -speicherung und -präsentation in Unternehmen und Organisationen.

Bild 7: Fachhochschulübergreifender Forschungsverbund COIN – Anwendungsorientierte Forschung in der Computational Intelligence

Im Sommer 2001 wurde die Arbeitsgemeinschaft COIN (Computational intelligence for Industry) gegründet. (Kontakt: www.coin-forschung.de)
COIN versteht sich als Verbund von innovativen und engagierten Hochschullehrern, die neue Technologien und Verfahren der Computational Intelligence in enger Zusammenarbeit mit industriellen Anwendern erproben und zur Praxisreife bringen werden.
Die Partner erwarten aus dem Austausch ihrer Erfahrungen und der Bündelung ihrer Arbeiten deutliche Synergieeffekte.

In Gummersbach werden von einem interdisziplinären Team (Prof. Dr. H. Westenberger vom FB Informatik, Dipl.-Ing. A. Ebel und der Autor) neben der Weiterentwicklung der Regelung und Prozessüberwachung von Kläranlagen auch neue Anwendungsgebiete untersucht, so wird unter anderem die Optimierung von großen Fischmehlfabriken mit Methoden der Computational Intelligence bearbeitet.

Das Projekt „Regelungstechnische Optimierung von verfahrenstechnischen Anlagen“ wird im NRW-Landesförderprogramm „Förderung transferorientierter Forschung an Fachhochschulen“ (TRAFO) vom Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung NRW gefördert.

Web-Technologie in der Automatisierung

Prof. Dr. Frithjof Klasen
e-mail: klasen@gm.fh-koeln.de
Tel.: +49 172 / 202 62 68

Im Rahmen dieses internen FuE-Projektes wurden Web-Server basierende Applikationen zur Fernbedienung und Fernwartung von Automatisierungssystemen entwickelt. Die gewonnenen Erfahrungen wurden im Rahmen von Industriekontakten an die Industrie in der Region weitergegeben (siehe Gummersbacher Industrieforum). Die Erfahrungen beim Einsatz derartiger Systeme wurden in Form einer Broschüre zusammengefasst und als CD veröffentlicht. Die Aktivitäten im Bereich der Web-Technologien werden zukünftig im Rahmen des Competence Center „IT in Automation" weitergeführt.

Einsatz von Web-Servern in Steuerungssystemen

Der Einsatz der Web-Technologie gewinnt in der Automatisierungstechnik an Bedeutung. Im Bereich Teleservice und Fernprogrammierung kommen zunehmend Lösungen auf Basis von integrierten Web-Servern zum Einsatz. Applikationsentwicklungen für derartiger Systeme erfordern Erfahrungen in den Bereichen Steuerungstechnik (SPS-Programmierung, Kommunikationstechnik/Internet-Technologie sowie Softwareentwicklung (Java, Objektorientierte Programmierung). Damit sind in der Welt der Automatisierung zunehmend IT-Kenntnisse erforderlich, um die Applikationsentwicklung erfolgreich durchführen zu können.
Im Rahmen einer Auftragsentwicklung für die Siemens AG wurde eine Systematik entwickelt, die den Anwender (Applikationsentwickler) in die Handhabung eines Kommunikationsprozessors CP443-1 IT für SIMATIC S7 einführt. Vom Aufbau des Systems über die Inbetriebnahme der Kommunikationssysteme und die Entwicklung eigener Java-basierender Applikationen werden alle erforderlichen Schritte dargestellt. Die erforderliche Vorgehensweise wurde in einem hierfür erstellten Handbuch beschrieben und als CD veröffentlicht.
Die gewonnenen Erfahrungen wurden im Rahmen von Industriekontakten an die Industrie in der Region weitergegeben *(siehe Competence Center „IT in Automation")*

Competence Center „IT in Automation"
– Applikationsberatung für Industrieunternehmen –

Im Rahmen einer Kooperation mit der Siemens AG wurde das Competence Center „IT in Automation" am Campus Gummersbach aufgebaut, mit dem Ziel, Applikationsberatung für Industriekunden durchzuführen. Schwerpunkt ist die Entwicklungsunterstützung bei Web-basierten Applikationen in der Automatisierungstechnik.

Webmation
– Prozessvisualisierung mit Web-Browsern –

Entwicklung eines Client/Server-Systems auf Basis von Java-RMI-Server und Java-Applets zur dynamischen Darstellung von Prozessinformationen mit Standard-Webbrowsern. Das entwickelte System wurde im Rahmen einer Messebeteiligung mit der Fa. Branscheid (Wermelskirchen) auf der TECHMO 2000 (Dortmund, 21.-24.11.2000) ausgestellt.

SMS-Remote Control
– Teleservice und -control via SMS-Nachrichten –

Entwicklung eines GSM-netzbasierten Meldesystems für Mobilfunktelefone zur ereignisgesteuerten Prozessvisualisierung einschließlich der erforderlichen Zugangsverwaltung (Authentifizierung, Autorisierung). Vorentwicklung zur industriellen Vermarktung.

Remote WebCam
– Entwicklung fernbedienbarer Kamerasysteme für die Anlagenautomatisierung –

Entwicklung eines fernbedienbaren Kamerasystems für die Beobachtung und Überwachung von technischen Prozessen. Bedienung und Beobachtung des Prozesses können in Echtzeit über das Internet mittels eines Standard-Internetbrowsers erfolgen.

Vertikale Integration / IT in Automation

Entwicklung von Lösungen zur Integration automatisierungstechnischer und betriebswirtschaftlicher Systeme.

INTERBUS im Internet

Einsatz multimedialer Conferencing-Systeme zur Fernüberwachung von INTERBUS-Systemen

Preisträger des XPLORE INTERBUS Award 1998 der Firma Phoenix Contact
(1. Platz in der Kategorie „INTERBUS zum Anschauen")

Background

Im Bereich der Kommunikationstechnik gewinnen kooperative Anwendungen wie z.B. Video- und Dokumentenkonferenzen eine zunehmende Verbreitung. Hierbei ist die Integration unterschiedlicher Medien (Sprache, Daten, Video) von steigender Bedeutung. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Kommunikation zwischen zwei Personen an geographisch unterschiedlichen Standorten, die gleichzeitig und gemeinsam an einem elektronischen Dokument arbeiten können (Dokumentenkonferenz).

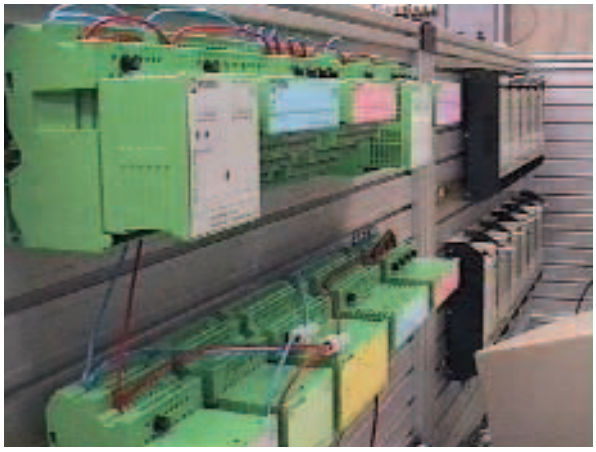
Vergleichbare Anforderungen ergeben sich auch für die Automatisierungstechnik im Bereich des Teleservice. Man versteht hierunter Dienstleistungen mit Telepräsenz über moderne Kommunikationswege.
Im Rahmen des XPLORE-Projektes wurden daher die Anwendungsmöglichkeiten von Teleconferencing-Systemen im Bereich der Automatisierungstechnik untersucht. Im Vordergrund standen hierbei der Einsatz von Systemen für Fernwartung, Ferndiagnose und Anwender-Support.

Ziel und Anwendungs-Szenario

Über ein zentrales Support-Center soll eine Telepräsenz an Entwicklungssystemen ermöglicht werden, die neben Eingriffen wie z.B. der Fernprogrammierung auch eine direkte Sprach- und Videokonferenz mit dem Anwender vor Ort ermöglicht. Durch die Integration von Videokameras soll zusätzlich eine visuelle Kontrolle des Automatisierungsprozesses ermöglicht werden. Die zu integrierenden Systeme sollen auf weitestgehend eingeführten Technologien basieren, die sowohl ISDN- als auch Internet-Kommunikationsverbindungen unterstützen. Daher kamen PC-basierende Desktop-Systeme aus dem Bereich „Video Conferencing" zur Anwendung.
Ziel des Projektes war die Erprobung, Analyse und Anpassung der Telekonsultations-Systeme.

Systemausstattung und Testumgebung

Für die Untersuchung wurden zwei handelsübliche PC-Systeme eingesetzt, die mit Sound-Karte und Video-Kamera ausgestattet waren. Einer der PCs wurde als Interbus-Entwicklungsumgebung mit PCWORX und ISA-FC Karte eingesetzt. Der andere PC diente als „Support-Center" (von hieraus sollte der Fernzugriff auf die Entwicklungsumgebung erfolgen). Als Teleconferencing-Tool wurde das Produkt NetMeeting 2.0 eingesetzt. Die Kommunikation zwischen den PCs erfolgte über Internet-Infrastrukturen (TCP/IP) und alternativ auch über ISDN.

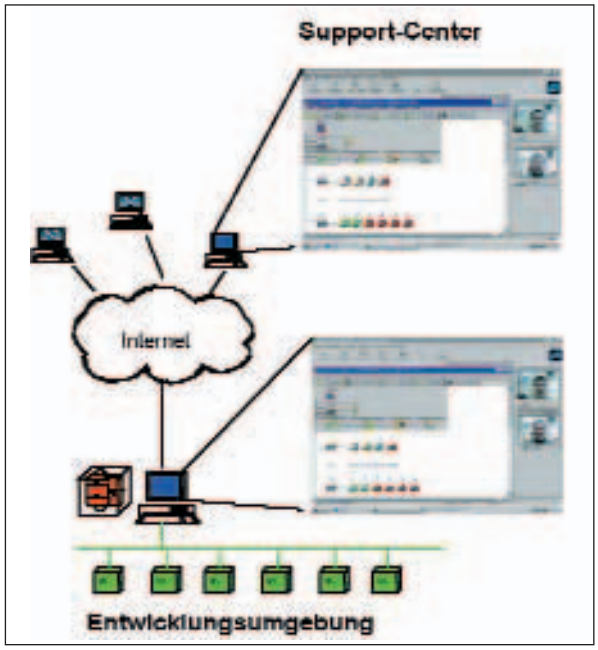


Testumgebung

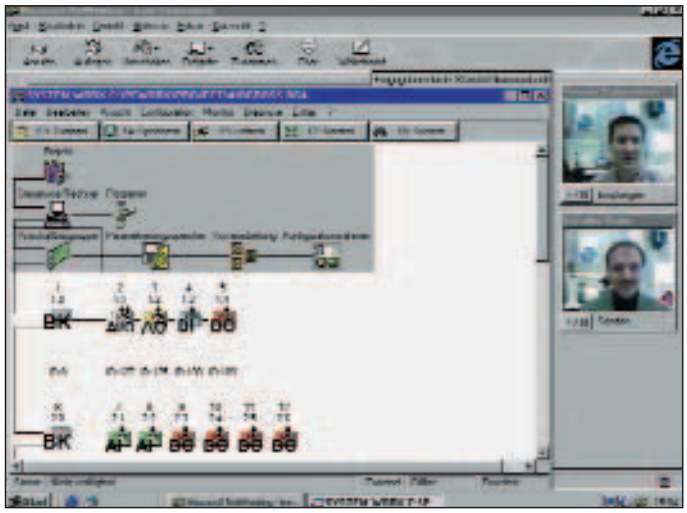
Ergebnisse und Erfahrungen

Mit der beschriebenen Konfiguration ist es möglich, vom „Support-Center" aus über den Fernzugriff eine Telepräsenz am Entwicklungssystem zu erreichen. Für den Anwender im Support-Center ist ein voller Zugriff auf die PCWORX-Applikation der Entwicklungsumgebung des Remote-Systems möglich. Dieser Fernzugriff auf die PCWORX-Applikation erfolgt in Form eines sog. Application-Sharing. Hierbei wird die Anwendungsoberfläche der Entwicklungsumgebung auf das System des Support-Center „gespiegelt" und kann von beiden

Anwendern gleichzeitig beeinflusst werden (Joint-Editing). Neben Eingriffen wie z.B. der Fernprogrammierung wird auch eine direkte Sprach- und Videokonferenz mit dem Anwender vor Ort ermöglicht.



Die folgenden Screen-Shots sollen einen Eindruck über die Anwendungsmöglichkeiten des Systems vermitteln:



Screen-Shot vom PC des Support-Center mit Blick auf die PCWORX-Applikation der Entwicklungsumgebung des Remote-PCs.

Screen-Shot mit Blick auf die LED der Busklemme am Entwicklungssystem über die Web-Kamera des Remote-PCs (Video-Fenster rechts oben).

Eine Auswahl weiterer Screen-Shots der Video-Kamera des Remote-PCs.

Wie die Aufnahmen zeigen, kann durch die Integration von Videokameras eine zusätzliche visuelle Kontrolle des Automatisierungsprozesses ermöglicht werden.

Weitere Einsatzmöglichkeiten

Die zuvor beschriebene Arbeit entstand vor dem Hintergrund des Einsatzes in einem Support-Center. Die eingesetzten Technologien und Produkte sind jedoch unabhängig von den genannten Applikationen in einem weiten Feld anwendbar.
Die Ergebnisse des Projektes sind daher unmittelbar auch auf andere Anwendungsgebiete übertragbar, wie z.B.:

- Schulung (Fernlehrgänge),
- Dokumenten-und Applikation-Sharing in allen Bereich des Engineering,
- Telearbeit (Aussendienstunterstützung).

Teleengineering und Teleservice in einer multimedialen Lernumgebung

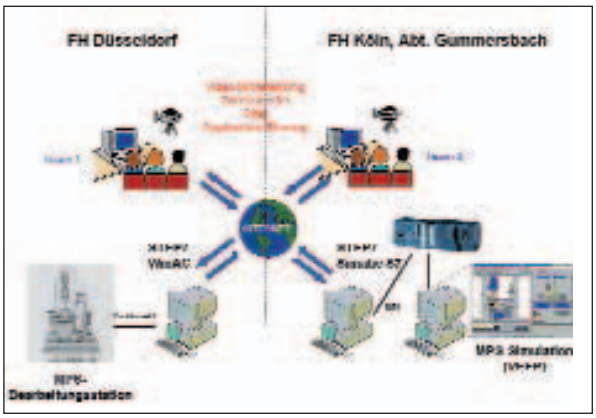
Umfangreiche Erfahrungen im Bereich webbasierter Lernsysteme wurden durch das 1999 begonnene Kooperationsprojekt zwischen der Fachhochschule Köln (Prof. Dr. Klasen), der Fachhochschule Düsseldorf (Prof. Dr. Langmann) und der Siemens AG gesammelt. Bei den entwickelten Lösungen handelt es sich um Conferencing-basierte Anwendungen, die im Bereich des kooperativen Telelearning und der Fernprogrammierung anzusiedeln sind. Die Ergebnisse wurden u.a. anlässlich WorldDidac in Zürich (Mai 2000) und der Landesrektorenkonferenz Nordrhein-Westfalen (Multimedia Netzwerk NRW) in Dortmund veröffentlicht (06.04.2000). Informationen siehe http://www.ad.siemens.de/fea/html_00/schule.htm.

Zielsetzung

Mit dem Projekt sollte im Rahmen der Ausbildung von Elektro-Ingenieuren die Bearbeitung einer Automatisierungsaufgabe durch mehrere, örtlich getrennte Projektteams erprobt werden.

Dabei wurden insbesondere die Möglichkeiten und Grenzen einer kooperativen und multimedialen Lernumgebung getestet.

Das Teleengineering wird seit dem WS '99/00 im Rahmen der Praktika in den Fächern „Industrielle Kommunikationssysteme“ (FH-Köln) und „Prozesslenkung“ (FH Düsseldorf) durchgeführt.



Konfiguration der multimedialen Lernumgebung

Neben der effizienten Fernnutzung von Ressourcen wurden im Projekt zukunfts- und praxisorientierte Ausbildungsinhalte zu folgenden Themen entwikkelt:

- Teamarbeit über das Internet
- Teleengineering an verteilten Anlagen

- Teleservice und Telediagnose

Die beteiligten Teams sollen als Aufgabe eine MPS-Bearbeitungsstation (von Festo Didactic) mit einem Siemens-Steuerungssystem und einer grafischen Benutzerschnittstelle (WinCC) in Betrieb nehmen und testen.

Die kooperative Kommunikationsumgebung wird mit einem Video- und Dokumentenkonferenzsystem realisiert (NetMeeting).

Als Kommunikationsverbindungen kommen Internet und ggf. ISDN bzw. ADSL zum Einsatz.

Aufgabenstellung des Projektes

- Entwicklung didaktischer Aufgabenstellungen für das Teleengineering.
- Programmierung mit STEP7 und WinCC sowie Entwurf eines Handlungsplanes für die beiden Teams zur Sicherung einer effektiven Zusammenarbeit während des Praktikums.
- Aufbau und Ergänzung der bestehenden Anlagentechnik.
- Erprobung der kooperativen Lernumgebung.
- Durchführung der Praktika im Umfang von 2-3 Sitzungen zu jeweils 4 Stunden. Die Teams bestehen aus jeweils 2-3 Auszubildenden.
- Auswertung der Praktika und Darstellung der Ergebnisse.
- Bewertung der Ergebnisse und Festlegung weiterer Schritte.

Durchführung des Praktikums

Im Rahmen des Praktikums werden folgende Aufgaben von den Teams gelöst:

Aufgabe 1

- Austausch fertiger STEP7-Programme zwischen den beiden Teams.
- Anpassung der STEP7-Programme (Adressierung etc.) an die jeweilige Anlage.
- Inbetriebnahme und Test der STEP7-Programme (teilweise mit Remote-Zugriff), ggf. Modifikation der STEP7-Programme.

Aufgabe 2

- Austausch fertiger WinCC-Programme zwischen den beiden Teams.
- Anpassung der WinCC-Programme (Adressierung etc.) an die jeweilige Anlage.
- Inbetriebnahme und Test der WinCC-Programme (teilweise mit Remote-Zugriff), ggf. Modifikation der WinCC-Programme.

Aufgabe 3

- Testbetrieb an der realen Anlage mit Video-Beobachtung und Remote-Zugriff.

Messung kleinster Luftströmungen für Kontaminationsanalysatoren

Prof. Dr.-Ing. M.-U. Reißland
e-mail: JEMREI@aol.com
Tel.: +49 22 61 / 2 13 26

Für die Bestimmung des Schadstoffgehalts (in mg/m³) kontaminierter Atemluft ist die kontinuierliche Messung des Luftvolumenstroms (in l/h) erforderlich, der den Schadstoffanalysator durchströmt. Daraus erhält man durch Integration während der Analysezeit das Volumen (in l), das der Analyse zugrunde liegt. Mangels genauer Messverfahren wird der Volumenstrom bislang meist nicht gemessen, sondern durch geeichte Förderpumpen vorgegeben, die bekanntermassen ungenau arbeiten. Daraus resultiert, dass der Schadstoffgehalt ohne jede Messtoleranz angegeben wird, was gänzlich unbefriedigend ist.

Da die im technischen Einsatz befindlichen Analyseverfahren meist umso genauer arbeiten, je langsamer die Analyse abläuft, (weil Ab- oder Adsorption an ein Tracermedium innerhalb des Analysators Zeit benötigt), muss die Messung einer sehr kleinen Luftströmung erfolgen, die unter 200 l/h liegt. Gab man sich mangels ausreichender Messgenauigkeit bislang mit unteren Strömungswerten von 20 l/h zufrieden, so war doch der Wunsch nach noch kleineren Werten gelegentlich hörbar, der jetzt mit einem neuen, patentierten Messverfahren erfüllbar ist, das sehr kleinen Fehler unter 0,3 % ermöglicht. Das neu entwickelte Gerät basiert auf einem Lastenheft, das zusammen mit einem renommierten Umweltforschungszentrum entwickelt wurde.

Der Messkopf enthält ein Rohr, in dem zwei NTC- (oder Pt-) Sensoren angeordnet sind, die mit konstantem Strom beheizt werden. Ein Sensor (R_M) befindet sich direkt in der Luftströmung, die sensiert werden soll. Der andere (R_T) wurde in einem strömungsberuhigten Sack angeordnet, wo nur die Lufttemperatur sensierbar ist, s. Fig.1. Zudem ist am Messrohr ein Luftpulser angeflanscht, der bei Aktivierung eine harmonische Modulation des Luftstroms bewirkt. Das wird benötigt, wenn der Volumenstrom mit dem neuen, sog. Anstiegsmessverfahren ermittelt werden soll. Es wird für die Messung kleinster Volumenströme Q eingesetzt, weil es dafür sehr kleinen Messfehler ermöglicht. Dagegen weist das herkömmliche Ausschlagsverfahren kleine Fehler für grössere Volumenströme auf. Beide Verfahren werden kurz beschrieben. Ihre Kombination wurde in einem PC-Messgerät realisiert. Es misst im Anstiegsverfahren Q im Bereich von 4 bis 15 l/h und im Ausschlagsverfahren von 15 bis 200 l/h jeweils mit einer Nachkommastelle in der Anzeige des Messergebnisses. Zudem wird das analysierte Volumen aus dem Zeitintegral von Q gebildet und in einem zweiten Anzeigefeld präsentiert. Bei Erreichen eines einstellbaren Sollwertes wird ein Schaltimpuls verfügbar.

Anstiegsverfahren

Der auszumessende Volumenstrom Q erzeugt zwischen Strömungssensor R_M und Temperatursensor R_T eine Spannung U, die näherungsweise einer Wurzelfunktion folgt, s. Fig.1. Moduliert man Q mit einem konstanten Wert von +/- ΔQ, so erzeugt man eine Spannung (U +/- ΔU). Der Anstieg $\Delta U/\Delta Q$ ist um so größer, je kleiner Q ist. Misst man die Spannungsänderung ΔU, so hat sie den größten Wert bei kleinstem Q, und demzufolge ist dann der Messfehler am kleinsten. Dieses Messprinzip ist mit Sample-and-Hold-Elektronik realisierbar bei eingeschaltetem Luftpulser, der die Modulation ΔQ bewirkt.

Statt der Luftpulsation kann der Sensor R_M im Luftstrom oszillierend bewegt werden, was man rein mechanisch oder elektrodynamisch oder mit piezokeramischem Bimorphelement bewirken kann. Auf diese Weise kann man sowohl mit NTC-Sensoren (z.B. als glasummantelte Perlen) als auch mit PTC-Sensoren (z.B. in Pt- Dünnschicht- oder Pt-Drahttechnologie) ein Signal +/- ΔU gewinnen.

Mit PTC- Sensoren kann man das ΔU-Signal auch anders gewinnen und zwar durch Überlagerung der Heizung von R_M mit einem harmonischen Strom. Diese Vorgehensweise macht jede Art der mechanischen Modulation entbehrlich und erlaubt zudem grundsätzlich bis herab zur Strömung Q = 0 zu messen. Außerdem kann ein einfaches gerades Sensorrohr ohne Sack benutzt werden, s. Fig 2. Für die Auswertung genügt eine Periode des Sensorheizstromes. Mit modernen, schnellen Sensoren kann die Messzykluszeit leicht unter 1 s gehalten werden. Regelt man den Heizstrom des Sensors bei veränderlicher Strömung Q so nach, dass er mit konstanter Temperatur betrieben wird, sind sogar äußerst kurze Messzeiten möglich, was allerdings nur mit PTCs machbar ist. Der Heizstrom ΔI ist dann das Maß für Q.

Temperaturbewertung:
Die Widerstandsänderung der Sensoren wird vom Massenstrom der Luft bewirkt. Da jedoch der Volumenstrom benötigt wird, muss das Massenstromsignal wegen der temperaturabhängigen Luftdichte mit dem Temperatursignal multiplikativ bewertet werden. Das gilt für beide Messverfahren.

Druckbewertung:
Der atmosphärische Druck p ist ein direktes Maß für die Molekühldichte der Luft, d.h. für deren Maße. Da der Massenstrom unmittelbar die Sensoren abkühlt, aber der Volumenstrom interessiert, muss eine Druckbewertung erfolgen. Sie erfolgt mit Hilfe einer Division des Massenstromsignals durch den Druck p. Er wird mit einem Präzisionssensor erfasst, dessen Ausgangssignal U_p der AD-Wandlerkarte des PC zugeführt wird.

Linearisierung der Anzeige:
Die gemessene Spannung (ΔU im Anstiegsverfahren, bzw. U im Ausschlagsverfahren) ist nicht linear mit der Messgrösse Q verknüpft. Man kommt zu einem proportional mit Q zunehmendem Anzeigewert, z.B. mit einem Rechenalgorithmus. Er wurde für kleinste Volumenströme ermittelt, um aus ΔU den Volumenstrom zu berechnen und anzuzeigen. Für grösseren Volumenstrom wurde ein anderer Algorithmus ermittelt, um aus dem Messwert U gleichfalls den Volumenstrom zu bestimmen. Eine andere Möglichkeit der Linearisierung stellt die Verwendung zweier Tabellenspeicher (Look-up-Table) dar, deren einer durch ΔU und deren anderer durch U adressiert wird und den vorliegenden Messwert Q auszulesen erlaubt. Die zwischen den Werten der Speicherzellen liegenden Werte Q können durch Interpolationsroutinen erschlossen werden. Algorithmen und Tabellen sind gleichermaßen leistungsfähig. Beide Möglichkeiten wurden verwendet.

Stand der Entwicklung

Es wurde ein Stand-alone-Gerät entwickelt, das den Stand eines Prototyps erreicht hat. Es besteht aus dem Sensorkopf mit der zugehörigen Analogelektronik und dem optionalen Auswertegerät, das die Digitalisierung der gemessenen Spannungen vornimmt und die Signalverarbeitung durchführt sowie den Volumenstrom Q und das Messvolumen V mit FK-Anzeigen präsentiert. Das Auswertegerät stellt zudem eine normgemäße RS 232-Schnittstelle für PC-Anschluss und eine Stromschnittstelle mit 4 bis 20 mA für SPS-Ansteurung zur Verfügung. Die Integration des Volumenstromsignals erfolgt mit FPGA. Das so erhaltene Signal für das der Messung zugrunde liegende Volumen wird mit einer zweiten FK-Anzeige visualisiert, ebenso die Sollwerteinstellung dafür. Das Gerät wurde handlich und klein in SMD-Technik ausgeführt. Es ist eine wertvolle (optionale) Ergänzung für Analysatoren zur Feststellung der Luftkontamination, und es verwendet ausschließlich das Ausschlagsverfahren im Messbereich von Q=15 l/h bis Q=200 l/h.

Weiterhin wurde ein PC-Messgerät entwickelt, dessen Sensorkopf als Fertigungsmuster existiert. Die Signale (U zwischen Massenstromsensor R_M und Temperatursensor R_T, sowie U_T am Temperatursensor R_T und Up am Drucksensor) werden mit einer AD-Wandlerkarte im PC digitalisiert, der die weitere Signalverarbeitung vornimmt. Die Visualisierung der Anzeigen erfolgt auf dem Bildschirm, der eine benutzerfreundliche Menüführung bereithält, die auch ungeübtem Bedienungspersonal zugänglich ist. Das Screen-Bild des Start-up-Menüs erlaubt den Einstieg ins Hauptmenü. Dort erfolgt durch Anklicken der Start und der Stop der Messung. Letzterer kann auch automatisch durch Erreichen des voreingestellten Soll-Wertes für das gewünschte Messvolumen erfolgen. Die diesbezügliche Eingabe geschieht mit Schaltflächenschiebern mit Hilfe der Maus.
Das Kalibriermenü ermöglicht die Veränderung des normalerweise verwendeten Datensatzes des Factory-Sets, also der Erstkalibrierung des Gerätes. Die Schaltflächen der Screen-Oberfläche ermöglichen die zugehörigen Schieberverstellungen. Rückkehrmöglichkeit in den Factory-Set ist stets gewährleistet, ebenso die Sicherung vorbenutzter Einstellungen.

Das PC-Messgerät arbeitet mit dem Anstiegsmessverfahren für kleinste Volumenströme von 4 bis 15 l/h und mit dem Ausschlagsmessverfahren für größere Volumenströme von 15 bis 200 l/h. Die Umschaltung von einem Verfahren ins andere erfolgt automatisch bei Q=15 l/h, wo der Messfehler beider Verfahren gleich groß ist. Es ist der maximal mögliche Fehler im gesamten Messbereich, der mit Pt-Sensoren unter 0,3 % gehalten werden kann. Er beinhaltet den Offset ΔU_{OS} des Nullpunktes (Q=0) und setzt voraus, dass die Spannung U der Brücke, die Temperaturspannung U_T und die Druckspannung U_p mit 14 Bit Auflösung gemessen werden. Rechenfehler der Multiplikation (Temperaturbewertung) und der Division (Druckbewertung) sind praktisch vernachlässigbar, ebenso die zeitlichen Abtastfehler der Spitze-Spitze-Messung ($2 \cdot \Delta U$), die im Anstiegsverfahren durchgeführt wird, s. Fig. 3.

Schließlich sei erwähnt, dass Strömungsmessungen für jedes Gas und auch für Flüssigkeiten nach dem neuen Prinzip möglich sind, gleichgültig, ob die Strömung laminar oder turbulent ist. Die Anpassung an die jeweilige Messaufgabe erfolgt durch Eingabe anderer Konstanten für die verwendeten Rechenalgorithmen. Der Austausch eines Sensors oder des ganzen Sensorrohres ist ebenso einfach durch Konstantenveränderung möglich.

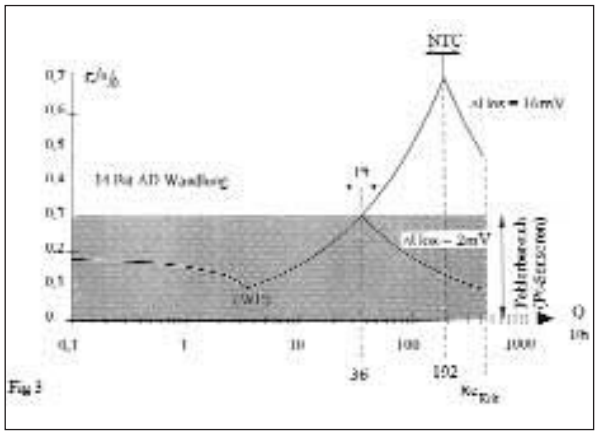


Fig. 3:
Gesamtfehler ε als Funktion des gemessen Durchflusses Q für eine Messwertverarbeitung mit 14 Bit Auflösung

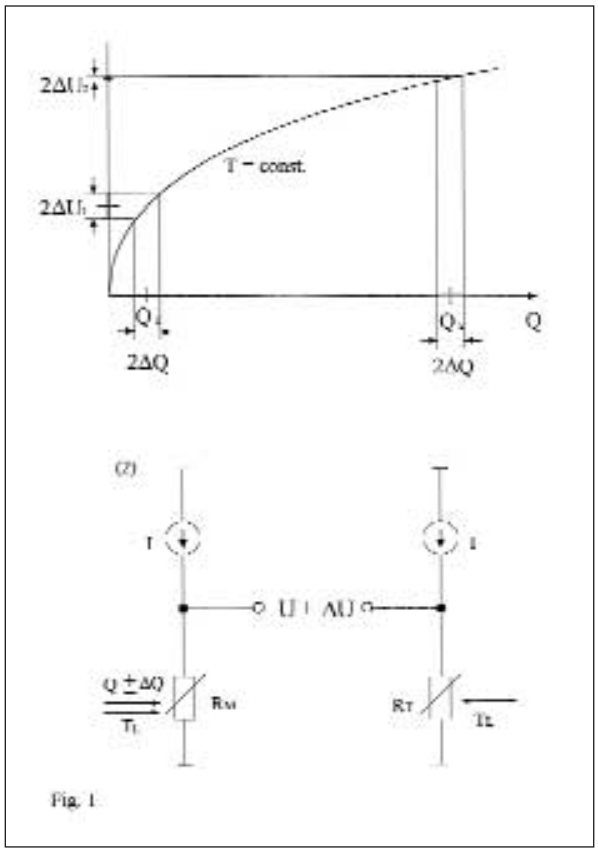


Fig. 1:
Funktion (1) der Brückenspannung U = f(Q) der Sensorbrücke (2) mit signifikanten Größen für bewegten Strömungssensor R_M, bzw. für die Strömung Q mit der Modulation DQ

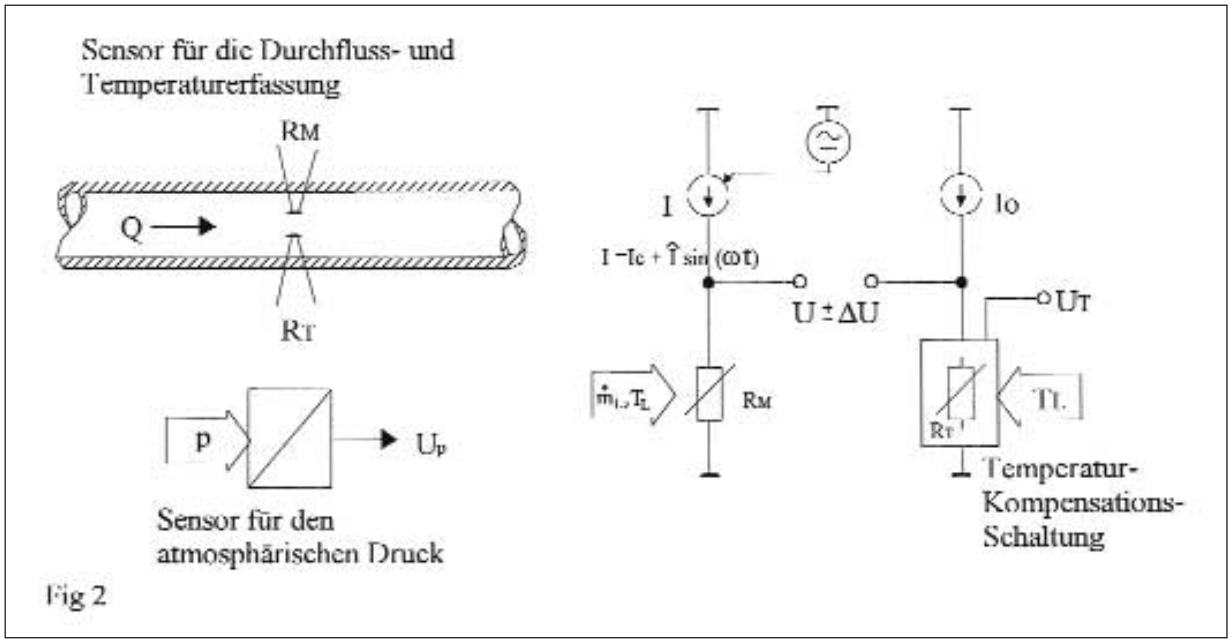


Fig. 2: Messrohr mit Sensoren R_M und R_T sowie Schaltung mit harmonischer Sensorbeheizung für R_M

Literatur:

Reißland, M.-U.

/1/ Einrichtung zum Messen des Volumenstroms eines strömenden Mediums, Deutsche PA 197.49524.9-52 vom 8.11.1997

/2/ dito, jedoch Internat. PA PCT/DE 98 03212 vom 4.11.98

/3/ dito, jedoch Europ. PA 98 962 208.9 - auf Basis der Internat. PA, s. /2/

/4/ Volumenstrom-Messung kleinster Strömungen für Kontaminationsanalysen von Atemluft, Tagungsband Nr. 2 der MessComp '98, S. 293-314

/5/ Elektronische Volumenstrom-Messung ....., Z. tm-Techn. Messen 65 (1998), S. 361-369

Inkrementelle Anrisslebensdauer-Vorhersagemethode für beliebige mehrachsige Bauteilbeanspruchungen

Prof. Dr.-Ing. W. Ott
e-mail: ott@gm.fh-koeln.de
Tel.: +49 22 61 / 81 96 - 277
Partner:
Prof. Dr.-Ing. H. Nowack
Dr.-Ing. A. Buczynski
Dipl.-Ing. C. Baum,
Gerhard-Mercator-Universität Duisburg
Dipl.-Ing. K. H. Trautmann,
Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt

Einleitung

Zur Beschreibung der Bildung und des Wachstums kleiner Risse kommen Methoden auf makroskopischer werkstoffmechanischer sowie Methoden auf mikrostruktureller und mikromechanischer Grundlage zum Einsatz. Im Berichtszeitraum wurde eine Methode zur Anrisslebensdauervorhersage auf der Basis einer makroskopischen Betrachtung weiterentwickelt. Die Vorteile einer makroskopischen Betrachtung sind die vergleichsweise unkomplizierte Integrationmöglichkeit in moderne Rechentechniken zur Beanspruchungsanalyse von Bauteilen und ein geringerer experimenteller Aufwand zur Bestimmung der Werkstoffkenngrößen. Es wird die Lebensdauer bis zum Vorliegen eines technischen Anrisses berechnet. Die durch eine mechanische Beanspruchung hervorgerufenen Spannungen und Dehnungen werden als maßgeblich für die Rissentwicklung angesehen und es wird unter der Voraussetzung gleicher Spannungs-Dehnungsabläufe von der Äquivalenz der Ermüdungsvorgänge am betrachteten Ort eines Bauteils und dem Ermüdungsvorgang an einem ungekerbten Prüfkörper ausgegangen.
Schon im einachsigen Beanspruchungsfall treten bei komplexen Beanspruchungs-Zeitfunktionen Probleme in Bezug auf die Äquivalenz auf. Die älteren Vorhersage-Methoden basieren nämlich auf Beanspruchungsereignissen entsprechend geschlossener Hystereseschleifen, die mit Hilfe der Rainflow-Methode aus dem komplexen Spannungs-Dehnungsverlauf abgeleitet werden. Damit wird aber eine exakt chronologische Betrachtung der Ermüdungsvorgänge aufgegeben und eine Erfassung von Lastreihenfolgeeinflüssen ist nun nicht mehr sinnvoll möglich. Auch für komplexe mehrachsige Beanspruchungen wurden Methoden, die besondere Beanspruchungsereignisse zur Bestimmung der Anrisslebensdauer zugrundelegen, entwickelt. Die Vielzahl der vorgeschlagenen unterschiedlichen Ansätze könnte im dargestellten Mangel begründet sein.

Inkrementelle Anrisslebensdauer-Vorhersage

Die oben aufgeführten Beschränkungen können mit der inkrementellen Bestimmung der Schädigung [1] überwunden werden, da diese Methode nicht von besonderen Beanspruchungsereignissen ausgeht, sondern den Schädigungsprozess kontinuierlich beschreibt. Betrachtet man Punkt 1 des aufsteigenden Astes der in Bild 1 dargestellten Hysterese, so „weiß" der Werkstoff natürlich noch nicht, ob die Belastung in Punkt 2 oder in Punkt 3 endet. Die Schadensentwicklung auf dem Weg von 1 nach 2 kann also davon nicht abhängig sein. Ein inkrementeller Ansatz berücksichtigt dies, da hier die Schadenssumme zu jedem beliebigen Zeitpunkt t unabhängig davon, was danach kommt, berechnet wird. Zur Schadensrechnung wurde die im Laufe einer mechanischen Beanspruchung in einem Werkstoffvolumen geleistete plastische Arbeit zugrunde gelegt.

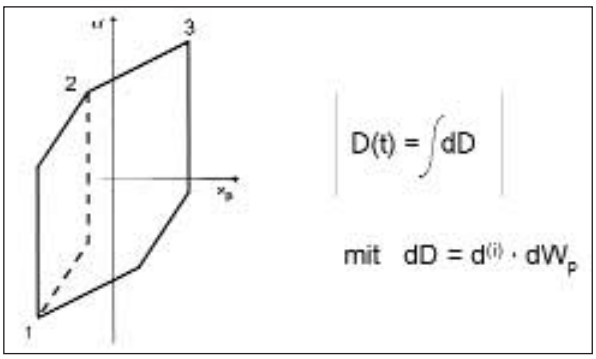
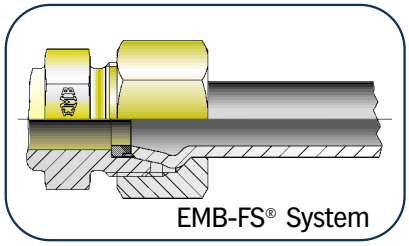


Bild 1: Inkrementelle Schadensrechnung

Die Größe $d^{(i)}$ kennzeichnet den spezifischen Schadensbeitrag je Einheit plastischer Arbeit im i-ten Segment der linearisierten Spannungs-Dehnungskurve. Die allein auf der Basis der inkrementellen plastischen Arbeit durchgeführten Anrisslebensdauervorhersagen erfüllten jedoch insbesondere bei mittelspannungsempfindlichen Werkstoffen die Erwartungen noch nicht. Es erfolgte daher ein weiterer Entwicklungsschritt, wobei die auf den Ebenen maximaler Schubspannung wirkende Normalspannung oder die Oktaedernormalspannung als sekundärer Schädigungsparameter definiert wurde [2]. Die Definition dieser Normalspannungen verdeutlicht Bild 2.

Rohrverschraubungen
nach DIN/EN/ISO in Stahl, Edelstahl, Messing

Die Rohrverschraubungs-Systeme von EMB basieren auf einer 40jährigen Erfahrung in der Entwicklung, der Produktion und dem weltweiten Vertrieb von Hydraulikarmaturen. Die innovativen EMB-Entwicklungen sind das Ergebnis dieser Erfahrungen.


EMB-FS® System

Das neue EMB-FS® System ist ein innovatives Beispiel für diese praxisorientierte Arbeit. Dem Anwender steht ein Rohrendenumformsystem zur Verfügung, das alle bewährten Vorteile der Schweißverbindung integriert und darüber hinaus wichtige technische und wirtschaftliche Vorteile bietet.

Die Umstellung von Schweißen auf Formen war noch nie so leicht, da Montage und Leistungsparameter nicht beeinträchtigt werden. Die deutlichen Einsparpotentiale auf der Systemkostenseite machen einen Wechsel vom Schweißen zum Formen mit EMB-FS® wirtschaftlich:

- Geringere Montage- und Systemzeiten
- Niedrige Montagekräfte
- Kraft- und Formschluß
- Funktionsring mit elastomerer Dichtfunktion
- Mehr Sicherheit durch spürbare Montagebegrenzung

Verbindungssysteme

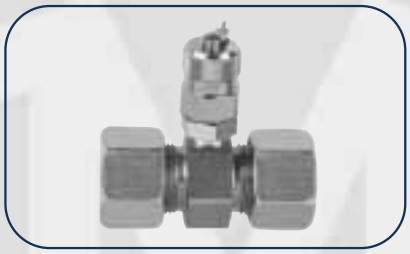
DS-Ring®

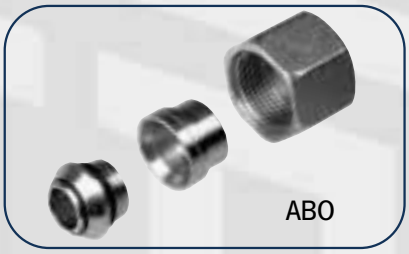
DSW-Ring®

Schneidringe

SNO

Schweißnippel


Meßtechnik


ABO

37° Bördel

Fertigmontage-Maschine Opticam® 34

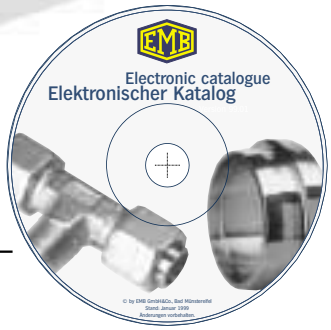
Montagetechnik – vom Rohrsägen bis Rohrbiegen

24 Stunden rund um die Uhr weltweit präsent:

http://www.emb-eifel.de

Neuer EMB-Webauftritt, Homepage und Online-Produktkatalog mit Bestell-, Anfrage- und Angebotsoptionen.

Elektronischer EMB-Katalog auf CD-ROM –
Aktuellste Version jetzt kostenlos anfordern!



Eifeler Maschinenbau GmbH
Kolumbusstrasse 54 · D-53881 Euskirchen
Tel. ++ 49 (2251) 1256-0 · Fax ++ 49 (2251) 1256-400
E-Mail: info@emb-eifel.de · http://www.emb-eifel.de

Ein Unternehmen der HEITAG Heinen Technologie GmbH

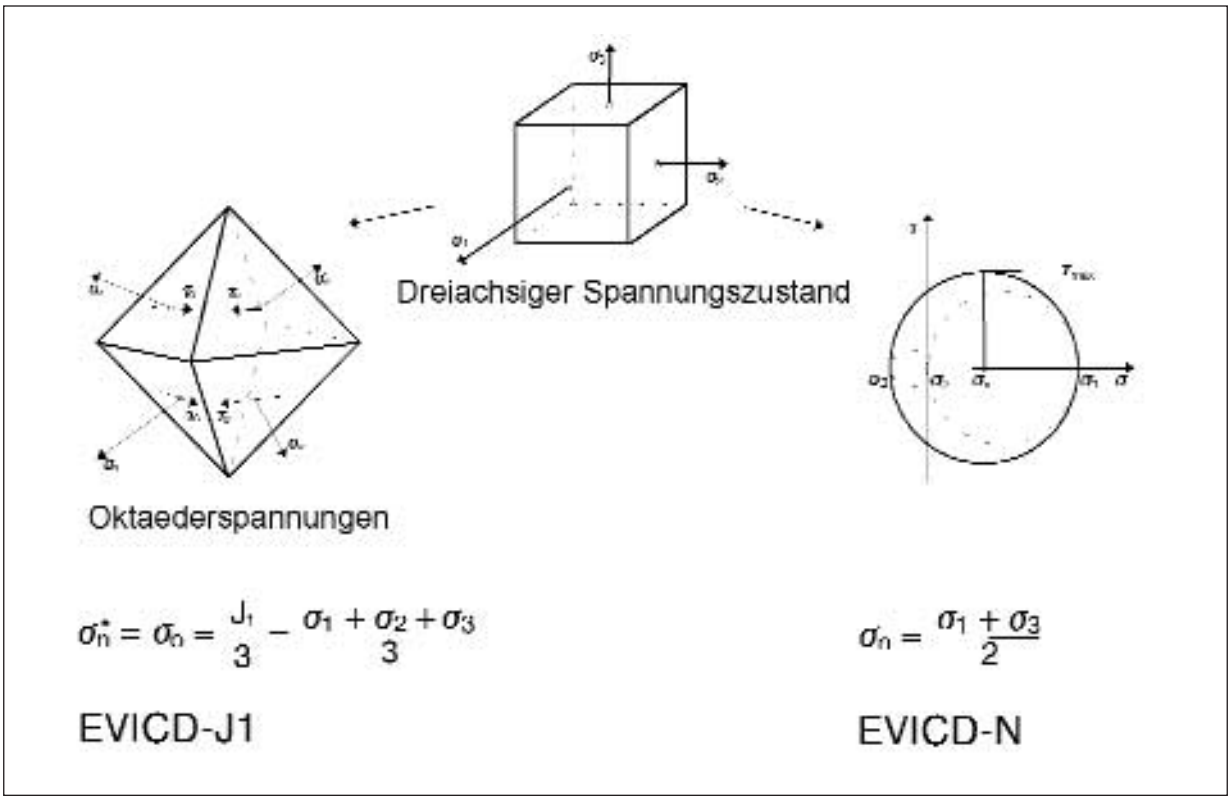


Bild 2: Definition der Normalspannung σ_n

Der spezifische Schadensbeitrag $d^{(i)}$ wird damit eine Funktion der Normalspannung.

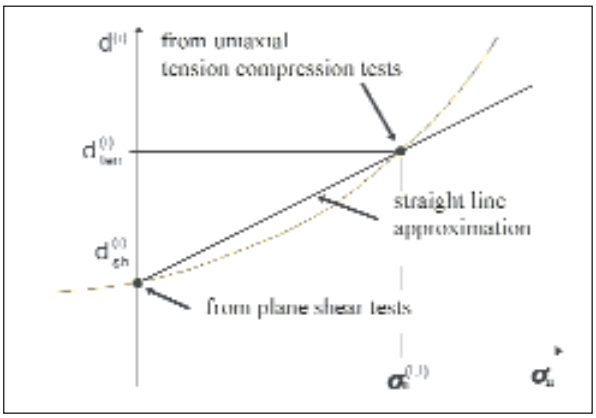


Bild 3: Spezifischer Schadensbeitrag $d^{(i)}$ als Funktion der Normalspannung

Die gestrichelte Kurve stellt dabei einen physikalisch sinnvollen Verlauf dar. Zwei Kurvenpunkte können aus Schwingfestigkeitsversuchen mit reiner Schubbeanspruchung und aus Versuchen mit einachsiger Zug-Druckbeanspruchung gefunden werden. Hier wurde die gestrichelte Kurve durch die im Bild eingezeichneten Geraden angenähert.

Evaluation des inkrementellen Verfahrens

Mit dem oben beschriebenen inkrementellen Verfahren wurden für die im Bild 4 dargestellten biaxial-proportionalen und biaxial-nichtproportionalen Belastungen an Kreuzproben aus der hochfesten mittelspannungsempfindlichen Aluminiumlegierung Al7475 gute Anrisslebensdauervorhersagen erzielt.

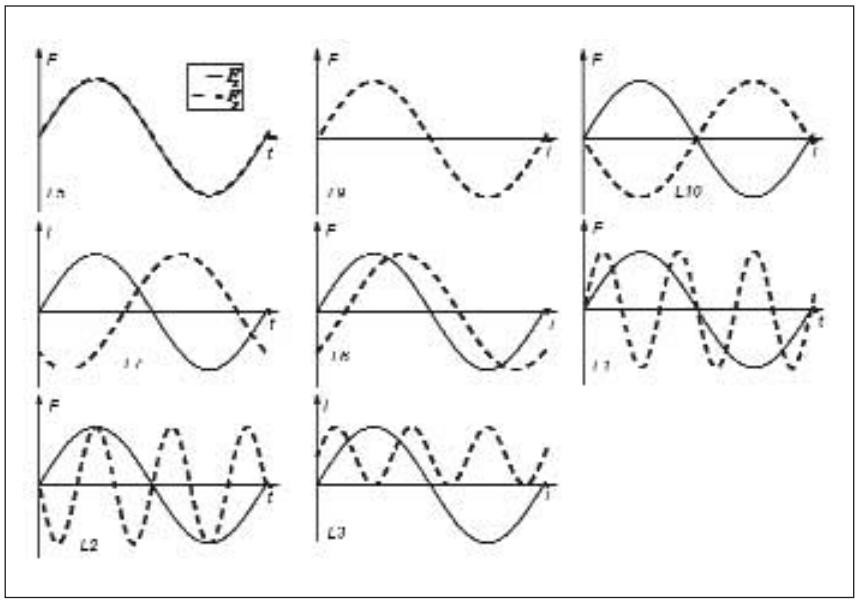


Bild 4: Proportionale und nicht-proportionale Belastungsabläufe

Die berechneten Anrisslebensdauern sind in Bild 5a über den im Versuch beobachteten Lebensdauern aufgetragen.

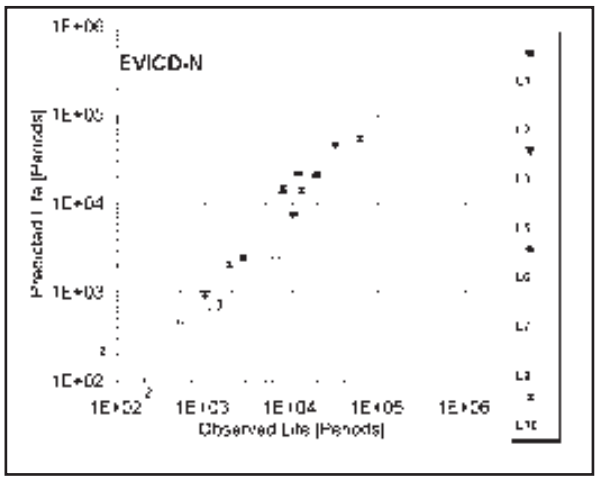


Bild 5a: Vergleich der Anrisslebensdauervorhersage mit Versuchsergebnissen für die hochfeste Aluminiumlegierung Al-7475

Inzwischen wurde ein ähnlicher Vergleich auch für einen Röhrenstahl durchgeführt. Das Ergebnis ist in Bild 5b dargestellt. Die Ergebnisse sind ebenfalls recht befriedigend.

Es stellte sich nun die Frage, ob solche Methoden, die Schadensereignisse im oben dargestellten Sinne definieren vergleichbar gute Vorhersagen liefern können. In Zusammenarbeit mit Frau Dr. Chu von der Entwicklungsabteilung der Ford Motor Company in Dearborn USA wurde eine Anrisslebensdaueranalyse für die hochfeste Al-Legierung durchgeführt, die folgende Parameter umfasste: Schubdehnungsamplitude (P_S), Normaldehnungsamplitude (P_N), Schadens-

GEA

GEA Ecoflex

Das Richtige für Energiebündel

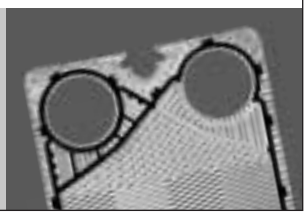
Plattenwärmetauscher – leistungsstark und preiswert

Überall wo es heiß her geht, sorgen Plattenwärmetauscher von GEA Ecoflex dafür, dass die Temperatur stimmt: bei der Schmieröl- und Kreislaufwasserkühlung für Turbinen, Generatoren und Dieselmotoren ebenso wie z. B. bei der Kraftwärmekopplung in Kraftwerken. Und damit unterstützen wir nicht nur die Energiewirtschaft mit wirtschaftlichen, sondern auch mit ökologisch sinnvollen Lösungen.

- ausgezeichnetes Preis-Leistungs-Verhältnis
- höchste Qualitätsstandards
- garantierte Lieferzeiten
- maximale Energieausnutzung

GEA Ecoflex
Voss-Straße 11/13
D-31157 Sarstedt

Tel.: +49 50 66/6 01-0
Fax: +49 50 66/6 01-104
www.gea-ecoflex.com
info@gea-ecoflex.com



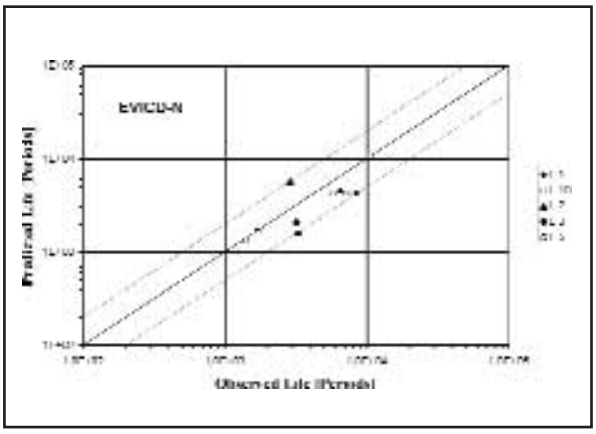


Bild 5b: Vergleich der Anrisslebensdauervorhersage mit Versuchsergebnissen für einen Röhrenstahl der Güte S460M

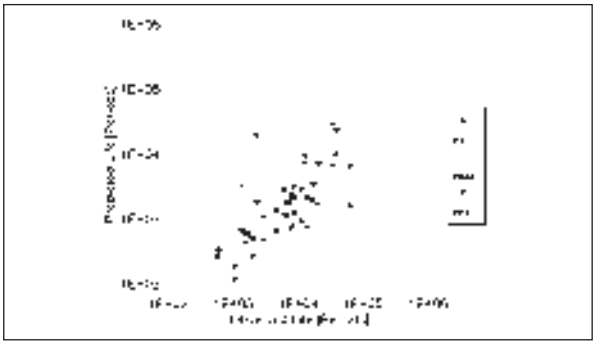


Bild 6: Vorhersagen nach *Chu [4]* und Vergleich mit biaxialen Versuchsergebnissen

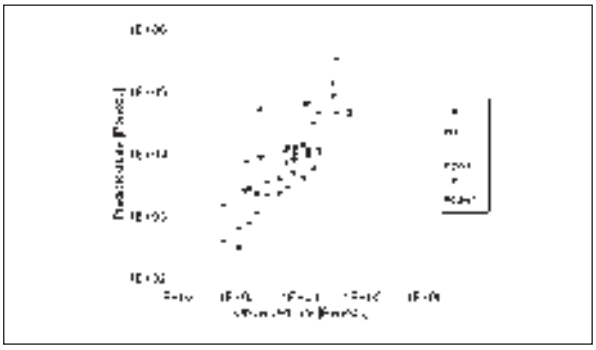


Bild 7: Vorhersagen nach *Chu [4] und Vergleich mit biaxialen Versuchsergebnissen*

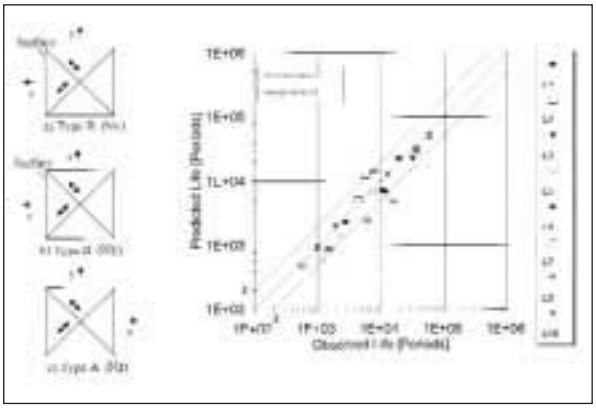


Bild 8: Vergleich der Anrisslebensdauervorhersage mit dem inkrementellen Ansatz auf der Basis einer kritischen Rissebene mit Versuchsdaten

parameter nach Smith, Watson und Topper (P_{SWT}), nach Brown und Miller (P_{BM}) , nach Fatemi und Kurath (P_{FK}) und nach Smith, Watson und Topper mit einer Modifikation nach Chu (P_{CSWT}) [3]. Die Ergebnisse sind in den Bildern 6 und 7 dargestellt.

Während Parameter P_S, P_{BM} und P_{FK} eher konservative Vorhersagen mit Ausreißern in den unsicheren Bereich lieferten, führten die Parameter P_N, P_{SWT} und P_{CSWT} häufiger zu nicht-konservativen Vorhersageergebnissen. Auch die vorhergesagten Anrisslagen streuten sehr stark. Kein Parameter erreicht die Vorhersagegenauigkeit der hier angewendeten inkrementellen Methoden.

In den Versuchen mit biaxial belasteten Kreuzproben aus der hochfesten Aluminiumlegierung Al7475 wurde beobachtet, dass Risse immer in bevorzugten Lagen entstanden. Eine inzwischen vorgenommene Erweiterung des inkrementellen Vorhersageansatzes ermöglicht nun auch Aussagen über die Rissorientierung [4].

Da Anrisse bevorzugt auf Ebenen höchster Schubverformung auftraten, wurde als primärer Schadensparameter das Inkrement der Schubverformung $d\gamma$ und als sekundärer Schadensparameter die Normalspannung σ_n auf der jeweils betrachteten Schnittfläche gewählt. Mit beiden Konzepten wurden sowohl bei biaxial-proportionaler als auch bei biaxial-nichtproportionaler Belastung gute Ergebnisse in Bezug auf die Anrisslebensdauervorhersage erzielt, wie Bild 8 zeigt. Aufgrund der invarianten Hauptspannungsrichtungen bei einer Kreuzprobe können dabei sechs Anrissebenen unterschieden werden. Die in Bild 8 angegebenen Anrisslebensdauerwerte sind daher immer spezifischen Anrissebenen zugeordnet.

Zusammenfassung und Ausblick

Der beschriebene inkrementelle Ansatz zur Anrisslebensdauervorhersage beseitigt die aufgezeigten Mängel konventioneller Verfahren auf der Grundlage von Schadensereignissen. Der Vergleich der Anrisslebensdauervorhersage mit Versuchsergebnissen, die mit Kreuzproben der hochfesten Aluminiumlegierung Al 7475 und einem Röhrenstahl der Güte S460M auf der Biax-Anlage der DLR mit proportionalen und nicht-proportionalen Beanspruchungen erhalten wurden, ergab eine hohe Vorhersagegenauigkeit. Anrisslebensdauervorhersagemethoden auf der Basis konventioneller Schadensparameter konnten die Aussagefähigkeit der neuen inkrementellen Methoden nicht erreichen.
In der nun anschließenden Projektphase ist die Implementierung des beschriebenen inkrementellen Ansatzes zur Anrisslebensdauervorhersage in professionelle Softwareprodukte zur Bauteilbemessung geplant.

Literatur

[1] Ott, W.:
Neues Verfahren zur Betriebsfestigkeitsanalyse komplexer Bauteile auf der Grundlage der FEM. Dissertation, TH Aachen 1987, ebenfalls DFVLR-FB-87-15, (1987).

[2] Ott, W., Baumgart, O., Trautmann, K.-H., Nowack, H.,: „A New Crack Initiation Life Prediction Method for Arbitrary Multiaxial Loading Considering Mean Stress Effect“, *Proceedings*, Sixth Int. Fatigue Congress „Fatigue 96“, Pergamon, Elsevier Ltd. Oxford, UK, 1996, pp. 1007-1012.

[3] Chu, C.-C., Conle, F. A., Bonnen, J. J. F.:
„Multiaxial Stress-Strain Modeling and Fatigue Life Prediction of SAE Axle Shafts“, *Advances in Multiaxial Fatigue, ASTM STP 1191,* D. L. McDowell and R. Ellis, Eds., Am. Soc. Test. Mats., Philadelphia, 1993, pp. 55-66.

[4] Ott, W., Chu, C.-C., Trautmann, K.-H., Nowack, H.:
Prediction Capability of a New Damage Event Independent (Continous) Multiaxial Fatigue Prediction Method. Vortragsband: Eighth International Conference on Mechanical Behaviour of Materials, ICM8, Victoria, Canada, 1999, pp. 1204-1209.

Konzeption eines digitalen Bildatlas zur Erforschung und Archivierung hebräischer Schriftzeichen

Prof. Dr. Heiner Klocke
e-mail: klocke@gm.fh-koeln.de
Tel.: +49 22 61 / 81 96 - 406
Dr. Ittai Tamari
Uwe Poborski

Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt „Hebräische Typographie im deutschsprachigen Raum“ wird seit 1998 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert. Primäres Ziel des Projekts ist es, neue Erkenntnisse über die Entstehung, Entwicklung, Verbreitung und Anwendungsgebiete hebräischer Druckschriftstile zu gewinnen. Das zweite Ziel des Projekts ist die Bereitstellung eines digitalen Bildatlas, in dem alle entdeckten hebräischen Schriftsätze sowie die Forschungsergebnisse und die daraus abgeleiteten Erkenntnisse archiviert und veröffentlicht werden. Der Bildatlas ist mit verschiedenen interaktiven Funktionen zum Darstellen, Navigieren und Vergleichen von Schriftsätzen ausgestattet. Er enthält außerdem Informationen über die Druckschriftdokumente, die für die digitale Reproduktion der Schriftzeichen und Buchseiten verwendet wurden. Das interdisziplinäre Forschungthema gehört fachlich zur Buchwissenschaft. Die technische Durchführung betrifft die digitale Reproduktionsfotografie und insbesondere die Informatik. Der Stand der Forschungsarbeiten aus Sicht aller drei Arbeitsgebiete Buchwissenschaft, Fotografie und Informatik wurde im Januar 2001 in einem Symposium in Köln vorgestellt. Die Vorträge wurden in einem Zwischenbericht veröffentlicht, der bei den Autoren angefordert werden kann. Da sich die Techniken der digitalen Reproduktion und der grafischen Bildverarbeitung seit dem Zwischenbericht nicht wesentlich verändert haben, wird an dieser Stelle darüber nicht berichtet.

Zuerst werden die interdisziplinären Arbeiten in dem Projekt vorgestellt (Abschnitt 1). In Abschnitt 2 wird das buchwissenschaftliche Ziel des digitalen Bildatlas erklärt. Danach wird in Abschnitt 3 ein Beispiel gezeigt, das aus Sicht des Benutzers die logische Struktur des Bildatlas und die Möglichkeiten darstellt, in dem Archiv von Schriftsätzen, Schriftzeichen und Bildern aus Druckschriftdokumenten zu navigieren und Informationen auf verschiedene Art und Weise darzustellen. Ohne zu sehr in die Tiefe informatischer Strukturen zu gehen, werden in Abschnitt 4 die Konzepte und die verschiedenen Entwicklungsschritte der Softwarearbeiten erklärt. Abschließend folgt ein kurzes Resümee.

1. Einführung: ein interdisziplinäres Projekt

Die Federführung dieses Projekts wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft kurz nach der Genehmigung an die Fachhochschule Köln übertragen, weil die fotografischen und die informatischen Arbeiten von zentraler Bedeutung für die buchwissenschaftlichen Arbeitsmethoden und für das Erreichen der Forschungsziele sind. Zum besseren Verständnis dieses Berichts werden kurz die verschiedenen Schritte der Forschungs- und Entwicklungsarbeit erklärt.

1. Beschaffung der Druckschriftdokumente aus europäischen und israelischen Bibliotheken.
2. Auswahl der zu fotografierenden Schriftsätze, Schmuckstücke und Buchseiten
3. Fotografische Reproduktion mit einer digitalen Großformatkamera
4. Herstellung der für die Speicherung im Bildatlas vorgesehenen Bilder durch verschiedene Bildverarbeitungsalgorithmen
5. Vermessung der Schrifttypen
6. Herstellung einer CD-Rom, auf der alle Bilder, Vermessungsdaten und bibliografischen Informationen eines Druckschriftdokuments gespeichert werden.
7. Einfügen der auf der CD-Rom gespeicherten Daten in den digitalen Bildatlas (technisch: Import der CD-Rom in die Datenbank)
8. Buchwissenschaftliche Bearbeitung der neu eingefügten Daten
9. Vergleich verschiedener Schriftsätze, neue Erkenntnisse

Die Unterstützung des Projekts durch die Informatik besteht in der Entwicklung verschiedener Softwaresysteme für folgende Aufgaben:

- Vermessung der Schriftzeichen
- Automatisierter Import der CD-Roms in die Datenbank
- Darstellung und Navigation in dem digitalen Bildatlas über das Internet *(HebrewTypeShow)*
- Buchwissenschaftliche Bearbeitung des digitalen Bildatlas über das Internet *(HebrewTypeWork)*

In diesem Bericht wird die Benutzung und die technische Struktur von *HebrewTypeShow* vorgestellt, weil dieses System im World Wide Web unter der Adresse www.gm.fh-koeln.de/hebrewtype/ frei zur Verfügung steht.

Ein zweites System, *HebrewTypeWork*, ist das informatische Arbeitswerkzeug für die buchwissenschaftliche Bearbeitung des digitalen Bildarchivs. Das System wurde mit vielen fachspezifischen Funktionen ausgestattet, um die Forschungsarbeit des Buchwissenschaftlers zu unterstützen. Es wird in diesem Bericht aus drei Gründen nicht näher erklärt: erstens, *HebrewTypeWork* ist nicht frei im WWW verfügbar, sondern nur für autorisierte Benutzer, zweitens, es enthält sehr viele speziell auf die Forschungsziele bezogenen Funktionen, drittens, die Konzepte und Methoden der Informatik sind dieselben, die für das öffentliche System *HebrewTypeShow* verwendet wurden.

2. Das Forschungsziel aus buchwissenschaftlicher Sicht

Im Mittelpunkt des Forschungsprojekts „Hebräische Typographie im deutschsprachigen Raum" steht das hebräische Schriftsystem; ein phonetisches Alphabet, dessen sich Hebräisch, Aramäisch, Jiddisch, Ladino und einige heute nicht mehr geläufige jüdische Sprachen bedienen. Das daraus abgeleitete hebräische Druckschriftsystem gliedert sich in zwei Hauptstile, den aschkenasischen (Bild 1, obere Zeile) und den sefardischen (Bild 1, untere Zeile), und in einen Mischstil, den italienischen. Diese weisen wiederum mehrere Druckschriftarten auf, darunter Quadrat, Halbkursiv und Kursiv.

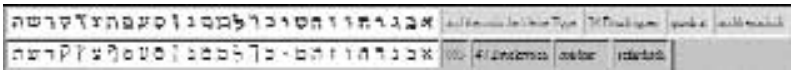


Bild 1: Beispiel eines aschkenasischen und eines sefardischen Schriftsatzes (aus *HebrewTypeWork*)

Hebräische Druckbuchstaben wurden im deutschsprachigen Raum fünf Jahrhunderte lang produziert und gedruckt. Diese Kontinuität ist ohne Parallele in der jüdischen Geschichte. Ihr ist die Entstehung von speziellen Buchgattungen und stilistischen Traditionen zu verdanken.
Unsere Forschung konzentriert sich auf den aschkenasischen Druckschriftstil im deutschsprachigen Raum, auf seine Entstehung, Entwicklung, Verbreitung und Anwendungsgebiete. Ziel der Forschung ist es, nach Erfassung einer Großzahl von Druckschriftdokumenten (ca. 120) eine formale und funktionale Systematisierung und Klassifizierung des aschkenasischen Stils und seiner Arten durchzuführen.

Ein bedeutsamer Zweck dieses Forschungsprojekts ist der systematische Typenvergleich. Erst im Rahmen ihres Schriftsatzes werden Buchstaben zu Trägern typographischer Bedeutung, denn Kennzeichen eines Schriftbildes, die typischen Charaktermerkmale eines Schriftsatzes lassen sich erst aus der Gesamtheit seiner unterschiedlichen Buchstaben bestimmen. Um Vergleiche durchführen zu können, muss eine große Anzahl von Schriftsätzen nach denselben Parametern erfasst werden: Höhe, Breite, obere und untere Horizontalstriche müssen gemessen, bibliographische Informationen verzeichnet werden (Bild 2). Aus dem Verhältnis von Höhe zu Breite, oberer zu unterer Schriftdickte sowie dem Verhältnis von Schriftschwärze zum weißen Buchstabeninnenraum lassen sich die schrifteigenen Proportionen und ihre Merkmale ermitteln.

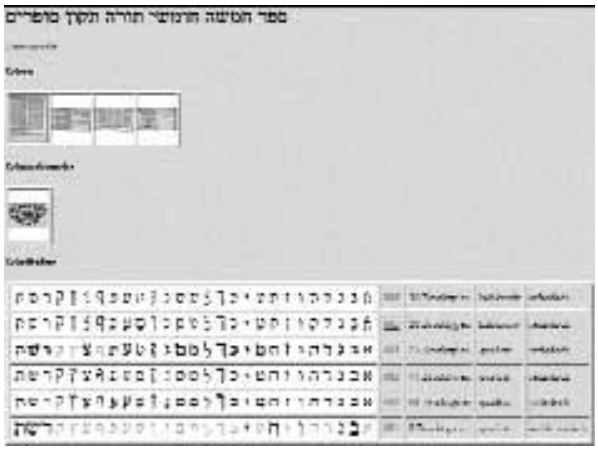


Bild 2: Auflistung der Bilddateien eines Druckschriftdokuments in dem System *HebrewTypeWork*

Die unseren Bedürfnissen entsprechend entwickelte Datenbankstruktur ermöglicht uns, jedes Druckschriftdokument samt aller aus ihm digital aufgenommenen Bilder und der dazu gehörenden Textinformationen zu erfassen. Beim späteren Zugriff auf die Bild- und Informationsdaten kann der Benutzer Schriftzeichen nach verschiedenen Kriterien sortieren, miteinander vergleichen, verwalten und für spätere Zeit speichern. In der Datenbank werden neben den Schriften auch alle weiteren typographischen Elemente gespeichert: Buchschmuck (Zierleisten, Wappen, Vignetten) und Buchillustrationen (Holzschnitt, Kupferstiche). Die hohe Leistung im Umgang mit den Detailmengen von Bild und Textinformation war bis jetzt nicht möglich. Ohne eine derartige Datenbank lassen sich Abbildungen, die nicht mehr in ihrem Zusammenhang stehen, nicht so bequem sortieren und verwalten, ohne dass dabei die Übersicht leicht verloren geht.

Die hebräische Typographie weist zusätzlich eine besonders enge Beziehung zwischen Inhalt und Form auf: Bestimmten Inhalten wurden jeweils bestimmte Druckschriftarten zugeordnet, und sie erschienen in einem speziellen Buchformat. Eine Schriftart sollte daher in ihrem Kontext, sprich in

ihrem typographischen Umfeld untersucht werden; denn in einem Buch erscheint eine Schriftart selten allein. Die Schriftumgebung, die in der Regel aus anderen Schriftarten besteht, kann Hinweise auf die für eine Gegend charakteristische Seitenausstattung und auf das Schriftangebot der jeweiligen Druckerei geben. In diesem Zusammenhang werden die Verhältnisse der Buchausstattung, sprich Buchformat und Satzspiegel, die Platzierung der vorhandenen Schriftgrößen innerhalb der Doppelseite untersucht. Der enthaltene Buchschmuck und, wenn vorhanden die Illustrationen, werden ebenfalls mit berücksichtigt.

Somit lässt sich über die Beschäftigung mit hebräischer Typographie ein unbekanntes Kapitel in der Geschichte jüdischer Druckkultur als integraler Teil der europäischen Druckgeschichte erschließen.

3. Ein Beispiel aus dem digitalen Bildatlas *HebrewTypeShow*

Anhand einiger Bildseiten des digitalen Bildatlas soll die Struktur der Benutzungsschnittstelle erklärt werden. Es wird gezeigt, wie Informationen in dem Bildatlas gefunden und dargestellt werden. Die verwendeten Bildseiten (Bild 4-9) stammen aus der Entwurfsphase des User-Interface von *HebrewTypeShow*. Geringe Abweichungen zum aktuellen User-Interface sind daher möglich.

Das User-Interface von *HebrewTypeShow* ermöglicht dem Benutzer zwei elementare Sichten auf den digitalen Bildatlas. Diese Sichten sollen die Inhalte und die Ziele der Forschung erkennen lassen. Im Mittelpunkt stehen typografische Informationen über hebräische Schriftsätze und Schriftzeichen, deren Quelle sich in Druckschriftdokumenten befindet (siehe Arbeitsschritte 1 u. 2 in Abschnitt 1); dabei handelt es sich um bibliografische Daten. Das User-Interface von HebrewTypeShow muss daher sowohl auf typografische als auch auf bibliografische Informationen ausgerichtet sein. Aus diesem Grund wurden zwei elementare Sichten auf den Bildatlas entworfen,

1. die **typografische Sicht**, die Informationen über Schriftsätze und Schriftzeichen zeigt, und
2. die **bibliografische Sicht**, die dokumentiert, in welchen Druckschriftdokumenten neue Schriftsätze gefunden wurden.

Beide Sichten haben mehrere Berührungspunkte, was sich in der Struktur des User-Interface widerspiegelt (Bild 3).

Bild 3: User-Interface-Struktur für die typografische und die bibliografische Sicht

In beiden Sichten wird dieselbe Informationsstruktur verwendet. So kann sich der Benutzer schnell ein kognitives Modell von den Darstellungsformen, Interaktionsfolgen und den Verbindungen zwischen beiden Sichten aufbauen. Die Struktur, das Layout und die Verknüpfungen der Bildseiten sind aus den typografischen und bibliografischen Inhalten und den Forschungszielen des Projekts abgeleitet.

Beim Aufschlagen des Bildatlas wird eine Schriftsatzübersicht gezeigt. Von hier aus führen Verzweigungen zu verschiedenen Detailsichten. Das Übersicht-Detail-Prinzip unterstützt die Orientierung in der großen Informationsmenge. Der Benutzer gelangt intuitiv auf kurzen Navigationswegen schnell und zielgerichtet zu allen im Bildatlas enthaltenen Informationen.
Das User-Interface verwendet keine Buchmetapher, weil dadurch eine lineare und wenig flexible Bildseitenfolge festgeschrieben würde. Durch die Netzstruktur der Seiten sind die Navigationswege kurz und der aktuelle Standort ist direkt erkennbar. Der Benutzer kann seine persönlichen Navigations-wege sichern, um diese später noch einmal nachzuvollziehen. Dadurch sind die Schritte einer Arbeits-sitzung rekonstruierbar. Denn der Weg, der zu wissenschaftlichen Ergebnissen und Erkenntnissen führt, ist oft selbst Teil dieser Ergebnisse oder er erleichtert zumindest das Verstehen und Zustande-kommen von Ergebnissen.

3.1 Die typografische Sicht

Die typografische Sicht steht im Mittelpunkt des Bildatlas und soll etwas ausführlicher erklärt werden.

3.1.1 Übersicht der Schriftsätze

Beim Aufschlagen des Bildatlas gelangt der Benutzer auf eine Startseite, welche die bisher gefundenen hebräischen Schriftsätze in einer tabellarischen Form zeigt (Bild 4).

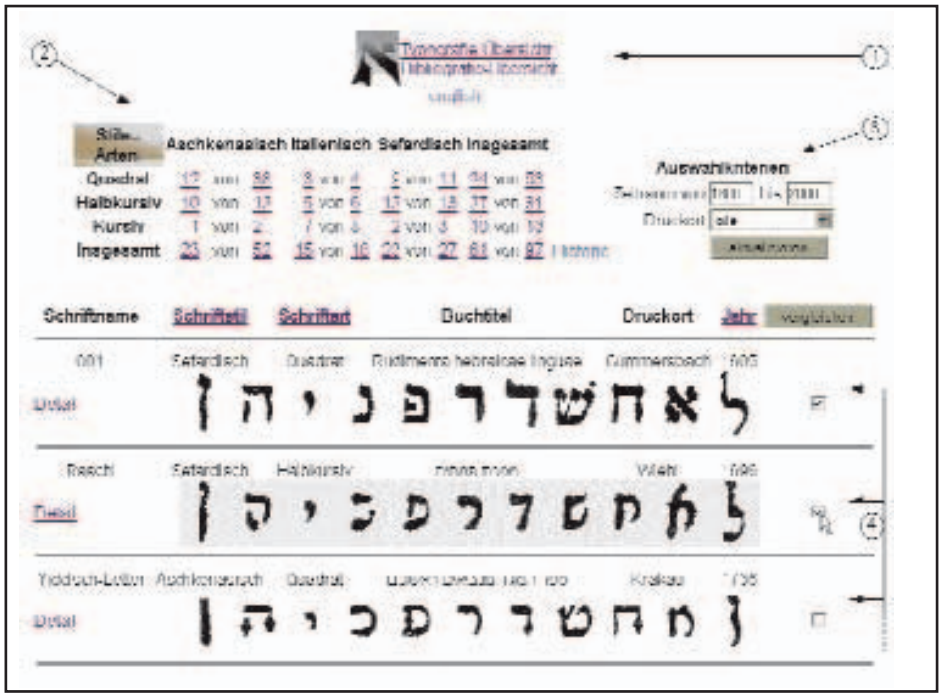


Bild 4: Übersicht der bisher gefundenen hebräischen Schriftsätze

Die Bildseite der typografischen Übersicht zeigt mehr als nur die Tabelle der Schriftsätze. Sie besteht vielmehr aus vier interaktiven Bereichen:

(1) **Titelzeile.** Wahl zwischen typografischer und bibliografischer Sicht (Marke 1)
(2) **Multifunktionale Kategorienmatrix.** Strukturierung der Schriftsätze nach *Schriftstilen* und *Schriftarten*. Wahl einer Schriftsatzmenge (Marke 2)
(3) **Auswahlkriterien.** Eingabe von Suchkriterien wie Zeitraum und Druckort zur gezielten Eingrenzung von Schriftsätzen (Marke 3)
(4) **Tabellarische Schriftsatzübersicht.** Auflistung der in der Kategorienmatrix ausgewählten Schriftsätze (Marke 4)

Die multifunktionale Kategorienmatrix hat folgende Aufgaben:

a) **Ordnen der Schriftsätze** nach ***Schriftstil*** und ***Schriftart.*** Der Benutzer erkennt, wie viele Schriftsätze eines bestimmten Schriftstils und einer Schriftart sich im Bildatlas befinden. Bild 4 weist insgesamt 97 Schriftarten aus, davon gehören 38 zum Schriftstil *Aschkenasisch* und zur Schriftart *Quadrat*, davon erfüllen 12 die Auswahlkriterien (Marke 2).
b) **Auswahlkriterien festlegen und Suchergebnisse darstellen.** Durch die Spezifikation der Suchkriterien „Zeitraum von .. bis ..“ und „Druckort“ verändert der Benutzer den Inhalt der Kategorienmatrix. Ein Eintrag in einer Matrixzelle hat die allgemeine Form „x von y“, zum Beispiel: 12 von 38. Dies bedeutet: der Bildatlas enthält 38 Schriftsätzen des Stils *Aschkenasisch* und der Art *Quadrat;* 12 davon erfüllen die Kriterien „Zeitraum von 1600 bis 2000“ und „Druckort: alle“. Durch das Anwählen z.B. der 12 werden die entsprechenden 12 Schriftsätze angezeigt.
c) **Aktualisierung der tabellarischen Schriftsatübersicht.** Durch Auswahl jeweils einer der beiden Zahlen in einer Tabellenzelle wird die durch Zeile (Schriftstil), Spalte (Schriftart) und durch Auswahlkriterien spezifizierte Menge von Schriftsätzen angezeigt.
d) **Statistische Informationen über den Bildatlas.** Die Zahlen in der Kategorienmatrix geben Auskunft über die Anzahl der Schriftsätze, die, geordnet nach verschiedenen Kriterien, aktuell in dem Atlas enthalten sind.

3.1.2 Detailsichten der Schriftsätze und Schriftzeichen

Eine andere Darstellungsform in der typografischen Sicht ist die Detailsicht eines Schriftsatzes (Bild 5). Darin wird ein kompletter hebräischer Schriftsatz mit 27 Schriftzeichen gezeigt. Die im Druckschriftdokument nicht gefundenen Buchstaben werden durch Schattenbilder (grau) substituiert (siehe Bild 2).

Bild 5: Detailsicht des Schriftsatzes Yiddisch Letter

Durch Auswahl einer Schrifttype gelangt man zur Bildseite „Buchstabe-Detailsicht“ (Bild 6). Neben der vergrößerten Darstellung sind hier die spezifischen Daten des Schriftzeichens wie Höhe, Breite, obere Dickte, untere Dickte usw. zu sehen.

Bild 6: Detailsicht eines Zierbuchstabens

3.1.3 Vergleichende Sicht mehrerer Schriftsätze

Eine für das Forschungsziel wichtige Sicht ist die vergleichende Darstellung von Schriftsätzen (siehe Abschnitt 2). Dazu kann jeder in der Übersicht gezeigte Schriftsatz für eine vergleichende Ansicht markiert werden (siehe Mauszeiger rechts in Bild 4). Die markierten Schriftsätze werden nach dem Betätigen des Buttons „vergleichen“ ohne Zeilenumbruch dargestellt (siehe Bild 7). Damit lassen sich die Buchstaben der Schriftsätze direkt vergleichen. Die Schattenbilder von Schriftzeichen zeigen an, dass diese Schriftzeichen in dem Druckschriftdokument nicht gefunden wurden.

3.2 Die bibliografische Sicht

Die bibliografische Sicht des Bildatlas zeigt Fotos und Informationen aus den Druckschriftdokumenten, die für die digitale Reproduktion der Schriftsätze verwendet wurden. Die Struktur der Bildseiten entspricht der Struktur der typografischen Bildseiten. In der Detailsicht eines Schriftsatzes befindet sich ein Link zur Detailsicht des Buches bzw. der Bücher (siehe Hand in Bild 5), in denen dieser Schriftsatz gefunden wurde. Bild 8 zeigt eine Übersicht von Druckschriftdokumenten. Zu jedem Druckschriftdokument gibt es eine Detailsicht (Bild 9).

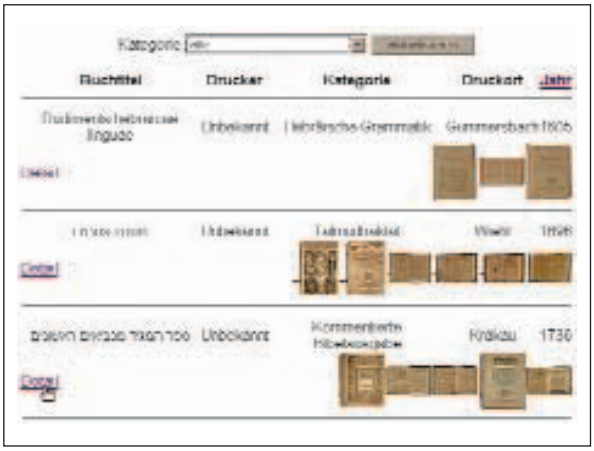


Bild 8: Bibliografische Sicht: Übersicht der Druckschriftdokumente mit Fotografien ausgewählter Buchseiten. Von hier aus gelangt man zur Buch-Detailsicht (siehe Hand unten links)

Bild 7: Vergleich von Schriftsätzen, die in der Schriftsatzübersicht markiert wurden. Einzelne Schrifttypen aus verschiedenen Schriftsätzen sind direkt miteinander vergleichbar. (Der hier gezeigte Vergleich zeigt einen Ausschnitt dieser Sicht; aus Platzgründen sind nur die letzten 18 hebräischen Schriftzeichen dargestellt.)

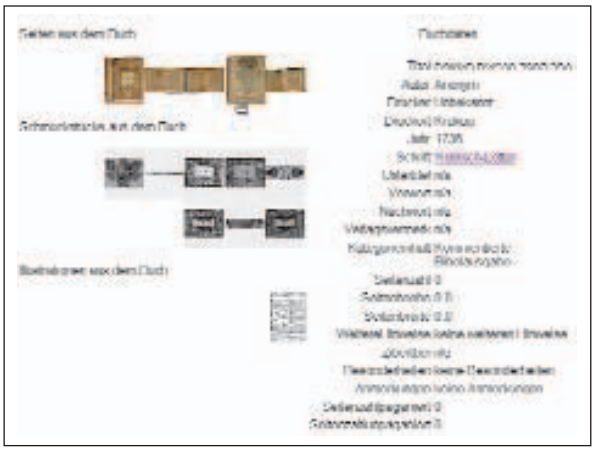


Bild 9: Detailsicht des Buches "ספר המניד מעביאים ראשונים"
Zu jedem Icon (siehe Hand oben) kann ein großformatiges Bild dargestellt werden.

4. Konzepte und Struktur der Software

Im Forschungsplan des Projekts wurde festgelegt, dass der digitale Bildatlas im Internet öffentlich verfügbar sein soll. Die Konzepte und die Struktur der Software wurden auf die Anforderungen einer Internetapplikation mit Zugriff auf große Mengen von Bildern ausgerichtet.

HebrewTypeShow basiert auf einer Vier-Stufen-Software-Architektur: dabei werden die Software-komponenten in vier logische Aufgabenbereiche unterteilt (Bild 10). Ziel ist es, eine Unabhängigkeit der Softwarekomponenten auf den verschiedenen Stufen zu erreichen. Änderungen von Software auf einer bestimmten Stufe berühren nicht die Komponenten auf anderen Stufen.

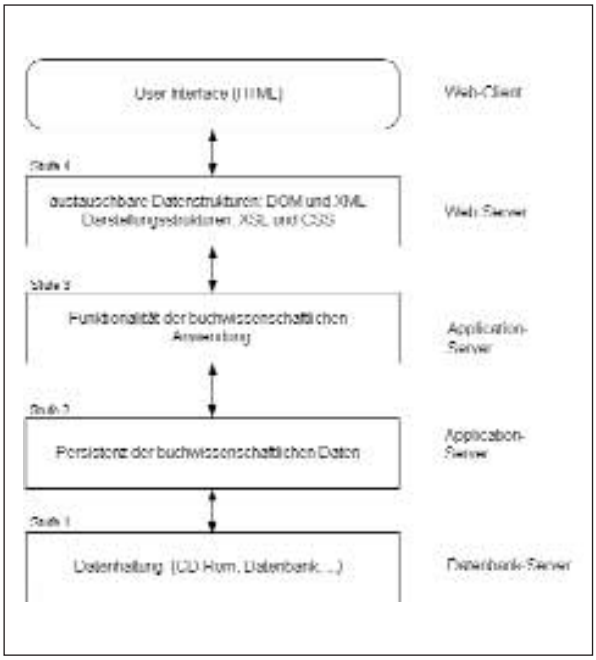


Bild 10: Vier-Stufen-Architektur von HebrewTypeShow

4.1 Das Modell der buchwissenschaftlichen Anwendung

Im Mittelpunkt der Softwareentwicklung stehen die buchwissenschaftlichen Daten und die darauf anzuwendenden Funktionen. Die Daten zusammen mit den darauf anzuwendenden fachlichen Funktionen sind als Javaklassen realisiert (Stufe 3). Die Objekte der Klassen enthalten die buchwissenschaftlichen Daten und entsprechende Methoden, um auf diese Daten zuzugreifen. Bei der Erzeugung der Objekte werden die Daten von einem Speichermedium, z.B. einer Datenbank, geladen. Die Applikationslogik operiert ausschließlich auf diesen Objekten und nicht direkt auf einer Datenbank.
Der wichtigste Vorteil der persistenten Objekte ist die Unabhängigkeit von der Form der Datenhaltung. Es spielt keine Rolle, wo und wie die Daten physikalisch auf einer Festplatte gespeichert sind. Die Softwareentwicklung konnte sich daher ganz und gar auf das objekt-orientierte Modell konzentrieren, welches eine relativ genaue Abbildung der buchwissenschaftlichen Anwendung ist. Von der bei relationalen Speicherstukturen bekannten Problematik der Redundanz und der zur Behebung erforderlichen Normalisierungsschritte ist die eigentliche Softwareentwicklung nicht betroffen.

Der zweite Vorteil der persistenten Objekte ist die hohe Zugriffsgeschwindigkeit auf großen Mengen von Bildern. Durch die Entkopplung von der physikalischen Datenhaltung wird bei einer Datenanfrage durch den Benutzer direkt auf die im Arbeitsspeicher des Application-Servers liegenden fachspezifischen Daten zugegriffen. Dadurch sind sehr kurze Ladezeiten möglich. Die Zwischenschaltung von Stufe 2, also der persistenten Objekte, hat das Laufzeitverhalten von *HebrewTypeShow* stark beschleunigt.

Die gesamte Applikationslogik befindet sich auf den Stufen 2 und 3 der Software.

4.2 Die Datenstrukturen DOM und XML

In Stufe 4 werden die persistenten Daten in standardisierte Datenstrukturen transformiert. Die drei Arten von Transformation sind in Bild 11 dargestellt.

4.2.1 Die Transformation in ein Document Object Model

Zunächst wird aus den Fachklassen ein Document Object Modell (DOM) erzeugt. Ein DOM ist ein vom W3C (World Wide Web Consortium, w3c.org) standardisiertes Application Interface (API), durch das die persistenten Objekte in einen so genannten DOM-

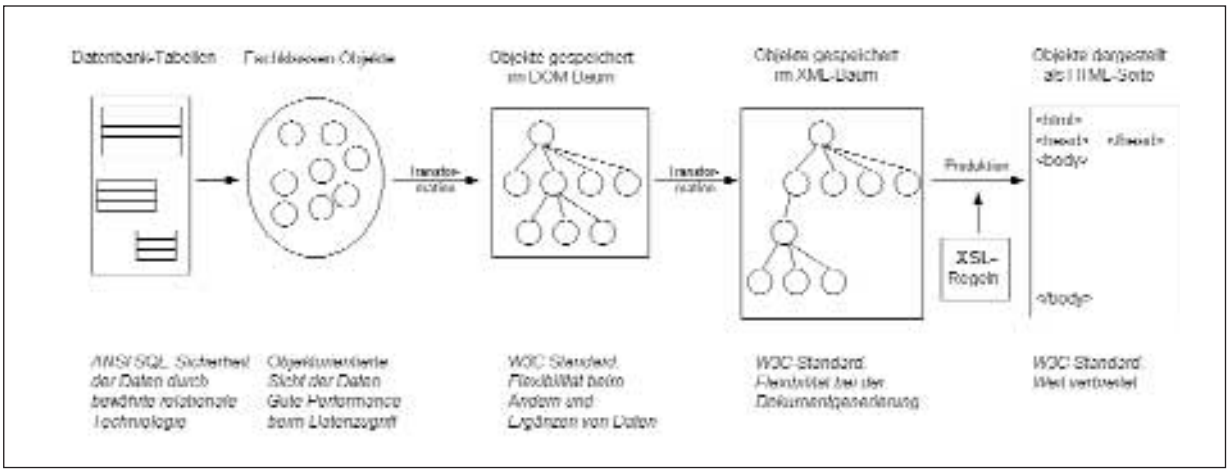


Bild 11: Die verschiedenen Transformations- und Produktionsschritte und ihre Eigenschaften

Baum transformiert werden. Das DOM-API definiert Methoden, um diesen Baum zu erweitern und zu modifizieren. In einem DOM-Baum können Knoten und Äste hinzugefügt, Knoteninhalte verändert und/oder Teile entfernt werden. Auch lassen sich mehrere Bäume beliebig miteinander mischen. Die Möglichkeiten von DOM-Bäumen werden für dieses Projekt momentan nur geringfügig genutzt. Aber sie stellen eine offene Schnittstelle für zukünftige Erweiterungen bereit.

4.2.2 Die Transformationen in einen XML-Baum und ein HTML-Dokument

Aus einem DOM-Baum kann sehr einfach ein XML-Baum generiert werden. XML (eXtensible Manipulation Language) ist eine vom W3C standardisierte Datenbeschreibungssprache, mit der Daten als Baumstruktur modelliert werden können. XML-Bäume sind der Ausgangspunkt für weitere Transformation der an den Baumknoten gespeicherten Daten in ein darstellbares Format, z.B. eine HTML-Seite oder ein PDF-Dokument. Die Struktur des Zieldokuments – hier HTML – hängt von den Regeln ab, die bei der Traversierung des XML-Baumes auf seine Knoten angewendet werden. In der vom W3C standardisierten Sprache eXtensible Style Language (XSL), werden solche Regeln für die Transformation definiert. Bild 12 zeigt einen Teil eines XML-Baumes, in dem Daten eines Schriftsatzes für die Sicht „SchriftsatzDetail“ gespeichert sind.

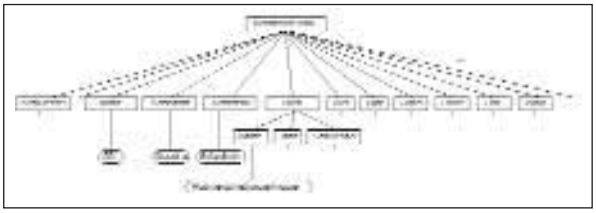


Bild 12: Ausschnitt aus dem XML-Baum für die SchriftsatzDetail-Sicht

Der XML-Baum mit der Wurzel „SchriftsatzDetail“ wird zur Laufzeit aus einem entsprechenden DOM-Baum dynamisch erzeugt. Die zugehörigen Transformationsregeln für die Darstellung als HTML-Dokument werden aus dem File „SchriftsatzDetail.xsl“ gelesen. Die folgenden zwei Beispielkonstrukte werden auf die Knoten „Name“ und „Schriftart“ angewendet. Durch das Konstrukt <xsl:value-of select= “Schriftart“/> wird der Wert des Knotens „Schriftart“ Quadrat selektiert und in einer Tabellenzelle dargestellt.

```
...
<tr>
<td class=“kopf“ align=“right“>
<xsl:text>Schriftsatzname</xsl:text></td>
<td> <xsl:value-of select=“Name“/> </td>
</tr>
<tr>
<td class=“kopf“ align=“right“>
<xsl:text>Schriftart</xsl:text> </td>
<td><xsl:value-of select=“Schriftart“/></td>
</tr>
...
```

Ein Vorteil der XML/XSL-Transformation liegt darin, dass eine Veränderung der Darstellungsstruktur an der Benutzungsschnittstelle ausschließlich durch Veränderung der XSL-Regeln erfolgt.

4.3 Die HTML-Benutzungsschnittstelle

Die auf dem Web-Server erzeugten HTML-Seiten werden unter Anwendung von Cascading Stylesheets (CSS) im Browser des Web-Client dargestellt. Der generierte HTML-Code erfüllt den Standard HTML-4. JavaScript wird in HebrewTypeShow nicht verwendet, weil dadurch Interaktions-Logik außerhalb von Stufe 4 realisiert wäre. Jede Ausführung eines JavaScript-Programms verläuft nämlich client-

seitig und unbemerkt von der User-Interface-Logik auf dem Web-Server. Das führt zu Problemen bei der Erweiterung und Wartung des User-Interface.

Die Problematik der integrierten Schriftzeichendarstellung von deutschen und hebräischen Texten wurde aus guten Gründen auf die Clientseite verlegt. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass die korrekte Darstellung von hebräischen Buchstaben, Wörtern und Sätzen vom Betriebssystem und dem verwendeten Web-Browser abhängt. Jegliche Bemühungen, in einem speziellen Browser eine korrekte Darstellung und Eingabe von hebräischen Texten in rechts-links-Richtung durch eigene Programmierung zu erreichen, wurden durch eine neue Version des Browsers entweder überflüssig oder zunichte gemacht. Die neusten Browserversionen kommen mit mehrsprachigen Texten einigermaßen gut zurecht.

5. Resümee und Schlussbemerkungen

Auf die Beschreibung der inneren Softwarearchitektur von HebrewTypeShow, dem so genannten Architekturmuster, wird in diesem Bericht verzichtet, weil dies in tiefe informatische Strukturen führen würde und wahrscheinlich nur für Informatiker von Interesse sein dürfte. Es muss jedoch erwähnt werden, dass die Qualität der HebrewTypeShow-Software in erheblichem Maße auf den angewendeten Architekturmustern beruht.

Eine Besonderheit des Forschungsprojekts ist seine Interdisziplinarität. Die Mitarbeiter aus dem Bereich Informatik mussten zunächst die eigentlichen Kernpunkte der Forschungsarbeit und der Ziele verstehen.

Zum Schluss möchten wir uns bei den Mitarbeitern des Projekts für ihr Engagement bedanken. Insbesondere wäre ohne die Mitarbeit von Studierenden des Fachbereichs Informatik die Entwicklung eines so komplexen Softwaresystems nicht möglich gewesen. Unser besonderer Dank gilt auch Frau Dr. Susanne Anschütz von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die uns bei den DFG-Anträgen besonders unterstützt hat.

Die derzeitigen Mitarbeiter des Forschungsteams sind:

Juri Bauer (Student Informatik)
Alex Maier (Student Informatik)
Uwe Poborski (Diplom-Informatiker)
Uwe Schiffbahn (cand. Inform.)
Nikos Choudetzanakis (Fotograf)
Dr. Ittai Tamari (Buchwissenschaftler)
Dr. Heiner Klocke (Diplom-Informatiker)

STIEGELE
Datensysteme GmbH

Software zur
Datenerfassung
Auswertung
Prüfstandsteuerung

Skalierbare Lösungen
Unsere Software-Lösungen sind entsprechend Ihrer Anforderungen flexibel einsetzbar:

Westentaschenlösung
Extrem mobiles Messen, Visualisieren und Auswerten auf kleinstem Raum mit PocketPCs.

Erfassungssysteme
Schnelle Datenerfassung und Auswertung, mobil auf Notebooks oder stationär auf Desktops.

Dynamische Sollwertvorgabe
Flexible Signalgenerierung zur Steuerung von ein- und mehraxialen Prüfständen.

Datenserver
Highend-Lösung basierend auf einen Datenserver mit mehreren vernetzten Erfassungs-, Steuer- und Auswertestationen.

Unterstütze Geräte
Es werden PCI/ISA-Steckkarten, PCMCIA-Karten, CAN-Bus-, EtherNet- und Feldbus-Systeme als Ein- und Ausgabegeräte unterstützt.

Vertrieb

CAESAR DATENSYSTEME

CAESAR Datensysteme GmbH
Willi-Wien-Straße 28 / 80999 München
Tel.: +49 (089) 89223173
http://www.caesar-datensysteme.de

Entwicklung

STIEGELE Datensysteme GmbH
C.-Eberhard-Str. 5 / 91541 Rothenburg
http://www.stiegele-systems.de

„German Apsara Conservation Project at Angkor Wat, Cambodia (GACP)“

Prof. Dr. Hans Leisen
e-mail: jaeh.leisen@t-online.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 34 72
Prof. Dr. Jaroslav Poncar
Dr. Esther von Plehwe-Leisen
Simon Warrack

Gegenstand des Forschungs- und Konservierungsprojektes, das 1995 begonnen wurde, sind die weltberühmten Tempelanlagen von Angkor, die 1992 von der UNESCO in die Liste des Weltkulturerbes aufgenommen wurden. Über 100 größere Tempel, meist aus Sandstein erbaut, verteilen sich im Zentrum des ehemaligen Khmerreichs über eine Fläche von ca. 200 km^2. Gottkönige haben sie zwischen dem 9. und 13. Jahrhundert nach Christus erbaut; erst im Jahre 1862 wurden sie im kambodschanischen Urwald von französischen Forschern wiederentdeckt. Seither haben sich viele Denkmalpfleger und Wissenschaftler um die Erhaltung und den Wiederaufbau dieser mit feinsten Steinmetzarbeiten geschmückten Monumentalbauten bemüht.
Der Tempel Angkor Vat (1113-1150), eines der größten religiösen Bauwerke der Welt, ist vom Sockel bis zur Lotusblüte an der Spitze des zentralen Heiligtums bildhauerisch bearbeitet und über und über mit wertvollen Reliefs geschmückt; die bildlichen Darstellung nehmen eine Fläche von mehreren tausend Quadratmetern ein. Besonders die frei bewitterten Apsara- und Devata-Reliefs, von denen sich allein über 1900 am Tempel befinden, aber auch die Tympanonaufbauten über den Portalen, Partien der langen, kunsthistorisch bedeutenden Bas-Reliefs und die Reliefs in den Ecktürmen der dritten Ummauerung sind akut von der Zerstörung durch natürliche und andere Abbauprozesse bedroht.
Neben der photographischen Dokumentation der Reliefs und detaillierten Erfassung der Schäden wurden umfassende naturwissenschaftliche Untersuchungen zu Materialbeschaffenheit, schädigenden Faktoren und Konservierungsmöglichkeiten durchgeführt. Der rapide Schadensverlauf und die bereits bei großen Teilen der Reliefs weit fortgeschrittene Zerstörung führte zur sofortigen Aufnahme von Notsicherungsmaßnahmen. Seit 1997 laufen die eigentlichen Konservierungsarbeiten, deren Ziel es ist, den Schadensverlauf zu verlangsamen. Derzeitige Schwerpunkte der wissenschaftlichen Untersuchung sind:

1. Wissenschaftliche Untersuchung der Tympanonreliefs, Entwicklung nachhaltiger Konservierungskonzepte und angepasster Konservierungsmaterialien und -methoden für die Tympanonreliefs.

2. Optimierung der zur Konservierung entwickelten Mörtelsysteme auf der Basis modifizierter Kieselsäureester (Remmers TEOS Modul-System).

3. Untersuchungen zur Polychromie des Tempels im Vergleich mit anderen Tempeln im Angkor Bezirk, sowie zur Werktechnik der Bildhauerarbeiten und zur Bautechnik.

4. Wissenschaftliche Untersuchung der polychromen Vishnu Großskulptur (Ta Reach) im West Gate des Angkor Vat und Formulierung eines Konservierungs- und Restaurierungsplans unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer durch das Projekt durchgeführten Befragung hinsichtlich der Bedeutung der Skulptur für die lokale spirituelle Gemeinde.

Das Projekt ist multidiziplinär aufgebaut und erfolgt in Kooperation mit dem Fachbereich Fotoingenieurwesen. Die praktischen Erhaltungsarbeiten des Projektes werden von kambodschanischen Restauratoren und unter Mitarbeit von Studenten der Fachhochschule Köln und anderer Hochschulen mit Restauratorenausbildung während ihres Studiums durchgeführt. Deutsche Wissenschaftler verschiedener Disziplinen unterstützen die Arbeiten. Die Ausbildung von Khmer Restauratoren und Professionals ist eines der vordringlichen Ziele des Projektes.
Das Projekt wird durch das Auswärtige Amt der Bundesrepublik Deutschland und die Fachhochschule Köln gefördert. Unterstützt wird das Projekt weiter durch: autodesk, Canon, Hauck Verfahrenstechnik, Interacryl Motema, Olympus, Remmers, STUDIOSUS, Thermaphot, Wacker Chemie, Mrs. Joyce Clark, San Francisco

„Erhaltung der Felstürme von Preah Ko“

Prof. Dr. Hans Leisen
Simon Warrack

Der Tempel Preah Ko (Heilige Kuh) gehört zu der sogen. Rolous Gruppe im Angkor Bezirk und datiert in die zweite Hälfte des 9. Jahrhunderts. Die Baumaterialien zu dieser Zeit sind Ziegel und Kalkstuck, bei Änderungen und Umplanungen noch während der Bauzeit wird Naturstein verwendet. Wie bei den späteren Natursteinbauten werden die Ziegel eingeschliffen, allerdings im Gegensatz zu den Natursteinblöcken, die trocken (ohne Mörtel) versetzt wurden, mit bisher unbekannten Bindemitteln.
Das Preah Ko Projekt begann 1993 als Forschungsprojekt unter der Leitung der UNESCO. Mit Mitteln

des Auswärtigen Amtes der Bundesrepublik Deutschland wurden 1999 Arbeiten durch das German Apsara Conservation Project (GACP) zu Ende geführt, die unter der Leitung der Royal Angkor Foundation, Budapest während dreier Projektphasen zwischen 1994 und 1996 begonnen wurden. Seit 2000 liegen die Forschungs- und Konservierungsarbeiten am Tempel Preah Ko ganz im Aufgabenbereich des GACP. Wesentliche Projektinhalte sind:

- Integrale Dokumentation der gesamten Tempelanlage mit Untersuchung der Zerstörungspotenziale und Erarbeitung einer Gefährdungskarte (Risk Map)

- Untersuchungen zu den historischen Restaurierungs- und Konservierungsarbeiten sowie zu deren Wirksamkeit

- Wissenschaftliche Untersuchung der Baumaterialien Ziegel, Naturstein und Kalkstuck, insbesondere zu den historischen Bindemitteln, hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Eigenschaften; darauf aufbauend werden maßgeschneiderte Konservierungsmaßnahmen entwickelt und ausgeführt.

Die Durchführung der Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen obliegt der lokalen Denkmalbehörde APSARA. Die Forschungsarbeiten des multidisziplinären Projektes werden unter Mitarbeit von Studenten der Fachhochschule Köln und der TU Wien durchgeführt, mit Unterstützung deutscher Wissenschaftler verschiedener Disziplinen. Die Ausbildung von Khmer Restauratoren und Professionals gehört auch hier zu den Hauptanliegen des Projektes.

„Erhaltung von Felsmalereien in Uruguay (Investigacion y Conservacion de Arte Rupestre en Uruguay ICARU)“

Prof. Dr. Hans Leisen

Projektziel ist die Erhaltung der Felsmalereien im Gebiet Porongos und Chamanga in der Provinz Flores in Uruguay. Die als prähistorisch eingestuften Malereien befinden sich auf Überhängen großer Granitblöcke und wurden vermutlich von Indios, die während der jahreszeitlich bedingten Wanderungen hier Schutz suchten, gemalt. Die bemalten Felsblöcke liegen weit in der Landschaft in sogenannten Blockfeldern verstreut und waren bisher nur schwer und ungenau zu lokalisieren.
Nach der exakten Lokalisierung (+/- 1m) mit Hilfe von Fernerkundungsdaten (Luft- und Satellitenbild) und des Global Positioning Systems (Differential GPS) und der Darstellung in einer geometrisch präzisen Satellitenbildkarte wurden die Vorkommen mit Malereien detailliert dokumentiert und beschrieben. Eine Vermessung der bemalten Flächen mit einem Gefügekompass zeigt, dass sich fast alle Malereien auf Überhangflächen befinden, die NW-NE orientiert sind und nach SE-SW einfallen. Die Analyse der „tropfenförmigen“ Geometrie der Granitblöcke erbrachte, dass die Spitze des „Tropfens“ meist in südliche Richtungen weist, woher die Haupverwitterungseinflüsse mit starken Wechselbelastungen (Befeuchtung, Trocknung) kommen und damit zu einem verstärkten Verwitterungsangriff führten. Die flache Seite des „Tropfens“ liegt so wetterabgewandt und wettergeschützt, weshalb hier geeignete Lagerplätze zu finden waren.
Ziel der weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen war die Beschreibung des Malereiuntergrundes (Granit) und seiner verwitterungsbedingten Veränderungen, der Malmaterialien und Maltechniken. Verwendung fanden Rotpigmente (rote Erden, Hämatit) und als Bindemittel Pflanzensäfte der hier auftretenden Kakteenarten. Die Malereien sind in eine verwitterungsbedingte silikatische Sinterschicht eingebunden.
Die auftretenden Schäden umfassen v.a. Riss- und Schalenbildung, wie sie typisch für die Granitverwitterung sind. Als Schwerpunkt wurde der Einfluss der verschiedenen Flechtenarten auf die Zerstörung der Malereien untersucht.
Basierend auf diesen Ergebnissen wurden Konzepte zur Erhaltung der Malereien entwickelt und getestet, insbesondere Mörtel zur Rissverschließung und Schalenanbindung. Die Wirksamkeit von Bioziden zur Reduzierung des Flechtenbewuchses auf den Malereien werden in einem Langzeittest auf Musterflächen vor Ort untersucht. Erste Erhaltungsmaßnahmen wurden eingeleitet.
Die Untersuchungen erfolgten unter Mitarbeit von Studentinnen des Fachbereichs im Rahmen ihrer Diplomarbeiten.

„Untersuchung der Langzeiteffekte von Anti-Graffiti-Mitteln auf Naturstein“

Prof. Dr. Hans Leisen
Dr. Esther von Plehwe-Leisen

Im Projekt: „Untersuchung der Langzeiteffekte von Anti-Graffiti-Mitteln auf Naturstein“ werden die Wirksamkeiten verschiedener präventiver Schutzbehandlungen überprüft und die von mehreren Anti-Graffiti-Systemen hervorgerufenen Veränderungen an drei Natursteinarten untersucht. Daneben werden natürliche und künstliche Bewitterungsversuche durchgeführt, um Informationen zum Langzeitverhalten der Systeme zu erhalten.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Wirksamkeit eines Schutzsystems wesentlich vom Gesteinsuntergrund und von den aufgebrachten Graffitimaterialien beeinflusst wird.
Daneben werden die optischen und physikalischen Eigenschaften des Gesteinsuntergrundes durch das Schutzsystem verändert. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen war festzustellen, dass der Grad aller dieser Veränderungen außer von dem eingesetzten Schutzsystem in beträchtlichem Maße von dem behandelten Natursteinuntergrund abhängt. Dasselbe Schutzsystem wies auf verschiedenen Untergründen z.B. stark variierende sd-Werte auf.
Graffitiauftrag und -reinigung auf ungeschützten Flächen führten aber ebenfalls in Abhängigkeit vom Untergrund zu erheblichen Änderungen der Eigenschaften des Natursteinmaterials. Schon allein die natürliche Bewitterung der Proben bewirkte auch am unbehandelten Material beträchtliche Veränderungen der Oberflächen. Alle diese Überlegungen sollten in ein Behandlungskonzept mit einbezogen werden.
Zu dem Verhalten von bereits mehr oder weniger stark vorgeschädigtem verwittertem Natursteinmaterial fehlen bislang systematische Untersuchungen. Im Einzelfall sind detaillierte Untersuchungen und die Anlage und Beobachtung von Musterflächen unumgänglich für einen nachhaltigen Schutz von Gesteinsoberflächen.
Das Projekt wird unterstützt durch das IfS, Mainz.

„Grabmalerhaltung auf historischen Friedhöfen“

Prof. Dr. Hans Leisen

Inhalt des Projektes ist die systematische Erfassung von Grabmälern auf verschiedenen historischen Friedhöfen Kölns. Ziel ist es, einen Überblick über den Bestand der verschiedenen Gesteinsmaterialien und deren verwitterungsbedingtem Zustand und Gefährdungsgrad zu erhalten. Darauf aufbauend wird eine Risikoabschätzung getroffen um sachgerechte Erhaltungskonzepte für die ausgewählten Friedhöfe erarbeiten und nachfolgend Erhaltungsmaßnahmen gezielt durchführen zu können.
Auf dem Jüdischen Friedhof in Köln-Deutz werden derzeit zwei Gesteinsmaterialien, der Andesit vom Stenzelberg im Siebengebirge und die Rotliegendsandsteine aus der Pfalz, näher untersucht. Auf der Basis der erfassten petrographischen und physikalischen Gesteinseigenschaften werden maßgeschneiderte Konservierungsmaterialien entwickelt und Anwendungsmethoden konzipiert.
Die Bearbeitung wird in Kooperation mit dem Fachbereich Fotoingenieurwesen und dem Fachbereich Architektur durchgeführt. Die Untersuchungen und Maßnahmen erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den Objekteigentümern und Objektverantwortlichen der Denkmalpflege. Kooperationspartner sind: Amt des Stadtkonservators Stadt Köln, Jüdische Gemeinde Köln, Christlich-Jüdische Synode Köln. Das Projekt wurde mit Mitteln der Fachhochschule begonnen und wir derzeit im Rahmen der Restauratorenausbildung fortgesetzt.

Die Fürstengräber aus Verucchio – Dokumentation und Konservierung archäologischer Funde aus dem 8./7. Jh. v. Chr.

Prof. Dr. Annemarie Stauffer
e-mail: stauffer@re.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 32 05
Dipl.-Ing. Felicitas Weiße
Dr. Patrizia von Eles,
Soprintendenza Archeologica Bologna

In Verucchio bei Rimini wurden in archäologischen Grabungen ab 1970 reich ausgestattete Fürstengräber aus der frühetruskischen Villanovakultur freigelegt. Neben Gold- und Bernsteinschmuck, Gegenständen aus Metall, Keramik und Möbeln kamen auch sensationelle Textilfunde zum Vorschein, deren Bedeutung und Einmaligkeit durch wissenschaftliche Untersuchungen und Dokumentation im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes hervorgehen, das seinerseits Teil eines Gesamtprojektes zur Erforschung aller Funde aus Verucchio bildet.

Die Arbeiten von 1998 bis 2000 konzentrierten sich auf Dokumentation und Rekonstruktion eines zweiten Zeremonialmantels sowie auf die Untersuchung von Textilresten aus einer Bronzeurne, beide aus dem Fürstengrab T 89.

Mangels schriftlicher Nachrichten und figürlicher Darstellungen aus der Zeit um 780 v. Chr. war es äußerst schwierig, eine Vorstellung vom Aussehen des zweiten Mantels zu bekommen. Aufgrund webtechnischer Merkmale konnte schließlich nachgewiesen werden, dass es sich ebenfalls um einen ausladenden Umhang mit gerader Oberkante, rundem Saum und aufwendig gearbeiteter Schmuckborte (Abb.1) handelte. Damit sind diese Umhänge die frühesten Vorläufer der römischen Toga, der Insignie des römischen Bürgers schlechthin und korrigieren die bis anhin gültige Meinung, wonach die Vorläufer erst im 6. Jahrhundert v. Chr. auftreten würden.

Ebenfalls ließ sich zeigen, dass beide Mäntel ursprünglich annähernd identische Maße aufwiesen, die sich auch an Funden aus andern zeitgleichen Gräbern nachweisen lassen. Damit sind Hinweise gewonnen, dass offensichtlich bereits im 8. Jahrhundert v.Chr. Zeremonialbekleidung nach Standard-

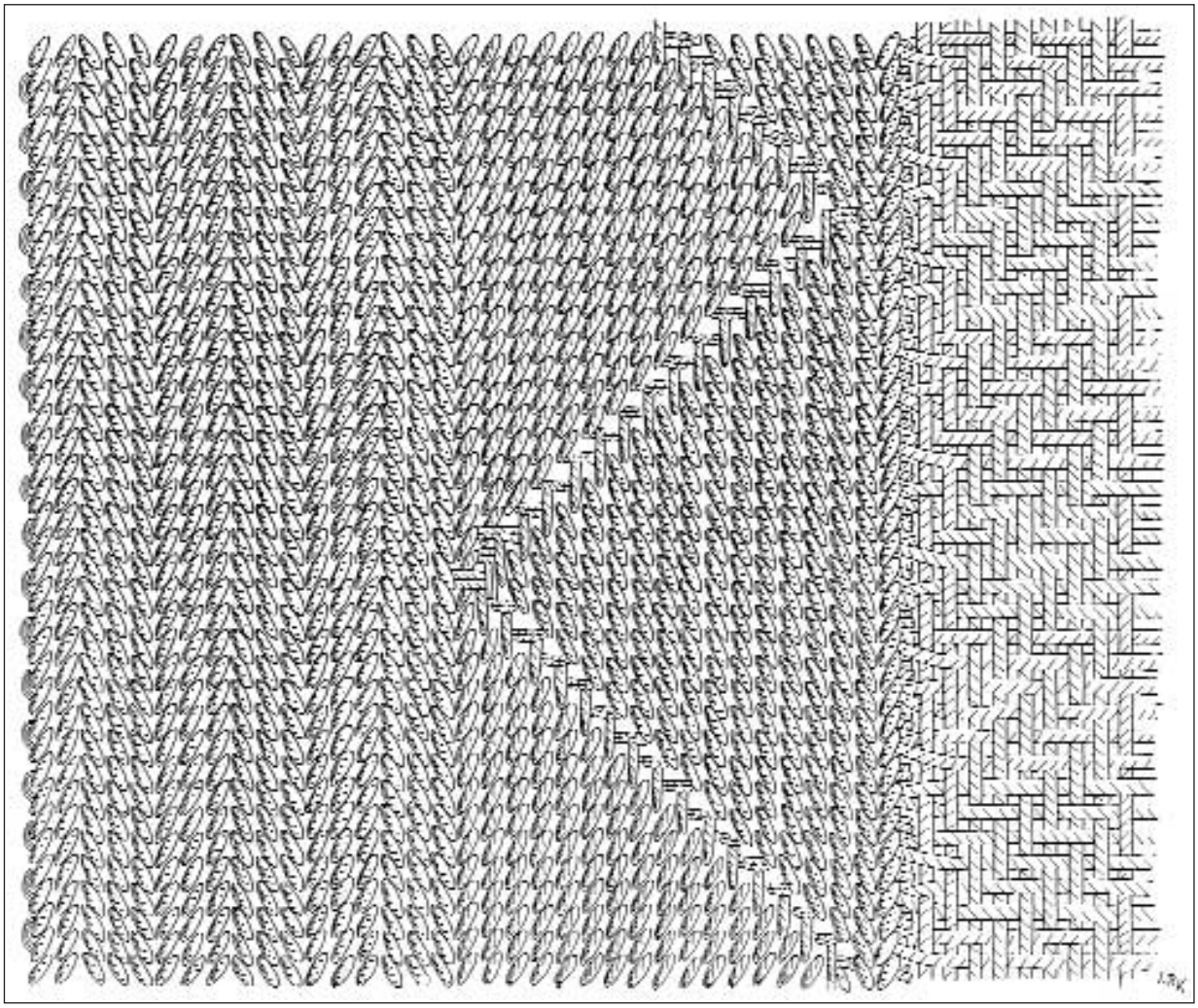


Abb.1 Abschlussborte von Mantel 2, L. Raeder-Knudsen.

maßen hergestellt wurde. Ebenfalls nachgewiesen werden konnte die Herstellungstechnik auf 3 m hohen Webstühlen, wie sie sonst in der antiken Welt nicht existiert haben, aus dem frühetruskischen Bereich aber bildlich überliefert sind (Abb.2). Daraus lassen sich ganz besondere Anforderungen beim Webvorgang ableiten, die ihrerseits wiederum ein Licht auf die Herstellungsbedingungen von Zeremonialgewändern in einer geschlossenen sozialen Schicht werfen.

Bei den Kleinfunden aus der Bronzeurne handelt es sich um die textilen Überreste vom Scheiterhaufen, auf welchem der Fürst repräsentativ aufgebahrt und anschließend verbrannt wurde. Den kleinen Fragment kommt primär dokumentarischer Wert zu, da sie eine Palette unterschiedlichster Gewebearten dokumentieren. Wie die Zeremonialgewänder sind diese „Gebrauchstextilien" von ausgesuchter Feinheit und Qualität. In zwei Fällen konnten textile Techniken zum ersten Mal dokumentiert werden, die sonst nur aus dem Vorderen Orient bekannt sind. Damit sind allenfalls erste Hinweise gewonnen, aus welcher Richtung Einflüsse auf die Villanovakulturen im nordöstlichen Italien eingewirkt haben. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen 2002 in einer Gesamtpublikation zu Grab 89 publiziert und im Rahmen eines Internationalen Kolloquiums zu den frühen italischen Fürstenstaaten vorgestellt und diskutiert werden.

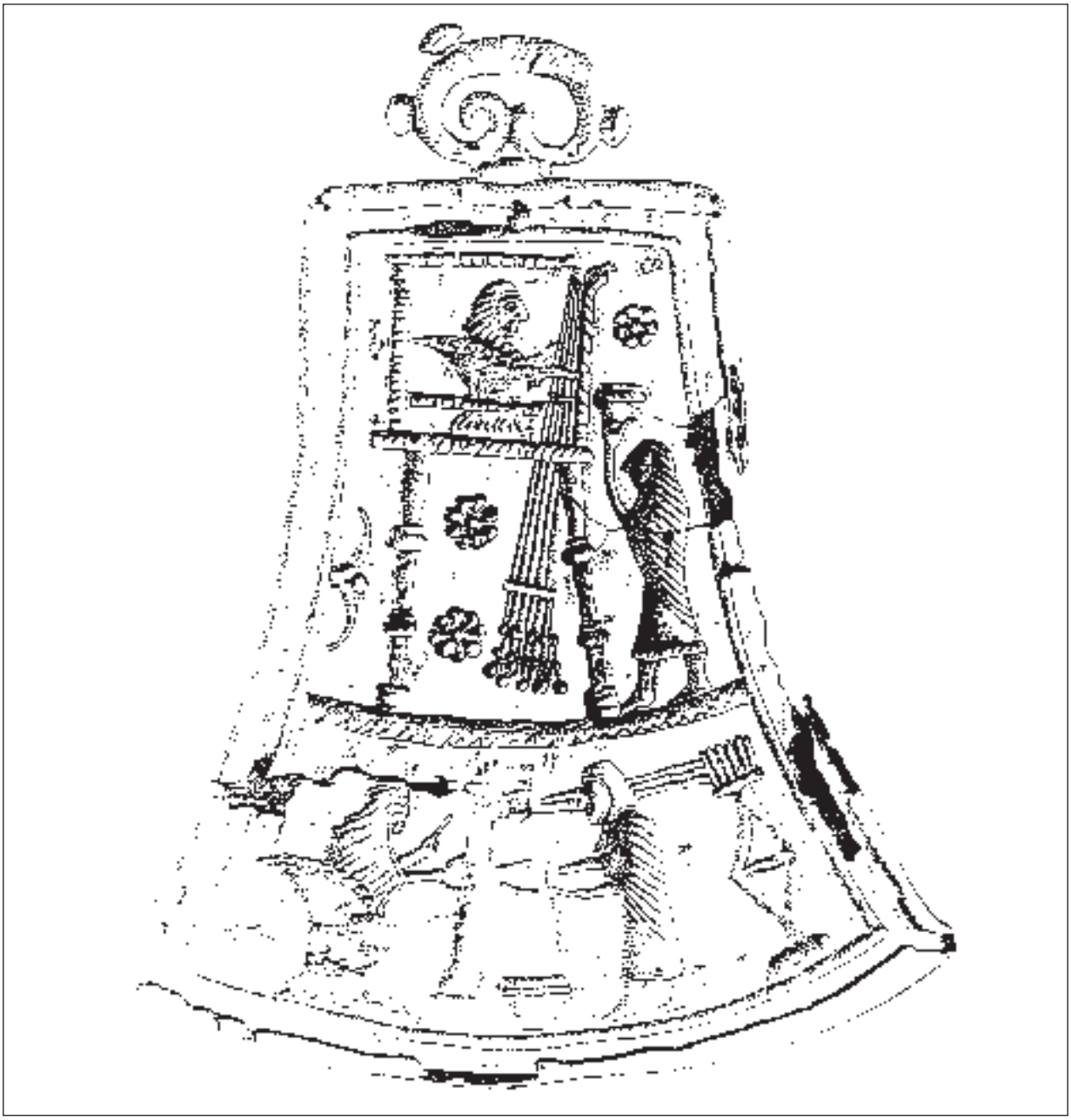


Abb. 2 Szenen zur Textilherstellung im 7. Jh. v. Chr., nach A. Rallo, Le donne in Etruria, Rom 1989.

Erschließung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung historischer Textilfaserstoffe

Prof. Dr. Annemarie Stauffer
e-mail: stauffer@re.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 32 05
Dipl.-Ing. Felicitas Weiße

Durch Bearbeitung, Gebrauch und Alterung verändern sich Eigenschaften und Gebrauchstüchtigkeit textiler Fasern derart, dass es im extremsten Fall zum völligen Zerfall des Textils kommt. Handelt es sich dabei um ein historisches Objekt, so ist der Verlust unwiederbringlich. Aufgabe der Textilrestaurierung ist es daher, historische Textilien vor dem weiteren und endgültigen Verfall zu bewahren, um die mit ihnen verbundenen Informationen und Inhalte der Nachwelt zu erhalten. Diese Aufgabe macht es notwendig, das Objekt in seinem Zustand weitestmöglich zu erfassen und zu beurteilen, um für die Restaurierung und Konservierung geeignete Maßnahmen ergreifen zu können. Verhältnismäßig sicher und einfach ist die Beurteilung eines Faserzustandes immer dann, wenn Vergleichsmaterial vorliegt. Schwieriger ist es, den Zustand eines Materials zu bewerten, von dem der Ausgangszustand nicht bekannt ist, da bei den Fasern bereits von Natur aus merkliche Streuungen im Material vorkommen, die sich mit der Verarbeitung und der Alterung noch steigern können. Hier können zur Orientierung nur Richtwerte herangezogen werden, wie sie für neue, ungeschädigte Fasern in der Literatur hinlänglich bekannt sind. Zur Beurteilung des Zustandes gealterter Fasern können diese Richtwerte jedoch nur bedingt herangezogen werden, da sie lediglich eine grobe Bewertung im Vergleich zu neuen Fasern erlauben. Soll der Zustand gealterter Fasern beurteilt werden, so müssen dafür eigene Richtwerte entwickelt werden.
Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, auf der Basis einer Literaturstudie aus einer vorab getroffenen Auswahl von Methoden zur Untersuchung der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Faserstoffen, solche auszuwählen, die sowohl hinsichtlich ihrer Informationstiefe und -dichte als auch hinsichtlich des apparativen Aufwandes und der Beschaffenheit der einzusetzenden Prüflinge zur Charakterisierung historischer Textilfaserstoffe geeignet sind. Die ausgewählten Methoden wurden in gezielten Versuchsreihen im Hinblick auf die Anwendbarkeit an historischen Textilfaserstoffen optimiert und hinsichtlich ihrer Aussagekraft zur Beurteilung des Zustandes geschädigter Fasern hinterfragt, um im weiteren Verlauf eine Sammlung von historischen Fasern nach den festgelegten Kriterien zu überprüfen.

Aus der Gruppe der physikalischen Messmethoden wurden die Bestimmung des Feuchtigkeitsaufnahmevermögens, der Dimensionsstabilität, des Festigkeits- und Dehnungsverhaltens sowie der Biegeeigenschaften und des Fallvermögens in die Untersuchungen einbezogen. Unter Berücksichtigung des Aspektes der möglichst hohen Aussagekraft bei möglichst geringem apparativem Aufwand wurde die Bestimmung des Feuchteaufnahmevermögens nach dem Dörr-Wäge-Prinzip und die Bestimmung der Dimensionsstabilität nach dem Prinzip des einfachen Ausmessens von Messmarken bei unterschiedlichen Feuchtezuständen vorgenommen. Die Bestimmung des Festigkeits- und Dehnungsverhaltens erfolgte nach dem Prinzip des einfachen Zugversuches und die Bestimmung der Biegeeigenschaften nach dem Prinzip der Ermittlung der Durchbiegung des Prüflings infolge seines Eigengewichtes sowie nach dem Prinzip der Kraftermittlung eines definiert gebogenen Prüflings. Für die Bestimmung des Fallvermögens wurde die Methode der Verformung der Probe unter ihrem Eigengewicht herangezogen. Zur Aufklärung der polymerchemischen Zusammenhänge wurden der Durchschnitts-Polymerisationsgrad (nur an Cellulosefasern) durch Viskosimetrie und die Aminosäurezusammensetzung (nur an Proteinfasern) durch Analyse des Totalhydrolysates bestimmt. Des Weiteren wurden die Fasern mittels Röntgen-Photoelektronenspektroskopie, Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie sowie Elektronenspinresonanzspektroskopie untersucht. Parallel erfolgten Analysen des optischen Erscheinungsbildes der Fasern durch lichtmikroskopische, rasterelektronenmikroskopische und durch rasterkraftmikroskopische Untersuchungen.
Als Untersuchungsgegenstand dienten in der Phase der Optimierung und Überprüfung der Anwendbarkeit und Aussagekraft der ausgewählten Methoden neue und künstlich geschädigte Flächengebilde bzw. daraus entnommene Fasern und Garne aus Wolle, Seide, Baumwolle, Leinen und Hanf. Die Anwendung der optimierten Methoden erfolgte an einer Sammlung von historischen Textilfaserstoffen aus Wolle, Seide, Baumwolle und Leinen.
Die Untersuchungen haben zu folgenden Ergebnissen geführt: Zur Charakterisierung des Zustandes historischer Textilien ist aus der Gruppe der physikalischen Messmethoden die Methode des einfachen Zugversuches an Fasern oder Garnen und Zwirnen am besten geeignet. Die Methode kann in ihren Prüfparametern (Einspannlänge und Anzahl der Einzelwerte) so modifiziert werden, dass auch bei geringem Materialverbrauch reproduzierbare Messergebnisse erzielt werden, die weitreichende Aussagen über den Erhaltungszustand eines Textils erlauben. Da historische Textilien mit vielen im Voraus nicht vollständig einschätzbaren Unwägbarkei-

ten behaftet sein können, ist es anders als bei neuen Textilien nicht möglich, eine verbindlich für alle Prüfungen geltende Vorschrift festzulegen. Grundsätzlich ist bei den Prüfungen jedoch zu beachten, dass die Messergebnisse durch die Festlegung der Prüfparameter Vorspannkraft und Prüfgeschwindigkeit sowie insbesondere durch die Einspannlänge beeinflusst werden. Bei vergleichenden Messungen muss daher unbedingt darauf geachtet werden, diese Parameter gleich zu halten.

Weiterhin ist auch die Methode zur Bestimmung des absoluten Feuchtigkeitsaufnahmevermögens nach dem Dörr-Wäge-Prinzip grundsätzlich zur Charakterisierung des Zustandes historischer Textilfaserstoffe geeignet. Auch hier kann im Vergleich zur ursprünglichen Prüfvorschrift der Materialverbrauch deutlich reduziert werden, ohne dass die Messergebnisse an Reproduzierbarkeit verlieren. Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist allerdings zu berücksichtigen, dass der mit kleinen Einwaagen erzielte Messwert niedriger ist, als der tatsächlich anzunehmende.

Die ausgewählten Methoden zur Bestimmung des Biegeverhaltens kommen, obwohl die Biegeeigenschaften sehr gut den Zustand geschädigter Faserstoffe wiedergeben, zur Charakterisierung historischer Textilfaserstoffe nicht in Frage, da der Materialverbrauch zur Erzielung reproduzierbarer Messergebnisse zu hoch ist. Als eindeutig ungeeignet zur Charakterisierung historischer Textilfaserstoffe haben sich die Methoden zur Bestimmung des Fallvermögens und der Dimensionsstabilität erwiesen. Sie sind sowohl vom Materialverbrauch her unvertretbar hoch als auch von zu geringer Aussagekraft in Bezug auf die Fragestellung.

Aus der Gruppe der chemischen Untersuchungsmethoden hat sich zur Charakterisierung des Zustandes von Cellulosefasern die viskosimetrische Bestimmung des Durchschnitts-Polymerisationsgrades und für Proteinfasern die Methode zur Bestimmung der Aminosäurezusammensetzung aus dem Totalhydrolysat als gut geeignet erwiesen. Beide Methoden erlauben eine gute Beurteilung der chemischen Beschaffenheit der jeweiligen Faserart. Die Bestimmung des Durchschnitts-Polymerisationsgrades lässt in erster Linie Rückschlüsse auf den chemischen Schädigungsgrad zu und zeigt gute Korrelationen zur Festigkeit, so dass bei Anwendung der beiden Prüfmethoden eine umfassende Beschreibung des Zustandes von Cellulosefasern möglich ist. Die Analyse der Aminosäurezusammensetzung lässt neben der Beurteilung des Schädigungsgrades auch Rückschlüsse auf mögliche Schadensursachen zu. Auch hier werden gute Korrelationen zur Festigkeit festgestellt, so dass die Aminosäureanalyse in Kombination mit einer Festigkeitsprüfung eine umfassende Charakterisierung des Zustandes von Proteinfasern erlaubt. Eine Einschränkung für die Brauchbarkeit der Aminosäueanalyse muss beim Vorhandensein von Metallspuren auf der Faser gemacht werden, die während der Hydrolyse die Bildung von Cysteinsäure katalysieren und so den Eindruck einer übermäßig geschädigten Probe erwecken. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf zur Optimierung der Methode.

Der Röntgen-Photoelektronenspektroskopie kommt zur Charakterisierung des Zustandes historischer Textilfaserstoffe nur dann Bedeutung zu, wenn es um die Erkennung von Veränderungen in den äußersten Atomlagen oder um die Analyse von dünnen Schichten und Auflagerungen auf den Fasern geht. Die Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie ist zur Charakterisierung des Zustandes historischer Textilfaserstoffe nicht geeignet, da chemische Veränderungen der Fasern, die durch die Alterung entstehen, aufgrund zu geringer Empfindlichkeit der Messmethode nicht erfasst werden. Eine gute Einsatzmöglichkeit für die FT-IR-Spektroskopie liegt jedoch in der Faseranalyse, insbesondere dann, wenn eine Faser aufgrund fehlender typischer Oberflächenmerkmale mikroskopisch nicht mehr identifiziert werden kann. Auch der Elektronenspinresonanzspektroskopie kommt zur Charakterisierung des Zustandes historischer Textilfaserstoffe keine große Bedeutung zu. Bei dieser Methode wird Photooxidation als Ursache einer Eigenschaftsveränderung festgestellt, das Ausmaß der Schädigung kann aber nur vage bestimmt werden.

Die mikroskopische Untersuchung historischer Textilfaserstoffe zur Bestimmung ihrer Oberflächenstruktur ist in jedem Fall problemlos möglich, da hier der Materialverbrauch minimal ist. Sowohl mit der Durchlichtmikroskopie als auch und insbesondere mit der Rasterelektronen- und der Rasterkraftmikroskopie wird der Oberflächenzustand der Fasern gut dargestellt. Direkte Rückschlüsse auf den physikalischen und chemischen Zustand der Fasern sind zwar nicht oder nur bedingt möglich, die Bilder ergänzen jedoch sehr gut die Ergebnisse der physikalischen und chemischen Messungen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit der Methode der Bestimmung der Festigkeits- und Dehnungseigenschaften sowie der Bestimmung des Durchschnitts-Polymerisationsgrades bzw. der Bestimmung der Aminosäurezusammensetzung und den mikroskopischen Techniken Methoden erarbeitet werden konnten, die zur Charakterisierung des Zustandes historischer Textilfaserstoffe in besonderer Weise geeignet sind. Mit der Untersuchung der vorhandenen historischen Textilfaserstoffe wurde eine wichtige Basis zur Erstellung einer Datensammlung über die Eigenschaften historischer Textilfaserstoffe gelegt, die in der Zukunft vergrößert werden soll, um schließlich Richtwerte zur Beurteilung des Zustandes historischer Textilfaserstoffe entwickeln zu können.

Projekt mit der Philosophischen Fakultät der RWTH Aachen

Prof. Dr. Achim Oßwald
e-mail: achim.osswald@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 75
Prof. Dr. Simone Fühles-Ubach
e-mail: simone.fuehles_ubach@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 33 91

Ziel:

Erarbeitung von Vorschlägen für die kurz- bzw. mittelfristige Lösung der Katalogisierungs- und Raumprobleme der betroffenen Bibliotheken sowie für die Verbesserung des Servicepotentials der Bibliotheken der Philosophischen Fakultät.

Maßnahmen:

In diesem Zusammenhang erfolgte eine umfassende Bestandsaufnahme und Analyse zum Angebot an bibliothekarischen Dienstleistungen in 12 Institutsbibliotheken der Philosophischen Fakultät.

Parallel dazu erfolgte eine Umfrage über die spezifischen Bedarfssituationen der Lehrenden sowie der Bibliotheksmitarbeiterinnen und Bibliotheksmitarbeiter.

Unter Einbeziehung der Zentralbibliothek der RWTH Aachen und in Zusammenarbeit mit deren leitender Bibliotheksdirektorin wurden Vorschläge für die kurz- bzw. mittelfristige Lösung der Katalogisierungs- und Raumprobleme der betroffenen Bibliotheken sowie die effizientere Arbeitsabläufe entwickelt.

Projektlaufzeit:

Januar 2000 bis Februar 2001

Erhebungszeitraum:

März bis Juni 2000

WAVES – Wasserverfügbarkeit sowie ökologische, klimatische und sozio-ökonomische Wechselwirkungen im semiariden Nordosten Brasiliens: Regionales Agrarsektormodell

Prof. Dr. Hartmut Gaese
e-mail: Hartmut.Gaese@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 73
Holger Hinterthür
Sabine Höynck

Ausgangsproblem

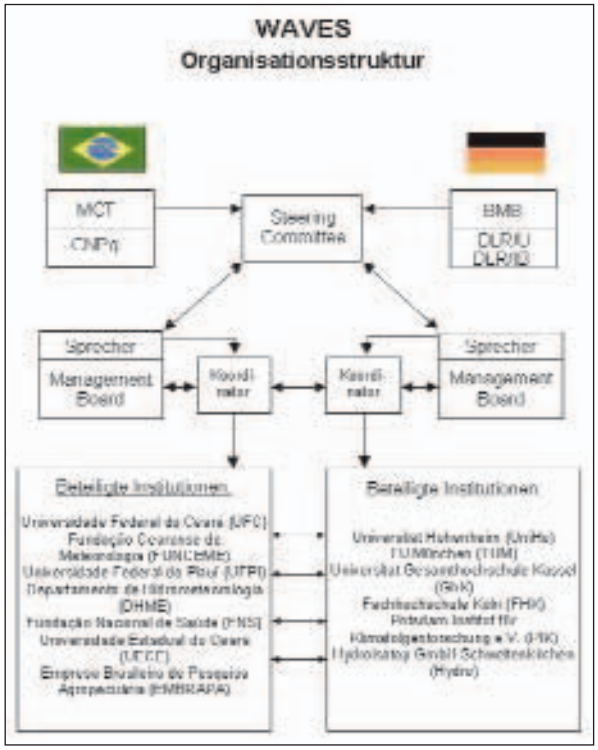
Der semi-aride Nordosten Brasiliens gehört zu den bedeutsamen Problemregionen dieser Welt. Unter schwierigen natürlichen, insbesondere klimatischen Bedingungen (z.B. El Niño Phänomen) haben sich in den vergangenen Jahrhunderten Sozialverhältnisse herausgebildet, die wenig geeignet erscheinen, auf die sich gegenwärtig verschärfenden sozialen und ökologischen Krisen in dieser Region mit geeigneten Strategien zu antworten.
In diesem Spektrum von problematischen natürlichen und sozialen Lebensbedingungen entwickelten sich Bewältigungsmechanismen, deren Wert für individuelle wie gesellschaftliche Lösungskonzepte höchst fraglich geworden sind. Gemeint sind in erster Linie Migrationsprozesse, die, weit jenseits aller Formen traditioneller Kompensationswanderung und geplanter Arbeitsmigration, als Landflucht nicht nur die Krisenhaftigkeit der Nordostregion vertiefen, sondern ebenso die Zielregionen (vor allem die Küstenmetropolen und die Metropolen des Südens Brasiliens) vor unlösbare soziale und ökonomische Probleme stellen. Migration ist hier primär als Ergebnis der Defizite an Lebensqualität im ländlichen Raum zu verstehen und bewirkt und verstärkt zugleich – im Sinne von Rückkoppelung – die entscheidenden Entwicklungshemmnisse für den Nordosten Brasiliens, die sich in ökonomischer Stagnation, fehlende soziale und ökonomische Modernisierung sowie infrastrukturelle Defizite in allen lebenswichtigen Bereichen ausdrücken.
Die Intransparenz und Komplexität der Zusammenhänge von natürlichen, sozialen und ökonomischen Problemfeldern im Nordosten Brasiliens hat dazu geführt, dass sich bislang keine Entwicklungspfade herausbilden konnten, welche die nachhaltige Nutzung der regionalen Ressourcen sowie ein Mindestmaß an existentieller Lebensqualität in der ländlichen Lebenswelt auch nur ansatzweise sicherstellen könnten.

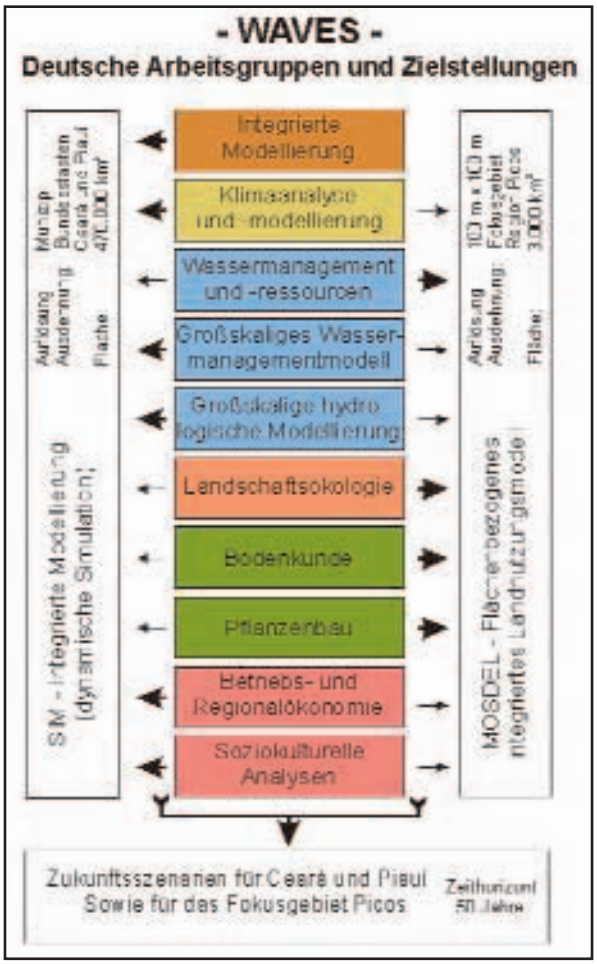
Zielsetzung und Vorgehensweise

Im Programm WAVES sollen am Beispiel semiarider Regionen der Staaten Piauí und Ceará, mögliche Pfade einer nachhaltigen, gemeinsamen Entwicklung von Natur und Gesellschaft aufgezeigt werden. Dies ist erforderlich, um soziale Adaptationsprozesse zu erleichtern, die der von stark begrenzten Ressourcen, von ausgeprägten Klimavariationen und von u.a. hieraus resultierenden, sozialen Stress-Situationen gekennzeichneten Gesamtlage angemessen sind.
In einem interdisziplinären Ansatz sind hierzu Grundzüge des bestehenden Systemgefüges auszuarbeiten und Strategien zu einer nachhaltigen Systemsteuerung zu entwickeln. Ein weiteres Ziel ist - unter Berücksichtigung von Wechselwirkungsprozessen – Potentiale möglicher, tragfähiger Entwicklungen sozialer und natürlicher Systeme herauszufinden bzw. zu detaillieren.
Im Hinblick auf die Komplexität der Aufgabe wurde eine Projektgruppe mit sechs Fachbereichen eingerichtet: die Fachbereiche sind für die Analyse der verschiedenen Systemkomponenten (Klima, Wasser, Boden, Pflanze, Mensch) bzw. für die Integration der Fachbereichsergebnisse (Landschaftsökologie, Integrierte Modellierung) verantwortlich und deshalb eng miteinander verbunden. Einige Fachbereiche, die sehr umfangreiche Problemstellungen zum Gegenstand haben, sind nochmals in Arbeitsgruppen unterteilt worden.
In den Ausarbeitungen werden fachbereichsweise sozialwissenschaftliche, wirtschaftswissenschaftliche sowie naturwissenschaftliche Ansätze verbunden. Sie haben die Beschreibung naturräumlicher und sozialer Gegebenheiten, die Bewertung von Systemen und Systemwechselwirkungen sowie die Beschreibung besonders sensitiver Systemzusammenhänge zum Ziel. Sie ermöglichen somit eine gemeinsame Definition und Wertung von „Lebensqualität" als Ausdruck des dynamischen Beziehungsgefüges von ökologischen, sozialen und ökonomischen Rahmenbedingungen.
Ziel ist die Integration der Teilergebnisse sowie die thematische Ableitung von Systemzusammenhängen, die dem Bereich der integrierten Modellierung als Grundlage zur Darstellung von Zusammenhängen in einem zu entwickelnden Gesamtsystem dienen.
Für die hieraus resultierenden übergeordneten Ziele des Gesamtprojektes sollen von den beteiligten Fachbereichen Leitlinien für Szenarien ausgearbeitet, Probleme benannt und Lösungsstrategien abgeleitet werden. Diese sind auf der Basis bestehender Ressourcen und Randbedingungen – soweit diese in überschaubaren Zeiträumen als stabil angenommen werden können – als realisierbare Beiträge der Mensch-Umwelt-Interaktion unter dem Gesichts-

punkt der Nachhaltigkeit von Ressourcenmanagement und Entwicklungspotentialen gesellschaftlicher Systeme zu formulieren.

Kooperation





Im Hinblick auf die Komplexität der Aufgabe wurden in der Projektvorphase sechs Fachbereiche eingerichtet, die für die Analyse der verschiedenen Systemkomponenten (Klima, Wasser, Boden, Pflanze, Mensch) bzw. für die Integration der Fachbereichsergebnisse (Landschaftsökologie, Integrierte Modellierung) verantwortlich zeichnen und eng miteinander verbunden sind.

Das Teilprojekt Agrarsektormodell

Prof. Dr. Hartmut Gaese
e-mail: Hartmut.Gaese@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 73

Das Hauptziel des Teilprojekts „Regionales Agrarsektormodell“ (AG Ökonomie, ITT) innerhalb des Verbundprojekts WAVES war, den Agrarsektor der brasilianischen Bundesstaaten Ceará und Piauí beschreibend darzustellen und zu analysieren, ökonomische Parameter für das Basisjahr der Modellierung 1995/1996 zu quantifizieren, sowie deren Verhalten unter geänderten ökologischen und ökonomischen Umweltbedingungen zu simulieren. Die dafür entwickelten Modellmodule und Ergebnisse der Modellrechnungen haben Eingang in die integrierte dynamische Modellierung in das Modell SIM gefunden.
Unter der Verwendung der Linearen Programmierungsmethodik (Software GAMS) ist das „Regionale Agrarsektormodell von Ceará und Piauí“ (RASMO) entwickelt worden. RASMO quantifiziert eine breite Palette an ökonomischen Parametern für jedes Munizip der beiden Bundesstaaten sowie für 3 verschiedene Betriebsgrößenklassen. Datenquelle waren Primäruntersuchungen im 8 Referenzmunizipien des Projektgebiet die gemeinsam mit den brasilianischen Partnern durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurden Daten mit den anderen Teilprojekten des Verbundprojekts ausgetauscht und Sekundärquellen verwendet.
Mit dem Modell RASMO wurden Modellrechnungen angestellt und Planungsinstitutionen in Brasilien präsentiert, die eine Anpassung des landwirtschaftlichen Sektors in den beiden untersuchten Staaten unter realistisch zu erwartenden geänderten Rahmenbedingungen simuliert.
Komplexere Zusammenhänge, die simultan die sich ändernden Rahmenbedingungen aus Bevölkerungs- und Einkommensentwicklung, aus Klimaschwankungen, aus sich änderndem Wasserdargebot sowie geänderten Wasserkonsum berücksichtigen, wurden von dem Gesamtprojekt behandelt. In einer interdisziplinären Arbeitsgruppe „Szenarien des Verbund-

projekts WAVES“ wurden basierend auf Expertenschätzungen und Teilmodellberechnungen Gesamtzukunftsszenarien für die Entwicklung kritischer Rahmenbedingungen bis 2025 entwickelt. Mit Hilfe des integrierten Modells sind die daraus resultierenden Veränderungen für Einkommen, Wasserhaushalt und Anbauflächen geschätzt und den brasilianischen Planungsbehörden präsentiert worden.

„Wasserqualitätsmanagement im Einzugsgebiet des Rio Almendares“

Prof. Dr. Hartmut Gaese
Lars Ribbe
Nicole Kretschmer
Alexandra Nauditt

Ausgangslage

Das Almendares/Vento-Becken (vgl. Abb 1) zählt zu den beiden wichtigsten Wasservorkommen der Provinz Havanna und ist von entscheidender Bedeutung für die Wasserversorgung der Metropole und ihrer Umgebung. Die Gesamtlänge des Flusses beträgt 49,8 km, das Flussbecken umfasst eine Fläche von 402 km^2. Im oberen Teil des Einzugsgebietes befinden sich zahlreiche landwirtschaftliche Nutzflächen, im unteren Teil liegt der „Parque Metropolitano de la Habana“ (PMH) mit verschiedenen Siedlungen, Industrievorkommen, aber auch Freizeit- und Erholungsstätten.
Es wird geschätzt, dass 6.015 Kubikmeter Industrieabwässer von mindestens 45 Einleitern und 13.300 Kubikmeter Haushaltsabwässer täglich den Almendares-Fluss verschmutzen, was im unteren Abschnitt bis zu seiner Mündung ins Meer mit bloßem Auge erkennbar ist, hier ist der Almendares ein nahezu anaerober, kontaminierter Strom voller Rohabwässer, der die hygienischen Verhältnisse der Uferbereiche und des Küstengebiets erheblich beeinträchtigt (Artiles R., Gutiérrez, J., 1996).

Problematisch ist auch die Gefahr einer direkten Infiltration der verschmutzten Gewässer in die Grundwasserleiter im oberen Abschnitt des Einzugsgebiets, da die vorliegende Karstformation sehr durchlässig ist und die obere Steinschicht das Einsickern von Schmutzwässern zusätzlich begünstigen könnte. Bislang war es jedoch aus technischen Gründen schwierig nachzuweisen, ob und in welcher Art und Menge Schmutzstoffe tatsächlich in das Grundwasser gelangen, da weder die genauen Standorte der Infiltration noch das Volumen und der Verschmutzungsgrad der Abwässer an dieser Stelle bekannt sind. Experten in Kuba vermuten, dass aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse ein bedrohlicher Zustand nicht allmählich, sondern ganz plötzlich auftreten könnte (Sylvestre 2001, mündliche Kommunikation).

Die Kontrolle der Rohwasserqualität in Havanna stellt eine wichtige Aufgabe für die Sicherung der Trinkwasserqualität dar; eine Verseuchung mit krankheitserregenden Bakterien würde eine Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung bedeuten, zumal auch

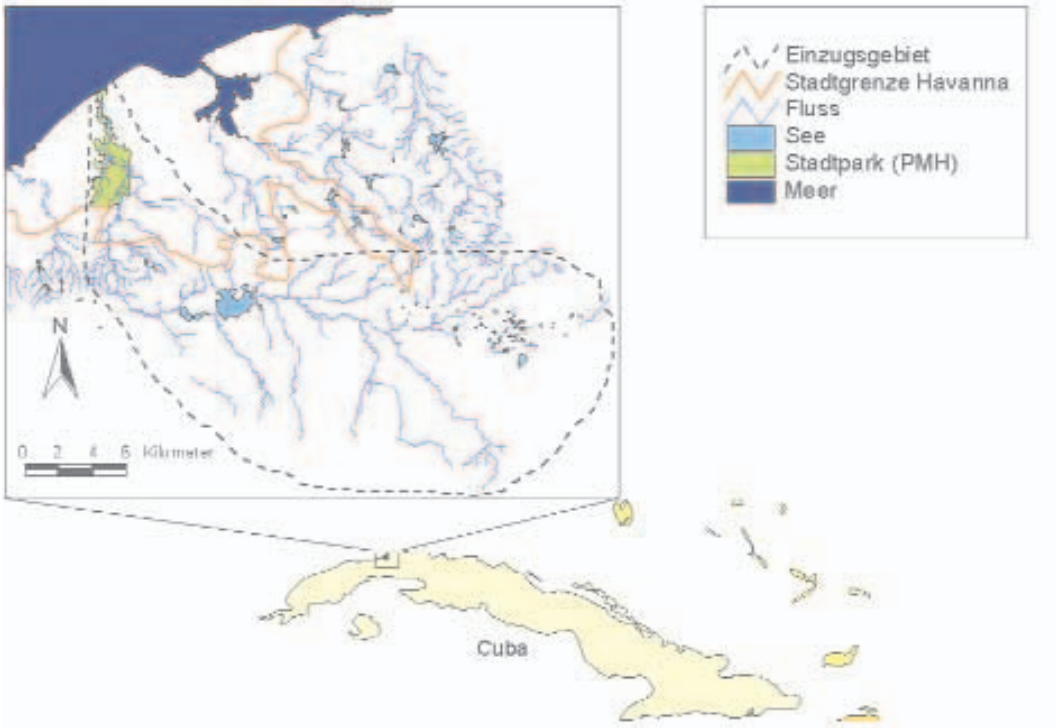


Abb1. Lage des Einzugsgebietes des Rio Almendares in Kuba

der direkte Kontakt mit dem Flusswasser der nah am Ufer lebenden Bewohner nicht vermieden werden kann. Gleichzeitig spielt die Qualität des Flusswassers eine entscheidende Rolle für die Bewässerungslandwirtschaft und natürlich für das gesamte Ökosystem des Einzugsgebiets ebenso wie für die Wasserversorgung zahlreicher Industriebetriebe.
In vielen Stadtgebieten Havannas herrschen ernsthafte hygienische Missstände aufgrund mangelhafter Beseitigung und Reinigung der Abwässer, in vielen Fällen wird das Abwasser ohne vorherige Klärung in Erdkanäle, Teiche und Sickergruben geleitet, bislang gibt es nur wenige Daten über die Zusammensetzung des eingeleiteten Abwassers. Die Wassersanierung der Flüsse ist eines der Hauptziele aller Umwelt- und Entwicklungsinstitutionen, wie dem Wasserver- und -entsorgungsunternehmen Havannas (DPAA), dem Ministerium für Umwelt, Forschung und Technologie (CITMA), dem Ministerium für Wasserressourcen (INRH) und der Verwaltungsbehörde des „Parque Metropolitano" (PMH). Doch trotz der offensichtlichen Verschmutzung des Almendares Flusses und deren Folgen gibt es nur sehr wenige systematische, wissenschaftliche Studien zur Erfassung der Wasserqualität.

Sowohl das Kanalisationsnetz als auch die wenigen vorhandenen Kläranlagen sind veraltet und funktionieren nur unzulänglich oder überhaupt nicht. Hinzu kommt, dass die Industrie ihre Abwässer größtenteils ungefiltert in den Fluss oder seine Zuflüsse leitet. Um die geplante Sanierung der Klärsysteme erfolgreich umsetzen zu können, muss gewährleistet sein, dass die Abwässer biologisch abbaubar sind. Hierbei muss die derzeitige Situation erfasst werden aber auch verschiedene Szenarien berücksichtigt werden.
Da zur Zeit relativ wenig industriell produziert wird, spielt die Belastung mit industriellen, schwer abbaubaren Schadstoffen eine untergeordnete Rolle, was sich jedoch ändern kann.

Abschließend muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass bisher noch kein Versuch unternommen wurde, die vorhandenen Daten zu Wasserressourcen in Entscheidungsprozesse zu integrieren. In diesem Zusammenhang besteht eine große Herausforderung an die Wissenschaft darin, den Dialog zwischen den Universitäten, Unternehmen und der Verwaltung in der Region zu fördern, um ein Managementkonzept zu entwickeln, welches die Wasserqualität des Flusses nachhaltig verbessert und der Bevölkerung sauberes Wasser und eine gesunde Umwelt gewährleistet. Dies ist nur möglich, wenn den Entscheidungsträgern die Umweltinformationen zur Verfügung gestellt werden. Da sich Umweltparameter aber kontinuierlich ändern, ist hierzu eine

langfristig ausgerichtete Erhebung von Daten (Monitoring) notwendig, die dann mit entsprechender Software in die notwendige Information umgewandelt werden.

Ziele

- Beschreibung des derzeitigen Status von Wasserressourcen und Landnutzung im Einzugsgebiet des Rio Almendares
- Entwicklung eines langfristigen Monitoringkonzeptes, das als Entscheidungsgrundlage für ein Wasserqualitätsmanagement im Einzugsgebiet eingesetzt werden kann.
- Definition eines Konzeptes für ein Einzugsgebietsinformationssystem

Umsetzung

Schritte des Projektes sind:

- Auswertung der bereits vorhandenen Daten zum Einzugsgebiet und zur Wasserqualität.
Beschreibung des Einzugsgebiets unter Berücksichtigung des Naturraums (Klima, Hydrologie und Landnutzung), der Wassernutzung und der gesetzlichen und administrativen Rahmenbedingungen, kubanisches Umweltgesetz Nr. 81 von 1997.

- Erfassung der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Darstellung der Zuständigkeiten der für Wasser verantwortlichen Institutionen: INRH, CITMA, DPAA, PMH, CEHNICA. Aufbau eines Dialogs mit den verantwortlichen Institutionen, um deren Aufgaben, Ziele und Probleme zu erfassen.

- Erfassung und Beschreibung der industriellen, landwirtschaftlichen und häuslichen Verschmutzungsquellen: Art (nach Industrietyp), (geschätzte) Menge und Zusammensetzung, Klassifizierung nach Punktquellen und Diffusen Quellen.

- Analyse der Erhebungen aus Schritt 1-3, Ableitung eines einjährigen Messprogramms: Vorläufige Bestimmung der optimalen Probennahmestationen, Parameter und Messfrequenzen.

- Workshop mit allen beteiligten Forschern und Institutionen: Präsentation der bisherigen Daten und Diskussion mit dem Ziel den Informationsbedarf für ein zukünftiges Monitoringsystem abzuleiten.

- Durchführung der Wasseranalyse des Fluss- und Abwassers über ein Jahr: Physikalisch/chemisch, mikrobiologisch, Gewässerstrukturgüte

- Auswertung der Analyse: Identifizierung der signifikanten Verschmutzungsquellen.

- Konzeption und Aufbau eines Wasserinformationssystems (DSS).

- Aufbau der kontinuierlichen Messstation (Parameter: ph, LF, Wasserstand, O2), Bestimmung eines optimalen Standorts.

- Aufbereitung der Daten zur Unterstützung von Managemententscheidungen: Datenanalyse, Dateninterpretation, Datenvisualisierung

- Entwicklung eines langfristigen Monitoringkonzeptes für das Einzugsgebiet.

- Einbindung der Daten in ein Einzugsgebietsinformationssystem des Rio Aconcagua

- Ableitung einer allgemeinen Verfahrensweise für Wassermanagementkonzepte, für den Einsatz in anderen Ländern der Tropen und Subtropen.

- Verfassen eines Abschlussberichtes und einer Dokumentation in Form eines Leitfadens auf CD-ROM.

Beteiligte am Projekt

Deutschland
Prof. Dr. Hartmut Gaese
Prof. Jackson Roehrig
Priv. Doz. Armin Rieser
Prof. Michael Sturm
Prof. Dr.-Ing. Dieter Klemenz
Dipl. Chem. Lars Ribbe
Dipl. Ing Nicole Kretschmer
Alexandra Nauditt
Dipl. Phys. Hans-Bernd Parschmann

Kuba
Prof. Dr. Orestes González
Prof. Dra. María del Carmen Jorge Pedreira
Prof. Dra. Celia Rodríguez
Prof. Dra. Heydée Llanusa Ruíz

„Wasserzyklus zur Lebensmittelproduktion“

Prof. Dr. Hartmut Gaese
Lars Ribbe
Nicole Kretschmer
Alexandra Nauditt

Ausgangslage

Die Wasserproblematik verschärft sich weltweit und erfordert angemessene Managementkonzepte zum Schutz der Wasserressourcen, um deren zukünftige Verfügbarkeit für den Menschen in angemessener Qualität und Quantität zu garantieren.
In Mittelchile, wo semi-aride Bedingungen herrschen, sind Wasserknappheit und -verschmutzung ein zunehmendes Problem. Die Sektoren Landwirtschaft, private Haushalte und Industrie stehen in Konkurrenz um die Wasserressourcen; zudem wird das Abwasser zumeist nicht aufbereitet – mit gravierenden Folgen für Mensch und Umwelt.
Die Abwässer der Lebensmittelindustrie können oft ohne aufwendige Aufbereitung in der Landwirtschaft zur Bewässerung eingesetzt werden.

Ziele

Das Projekt hat als Ziel Konzepte für die zyklische Wassernutzung zu entwickeln und die Umsetzbarkeit unter unterschiedlichen klimatischen und sozioökonomischen Bedingungen zu bewerten.
Es leistet so einen Beitrag zum integrierten Wasserressourcenmanagement in den Tropen und Subtropen.

Umsetzung

Wissenschaftler der Universidad Católica de Valparaíso (UCV) untersuchen, der Fachhochschule Köln und der Universität Bonn bilden ein Forschungsteam, dass die unterschiedlichen Aspekte der Wassernutzung von der Wasserbereitstellung über die industrielle Wassernutzung, Aufbereitung und der Wiederverwendung untersucht.

Schritte der Studie:

- Beschreibung der Wasserressourcen, Nutzungskonkurrenzen und Wasserpolitik im Einzugsgebiet,
- Analyse der Wassernutzung im lebensmittelverarbeitenden Betrieb,
- Analyse der Wassernutzung in der Bewässerungslandwirtschaft,
- Ermittlung einer geeigneten Wasseraufbereitung,
- Erstellung einer Umweltverträglichkeitsprüfung für das gesamte betrachtete System,
- Ökonomische Bewertung der Wassernutzung in den drei Sektoren,
- Umbau der Betriebseinheiten zu einem Gesamtsystem mit Modellcharakter.

Bisherige Ergebnisse

- Beschreibung des Einzugsgebietes im Hinblick auf Landnutzung und Wasserressourcen mit Hilfe von GIS (Geoinformationssystem), im speziellen mit der Software Arc View

- Auswertung der gesetzlichen und institutionellen Rahmenbedingungen

- Analyse der Wassernutzung im Lebensmittelverarbeitenden Betrieb, hier in der Marmeladenfabrik Eckart in Casablanca, mit einem Optimierungsvor-

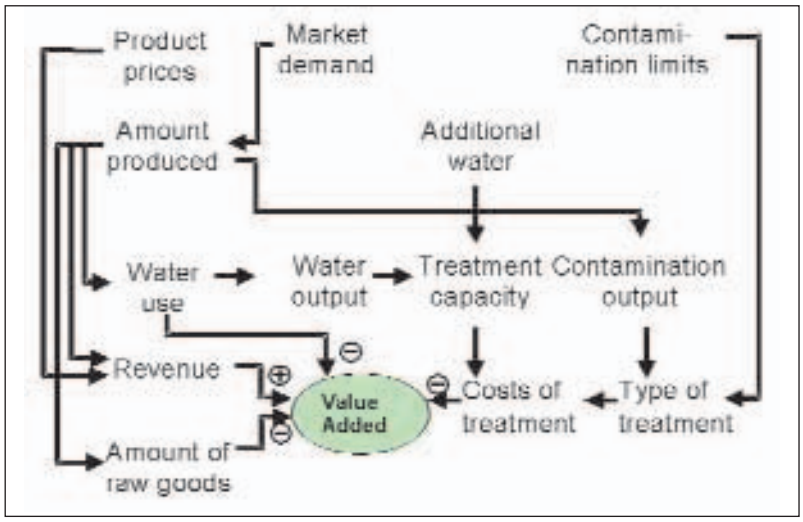


Abb.1: Modellstruktur zur Simulation der Wassernutzung im Beispielbetrieb Eckart

schlag des Verbrauchs der Ressource Wasser. Entwurf für ein Modell (auf Basis GEMS) zur Simulation der Wassernutzung im Betrieb (vgl. Abb. 1)

- Untersuchung zur Bewässerung mit behandeltem Abwasser (chemisch hergestellt, da die Pilotanlage bislang nur unzureichende Mengen hergibt)

- Erste Ergebnisse der auf dem Gelände der Firma Eckart installierten Pilotanlage für die anaerobe Behandlung der Industrieabwässer (in Kooperation mit dem Biochemischen Institut der UCV)

- Beginnende ökonomische Bewertung der zu vergleichenden bisherigen Nutzung der Ressource Wasser mit einer möglichen Wassereinsparung, sowie einer Wasserwiederverwendung für die Bewässerung der betriebseigenen Obstplantage

Beteiligte am Projekt

Prof. Dr.-Ing. D. Klemenz
Prof. Dr. Paola Poirrier
Prof. Dr. Chamy Maggy
Prof. Dr. Sturm
Prof. Dr. M. Janssens
Priv. Doz. Dr.-Ing. A. Riese
Prof. Eduardo Salgado Varas (PhD)
Dipl. Chem. L. Ribbe
Prof. Dr. Paola Poirrier
Prof. Dr. H. Gaese
Dipl. RWL A. Pres

„Verbindungsstelle zwischen dem Deutsch-Brasilianischen Technologie-Institut und der Fachhochschule Köln“

Prof. Dr. Hartmut Gaese
e-mail: Hartmut.Gaese@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 73
Andreas Böhler
Karim Maalem

Ausgangslage

Brasilien gilt als wichtigster Handelspartner Deutschlands in Lateinamerika. Dennoch sehen sich deutsche Firmen, die sich in Brasilien engagieren wollen, nach wie vor mit verschiedenen Hindernissen konfrontiert. Vor allem für deutsche mittelständische Unternehmen ist es aufgrund der großen Enfernung schwierig und kostspielig, sich mit ihren Produkten auf dem brasilianischen Markt zu präsentieren. Deutsche Firmenniederlassungen in Brasilien beklagen andererseits den Mangel an qualifiziertem Fach- und Führungspersonal vor Ort sowie einen fehlenden Praxisbezug innerhalb der Lehre von brasilianischen Universitäten und Ingenieurschulen.
Um diesen Hindernissen zu begegnen und die Chancen deutscher Firmen auf dem brasilianischen Markt zu erhöhen, wurde das Deutsch-Brasilianische Technologie-Institut (ITBA) unter Schirmherrschaft der deutschen Auslandshandelskammer in São Paulo, Brasilien (AHK) gegründet.

Ziele

Ziel des ITBA ist es, den Technologietransfer zwischen Deutschland und Brasilien zu fördern und als Schaufenster der deutschen Wirtschaft in Brasilien zu dienen. Seine Aufgaben sieht es sowohl in der Aus- und Weiterbildung von Fachkräften und im Erbringen von speziellen Dienstleistungen (Tests, Zertifizierungen, Personalschulungen, usw.).

Um diese Ziele zu unterstützen, hat das BMBF das Institut für Tropentechnologie (ITT) beauftragt, im Rahmen des Projektes „Verbindungsstellen zwischen dem ITBA und der FH Köln“ den Aufbau des ITBA zu unterstützen, Fachexpertise von Seiten der FH Köln zu vermitteln und den Austausch von Wissenschaftlern und Studierenden zu fördern.

Umsetzung

Die Umsetzung erfolgt durch folgende Aktivitäten:

- Kontaktvermittlung für deutsche Unternehmen mit Investitionsabsichten in Brasilien, persönliche Begleitung der Arbeit des ITBA in regelmäßigen Abständen vor Ort,
- Koordination des wissenschaftlichen Austausches von Professoren der FH Köln (und anderen Hochschulen),
- Organisation von Diplomarbeiten und Praktikumsstellen auf beiden Seiten,
- Mithilfe bei der Revision von Investitionsplänen,
- Hilfestellung bei der Abwicklung von Material- und Maschinenbeschaffung in Deutschland,
- sonstige Dienstleistungen auf Anfrage.

Projektverlauf

Das ITT hat die Betreuung des ITBA zu einem Zeitpunkt übernommen, als es galt, die Material- und Maschinenbeschaffung zu organisieren. So wurden während der Projektlaufzeit nicht nur die beschafften Maschinen und Anlagen mit Hilfe von Professoren und Studenten der FH Köln installiert, sondern auch zu funktionierenden Laboren, die für die Lehre einsetzbar sind, aufgebaut. Bis zum heutigen Zeitpunkt waren vor allem Professoren des Fachbereiches Produktionstechnik aktiv am Aufbau des ITBA beteiligt. Zudem haben neun Studenten der FH Köln ihre Diplomarbeit oder ein Praktikum am ITB absolviert.

Das ITT selbst hat neben dem Aufbau der Internetseiten das ITBA, der Organisation des akademischen Austausches vor allem versucht, den vorhandenen personellen Engpass auszugleichen. So wurde ein weiterer Antrag an das BMBF auf Finanzierung eines Ingenieurs zur Unterstützung des wissenschaftlichen Direktors des ITBA gestellt, der auch genehmigt wurde. Seit März 2002 ist ein Mitarbeiter des ITT in São Paulo am ITBA tätig.

Aktuell unterstützt das ITT das Technologieinstitut bei der Umsetzung eines überarbeiteten Konzeptes, welches auch neue Kooperationspartner beinhaltet. Dies war nötig geworden, um den veränderten Rahmenbedingungen Rechnung zu tragen. Dadurch ergeben sich auch erweiterte Aufgabengebiete für das ITT. Neben den bisherigen Aktivitäten kommen nun weitere arbeitsintensive Koordinationsaufgaben hinzu. Diese umfassen

- die Kontaktaufnahme zu den neuen „Wunschpartnern“ des ITBA,
- die Definition der Kooperationsinhalte,
- Ausarbeitung der Verträge und
- die Kooperation der ersten Kooperationsaktivitäten.

Zur Zeit koordiniert das ITT die Kooperation mit der Steinbeis-Stiftung in Stuttgart, dem Fraunhofer Institut für Lasertechnik an der RWTH Aachen und dem Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik in Freiburg. Hier werden schon die Kooperationsinhalte und die zugehörigen Verträge ausgearbeitet.

Ausblick

Das überarbeitete Konzept und die neuen Kooperationspartner werden dem ITBA wertvolle neue Impulse und einen wichtigen Beitrag zur Realisierung der Ziele leisten. Die intensive Kooperation, die sich zwischen FH Köln und dem ITBA entwickelt hat, bietet eine hervorragende Ausgangssituation für weitere zukunftsträchtige gemeinsame Aktivitäten. Die Ausweitung der Projektkonzeption auf andere Standorte in Brasilien und Lateinamerika ist geplant.

„Entwicklung von Managementinstrumenten für Projekte der internationalen Zusammenarbeit“

Prof. Dr. Hartmut Gaese
e-mail: Hartmut.Gaese@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 74
Lars Ribbe
Andreas Böhler

Ausgangslage

Das „Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverria“ (ISPJAE) gilt als anerkannteste Technische Universität Kubas. Innerhalb des ISPJAE nimmt das „Centro de Estudios de Técnica de la Dirección“ (CETDIR) die Aufgaben der Forschung und Lehre im Bereich Management und Verwaltung wahr und bildet kubanische Führungskräfte für die internationale technische Zusammenarbeit aus. Gleiche Ziele verfolgt das Institut für Tropentechnologie (ITT) der Fachhochschule Köln. Während des Besuchs einer Delegation des ITT in Havanna im Mai 1998 konnten gemeinsame Interessen und Zielsetzungen identifiziert werden und eine konkrete Zusammenarbeit im Rahmen eines Forschungsprojektes vereinbart werden.

Ziele

- Aufbau eines Service- und Informationszentrums für internationales Projektmanagement.
- Beratung und Unterstützung von gemeinsamen Hochschulprojekten.
- Unterstützung bei der Kooperation von deutschen und kubanischen Unternehmen und Institutionen.
- Aufbau von gemeinsamen Studienmodulen mit gleichen Inhalten und gegenseitiger Anerkennung.
- Aufbau eines Netzwerkes von Studiengängen im Bereich „Internationales Projektmanagement“ (EULA): mit Kuba (Havanna), Canada (Quebec), Costa Rica, Chile (Temucu), Kolumbien (Valle de Columbia), Spanien (Madrid), Deutschland (Köln).

Das Service- und Informationszentrum bildet eine Basis für zukünftige internationale Projekte aller Fachbereiche der FH Köln und wird in den nächsten vier Jahren zu einer Transferstelle für die Kooperation zwischen Kuba und NRW ausgebaut werden.

Umsetzung

- Entwicklung von Managementinstrumenten für Projekte der internationalen Zusammenarbeit: Planung, Durchführung, Evaluierung und Monitoring im Projektzyklus.
- Anwendung der Instrumente auf die zwei Forschungsprojekte „Energieeffizienz im Gebäudesektor“ und „Wassergütewirtschaft im Einzugsgebiet des Rio Almendares“.
- Aufbau eines Service- und Informationszentrums: Datenbank mit Zugang für Projektbeteiligte (über Internet).
- Datenbank zu „Best Management Practices“.
- Informationen zu Förderinstitutionen und Finanzierungsmöglichkeiten.
- Unterstützung im Bereich Information und Kommunikation.
- Organisation von Workshops und deren Moderation.
- Projektanträge, strategische Beratung, internationale Verträge.
- Vermittlung zwischen deutschen und kubanischen Unternehmen.
- Dokumentation der laufenden deutsch-kubanischen Projekte.

Projektverlauf

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden regelmäßig Workshops durchgeführt sowie Professoren und Studenten ausgetauscht, um die Projektziele umzusetzen. Durch die Erfahrungen, die beide Institutionen zu dem gleichen Themengebiet unter jeweils unterschiedlichen Rahmenbedingungen gesammelt haben, konnten alle Beteiligten von der Kooperation profitieren.

Unter anderem wurden Studieninhalte daraufhin überprüft, inwieweit Deckung besteht, so dass die von Studenten in der Gasthochschule erbrachten Leistungen von der jeweils anderen Seite anerkannt werden können. Wo notwendig wurden Studieninhalte ergänzt bzw. überarbeitet.

Des Weiteren wurden im Rahmen des Projektes verschiedene Fragestellungen des Projektmanage-

ments gemeinsam bearbeitet und die Instrumentarien, die auf beiden Seiten für die Projektbearbeitung in der internationalen Zusammenarbeit entwickelt wurden, verglichen. Die Ergebnisse wurden in einer gemeinsam konzipierten Internetseite implementiert. Diese Webseite wurde zu einem Forum ausgebaut, welches Informationen bereitstellen soll, die eine effiziente und effektive Projektarbeit ermöglichen. Dazu gehören eine Datenbank über Förderinstitutionen, eine Darstellung aktueller Kooperationsprojekte und eine anwendungsorientierte Beschreibung von Managementinstrumenten.

Am Beispiel eines realen Projektes werden die Instrumente des Projektmanagement angewendet. Hierfür wurde das Projekt „Integriertes Management von Wasserressourcen im ländlichen Raum", ausgewählt. Dieses Projekt entwickelt Strategien für den sparsamen, umweltschonenden Umgang mit Wasser in Landwirtschaft, Gemeinden und Industrie. Dabei wurde die Abwicklung des Projektes (Planung, Monitoring, Evaluierung, Steuerung, Finanzplanung, Organisation und Kommunikation in den Arbeitsgruppen) unterstützt.

Ausblick

Nach dem Aufbau des Internetforums erfolgt die probeweise Anwendung durch Wissenschaftler beider Seiten. Nach Beseitigung der Mängel soll das Forum dann einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden. Dies soll dann dazu führen, dass weitere deutsch-kubanischen Kooperationsprojekte initiiert werden.

Nachhaltige Holzwirtschaft in Nord-Ost Argentinien

Prof. Dr.-Ing. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Michael Laar

Ein Kooperationsprojekt mit der Universität in Corrientes, Argentinien. Angestrebt wird eine nachhaltige Entwicklung der bestehenden Forstwirtschaft sowie eine Ausweitung der Forstwirtschaft auf bisher ungenutzte Flächen, um der wirtschaftlich schwach entwickelten Nordostregion Argentiniens einen ökologisch, ökonomischen und sozialen Entwicklungsschub zu ermöglichen. Hierzu gehört eine effiziente Verarbeitung des Rohstoffes Holz und eine Öffnung neuer Märkte für neue Holzprodukte, von der Optimierung des Einsatzes von Holz und seinen Reststoffe über den Einsatz von Holzwerkstoffen und Holzkomponenten und bis hin zur Fertighausproduktion für den Wohnungsbau, aber auch für den Industrie- und Verwaltungsbausektor. Prof. Jacobo von der Universität in Corrientes weilte zu mehreren Forschungsaufenthalten zuletzt von Juli bis September 2001 am ITT. Die erarbeiteten Ansätze führten zu einer Reihe von argentinischer Seite finanzierten Projekten an der Universität in Corrientes.

Energieeffizienz im Gebäudesektor

Prof. Dr.-Ing. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75-24 16
Michael Laar

Ein Kooperationsprojekt mit verschiedenen brasilianischen Hochschulen und Institutionen; eine Gastprofessorin der Universidade Federal Fluminese aus Niteroi bei Rio de Janeiro arbeitete 1998/99 für ein Jahr an diesem Projekt in Köln mit. Eine Zusammenarbeit mit Brasilien, Kuba, Venezuela ist im Aufbau. Unter Einsatz innovativer Werkstoffe, Technologien und Entwurfskonzepte wird eine klimatisch angepasste Architektur und Bautechnik entwickelt, um so den unnötig hohen Energieverbrauch bei Gebäuden zu senken.

Senkung des (Primär)Energiebedarfs für die Errichtung und den Betrieb von Gebäuden unter dem tropisch feucht-heißem Klima Kubas

Prof. Dr.-Ing. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Michael Laar

Im Rahmen eines breiter angelegten befindliches Kooperationsprojekt mit der Technischen Universität in Havanna, Kuba, arbeitet das ITT-Department Bauen in den Tropen mit der Fakultät für Architektur zusammen. Beide Seiten erarbeiten die erforderlichen Informationen zu Volkswirtschaft, Betriebswirtschaft, Baustoffindustrie, örtlich und regional verfügbaren Baustoffen bis hin zum Primärenergieaufwand für die Produktion der unterschiedlichen Baustoffe. Besondere Berücksichtigung finden auch Ansätze zu Alternativ-Bausystemen, wie z.b. Bagassezement-Platten. In Kürze werden hoffentlich die Informationen so weit zusammengefasst sein, dass anschließend – gestützt auf thermische Gebäudesimulationen – eine gesamtwirtschaftliche Aussage für unterschiedlichste Baumaßnahmen ermöglicht wird.

Untersuchungen zum innovativen Einsatz von porosierten Ziegel in der Bauwirtschaft Brasiliens

Prof. Dr.-Ing. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Michael Laar

Zwei miteinander verknüpfte Kooperationsprojekte in Lehre und Forschung mit der FATEC in Sao Paulo und mit dem CEFET in Rio. Die örtliche Ziegelindustrie ist in beide Projekte eingebunden. Projektziele: einerseits den Einsatz guter Lehme bei gleichem Volumenausstoß zu strecken, andererseits den Aufwand an teuren Brennstoffen durch Einsatz von biologischen Reststoffen – im Lehm zugemischt – zu reduzieren, was zu einer Porosierung führt. So werden mit dieser Porosierung zusätzlich deutlich bessere Dämmwerte (nichttragende, 12 cm starke Wände bislang üblich $U < 3{,}4$; mit Porosierung $U < 1{,}4\ W/m^2K$ problemlos erreichbar) bei noch hinreichender Druckfestigkeit der Steine erzielt. Durch Weggang des Projektpartners von der FATEC in Sao Paulo konnte die Zusammenarbeit mit der FATEC nicht über den ursprünglich geplanten Zeitraum laufen. Mit der CEFET gab es eine regen Wissens- und Wissenschaftleraustausch inklusive mehrerer mehrtägiger ziegelbezogener Exkursionen in Deutschland. Eine Reihe von brasilianischen Studenten war nach einem mehrwöchigen Aufenthalt am ITT für mehrere Monate zu Praktika in deutschen Ziegelwerken. Ein ITT-Mitarbeiter, der zeitweilig in Rio war, hielt engen Kontakt zur brasilianischen Forschergruppe und zur örtlichen Ziegelindustrie. Ende 2002 wird ein größerer Abschlussworkshop in Rio de Janeiro stattfinden.

Steigerung der Energieeffizienz von Bürogebäuden unter tropischem Klima Standort Rio de Janeiro

Prof. Dr. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Prof. Dr. Gronau, Bauhaus-Universität, Weimar
Michael Laar

Bürogebäude unter tropischem Klima werden in ihrer komplexen Funktion betrachtet. Thermischer und Lichtkomfort stehen dabei im Vordergrund. Unter Ausnutzung aller architektonischen und bautechnischen Möglichkeiten soll ein optimaler Komfort so erreicht werden, dass der Primärenergieaufwand für die Errichtung, den Betrieb und den Abbruch des Gebäudes minimiert ist. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der optimierten Nutzung des dort reichlich vorhandenen Tageslichts, das „normal" über Schattiermaßnahmen nicht in die Bürogebäude gelassen wird, um mit Kunstlicht die notwendige Raumausleuchtung zu organisieren. Innovative oder auch Alternativ-Lösungen werden für eine sinnvolle, energiesparende und privatwirtschaftlich tragfähige Tageslichtnutzung untersucht und bewertet. In eine Reihe von internationalen Vorträgen und Veröffentlichungen wird der Stand der Projektarbeiten veröffentlicht.

Verbesserung der Lüftung zur Komfortanhebung an feucht-heißen Standorten der Tropen ohne Stromeinsatz allein durch solarthermischen Auftrieb

Prof. Dr. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
B. Meiser
Chr. Moore

Vorarbeiten am ITT für ein multilaterales Projekt. Mit Hilfe eines Teststandes werden die Randbedingungen für eine solche Auftriebslüftung ermittelt. Die Tastversuche sind so weit abgeschlossen, dass in anschließenden Masterarbeiten unter reproduzierbaren Randbedingungen Tests und Optimierungsarbeiten folgen können. Ein nicht so weit gehender Ansatz, der vor Jahren in Brasilien in einer Schule realisiert wurde, wird ab Herbst 2000 mit unserer Hilfe in seiner Wirksamkeit untersucht und Verbesserungsvorschläge für dieses nicht optimale System eingebracht.

Im Rahmen der Feldforschung für seine Masterarbeit hat Arch. Dipl.-Ing. Chr. Moore im Frühherbst 2000 auf Barbados weitere intensive in Situ-Untersuchungen und Langfristmessungen zu diesem Thema durchgeführt.

Gründach für feucht-heiße Tropen

Prof. Dr.-Ing. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Michael Laar

Zwei deutsche Fachhochschulen (Köln und Neubrandenburg) arbeiten gemeinsam mit dem CEFET in Rio in Lehre und Forschung an der Grundlagenermittlung und ersten Tests von Gründächern für feucht-heiße Standorte. Solcher Gründächer verringern zum einem deutlich die Solarlasten für das Dach durch Schattierung und die zusätzlich aufgebrachte Masse. Zum anderen wird die Tragstruktur und vor allem die kosten- bzw. wartungsintensive Dachdichtung thermisch deutlich geringer belastet. Zudem ist zumeist auch die aufgrund des Pflanzsubstrats eintretende Wasserretention von Niederschlägen wichtig. Photosynthese und dabei auftretenden Verdunstung verbessern das Mikroklima über dem Dach und kühlen additiv. Dabei tritt durch die Pflanzen eine Kohlendioxidaufnahme bzw. Sauerstoffabgabe und auch eine Staubreduktion ein, die ein Gründach – neben seiner ästhetischen Qualität – weltweit interessant machen. Allerdings werden die Dachlasten erhöht. In trocken-heißen Gegenden erfordert ein Gründach bei gewünschter Kühlung eine künstliche Bewässerung mit der knappen Ressource Wasser. Es kann aber hierfür Grauwasser eingesetzt werden. Eine erste Pflanzenauswahl für den Standort Rio und erste Tests in Rio konnten im ersten Projektjahr realisiert werden.
Mit der CEFET ist für Jahr 2001 ein reger Wissens- und Wissenschaftleraustausch inklusive mehrerer mehrtägiger gründachbezogener Exkursionen in Deutschland geplant. Eine Reihe von brasilianischen Studenten wird nach einem einwöchigen Aufenthalt am ITT für mehrere Monate zu Praktika in deutschen Gründachunternehmen sein. Ein ITT-Mitarbeiter, der zeitweilig in Rio ist, hält engen Kontakt zur brasilianischen Forschergruppe. 2002 werden Abschlusstests an unterschiedlichen Gründachaufbauten durchgeführt.

Weitere Aufrüstung des erst in Teilen bestehenden Labors für thermische Komfortmessung unter Beachtung der besonderen Randbedingungen der Tropen

Prof. Dr. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Chr. Moore

Der thermische Komfort ist unter den sehr streuenden Randbedingungen der trocken-heißen oder auch feucht-warmen Tropen keinesfalls mit Lufttemperatur und -feuchte allein zu beschreiben, sondern auch Luftgeschwindigkeit und daran gekoppelt Feuchteabfuhr, Licht- und Wärmestrahlung bzw. Wärmestrahlungsungleichgewicht schlagen als physikalisch zu messende Größen deutlich auf den Komfort durch. Über eine breit angelegte Literaturrecherche wurden tropen- und subtropenweit die Randbedingungen erarbeitet, die keineswegs mit den europäischen bzw. nordamerikanischen Standards übereinstimmen. In einem weiter ausgebauten Praktikum soll den Studierenden des ITT, aber auch der Architektur, des Bauingenieurwesens, oder der Versorgungstechnik Komfort unter definitiven Randbedingungen erfahrbar nahegebracht werden. Der bestehende Fassadenteststand (Innenklima der Warmkammer im weiten Temperatur- und Feuchtebereich streng regelbar) wurde dazu mit großen ortsvariablen Walzenlüftern, sowie mit ortsvariablen geregelten Heiz- und Kühlflächen und den entsprechenden Aggregaten außerhalb des Teststands

ergänzt. Eine bestehende Kunstsonne kann zudem „Solar"-Strahlung in der Warmkammer ohne die thermische Lampenlast realisieren. Somit kann das Klima im Mess- bzw. Probandenraum über alle maßgeblichen Faktoren definitiv eingestellt werden und das Komfortempfinden der Probanden in Reihenuntersuchungen bzw. im Studentenpraktikum ermittelt werden. Entsprechende Fragebögen mit teilweise neu erstellten Auswerteroutinen werden erarbeitet und für das Komfortpraktikum allen zur Verfügung gestellt.

Es wird angestrebt, mit der Partneruniversität in Havanna, Kuba, die über eine ähnliche Klimakammer verfügt, in Parallel-Untersuchungen den Unterschied zwischen Europäern und klimaadaptierten Kubanern herauszuarbeiten.

Ermittlung des lüftungsabhängigen Komforts in Gebäuden am tropisch feucht-heißen Standort in Brasilien und erste Tests von Solar-Lüftungssystemen zur Vermeidung von Klimaanlagen bei mangelndem Komfort

Prof. Dr. F. W. Grimme
e-mail: Friedrich.Grimme@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 16
Michael Laar
Chr. Moore

Das Projekt zielt auf eine kostengünstige, primärenergieschonende Verbesserung bzw. Anhebung des thermischen Komforts von Wohngebäuden ohne Primärenergieaufwand für den Betrieb in heiß-feuchten Gegenden des Tropen- und Subtropengürtels der Welt ab. Zuerst muss aber der lüftungsabhängige Komfort in funktionierenden Gebäuden gemessen werden. Lüftung bzw. Luftbewegung ist bei den hohen Temperaturen und hohen Luftfeuchten die (einzige stromfreie) Möglichkeit der Komfortverbesserung. So wird unter diesen Klimabedingungen die Temperatur 30°C bei 2 m/s als 4,2 K niedriger empfunden. Ein breit angelegtes Messprogramm wird im Jahr 2001 in Rio durchgeführt. Mit den Daten kann dann erarbeitet werden, wie durch geänderte oder auch neue, solarthermisch angetriebene Lüftungskonzepte der Komfort unter heiß-feuchten Klimata positiv beeinflusst werden kann.

Fuzzy-Signalauswertung zur Steigerung der Empfindlichkeit in der Metallfeinsuchtechnik

Prof. Dr.-Ing. Herbert M. Schaedel
e-mail: HMSchaedel@t-online.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 24 72
Ulla Jantzen
Elmar Oberdörffer

Kurzfassung

Der Beitrag befasst sich mit der Empfindlichkeitssteigerung eines Metallfeinsuchgerätes. Die Problematik der eingesetzten Technik liegt darin, dass leitfähige Produkte (wie z. B. eingekochtes Gemüse, Fleischwaren) ohne metallische Verunreinigungen die Empfindlichkeit des Gerätes reduzieren. Dazu wurde eine auf Fuzzy-Logik basierende Signalauswertung in Zusammenarbeit mit der Firma Dr. Hans Boekels GmbH & Co. in Aachen entwickelt. Mit Hilfe dieser Methode konnte beispielsweise die Detektionsgrenze für Eisen von einem Kugeldurchmesser von 1,2 mm auf 0,65 mm herabgesetzt werden. Ab der nächsten Metallsuchgeneration wird die Fuzzy-Signalauswertung serienmäßig implementiert. Um die Empfindlichkeit des Gerätes weiter zu steigern, soll getestet werden, ob das Fuzzy-System mit Hilfe eines Neuro-Fuzzy-Systems zu optimieren ist.

Einführung

Während der Produktion von Nahrungs- und Genussmitteln können Metallteile von den eingesetzten Maschinen in das Produkt gelangen. Zur Qualitätssicherung werden Metallfeinsuchgeräte (Bild 1) verwendet, die die Produkte mit metallischer Verunreinigung erkennen und vom Produktgutstrom trennen.

Bild 1: Photo des Metallfeinsuchgerätes

Aufbau und Funktionsweise des Metallsuchgeräts

Die prinzipielle Arbeitsweise des Gerätes ist folgende: Die zu untersuchenden Produkte werden auf einem Transportband durch den Suchkopf bewegt. Das eigentliche Messsystem befindet sich im Suchkopf und besteht aus zwei Sender- und einer Empfängerspule. Die Empfängerspannung ist im Ruhezustand gleich Null und verändert sich, wenn das Magnetfeld beim Durchlauf eines Produktes verzerrt wird. Das Vektorsignal wird nach dem Ausschlagverfahren ausgewertet. Hierzu wird eine Schwelle gesetzt, bei der es gerade noch zu keiner Fehlauslösung bei nicht metallkontaminierten Produkten kommt. Ein metallverseuchtes Produkt muss diese Schwelle für eine bestimmte Dauer deutlich überschreiten, um erkannt zu werden. Leitfähige Produkte (wie z. B. eingekochtes Gemüse, Fleischwaren) ohne metallische Verunreinigungen rufen ebenfalls eine Störung des Magnetfeldes hervorrufen. Dieser Eigeneffekt hängt vom Produkttyp ab und ist schwer von einer Störung durch kleine Metallteile zu unterscheiden.
Die Problematik der eingesetzten Technik liegt darin, dass bei ausgeprägtem Produkteffekt bzw. kleinen Metallverunreinigungen Signalverzerrungen auftreten, ohne dass sich der Maximalausschlag ändert (Bild 2).

Fuzzy-Signalauswertung (Fuzzy-Klassifikator)

Zur Erkennung derartiger Signalverzerrungen wurde eine Fuzzy-Signalauswertung in der Programmiersprache C++ entwickelt. Bei der Inbetriebnahme wird als erstes das Fuzzy-Logik Auswertesystem initialisiert. Hierzu wird eine festgelegte Anzahl von metallfreien Produkten verwendet. Aus den Signalen jedes einzelnen Produkts werden signifikante Merkmale extrahiert.
Zur Zeit erfolgt die Verwendung von verschiedenen Merkmalen, von denen hier zwei (Bild 3) beispielhaft erläutert werden.
Das Kriterium *K1* beruht auf dem Ausschlagverfahren und wertet den größten Spitze-Spitze-Wert der Amplitude von Signal A aus: $K1 = u_{1SS}$. Mit den übrigen Kriterien werden Kurvenverzerrungen erfasst. Das relative Verhältnis des zweitgrößten Spitze-Spitze-Werts zum größten Spitze-Spitze-Wert des Signals A gibt das Kriterium *K2* wieder:

$$K2 = \frac{u_{2SS}}{u_{1SS}} \cdot 100\%$$

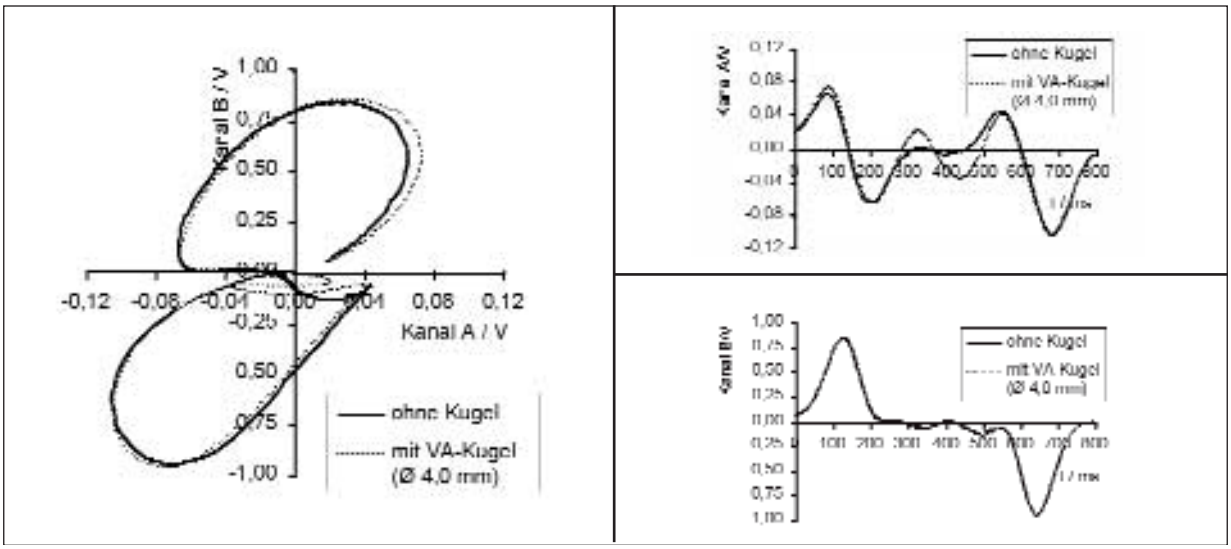


Bild 2: Vektor- und Signalverlauf von Nougat-Keksen in AL-Verpackung mit und ohne metallischer Verunreinigung

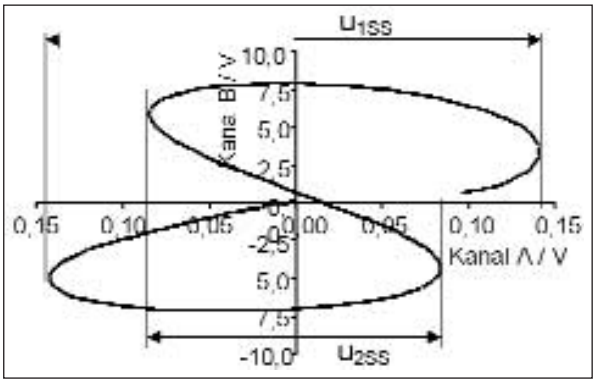


Bild 3: Amplitudenkriterium 1 und 2

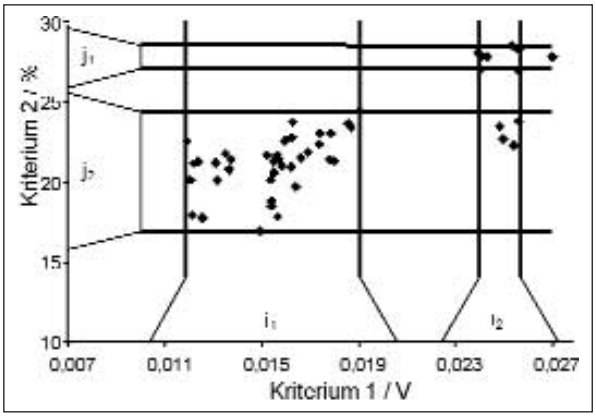


Bild 4: Darstellung der gefundenen Cluster

Über eine Clusterung werden die bestimmten Werte jedes Merkmals zu Häufungsbereichen zusammengefasst, aus denen die Eingangfuzzysets für die Terme „ohne Metall" hervorgehen. Die Terme „mit Metall" füllen die Lücken im Wertebereich aus. Nachdem die Kriterien ihrem Nutzen nach sortiert worden sind, werden die geeignetsten Kriterien ausgewählt. Jeweils zwei Kriterien werden miteinander verknüpft, wobei Cluster (Bild 4) für metallfreie Produkte entstehen. Für die gefundenen Cluster ergeben sich die Regeln für die Terme „ohne Metall". Die aufgestellte Regelbasis ist folglich zweidimensional. Die Zugehörigkeitsfunktion des Ausgangs besteht aus Singletons mit den Termen „mit Metall" und „ohne Metall".

Die Regelbasis für Bild 4:

R_{12}: Wenn i_1 = „ohne Metall" und j_2 = „ohne Metall" dann out = „ohne Metall"
R_{21}: Wenn i_2 = „ohne Metall" und j_1 = „ohne Metall" dann out = „ohne Metall"
R_{22}: Wenn i_2 = „ohne Metall" und j_2 = „ohne Metall" dann out = „ohne Metall"

Im nächsten Schritt werden mit dem gerade initialisierten Fuzzy-System die zu prüfenden Produkte auf Metallverunreinigung untersucht. Die gefundenen Einstellungen der Fuzzy-Logik werden im laufenden Prozess kontinuierlich den Veränderungen des Eigeneffekts, z. B. durch Temperaturdrift, angepasst.

Vergleich der Auswerteverfahren

Zum Vergleich der herkömmlichen mit der Fuzzy-Signalauswertung wurde ein schwieriges Produkt mit ausgeprägtem Eigeneffekt ausgesucht. Bild 5 und 6 zeigen die Ergebnisse für Kekse in Aluminiumfolie. Als Proben zur Einstufung der Suchempfindlichkeit dienen Metallkugeln mit einem Durchmesser von 0,5 mm bis 6 mm. Mit dem herkömmlichen Verfahren werden Fe-Kugeln (Bild 5 links) mit Ø 2,0 mm und VA-Kugeln (Bild 6 links) mit Ø 6,0 mm sicher gefunden. Durch den Einsatz der Fuzzy-Auswertung konnte die Empfindlichkeit auf Fe-Kugeln (Bild 5 rechts) mit Ø 1,0 mm und VA-Kugeln (Bild 6 rechts) mit Ø 4,5 mm verbessert werden.

Als besonders kritische Objekte haben sich dünne, lange Metallspäne und Drähtchen erwiesen. Hier konnten mit der Fuzzy-Technologie auf Anhieb Erfolge erzielt werden, da derartige Teile mit dem Ausschlagverfahren überhaupt nicht zu finden waren.

Zusammenfassung

Durch die Fuzzy-Signalauswertung wird die Empfindlichkeit herkömmlicher Geräte deutlich gesteigert, ohne dass es zu vermehrten Fehlauslösungen kommt. In der neuen Metallsuchgeneration DISCOVERY wird das Fuzzy-Auswertesystem bei der Firma Dr. Hans Boekels GmbH & Co. als Option angeboten. Die ersten Untersuchungen mit dem Neuro-Fuzzy-System NEFCLASS haben gezeigt, dass ein Optimieren des Fuzzy-Systems möglich ist.

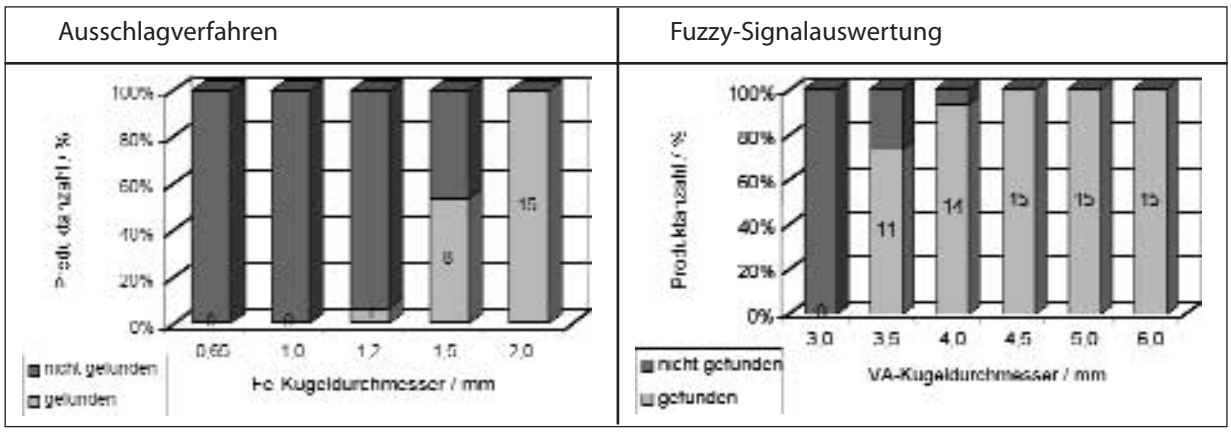


Bild 5: Kekse in Al-Verpackung mit Fe-Kugeln verschiedenen Durchmessers

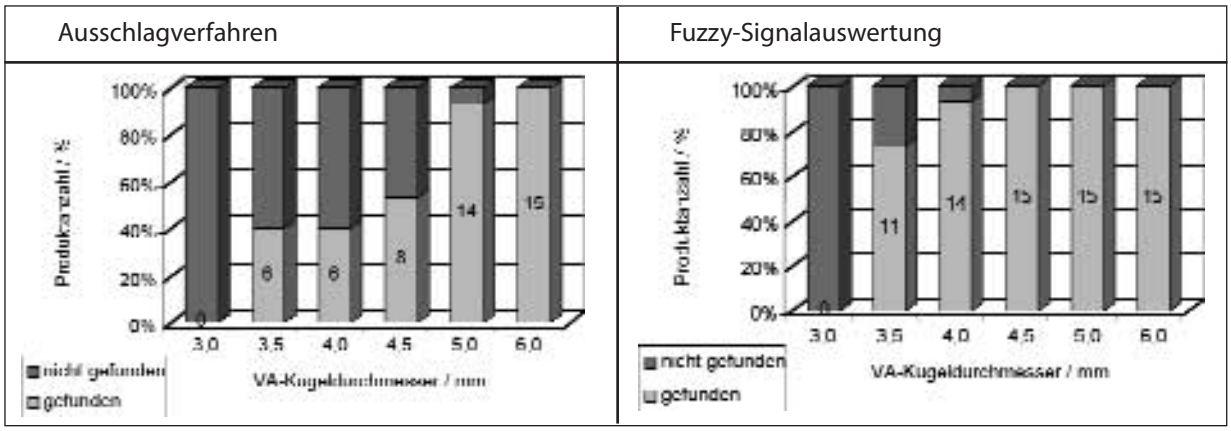


Bild 6: Kekse in Al-Verpackung mit VA-Kugeln verschiedenen Durchmessers

Interkulturelle Kompetenz

Prof. Dr. Rainer Leenen
e-mail: ik_kompetenz@dvz.fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 39 23 / -39 24 / -33 59

Der Forschungsschwerpunkt Interkulturelle Kompetenz (FoS) ist ein vom Ministerium für Wissenschaft des Landes NRW geförderter interdisziplinärer Forschungsverbund, dessen Hauptzielrichtung die Entwicklung neuartiger Formen der Vermittlung interkultureller Kompetenzen durch Personal- und Organisationsentwicklung ist.
Durch die Tendenz zur Multikulturalisierung moderner Gesellschaften stehen zahlreiche Berufs- und Arbeitsfelder vor der Herausforderung, sich auf den Umgang mit kultureller Vielfalt einzustellen, und zwar sowohl im Außenverhältnis (d.h. auf eine Kundschaft bzw. Klientel mit einem anderen Kulturhintergrund) als auch im Innenverhältnis (d.h. auf eine kulturell heterogene Mitarbeiterschaft). Von den Beschäftigten werden verstärkt „Interkulturelle Kompetenzen" erwartet, also Kommunikations-, Handlungs- und insbesondere auch Konfliktlösungsfähigkeiten in sog. kulturellen Überschneidungssituationen. Zugleich ist es erforderlich, dass sich Organisationen in ihrer Gesamtheit auf die veränderte Situation einstellen und sich hinsichtlich ihrer Ziele, ihrer Angebotspalette, ihrer Mitarbeiterstruktur und ihrer Managementmethoden interkulturell öffnen.
Aus dieser Standortbestimmung lässt sich die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit des FoS ableiten, und zwar konkret die:

- Erforschung und Präzisierung des für unterschiedliche Arbeitsfelder und Berufsgruppen erforderlichen Anforderungsprofils interkultureller Kompetenzen
- Klärung von Inhalten und Voraussetzungen des interkulturellen Kompetenzerwerbs und der Erforschung spezifischer Vermittlungsschwierigkeiten im Bereich des Kulturlernens (Lernwiderstände)
- Entwicklung von Trainingskonzepten, spezieller Trainingsmodule, Trainingsmaterialien und methodischer Handreichungen
- Entwicklung von Implementationsstrategien für Organisationen, die sich interkulturell öffnen bzw. professionalisieren wollen
- Durchführung modellhafter Aus- und Fortbildungsreihen und ihren Transfer in reguläre Fortbildungsangebote von Organisationen (Train-the-Trainer und Multiplikatorenprogramme)

Die Aktivitäten des FoS beziehen sich zur Zeit vor allem auf die Arbeitsfelder Hochschule, Soziale Arbeit, Kommunalverwaltung, Polizei und Strafvollzug.
Dabei kennzeichnen die enge Verknüpfung von Forschung, Entwicklung und Anwendung sowie der interdisziplinäre Ansatz das Profil des Forschungsschwerpunkts.

Interkulturelle Kompetenz für Polizei und Stafvollzug

Im Rahmen eines von der VW-Stiftung geförderten dreijährigen Forschungs- und Entwicklungsprojektes werden „Neue Formen der Vermittlung interkultureller Kompetenz" in den Berufsfeldern Polizei und Strafvollzug entwickelt. Das Projekt wird voraussichtlich im Jahr 2002 abgeschlossen.
Hintergrund: Als problematisch für die Organisation Polizei erweisen sich belastende Kontaktsituationen zwischen multikultureller Klientel und BeamtInnen, vor allem in Situationen, in denen die Ausübung der hoheitlichen Aufgaben für die Betroffenen mit existentiellen Konsequenzen verbunden sind. Aber auch in einem nicht immer hochkonfliktreichen, multikulturell geprägten Alltag polizeilichen Handelns (wie beispielsweise bei Verkehrskontrollen oder Vernehmungen) sollen die BeamtInnen professionell agieren können. Trainingsziel in den Angeboten für Streifenbeamte ist es, sich aufgabengerecht und kultursensibel in relevanten interkulturellen Begegnungssituationen verhalten zu können. In enger Kooperation mit einer TrainerInnen-Gruppe aus der Polizei in Köln und Bonn wurde dazu ein sog. Basismodul zur interkulturellen Sensibilisierung für StreifenbeamtInnen entwickelt, das bislang etwa 140 PolizeibeamtInnen durchlaufen haben. In Vorbereitung ist zudem ein Aufbaumodul für BeamtInnen, die sich besser auf die Kommunikation mit der türkischen Migrantenbevölkerung einstellen wollen. Der vom Forschungsschwerpunkt gewählte Kooperationsansatz beinhaltet eine gemeinsame Verantwortung für die Entwicklung und Durchführung der Trainings, die dann von Mitarbeitern des Forschungsschwerpunkts und TrainerInnen der Polizei gemeinsam durchgeführt werden, eine zusätzliche TrainerInnenfortbildung innerhalb der Polizei (Train-the-Trainer) sowie die Entwicklung von Fortbildungen für Leitungsbeamte mit dem Ziel einer weiteren interkulturellen Öffnung der Organisation.
Für den Bereich Strafvollzug wurde zusammen mit der Justizakademie des Landes NRW in Recklinghausen vom Forschungsschwerpunkt interkulturelle

Kompetenz das Forum „Gewalt von rechts – Herausforderung der Justiz“ für den 17.11.2000 konzipiert. Rainer Leenen und Harald Grosch führten eine Tagesveranstaltung zum Thema „Fremdenangst – Ausländerfeindlichkeit – Rechtsextremismus“ durch, die sich vor allem an RichterInnen und StaatsanwältInnen richtet. Als Folgeveranstaltung wurde ein Workshop zur interkulturellen Sensibilisierung für Bedienstete im Strafvollzug durchgeführt. In Vorbereitung ist ebenfalls ein Workshop für AnstaltsleiterInnen, um Prozesse der interkulturellen Organisationsentwicklung zu fördern.

Interkulturelle Öffnung der Hochschule

Problemhintergrund: Trotz fortschreitender Internationalisierung der Hochschullandschaft ist die Situation ausländischer Studierender an deutschen Hochschulen geprägt durch Anpassungsprobleme vielfältiger Art, bedingt durch die für sie fremden Lebensverhältnisse und die ungewohnte Studiensituation. Hinzu kommen ausländerrechtliche und sehr oft schwierige ökonomische Rahmenbedingungen.

Eine in der öffentlichen Diskussion völlig unterschätzte Schwierigkeit entsteht aus der „Kulturblindheit“ des deutschen Hochschulsystems: Die deutsche Hochschulkultur geht ganz selbstverständlich von westlichen Studieninhalten und -methoden, von einer deutschen Bürokratie und Regelkultur und von einer individualistischen Arbeits-, Lern- und Kooperationskultur aus. Erschwerend kommt hinzu, dass interkulturelles Lernen und multikulturelle Perspektiven im deutschen Hochschulalltag leider noch keinen festen Platz gefunden haben.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen hat der FoS gemeinsam mit dem Institut für Interkulturelle Fortbildung und Organisationsentwicklung der Universität des Saarlandes (IFOE) ein Modellprojekt vorbereitet, das Maßnahmen zur Unterstützung des Studiums von AusländerInnen in Deutschland und zur interkulturellen Öffnung von Hochschulen beinhaltet. Es handelt sich um ein integratives Gesamtkonzept, das bereits existierende Informations- und Betreuungsangebote einbezieht und ein Verbundsystem von interkulturellen Lernmöglichkeiten ergibt. Im Zentrum steht dabei die Entwicklung einer zweistufigen multimedialen Lernumgebung, die sich direkt an ausländische Studierende sowie an MultiplikatorInnen aus dem Hochschulbereich richtet. Die Implementation eines solchen Modellvorhabens an ausgewählten Hochschulen könnte eine Vorbildfunktion für die zukünftige Entwicklung auch an anderen Hochschulen haben.

Im Rahmen der Kooperation zwischen dem Forschungsschwerpunkt Interkulturelle Kompetenz und dem Institut für Tropentechnologie (ITT) wird jeweils im Wintersemester ein sog. Cross cultural communication Workshop angeboten. Der Workshop sensibilisiert Studierende bzw. StipendiatInnen des ITT für Fragen der interkulturellen Kommunikation in ihren jetzigen Studiensituation und in ihrem zukünftigen Berufsfeld. Die Veranstaltung geht von bisherigen Studienerfahrungen in Deutschland und den dort erfahrenen Anpassungs- und Verständigungsproblemen aus und richtete dann den Blick auf die Anforderungen, die in der internationalen Zusammenarbeit im späteren Berufszusammenhang auftreten.

Methoden- und Medienentwicklung

Im Zusammenhang mit der Entwicklung spezifischer Methoden und Medien zur Vermittlung interkultureller Kompetenz bildet die Produktion von Trainingsfilmen und ihre didaktische Rahmung in Weiterbildungsprozessen einen wichtigen Arbeitsbereich des Forschungsschwerpunkts: Für die Arbeitsfelder Kommunalverwaltung, Hochschule, Soziale Arbeit, Polizei und Strafvollzug wurden insgesamt zwölf Kurzfilme angefertigt, die durchgängig auf Fallmaterial aus der Berufspraxis basieren. Es handelt sich um verfilmte kulturelle Kontaktsituationen, die von den im Arbeitsfeld Beschäftigten als schwierig und belastend empfunden werden. Die meisten Filme konnten schon erfolgreich in Trainings eingesetzt werden und wurden von den TeilnehmerInnen wegen ihrer Glaubwürdigkeit und Alltagsnähe als sehr hilfreich bewertet.

Zusammen mit Prof. Dr. Bernd Müller-Jacquier (Technische Universität Chemnitz) und Andreas Groß vom Forschungsschwerpunkt bot Prof. Dr. Rainer Leenen auf dem Europa-Kongress der Society for Intercultural Education, Training and Research (SIETAR) 25. Bis 27. Mai 2000 einen Preconference Workshop zum Thema „Interkulturelle Trainingsfilme – Konzeption und Einsatz von Filmen zur Vermittlung interkultureller Kompetenzen“ an. Der Workshop, der vor allem von TrainerInnen und WeiterbildungsexpertInnen besucht wurde gab einen Überblick über vorliegende Filme und analysierte ausgewählte Trainingsfilme daraufhin, inwieweit sie hinsichtlich Form, Inhalt und Wirkung dem selbstgesteckten Ziel entsprechen, über Einsichten in Fremdes hinaus interkulturelle Kompetenzen zu vermitteln.

Trainingsangebote für die Kommunalverwaltung

Der Begriff der Multikulturalisierung, einem drängenden Thema insbesondere für die großstädtischen Kommunen in Deutschland, beschreibt einen Wandel des kommunalen Umfeldes, der umfassende Veränderungen des gesamten Systems Kommunalverwaltung erforderlich macht. Im Jahr 1999 wurde eine Kooperation mit dem Referat für Multikulturelles der Stadt Bonn (RMK) gestartet, die zur Entwicklung und Durchführung von Trainings zur Verbesserung der interkulturellen Kommunikation in der Kommunalverwaltung führte. Nach der erfolgreichen Durchführung von verschiedenen Einzelangeboten wurde inzwischen ein mehrstufiges Fortbildungskonzept für MitarbeiterInnen in der Kommunalverwaltung entwickelt.

Für weitere Informationen und Literaturhinweise wird ein Blick auf unsere Internetseite empfohlen: http://www.interkulturelle-kompetenz.de

Medizintechnik / HLT

Prof. Dr.-Ing. Hans-Dieter Reidenbach
e-mail: hans.reidenbach@fh-koeln.de
Tel.: +49 221 / 82 75 - 20 03
Klaus Dollinger
Martin Seckler

Inhalt

1. Allgemeines
2. Vorhaben
2.1 Interstitielle Thermotherapie mittels HF und Laser
2.2 High-Power Incoherent Optical Radiation as a Means for Interstitial Thermotherapy
2.3 Sicherheit beim Umgang mit Laserstrahlung und inkohärenter optischer Strahlung

1. Allgemeines

Der 1988 aus dem Doppellaboratorium „Optische Nachrichtentechnik/Biomedizinische Technik“ des „Institutes für Hochfrequenz- und Übertragungstechnik“ des Fachbereiches Nachrichtentechnik hervorgegangene, eigenständige Forschungsbereich Medizintechnik/HLT (HLT:= Hochfrequenz- und Lasertechnik) hat die bereits 1998 begonnene Arbeit der inhaltlichen Umorientierung weiter fortgesetzt.

Zu den bisherigen Forschungsgebieten der Medizintechnik, und zwar insbesondere der Anwendung von Hochfrequenzströmen und von Laserstrahlung in der medizinischen Therapie, kam als neue FuE-Richtung „Sicherheit beim Umgang mit Laserstrahlung und inkohärenter optischer Strahlung“ hinzu.

2. Vorhaben

2.1 Interstitielle Thermotherapie mittels HF und Laser

Seit vielen Jahren liegt eine der Kernkompetenzen des Forschungsbereiches HLT in der Hochfrequenzchirurgie. Die von REIDENBACH 1978 an der Universität Erlangen-Nürnberg für die Endoskopie und Chirurgie entwickelte EHT-Sonde (Elektrohydrothermosation) wird auch heute noch „mit vergleichbarer Effizienz wie die Laserapplikation“ angewendet, ist aber wesentlich preiswerter. Dabei hat die EHT-Sonde ein weites Anwendungsfeld im Bereich der Koagulation. Die technologische Bedeutung des EHT-Verfahrens ist in der Medizin nach fast 25 Jahren immer noch hoch einzuschätzen.

Die Elektrohydrothermosation wurde seit Beginn der FuE-Aktivitäten an der FH Köln immer wieder für andere Zwecke außerhalb der endoskopischen Blutstillung modifiziert und hat in einigen Fällen Eingang in die klinische Anwendung gefunden.

Die im HLT favorisierte HF-Bipolartechnik hat in der modernen Minimal Invasiven Medizin (MIM) einen bedeutenden Stellenwert erhalten.

Die Medizintechnik/HLT der Fachhochschule Köln gehört seit 1994 zu den entscheidenden Mitbegründern einer neuen Technik, nämlich der Interstitiellen Thermotherapie (ITT), bei der ein wesentliches Ziel die Zerstörung von Primärtumoren bzw. von Metastasen z.B. in der Leber, aber auch von gutartigen Geschwulsten wie z.B. bei der Prostatahyperplasie, mittels gezielter, lokaler Wärme ist. Hierzu wurden am HLT verschiedene Methoden systematisch untersucht, und zwar sowohl hinsichtlich der exogenen Wärmeerzeugung (z.B. Widerstandswärme) als auch bezüglich der endogenen Wärmeerzeugzung (Hochfrequenzvolumenkoagulation und Photokoagulation mittels breitbandiger inkohärenter optischer Strahlung/sog. Weißlichtkoagulation) und experimentell bezüglich ihrer Effizienz verglichen.

Die Realisierung entsprechender Prototypen der verschiedenen ITT-Sonden konnte durchgeführt und der Weltöffentlichkeit vorgestellt werden. Der Return-of-Investment besteht heute darin, dass z.Z. eine deutliche Zunahme in der medizinischen Anwendung der von uns vorgeschlagenen hochfrequenzinduzierten interstitiellen Thermotherapie (HITT) zu verzeichnen ist, und zwar bereits bei klinischen Einsätzen sowohl in Japan als auch in USA. Die HITT mit bildgebender Unterstützung durch Ultraschall, wurde von uns immer wieder (s. BMBF-Projekt F0806.00) gegenüber dem wesentlich teureren Magnetresonanz-Imaging (MRI) favoritisiert und scheint auch zunehmend weltweit an Bedeutung zu gewinnen.

Inzwischen ist in Deutschland ein Unternehmen gegründet worden, das sich vornehmlich der bipolaren HITT verschrieben hat. Auf wissenschaftlichem Gebiet besteht seit 1999 eine Zusammenarbeit mit universitären Einrichtungen in den USA im Themenbereich des Imaging und der minimal invasiven Brustkrebstherapie.

Im HLT wird die ITT insbesondere theoriebezogen weiter geführt. Das Entwicklungspotential von entsprechenden Sondenkonzepten ist vorhanden. Ebenso sind prinzipielle Untersuchungen zur Hochfrequenz- und Laserkoagulation sowie die Entwicklung von einfachen Sonden möglich.

Darüber hinaus lassen sich Beratungen durchführen und Gutachten im Zusammenhang mit der medizinischen Anwendung von Hochfrequenzströmen und von Laserstrahlung durchführen.

2.2 High-Power Incoherent Optical Radiation as a means for Interstitial Thermotherapy

Objective:
The aim of this procedure is to generate enough heat to stop the spreading of benign or malignant diseases located at different sites in the human body via a heat-driven transformation process.

Methods:
Interstitial thermotherapy differs from the normal use of artificial heat in that the characteristic alterations in the respective tissue grow much slower, i.e. it takes several minutes instead of seconds to achieve the desired extension. Besides that the special reaction proceeds in the volume of the tissue and is not a superficial treatment like in the case of hemostasis or dissection of tissue. Therefore different sources might be used to deliver the expected amount of energy.

In the case of optical radiation the scattering and absorption of photons is responsible for the formation of coagulation and necrosis. In order to achieve a large coagulated volume and to prevent any carbonization, which comprises the risk that the applicator sticks to the tissue, the wavelength has to be chosen so that the depth of penetration and the scattering of the optical radiation is largest.

Since the absorption of optical radiation in biological tissues is dominated mainly by the water content and the specific pigments and chromophores, e.g. hemoglobin, myoglobin and so on, the optical radiation has to be filtered in order to achieve a spectrum which contains the best fitted wavelength band. For a successful interstitial thermotherapy the optical radiation has to be in the near Infrared and therefore only artificial radiators with a large amount in this part of the total spectrum are suitable as an alternative to the laser. And since incoherent optical radiation might not be focussed to a diffraction limited spot like laser radiation the applied light-guides differ from the conventional ones used together with lasers. On the other hand it is not necessary to apply mono-mode or thin multimode fibers like in the case of optical communications, since the goal of the medical treatment is to achieve a large coagulated volume at the tip of the applicator.

Therefore it is possible to use glass or quartz monofiles with a much larger diameter or to guide the optical energy via fiber bundles to the site of interaction.

We have investigated the use of halogen (150 and 250 W) and xenon lamps (300 W) in combination with light-guides with a diameter up to 1.9 mm. In order to focus the optical radiation onto the proximal end of the light-guide different ellipsoidal reflector set-ups have been calculated and tested experimentally and we were able to transmit enough optical power to perform interstitial coagulation in biological tissue in a manner which is comparable to the LITT.

We directed our special interest on the fact that the extension of the achieved coagulation volume is affected by the geometry, the shape and the surface of the respective probe at the distal end. In any case it is mandatory that the applicator operates as a light-diffusor and therefore we investigated a couple of different sophisticated applicator tips experimentally.

Results:
The development of heat in the case of broadband incoherent optical radiation depends on the principle of combined scattering and absorption of photons. In order to show the applicability of incoherent optical sources the following experimental results have been achieved:

a.) Halogen lamps with a nominal electrical power of 250 watts delivered an optical power of 1.32 watt at the distal end of a 1.9 mm light-guide with a numerical aperture of 0.4. The applicators being used had a length of 10 and 20 mm (conically shaped and/or sandblasted) and the time of exposure was between 3 and 20 minutes. The maximum respective power density of 47 W/cm^2 was large enough to perform coagulation in liver tissue in vitro, i.e. the extension of the necrotic zone ranges from 5mmx5 mm up to 16mmx11mm (ellipsoidally shaped).

b.) Xenon lamps with a nominal power of 300 watts (65 W optical power with an infrared content of 32 W) have been applied experimentally with 14 different applicator probes. The power density at the distal end could be varied in a large range to prevent carbonization and to achieve coagulation simultaneously. The maximum coagulation volume was 11.4 cm^3 after an exposure time of 1,800 sec in liver tissue.

Conclusions:
It has been shown experimentally that interstitial thermotherapy is possible with halogen and xenon lamps, i.e. with broadband incoherent optical radiators (white-light sources). The power capability of modern xenon lamps is superior to simple halogen

lamps. Compared with laser systems broadband optical radiators have to be combined with thicker optical waveguides in order to deliver enough energy to the site of interaction. The achieved power density at the distal fiber tip might be adjusted to the respective needs mainly via the specific choice of the geometrical shape and the special design of the light-diffusor.

In order to prevent carbonization at the tissue surrounding the applicator tip the amount of energy has to be delivered during a relatively long exposure time interval. Further improvements in the design of the applicator and the use of fiber bundles should extend the applicability of broadband incoherent optical radiators. Therefore this type of energy sources might be considered as a competitor for special cases in the treatment by interstitial thermotherapy in the future.

Future investigations should include the high-brightness/high power LEDs as a special array arrangement at the end of a flexible applicator probe, where the total amount of optical power, mainly in the near infrared part of the spectrum, has to be not less than about 5 W.

2.3 Sicherheit beim Umgang mit Laserstrahlung und inkohärenter optischer Strahlung

Die Lasertechnik in der Medizin in Verbindung mit dem Strahlenschutz ist die zweite Kernkompetenz des Forschungsbereichs Medizintechnik/HLT. Mit dem Thema „Gefahren durch Laserpointer" befasst sich der Forschungsbereich Medizintechnik seit Ende 1997.

Laser relativ geringer Leistung im sichtbaren Spektralbereich von 400 nm bis 700 nm werden zunehmend in der medizinischen Diagnostik, in der Messtechnik, aber auch im privaten Bereich, so z.B. als Laserpointer, benutzt. Richtig eingeordnet handelt es sich dabei um Laser der Klasse 2 nach der Unfallverhütungsvorschrift BGV B 2 „Laserstrahlung" bzw. nach DIN EN 60825-1:03.97. Bei diesen millionenfach angewandten Lasern (z.B. He:Ne-Laser, Diodenlaser, frequenzverdoppelte Nd:YAG-Laser) beträgt die maximal erlaublte Dauerstrichleistung 1 mW, und es wird davon ausgegangen, dass das Auge bei zufälliger Laserbestrahlung aus Einrichtungen der Klasse 2 durch den Lidschlussreflex geschützt ist.

Der Lidschlussreflex wird im Laserstrahlenschutz mit 0,25 s angesetzt. Er begründet die Sicherheitsphilosophie der Laser Klasse 2 und damit auch indirekt diejenige von Laser-Justierbrillen. Für inkohärente optische Strahlung wird dieser Wert im sichtbaren Spektralbereich ebenfalls vorgeschlagen.

Mittels eines Experimentalaufbaus zur Messung des Lidschlussreflexes unter Verwendung eines handelsüblichen Fotoblitzlichtgerätes konnten wir in Untersuchungen an insgesamt 55 Probanden zeigen, dass auf ein unerwartetes helles Lichtereignis 12,7 % keinen Lidschlussreflex zeigten. Bei einer Wiederholung stieg diese Zahl auf 20 %.

Ziel von Untersuchungen in den kommenden Jahren wird es sein, den Lidschlussreflex unter Laserbestrahlungsbedingungen quantitativ zu untersuchen.

Das bisher national und international zugrunde gelegte Sicherheitskonzept der Laser Klasse 2, der Klasse 3A und dasjenige der Justierbrillen nach EN 208 kann, sollte sich herausstellen, dass der Lidschlussreflex bei Lasern der Klasse 2 nicht in ausreichendem Maße vorhanden ist, nicht ohne Modifikationen beibehalten werden.

Wenngleich Laser mit 1 mW im sichtbaren Spektralbereich nicht in jedem Falle zu einer Schädigung der Netzhaut führen – auch nicht beim Ausbleiben des Lidschlussreflexes –, so ist die seit fast 40 Jahren durchgeführte Vorgehensweise bei einer Gefährdungsanalyse bedenklich und muss überarbeitet werden. Dies gilt sowohl im gewerblichen als auch im öffentlichen Bereich des Einsatzes der betreffenden Laser.

Einsatz des Solar-Dioden-Fensters zur Reduzierung des Energiebedarfs für die Klimatisierung in der kubanischen Touristikindustrie

Prof. Dr. K.-U. Heinen
e-mail: k_heinen@yahoo.com
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 63

Einleitung

Im Rahmen eines BMBF - Projekts wurden in der Zeit von 1996 bis 1998 im Solarlabor des Fachbereichs „Elektrische Energietechnik“ Untersuchungen an einem Solar-Dioden-Fenster für den Einsatz in kontinentalen Klimazonen durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen dieser Untersuchungen entstand die Idee, dieses Fenster auch in Zonen mit tropischem Klima zur Reduzierung des Energiebedarfs für die Raumklimatisierung in Hotels einzusetzen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit[1] wurden zunächst theoretische Berechnungen für das optimale Fenster mit dem Computerprogramm „Window 4.1“ vom Lawrence Berkeley Laboratory durchgeführt. Hierbei ging es um die Fensteroptimierung hinsichtlich des Energiedurchlasswertes (g-Wert) und der Lichttransmission. Aus den Erfahrungen in kubanischen Hotels muss festgestellt werden, dass tagsüber die Vorhänge in den Hotelzimmern zugezogen sind, um den Hotelraum vor zu starker Sonneneinstrahlung zu schützen. Hieraus resultiert eine sehr geringe Lichttransmission, so dass für das anstehende Projekt die Lichttransmission gering ausgewählt werden konnte. Eine geringe Lichttransmission bedeutet aber auch einen geringen g-Wert.

Aus den Ergebnissen der Computersimulationen wurde ein mit zwei low-E-Schichten versehenes Doppelglas-Isolierfenster mit folgenden Daten ausgewählt:

1 x ESG 6 mm (Weißglas) mit low - E - Schicht
1 x ESG 6 mm mit low-E-Schicht (Colorglas mittelblau)
14 mm Gaszwischenraum (Argon)
k-Wert nach DIN 4108 : 1,1 W/m^{2}K
g-Wert : 0,2
Lichttransmission : 0,18

Für die experimentellen Untersuchungen hat das Internationale Gesundheitszentrum „La Pradera“ in Havanna 4 Hotelräume zur Verfügung gestellt, von denen 2 Räume mit einem Solardiodenfenster ausgestattet wurden. Die beiden anderen Räumen mit sog.„Normalverglasung“ dienen als Vergleichsräume für die Vergleichsmessungen des Energiebedarfs der Klimaanlagen.

Im März 2001 wurden die Solar-Dioden-Fenster im Internationalen Gesundheitszentrum „La Pradera“ in Havanna eingebaut (Abb. 1)

Abb.1: Einbau der Solar-Dioden-Fenster im „La Pradera“

Abb. 2 zeigt die eingebauten Fenster im Gesundheitszentrum „La Pradera“.

Abb. 2: Solar-Dioden-Fenster im „La Pradera“

Physikalisches Prinzip des Solar-Dioden-Fensters

Ziel des Projektes ist, einen möglichst großen Anteil an Solarstrahlung dem Raum fernzuhalten, um eine zu starke Aufheizung zu verhindern. Betrachtet man hierzu das Sonnenspektrum in Abb. 3, so stellt man zunächst fest, dass der UV-Anteil im Spektrum nur 3% beträgt. Dieser UV-Anteil ist unbedeutend, da durch die Verglasung 8% bis 10% absorbiert werden. Von viel größerer Bedeutung ist der sichtbare Bereich des Sonnenspektrums mit einem Anteil von 54%. Sichtbare Strahlung, die in den Raum gelangt, wird von Gegenständen im Raum absorbiert, die sich ihrerseits erwärmen und dann im IR-Bereich abstrahlen, was zu einer Erwärmung der Raumluft führt. Es ist somit zunächst ein vorrangiges Ziel, den sichtbaren Bereich zu begrenzen. Darüber hinaus muss der IR-Bereich mit einem Anteil von 43% am Gesamtspektrum vollständig eliminiert werden.

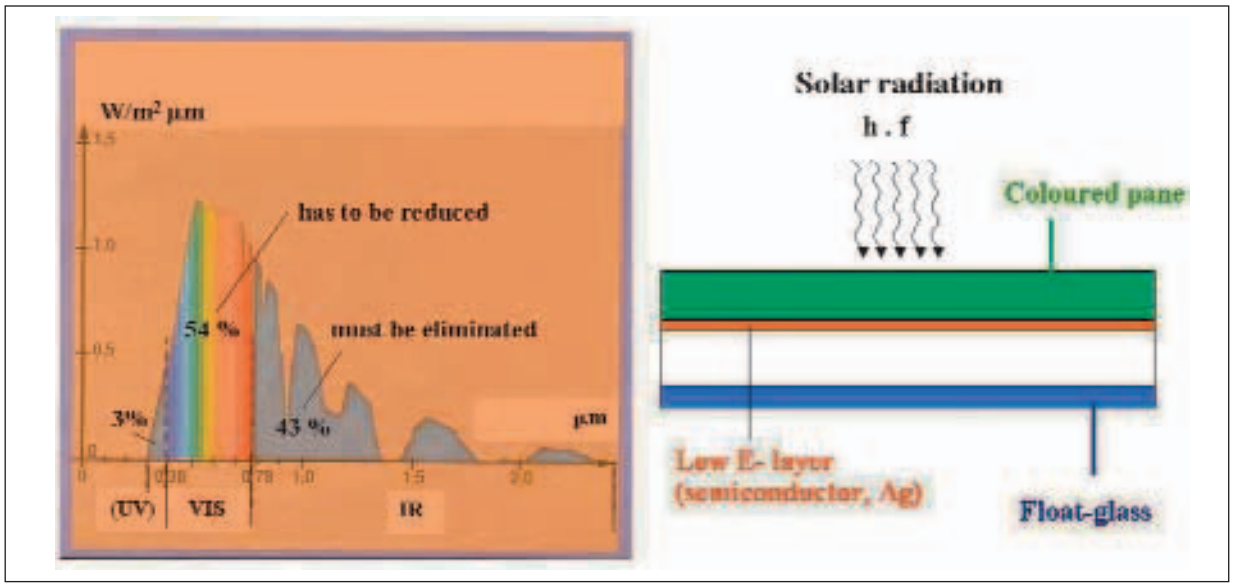


Abb. 3: Physikalisches Prinzip des Solar-Dioden-Fensters

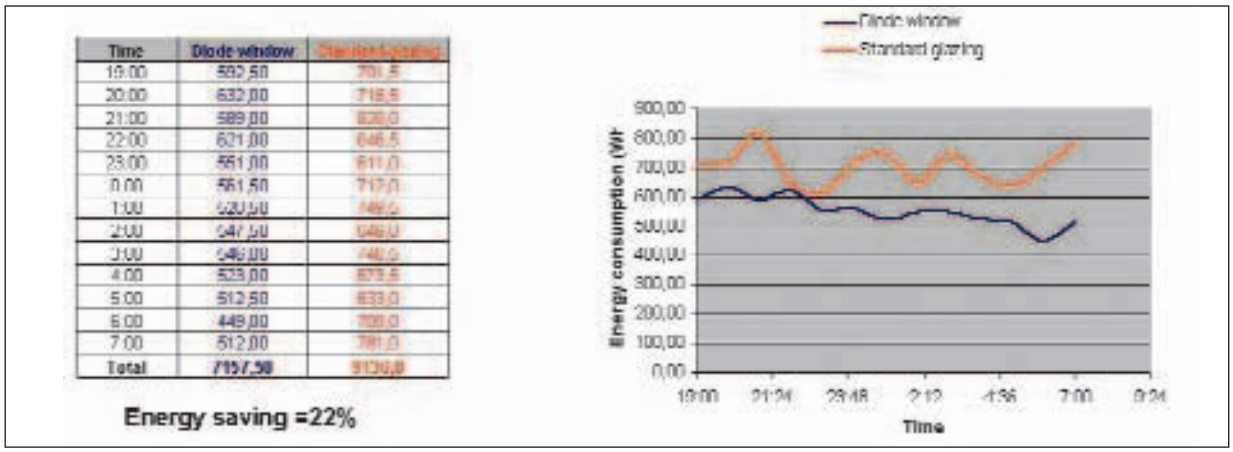
In einer hochabsorbierenden Colorglasscheibe, die nach außen gerichtet und der Solarstrahlung ausgesetzt ist, wird ein großer Teil der Solarstrahlung absorbiert. Der Grad der Absorption hängt von der Farbe, der Intensität der Einfärbung und der Scheibendicke ab. Infolge der Absorption von Strahlung wird die Colorglasscheibe aufgeheizt. In Kuba wurden auf der Außenseite der Scheibe Temperaturen von 60 °C gemessen. Nach dem Stefan- Boltzmann'schen Gesetz emittiert die Colorglasscheibe Strahlung, wobei infolge der low E-Schicht (Halbleiterschicht oder Silberschicht) der zur Floatglasscheibe emittierte Anteil gering ist. Nach dem Wien´schen Verschiebungsgesetz ist der Wellenlängenbereich der emittierten Strahlung größer als 2,8 µm. Strahlung mit einer Wellenlänge größer 2,8 µm wird vom Floatglas nicht durchgelassen. Der Zwischenraum zwischen den Glasscheiben ist mit Argon gefüllt, so dass neben einem g-Wert von 0,2 auch ein guter k-Wert von 1,1 erreicht wird.

Ergebnisse

Die Klimaanlagen der beiden Räume mit dem Solar-Dioden-Fenster und die der beiden Vergleichsräume wurden mit Strommengenzähler ausgestattet. Alle Messdaten wurden im Messzeitraum von April 2001 bis August 2001 auf einem Datalogger aufgenommen. In Abb. 4 sind die Messergebnisse während der Nachtstunden dargestellt. Es zeigt sich, dass in den Räumen mit dem Solar-Dioden-Fenster im Mittel 22 % an Energie für die Klimaanlage eingespart werden. Dies liegt an dem guten k-Wert von 1,1 W/m²K des Dioden-Fensters. Es muss hier hervorgehoben werden, dass während des o.g. Zeitraumes nachts hohe Außentemperaturen herrschten, so dass die Klimaanlagen auch während der Nachtstunden in Betrieb waren.

Während der Stunden mit Solareinstrahlung wird die Wirkungsweise des Solar-Dioden-Fensters besonders deutlich (Abb. 5). Hier beträgt die Energieeinsparung für die Klimaanlage 40 %.

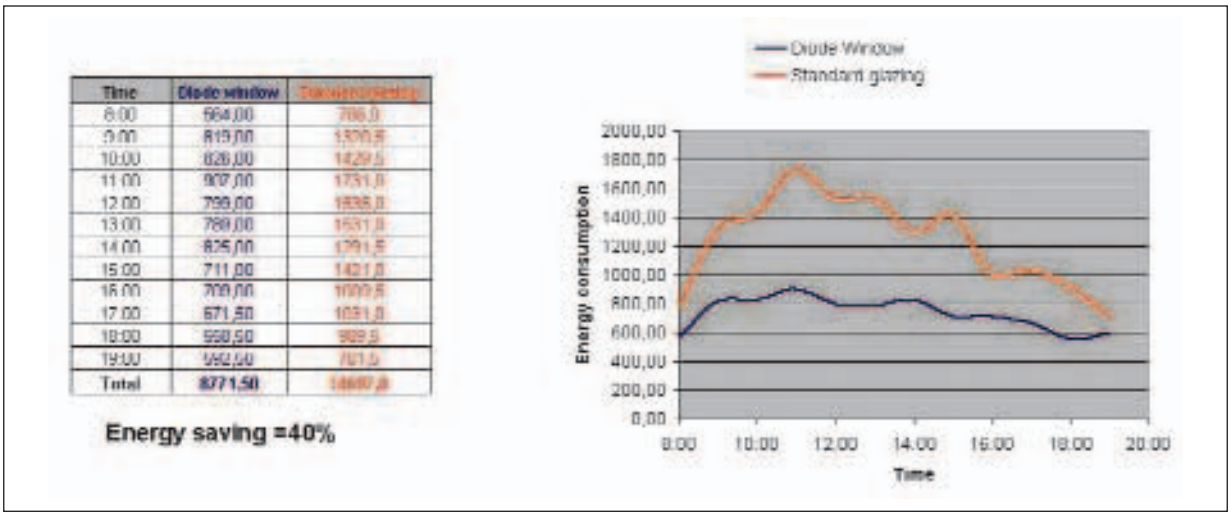
Betrachtet man die Energieeinsparung durch das



Time	Diode window	Standard glazing
19:00	592,50	701,5
20:00	632,00	718,5
21:00	589,00	820,0
22:00	621,00	646,5
23:00	561,00	611,0
0:00	561,50	717,0
1:00	520,50	746,0
2:00	547,50	646,0
3:00	546,00	740,0
4:00	523,00	673,5
5:00	512,50	633,0
6:00	449,00	709,0
7:00	512,00	781,0
Total	7157,50	9130,0

Energy saving =22%

Abb. 4: Energieeinsparung durch das Solar-Dioden-Fenster während der Nachtstunden.



Time	Diode window	[illegible]
8:00	664,00	[illegible]
9:00	819,00	[illegible]
10:00	826,00	[illegible]
11:00	907,00	[illegible]
12:00	799,00	[illegible]
13:00	769,00	[illegible]
14:00	825,00	[illegible]
15:00	711,00	[illegible]
16:00	709,00	[illegible]
17:00	671,50	[illegible]
18:00	558,50	[illegible]
19:00	582,50	[illegible]
Total	8771,50	[illegible]

Abb. 5: Energieeinsparung durch das Solar-Dioden-Fenster während der Tagstunden.

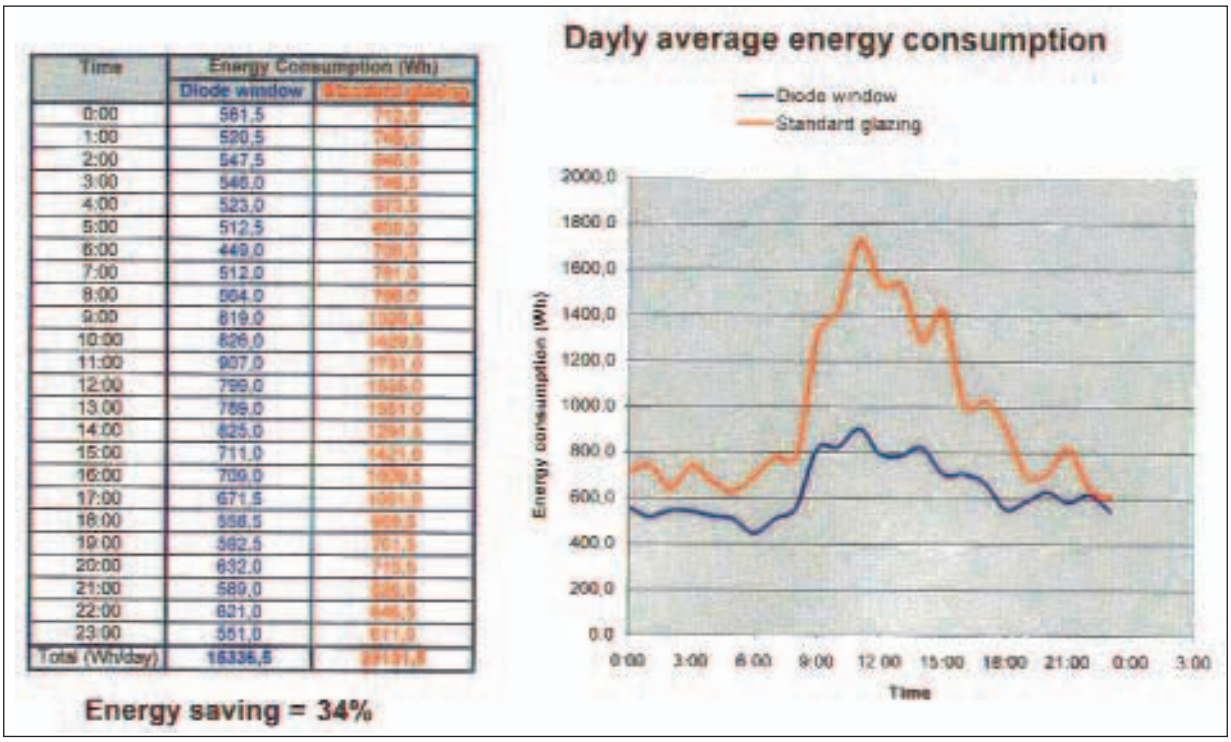
Solar-Dioden-Fenster über den gesamten Tag, so ergibt sich eine Gesamteinsparung von 34 % (Abb. 6). Für die Klimatisierung eines Hotelzimmers beträgt der Bedarf an elektrischer Energie 24.011 Wh pro Tag. Durch das Solar-Dioden-Fenster können hiervon 34 %, d.h. 8.164 Wh pro Tag eingespart werden. Dies entspricht einer Energieeinsparung pro Hotelzimmer von 3.000 kWh pro Jahr. Unter Berücksichtigung der Energiepreise in Kuba können somit im Jahr pro Hotelzimmer 500 $ eingespart werden.

Laut Auskunft des Ministeriums für Touristik existierten im Jahr 2001 in Kuba 35.300 Hotelzimmer, bis zum Jahr 2005 soll die Zahl der Hotelzimmer auf 50.000 anwachsen. Geht man von der Überlegung aus, dass alle verfügbaren Hotelzimmer mit dem Solar-Dioden-Fenster ausgestattet sind, so würden sich folgende Einsparpotentiale ergeben :

für das Jahr 2001: 17,65 Mio.$,
für das Jahr 2005: 25.00 Mio. $.

Für den Fall, dass die bestehende Verglasung in einem Hotel durch das Solar-Dioden-Fenster ersetzt wird, ergeben sich Amortisationszeiten von 3 bis 4 Jahren. In Hotelneubauten dagegen liegt die Amortisationszeit für das Solar-Dioden-Fenster unter 1 Jahr.

Die ökologischen Auswirkungen durch den Einsatz des Solar-Dioden-Fensters sind in Tabelle 1 dargestellt. Auch hier wird davon ausgegangen, dass alle



Time	Energy Consumption (Wh)	
	Diode window	[illegible]
0:00	561,5	[illegible]
1:00	520,5	[illegible]
2:00	547,5	[illegible]
3:00	546,0	[illegible]
4:00	523,0	[illegible]
5:00	512,5	[illegible]
6:00	449,0	[illegible]
7:00	512,0	[illegible]
8:00	664,0	[illegible]
9:00	819,0	[illegible]
10:00	826,0	[illegible]
11:00	907,0	[illegible]
12:00	799,0	[illegible]
13:00	769,0	[illegible]
14:00	825,0	[illegible]
15:00	711,0	[illegible]
16:00	709,0	[illegible]
17:00	671,5	[illegible]
18:00	558,5	[illegible]
19:00	582,5	[illegible]
20:00	632,0	[illegible]
21:00	589,0	[illegible]
22:00	621,0	[illegible]
23:00	551,0	[illegible]
Total (Whday)	16336,5	[illegible]

Abb. 6: Energieeinsparung durch das Solar-Dioden-Fenster über den gesamten Tag.

verfügbaren Hotelzimmer mit dem Solar-Dioden-Fenster ausgestattet sind.

Ecological Results

Number of hotel rooms in Cuba in 2001: 35 300

Saving of primary energy per year

3.58×10^8 kWh/a → 30 000 t oil equivalent

Reduction of pollutants per year

CO_2	CO	CH_4	NO_x	C_nH_{2n+2}	SO_2
10^5 t	6 t	0.65 t	64.5 t	1.3 t	168 t

Number of hotel rooms in Cuba in 2005: 50 000

Saving of primary energy per year

5×10^8 kWh/a → 42 000 t oil equivalent

Reduction of pollutants per year

CO_2	CO	CH_4	NO_x	C_nH_{2n+2}	SO_2
1.4×10^5 t	9 t	0.9 t	90 t	1.8 t	234 t

Tabelle 1 Ökologische Auswirkungen des Solar-Dioden-Fensters

[1] Laroussi,K.: Orientierende Betrachtungen zum Solar-Dioden-Fenster für den Einsatz in tropischen und subtropischen Klimazonen, Diplomarbeit FH Köln, 2001

Introduction of Micro-Wave Technology into Sorption Heat Pumps

Prof. Dr. K.-U. Heinen
e-mail: k_heinen@yahoo.com
Tel.: +49 221 / 82 75 - 27 63

Introduction

Climatization and cooling of agricultural products as well as vaccines in the field of human and veterinary medicine play an important part in Third World Countries. The use of Freon in refrigerating systems has led to environmental contamination (decomposition of the ozon layer). The alternative refrigerant to Freon, R 134a, also leads to an ecological damage. R 134a escaping through leakages of refrigerating systems causes the greenhouse effect.

Therefore refrigerating systems with Freon or R 134a as refrigerant are a general ecological problem worldwide. Apart from the ecological problem, conventional refrigerating systems involve different problems in Third World Countries because there is no electrical energy available in remote areas. Adsorption refrigerating systems are an alternative to compression refrigerating systems. While adsorption refrigerating systems using liquid adsorbates are commonly used in today´s technology, sorption refrigerating systems using solids are new ground in science and we have to start the development of sorption refrigerating systems almost from the very beginning[1].

In comparison with compression refrigerating systems the advantage of sorption refrigerating systems is that they use zeolite and water which are completely harmless to the environment. Some zelite types also can be used in solar thermal systems which could be advantageous for the application in developing countries. The disadvantage of this technology is the fact that the system only operates at a daily sum of radiation higher than 1.5 kWh/m^2 [2] and the necessary equipment is very costly.

In case of using flat plate solar collectors the thickness of zeolite layers should be of 3mm which leads to very complex collector arrays. Concentrating collectors for generation of process heating for the desorption process are highly mechanized because they should track the sun in two axis.
The aim of the project was to introduce micro-wave technology for the desorption process. This method developed at the University of Applied Sciences cologne leads to the conclusion that the use of microwave technology instead of thermal energy for the desorption process can save energy. The study of available literature showed that till now similar projects have not been carried out world-wide.

Description of the test facility

A test facility for investigations of micro-wave technology in sorption refrigerating systems has been designed and first results are obtained by orientated measurements[3,4,5]. The mechanical construction of the test facility is shown in Figure 1. The reaction vessel with zeolite is placed in a conventional microwave oven. The disadvantage of this construction is that the radiation distribution in zeolite is not homogenous. The thermal energy is set free during the adsorption process and after the desorption procedure by microwave it is drawn off by a heat exchanger for domestic hot water preparation.

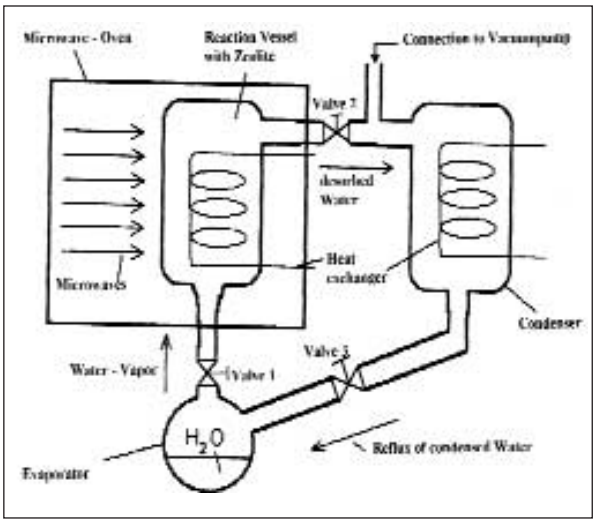


Fig. 1: Mechanical construction of the test facility

In Fig. 2 the first test facility is shown. Based on the experimental results with this test facility a new one has been designed with homogenous radiation distribution in the zeolite bed (Fig. 3).

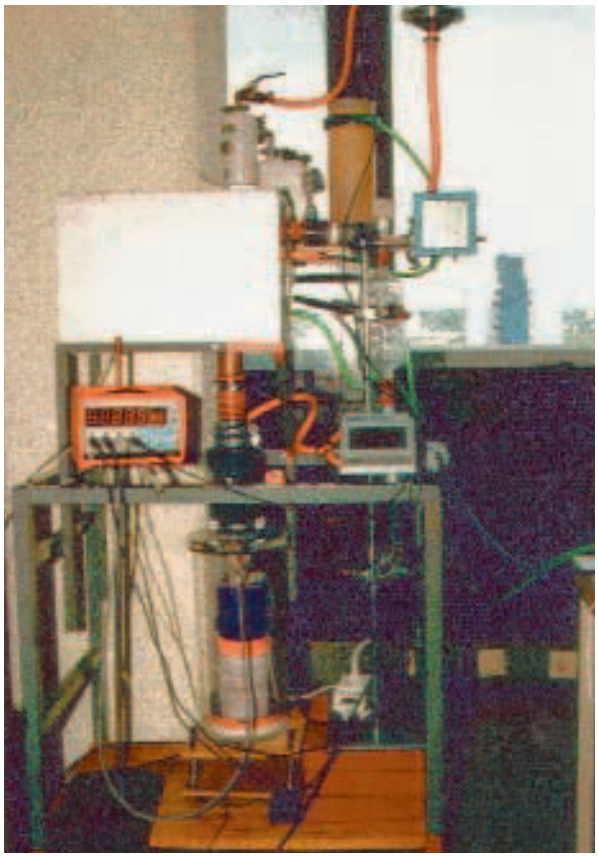


Fig. 2: First test facility of a sorption heat pump with integrated micro-wave

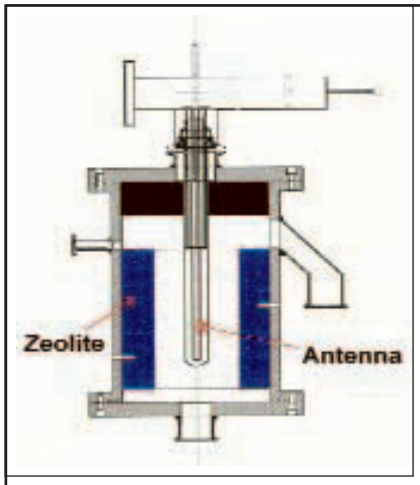


Fig. 3: Modified test facility of a sorption refrigerating system with homogenous radiation distribution in the zeolite bed.

Results

Because the adsorption process of sorption heat-pumps is described in literature the main focus of the investigations was the desorption process. For the activation of zeolite, i.e. desorption of water vapour, temperatures of 250 °C are needed. Fig. 4 shows the temperature versus time of the desorption of 700 g of saturated zeolite with micro-wave and thermal energy by an electrical resistance heater. As a result one can see that the desorption temperature of 250 °C is obtained by micro-wave within 8 minutes wheras one hour is needed by using thermal energy.

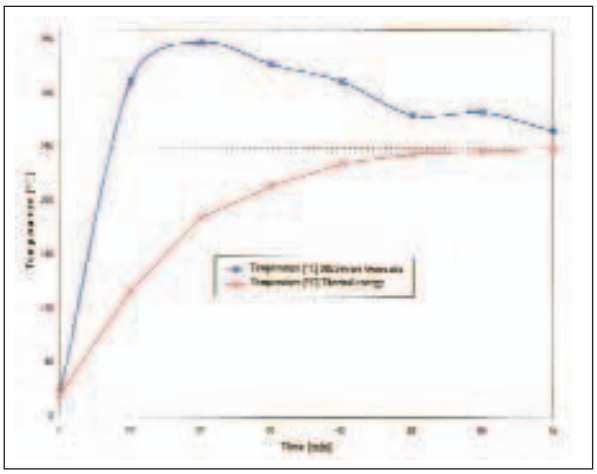


Fig. 4: Comparison of the different temperature profiles using micro-wave and thermal energy.

If we compare the desorption behaviour between micro-wave and thermal initiated desorption we can see from Fig. 5 that the quantity of desorbed water is higher by using micro-wave technology. For the desorption of about 8 g water by using micro-wave only 40 minutes are needed while 2 hours are needed to desorb the same quantity of water with thermal energy.

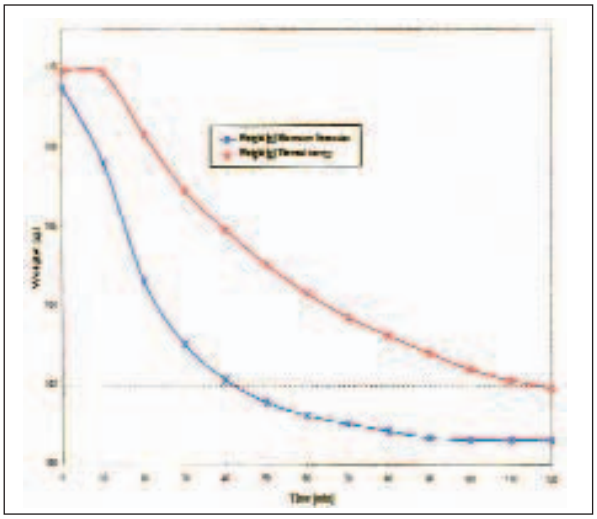


Fig. 5: Weight versus time graph of the desorption behaviour by micro-wave and thermal Induced desorption.

The comparison of energy used for the desorption process and the weight loss of water (Fig.6) leads to the result that only 400 Wh are needed by operating with micro-waves whereas 975 Wh are required if operating with thermal energy. This indicates that about 60% of energy can be saved by using micro-wave technology instead of thermal energy.

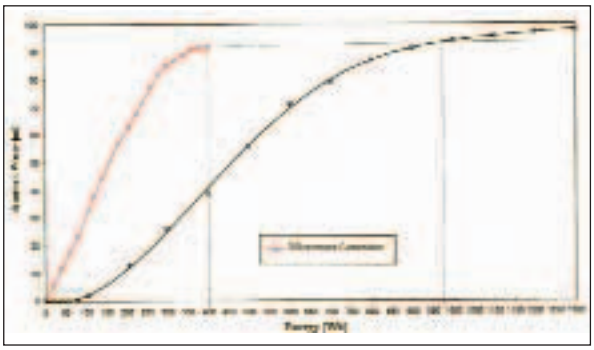


Fig. 6: Comparison of the energy demand for the desorption process by using micro-wave technology and thermal energy.

Literaturverzeichnis

Eichgrün, S.; Winter, E.
Zeolith/Wasser Adsorptionsaggregat; Ki Luft- und Kältetechnik 3; pp. 1112-118, 1994

Grenier, Ph.; Guileminot, J. J.; Meunier, F.; Pons, M.
Solar Powered Solid Adsorption Cold Store ; Journal of Solar Energy Engineering, Vol. 110, pp. 192-197, August 1988

Birwe ,R.; Brose, T.
Solare Klimatisierung unter Einbeziehung der Mikrowellentechnik in einem thermodynamischen Kreisprozeß; Diplomarbeit FH Köln, 1995

Brand, G.
Klimatisierung unter Einbeziehung der Mikrowellentechnik in einem thermodynamischen Kreisprozess; Diplomarbeit FH Köln, 1996

Pietsch, A.
Experimentelle Untersuchungen an einem thermodynamischen Kreisprozeß, Diplomarbeit FH Köln, 1996

Heinen, K.-U.; Herrera. O.; Quesada, G.; Kuckuck, T.
Introduction of Micro-Wave Technology into Sorption Heat Pumps, 11. Internat. Sonnenforum, Köln, Proceedings, pp. 630-637, 1998

Quesada, G.; Heinen, K.-U.; Herrera, O.
Application of Micro-Waves for the Desorption-Process of Sorption Refrigerating Systems, Proceedings of the International Sorption Heat Pump Conference, Munich, Germany, March 1999, pp. 24-26

Carbonell, T.; Herrera, O.; Quesada, G.; Heinen, K.-U.
Introdución del calentamiento con microondas en los sistemas de refrigeracion por adsorción, Proceedings of the „Conferencia Internacional de Energia Renovable y Educación Energetica", La Habana, Cuba, March 1999

Heinen, K.-U.; Sheveleva, N.
Einsatz der Sorptionstechnologie in Kälteanlagen, 5th Katcha Reading, Collected Papers, Volgograd, Katcha Higher Military Aircraft Academy (KHMAA), pp. 120-121, 2000

Quesada, G.
Aplicación de la Tecnologia de Microondas en el Proceso de Desorción de un Sistema de Refrigeración por Adsorción, Dissertation an der TU Havanna, Juni 2000

Projektfinanzierung

Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD),
Ministerium für Schule, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW

[1] S. Eichgrün; E. Winter: Zeolith/Wasser Adsorptionsaggregat; Ki Luft- und Kältetechnik 3; pp. 112-118, 1994

[2] Ph. Grenier; J.J. Guileminot; F. Meunier; M. Pons: Solar Powered Solid Adsorption Cold Store ; Journal of Solar Energy Engineering. Vol. 110, pp. 192-197, August 1988

[3] Birwe, R.; Brose, T.: Solare Klimatisierung unter Einbeziehung der Mikrowellentechnik in einem thermodynamischen Kreisprozess; Diplomarbeit FH Köln, 1995.

[4] Brand, G.: Klimatisierung unter Einbeziehung der Mikrowellentechnik in einem thermodynamischen Kreisprozess, Diplomarbeit FH Köln, 1996

[5] Pietsch, A.: Experimentelle Untersuchungen an einem thermodynamischen Kreisprozess, Diplomarbeit FH Köln, 1996.

Reflection and Transmission of Microwave Radiation with Dielectric Plate Involving Water

K.-U. Heinen [1]
B.N. Sipliviy [2]
V.V. Yatsishen [2]
N.E. Sheveleva [2]
[1]University of Applied Sciences Cologne, Germany
[2]Volgograd State University, Russia

Summary

The problem of interaction of microwave radiation with water is considered. The energy reflection and transmission coefficients for a plate involving water are calculated by the characteristic matrix method. The solution of the thermal problem with the Joule's source has been taken into account. The frequency spectra of the reflection and transmission coefficients are found by Computer calculations. The frequency spectra of the reflection and transmission coefficients are similar to those of the ordinary interference picture. The only essential difference is the saw-like behaviour of the spectra. The reason is the non-linear dependence of the dielectric function from the temperature and hence from the electromagnetic field.

1.Introduction

Because of environmental protection energy saving becomes more and more of importance also in refrigerating systems. Experimental investigations on a sorption refrigerating system based on zeolite/water lead to the result that of about 40% to 60% of energy can be saved by using microwaves as a heating source instead of ordinary thermal heaters[1]. Encouraged by this result the experimental investigations also should be extended to a absorption refrigerating system based on LiBr/water. As a first step it is of great importance to describe the interaction of microwave radiation with water.

2. Characteristic matrix method for description of the interaction of microwave with matter

Investigation of the interaction of electromagnetic radiation with medium is an essential scientific and technical problem having great prospects in developing new technologies. The main problem under study is the interaction of microwave radiation with composite material including water. The theoretical analysis of the reflection and transmission coefficients for this kind of medium are calculated for microwave radiation. The thermal influence of the dielectric function of the medium is taken into account. Because of the non-linear dependence of this function on the temperature wave propagation in the medium is a non-linear problem too.

It is assumed that a microwave radiation fell normally on a non-homogenous plate of definite thickness d. It is agreed that the plate's dielectric function is determined mainly by water. Extension to the other cases may be made by the known methods.

Let us consider the propagation of the TE-electromagnetic wave in the non-homogeneous medium. We assume that the plate fills the region $0 < z < d$ and the electrical vector of this wave $\vec{E_0}$ is directed along the axis OX. The medium is characterized by the relative electric permeability function:

$$\varepsilon = \varepsilon\,(z) \tag{1}$$

It is suggested that the relative magnetic permeability μ is constant and equal to 1 (nonmagnetic medium). Dielectric losses are taken into account in the function $\varepsilon = \varepsilon(z)$. We use the method of characteristic matrixes[2,3]. The components of the electric and magnetic fields may be written in the following form:

$$E_x = U(z)\exp(-i\omega t)$$
$$H_y = V(z)\exp(-i\omega t) \tag{2}$$

Then equation for the amplitude function U(z) takes the form:

$$\frac{d^2U}{dz^2} + k_0^2\varepsilon(z)U = 0 \tag{3}$$

Here $k_0 = \omega/c$. This equation has an analytical solution only for a limited number of the functions $\varepsilon(z)$. The approximate method of construction of the characteristic matrix is being used. Let us divide the plate into N layers. We consider the relative electric permeability function within the layer $z_i = \leq z \leq z_{j+1}$ is constant and takes the value:

$$\varepsilon(z) = \varepsilon_j = \frac{1}{2}\left[\varepsilon(z_j) + \varepsilon(z_{j+1})\right] \tag{4}$$

Let us consider the equation (3) for the layer with index j. By denoting $z' = z - z_j$ and $\delta z_j = z_{j+1} - z_j$, we can solve (3) for any layer:

$$U(z') = A\sin(k_0 n_j z') + B\cos(k_0 n_j z') \tag{5}$$

Here $n_j = \sqrt{\varepsilon_j}$. It can easily be shown[2,3] that the solution for V(z) takes the form:

$$V(z) = i\frac{n_j}{\rho_0}\,[\,B\sin(k_0 n_j z') - A\cos(k_0 n_j z')] \qquad (6)$$

Here is $\rho_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}}$ vacuum impedance.

The constants A and B can be determined from the boundary conditions on the upper boundary of layer:

$$V(0)=V_j\,,\ U(0)= U_j \qquad (7)$$

It is apparent that amplitude the functions U and V on the upper and lower boundaries of layer j are connected by the following matrix equations[2,3]:

$$\begin{pmatrix} U_{j+1} \\ V_{j+1} \end{pmatrix} = \hat{M}_j \begin{pmatrix} U_j \\ V_j \end{pmatrix} \qquad (8)$$

Here $\hat{M}_j$ is the characteristic matrix of layer j:

$$\hat{M}_j = \begin{pmatrix} \cos(k_0 n_j \delta z_j) & i\frac{\rho_0}{n_j}\sin(k_0 n_j \delta z_j) \\ i\frac{n_j}{\rho_0}\sin(k_0 n_j \delta z_j) & \cos(k_0 n_j \delta z_j) \end{pmatrix} \qquad (9)$$

It is easy to find V_0 on the lower boundary of the plate if the values U and V on the upper boundary are known[3]:

$$\begin{pmatrix} U_{k+1} \\ V_{k+1} \end{pmatrix} = \hat{M}_k \begin{pmatrix} U_0 \\ V_0 \end{pmatrix} \qquad (10)$$

Here the matrix $\hat{M}_k$ is calculated by the multiplying the matrixes $\hat{M}_j$:

$$\hat{M}_k = \prod_{j=1}^{k} \hat{M}_j \qquad (11)$$

The method of computation of the characteristic matrix has already been proposed[3]. In this method only the first terms on are taken into account if one expands sin and cos-functions in Taylor series. If this approximation is used the determinator on the matrix (11) is not in variant. For this reason the matrix (11) is calculated by the direct multiplication of the matrixes (9).

Let E_0, R and T be the complex amplitudes of the incident, reflected and transmitted wave respectively. The Boundary conditions on the upper and lower boundaries of the non-homogeneous layer take the following form:

$$U_0 = E_0 + R, \qquad U(d) = T$$

$$V_0 = g_1(E_0 - R), \qquad V(d) = g_3 T \qquad (12)$$

Where

$$g_j = \frac{\sqrt{\varepsilon_j}}{\rho_0}\ , \quad (j=1,2,3) \qquad (13)$$

In our case we put $g_1 = g_3$. It is assumed that the medium surrounding the plate is non-absorbing. The amplitudes U_0, V_0, U(d), V(d) are connected by the characteristic matrix (11)where k = N:

$$\begin{pmatrix} U(d) \\ V(d) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_0 \\ V_0 \end{pmatrix} \qquad (14)$$

The reflection and transmission coefficients can be easily found from (12) and (14):

$$r = \frac{R}{E_0} = \frac{g_1(g_3 m_{12} - m_{22}) + g_3 m_{11} - m_{21}}{g_1(g_3 m_{12} - m_{22}) - g_3 m_{11} + m_{21}}$$

$$t = \frac{T}{E_0} = \frac{2g_1}{g_1(g_3 m_{12} - m_{22}) - g_3 m_{11} + m_{21}} \qquad (15)$$

The energy reflection and transmission coefficients take the following forms:

$$\Re = |r|^2\ ,\ \Im = \frac{g_3}{g_1}|t|^2 \qquad (16)$$

For an absorbing layer the total sum of these coefficients is less than 1:

$$\Re + \Im < 1 \qquad (17)$$

It is easy to find the following expression for the z-component of the electromagnetic energy flux in the layer k:

$$S = \frac{S_0}{g_1}\mathrm{Re}\left\{\left[(1+r)m'_{11} + g_1(1-r)m'_{12}\right]\bullet\left[(1+r)m'_{21} + g_1(1-r)m'_{22}\right]^*\right\} \qquad (18)$$

Where m'ij are the components of the characteristic matrix (11):

$$\hat{M}_k = \begin{pmatrix} m'_{11} & m'_{12} \\ m'_{21} & m'22 \end{pmatrix} \tag{19}$$

S_0 is the z-component of the electromagnetic energy flux of incident wave:

$$S_0 = \frac{1}{2} g_1 |E_0|^2 \tag{20}$$

The thermal power in the layer k can be written in the following form:

$$p(z_k) = \frac{S_k - S_{k+1}}{\delta z_k} \tag{21}$$

This formula is used in the numeric solving of the thermal problem.
The observational data given for the dependence of the complex dielectric function on the temperature and frequency[4]:

$$\varepsilon(\vartheta, \omega) = \varepsilon'(\vartheta, \omega) + i\varepsilon''(\vartheta, \omega) \tag{22}$$

We approximate these experimental data by the following functions:

$$\varepsilon = \varepsilon_\infty + \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_\infty}{1 - i\omega\tau}$$

$$\varepsilon_s(\vartheta) = 87{,}8 - 0{,}36\vartheta$$

$$\tau(\vartheta) = 17{,}8 \cdot 10^{-12} \exp\left(-5{,}23 \cdot 10^{-2} \vartheta^{0.82}\right) \tag{23}$$

Where $\varepsilon_\infty = 5{,}5$ is the dielectric constant of water on the high frequency; τ is the low frequency dielectric constant; ϑ is the relaxation time; is the Celsius temperature.

Non-homogenous dielectric function $\varepsilon(z)$ is a result of non-homogenous heating of the layer and therefore the above method of characteristic matrix can be used.

The thermal problem with the Joule's source has been solved too. The method of the finite difference is used.

The frequency spectra of the reflection and transmission coefficients are found by Computer calculations. These spectra are very similar to those of the ordinary interference picture. The only essential difference is the saw-like behaviour of the spectra. The reason is the non-linear dependence of the dielectric function on the temperature and therefore on the electromagnetic field in the medium (see Fig. 1, Fig.2).

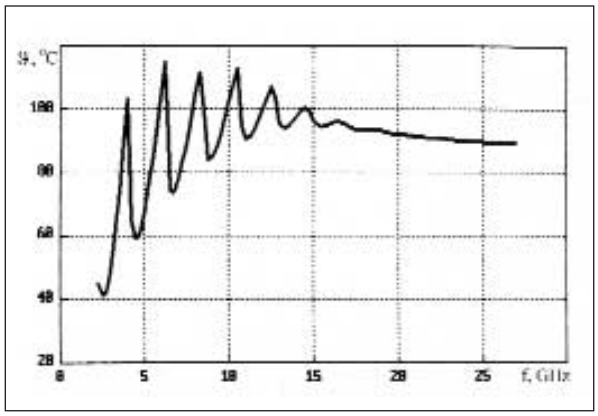


Fig.1

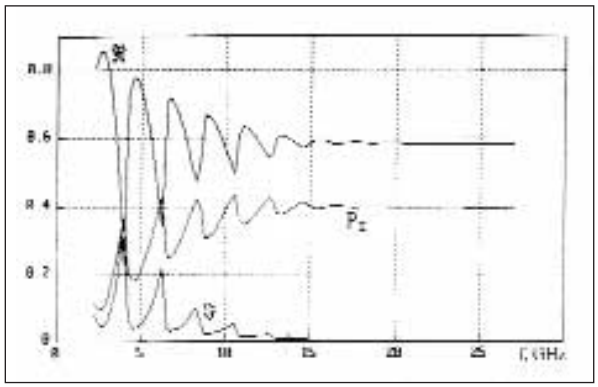


Fig.2

The essential reflection from the plate has been found. There arises a problem of efficiently delivering electromagnetic power to the plate. It seems likely that a multilayer dielectric system must be used.

Reference

1 *Quesada, G.; Heinen, K.-U.; Herrera, O.:*
Application of Microwaves for the Desorption-Process of Sorption Refrigerating Systems; Proc. of the Int. Sorption Heat Pump Conf. Munich, Germany, pp. 355-358; March 1999.

2 *Yatsishen V. V.:*
Calculation of Reflection and Transmission Coefficients in the Case of s-Polarization Nonlinear optics and spectroscopy, N5.2, pp. 58-60, 1991.

3 *Born M., Wolf E.:*
Principles of optics, Moscow, 1970.

4 *King R., Smith G.:*
Antennae in material media, Volume I, Moscow, 1984.

Problemlösungsprozesse im Computerspiel

Prof. Dr. phil. Jürgen Fritz
e-mail: fritz.juergen@t-online.de
Tel.. +49 221 / 82 75 - 33 51
Tanja Witting
Nadia Kraam-Aulenbach
Heike Esser
Shahieda Ibrahim
Cordula Gerhard

Seit 20 Jahren wird an der Fachhochschule Köln zum Bereich „virtueller Welten" intensiv geforscht. Bereits in den achtziger Jahren als die Entwicklung von Computerspielen begann, wurde die Entfaltung und das Fortschreiten der Computerspiele vom Forschungsschwerpunkt „Wirkung virtueller Welten" in unterschiedlichen Untersuchungen verfolgt. Schwerpunkte waren die Nutzungsformen und Wirkungen.

Die Erforschung der Denkprozesse beim Problemlösen in verschiedenen Computerspielen war im Zeitraum 1998/99 Gegenstand der Untersuchung. Mit mehr als 100 Versuchspersonen (Jugendliche und junge Erwachsene) wurden anhand ausgewählter Computerspiele unterschiedlichen Genres verschiedene Experimente durchgeführt, um Einblicke in assimilative und akkommodative Prozesse beim Problemlösen und bei der Entwicklung von Problemlösungsstrategien zu gewinnen.

Um den Prozess des Problemlösens im Computerspiel zu untersuchen, wurde im Zeitraum von Januar 1998 bis Oktober 1999 an der Fachhochschule Köln unter der Projektleitung von N. Kraam-Aulenbach ein vom BMBF gefördertes Forschungsprojekt durchgeführt. Anhand verschiedener Testverfahren (Fragebögen und narrative Interviews) wurden Handlungsschemata und Problemlösungsstrategien erfasst und modifizierte Handlungsschemata untersucht.

Die Untersuchungsgruppe bestand aus 119 Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen. Das Alter der Versuchspersonen lag zwischen 12 und 32 Jahren, wobei den größten Anteil der Stichprobe die Gruppe der 14- bis 16-jährigen ausmachte.

Als wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass Computerspiele neben sensumotorischen Fähigkeiten auch kognitive Kompetenzen fördern, neben analytisch-operativem Denken auch taktisches und strategisches Denken. Der Spieler wird dazu angeregt, flexibler und schneller in der Modifizierung und Neubildung seiner Wahrnehmungs- und Handlungsschemata zu werden. In den meisten komplexen Computerspielen geht es darum, Kausalstränge zu erkennen. Der Spieler ist ständig gefordert, seine Taktiken zu verändern, sie an neue Bedingungen anzupassen und sie zu optimieren. Hat der Spieler diese Ursache-Wirkungskette erkannt und ist er mit seiner Taktik erfolgreich gewesen, dann bildet er Schemata aus, die er in ähnlichen Situationen abruft und anwendet.

Computerspiele bieten zwar mit ihren Szenerien kein vollkommenes Abbild der Realität und können auch nicht annähernd deren Komplexität widerspiegeln, entscheidend ist jedoch, dass der Prozess, der zum denkerischen Lösen von Problemen notwendig ist, bei vielen Computerspielen geschult wird. Denken in der Virtualität bildet modellhaft Problemlösungsprozesse in der realen Welt ab. Unterschiede liegen im Bereich der Komplexität, der Handlungsmöglichkeiten und der Auswirkungen für den Menschen. Ob und inwieweit, die in der virtuellen Welt eingeleiteten kognitiven Lernprozesse Transfereignung für die reale Welt haben, ist eine noch offene Forschungsfrage.

Computerspiele sind inzwischen ein fester Bestandteil in der Freizeitgestaltung von Kindern und Jugendlichen. Aus diesem Grunde sind insbesondere Pädagogen gefordert, sich mit diesem Medium konstruktiv auseinander zu setzen und aus einer pädagogischen Perspektive heraus zu versuchen, Einfluss auf sie zu nehmen. Ansonsten besteht die Gefahr, einen wichtigen Interessensbereich von Kindern und Jugendlichen zu missachten und auf pädagogische Handlungsmöglichkeiten zu verzichten.

Durch entsprechende Angebote können negative Auswirkungen dieses Mediums thematisiert und kanalisiert werden und positive Wirkungen gefördert werden.

Bedeutung der Inhalte von Computerspielen für junge Erwachsene

Die Nutzung der Computer- und Videospiele hat innerhalb der letzten Jahre noch einmal deutlich zugenommen. Mehr als 2 Millionen Spiele werden jährlich in Deutschland verkauft. Etwa 20% der Kinder und Jugendlichen beschäftigen sich sehr intensiv mit diesen Spielen. Drei Millionen Deutsche gelten nach Branchenmeinung als „Hardcore-Spieler", die einen großen Teil ihrer Freizeit darauf verwenden, in virtuellen Welten Abenteuer und Bewährungssituationen zu bestehen.

Entsprechend groß waren und sind die Bedenken von Politikern, Wissenschaftlern, Pädagogen und

Eltern gegenüber diesem Medium. Neben der Befürchtung, das Computerspielen könnte zu einer „Spielsucht“ ausarten, besteht in weiten Kreisen die Auffassung, bestimmte Spielinhalte könnten negative Wirkungen auf Kinder und Jugendliche haben. Die kontroversen Diskussionen entzünden sich insbesondere an der Frage von gewaltorientierten Inhalten und ihre Auswirkungen auf Bewusstsein, Werthaltungen und Verhalten.

Das seit dem Jahr 2000 laufende und vom BMBF geförderte Projekt hat das Ziel, mit Hilfe qualitativer Methoden der empirischen Sozialforschung den Stellenwert der Inhalte von Computerspielen im Prozess der Aneignung durch die Computerspieler zu bestimmen. Dazu wurden insgesamt 80 Versuchspersonen während des Spielprozesses beobachtet und anschließend mit Hilfe eines dafür entwickelten, ausführlichen Interviewleitbogens befragt.

Die uns interessierende Forschungsfrage zielt auf die Bedeutung der Inhalte für die Computerspieler ab. Wie wichtig sind den Spielern die Inhalte? Sind sie im Grunde beliebig und austauschbar? Kommt es eher auf die Präsentation an, wie viele Befragungspersonen meinen? Oder ist die Dynamik des Spiels der alles entscheidende Faktor? Hat der Inhalt des Spiels lediglich die Bedeutung, neugierig zu machen und für das Spiel zu interessieren? Hilft der Spielinhalt, die Regeln und die Handhabung des Spiels besser zu verstehen? Werden durch den Spielinhalt „unterschwellig“ Wertvorstellungen transportiert, die sich bei den Spielern „einnisten“? Was behalten die Computerspieler eigentlich vom Spielinhalt?

Mit diesen Fragen zielen wir nicht darauf ab, Aussagen über die generelle Bedeutung von Spielinhalten in Computerspielen zu machen. Vielmehr kommt es uns darauf an zu untersuchen, welche Bedeutung die Inhalte für die Computerspieler im Rahmen der Struktur von Computerspielen haben. Inwieweit und wo sind die Inhalte von Computerspielen für die Spieler bedeutsam? Gilt dies für alle Genres und Typen von Computerspielen gleichermaßen? Hängt die Bedeutung der Inhalte von Computerspielen vom Alter der Spieler, von ihrem Geschlecht, von ihren Präferenzen oder ihren Vorerfahrungen ab? Die Antworten, die wir auf unsere Fragen zu finden hoffen, sollen helfen, die unfruchtbar gewordenen Erörterungen über „jugendgefährdende Spielinhalte“ zu beleben und der sich in „Wirkungsstudien“ festgefahrenen Forschung neue Impulse und Denkanregungen zu geben. Die Ergebnisse unserer Forschungsbemühungen sollen für Politik, Pädagogik und öffentlichen Institutionen einen Nutzen haben, sowohl in Hinblick auf die Gefährdungsabschätzung als in Bezug auf gesetzgeberische Maßnahmen und anstehende Entscheidungsprozesse.

Das Projekt befindet sich momentan noch in der Phase der Auswertung.

Im Rahmen einer ersten Sichtung der bereits erhobenen Daten zeigt sich bisher, dass es keine spielimmanenten Mechanismen zu geben scheint, die über die Wahrnehmung und Bedeutung der Spielinhalte für den Spieler entscheiden.

Wie die Inhalte wahrgenommen werden und welche Funktion die Inhalte für den einzelnen Spieler haben, ist vielmehr von Prozessen der strukturellen Kopplung zwischen Spiel und Spieler und insbesondere von intertextuellen Bezügen des jeweiligen Spielers zu anderen Medien und zu seiner realen Lebenssituation abhängig. Diese individuellen Bezüge und Kopplungsprozesse können mit Hilfe der verwendeten Forschungsmethoden für die untersuchten Einzelfälle sehr gut erfasst und dargestellt werden.

Vermittlung multimedialer Kompetenzen bei sozial benachteiligten Jugendlichen – das Projekt „Jumek“ (Jugendmedienkompetenz)

Die neuen elektronischen Medien spielen sowohl in der Welt der Jugendlichen als auch in der Berufswelt eine immer entscheidendere Rolle. Mangelnde Kompetenzen im Bereich Computer- und Internetanwendungen verschlechtern die Berufs- und Lebenschancen zukukünftiger Arbeitnehmer. Projekte im schulischen Bereich sollen hier Abhilfe schaffen, die außerschulische Jugend- und Bildungsarbeit bleibt bislang dagegen außen vor. Gerade schulmüde Jugendliche oder Schulabbrecher werden so von der Förderung der öffentlichen Hand ausgeschlossen. Der Kompetenzerwerb im privaten Rahmen ist bei sozial benachteiligten Jugendlichen auf Grund ihrer schwierigen Lebenssituation oftmals nicht möglich. Lediglich der freizeitpädagogische Bereich eröffnet ihnen mehr und mehr multmediale Lernmöglichkeiten.
Im Juli 2000 startete das durch die Stiftung der GEW AG geförderte Projekt in Kooperation mit dem Amt für Kinder, Jugend und Familie, Fachstelle Medienpädagogik/Jugendmedienschutz. Ziel des Projektes ist, sozial benachteiligte Jugendliche im Bereich Multimedia zu fördern, ihre zukünftigen beruflichen Perspektiven zu erweitern und dadurch ihre Chancen bei der Auswahl ihrer Ausbildungs- oder Arbeitsplätze zu erhöhen. Durch das erworbene Wissen und die Form des Angebotes sollen weiterhin die sozialen Kompetenzen und das Selbstwertgefühl der Jugendlichen gestärkt werden.

Das Angebot erfolgt einmal pro Woche in Kleingruppen und wird in Kölner Jugendeinrichtungen durchgeführt. Die Wahl der Computerangebote ist freizeit-, projekt- und interessensorientiert. Die Jugendlichen lernen mit Hilfe von Standard-Programmen spielerisch deren Benutzung kennen. Sie versuchen sich zunächst in Bereichen, für die sie selbst Interesse mitbringen. Die so gewonnenen Kenntnisse und Fertigkeiten helfen ihnen darüber hinaus, diese für z.B. Bewerbungsschreiben oder eigene Internetseiten zu nutzen.

Die Betreuung der Jugendlichen wird durch Studenten der Fachhochschule Köln sichergestellt. Die Aus- und Fortbildung der Studierenden ist eine der wichtigsten Aufgaben zur Praxisvorbereitung. Ihnen kommen die verschiedensten Qualifizierungen zugute, die entweder von Mitarbeitern der Fachstelle Medienpädagogik, Lehrbeauftragten der Fachhochschule Köln oder in Zusammenarbeit mit Bildungseinrichtungen angeboten werden. Diese Fortbildungen qualifizieren die Studenten für ihre berufliche Zukunft und räumen auch ihnen durch den Erwerb multimedialer und didaktischer Kompetenzen verbesserte Berufschancen ein.

Ziel der wissenschaftlichen Evaluation – Aufgabe der Fachhochschule – ist die Wirksamkeit, Effektivität und Nachhaltigkeit des Gesamtprojektes zu steigern. Mit Hilfe der qualitativen Forschung ist es möglich, den Verlauf des Projektes zu dokumentieren und die Angebotsstruktur wirkungsvoll auf die Bedürfnisse, Interessen, Vorstellungen und Fähigkeiten der Zielgruppe abzustimmen. In einer Langzeitstudie untersucht die Fachhochschule anhand von 30 ausgewählten Jugendlichen, wie die Aneignung der multimedialen Fähigkeiten bei den Jugendlichen konkret abläuft, wo Lernfortschritte erzielt werden und wie sich diese mit motivationalen Prozessen verschränken. Um ein umfassendes Bild der Aneigungsprozesse zu erlangen, werden alle Projektbeteiligten (Jugendliche, Studenten und Pädagogen der Einrichtungen) mittels standardisierter Fragebögen, halboffener Interviews und teilnehmender Beobachtungen der Angebote in die Untersuchung einbezogen.

Erste Erkenntnisse der Projektarbeit zeigen deutlich, dass Jugendliche, die vor der Betreuung wenig Ahnung von Computern und Programmen hatten, schon innerhalb kurzer Zeit in der Lage waren, selbständig mit ihnen zu arbeiten. Einige von ihnen konnten ihr erworbenes Wissen sogar an andere Jugendliche weitervermitteln („Peer-to-Peer"). Hier wird der zweite Aspekt, nämlich die Förderung der sozialen Kompetenzen deutlich, der von Kooperationsfähigkeit und Aufgabenteilung über Konfliktfähigkeit bis hin zu Steigerung der Frustrationstoleranz und des Selbstwertgefühls reicht. Im Vorfeld aufgekommene Bedenken, die Jugendlichen könnten schnell das Interesse am Projekt verlieren, erwiesen sich als unbegründet, da die Computernutzung selbst für Motivation sorgt und sich die Angebote an den Vorlieben der Jugendlichen orientieren.

Bereits zu diesem Zeitpunkt sind Ziele der Fördermaßnahme erreicht worden. Für den weiteren Verlauf des Projektes bleibt abzuwarten, inwieweit die angestrebten Kompetenzen Einfluss auf die künftigen Berufs- und Lebensperspektiven der Jugendlichen haben und inwieweit Forschungstätigkeit die weitere Projektarbeit fördern kann.

Anlagen- und Verfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Th. Rieckmann

2002

Rieckmann, Th.; Völker, S.:
PET Polymerization - Catalysis, Reaction Mechanisms, Kinetics, Mass Transport and Reactor Design.
Übersichtsbeitrag, angenommen für: Modern Polyesters, J. Sheirs und T.E. Long (Hrsg.), John Wiley & Sons

Becker, O.; Simon, G.P.; Rieckmann, Th.; Forsythe, J.; Rosu, R.; Völker, S.:
Phase Separation, Physical Properties and Melt Rheology of a Range of Variously Transesterified Amorphous Poly(ethylene terephthalate)-Poly(ethylene naphthalate) Blends.

J. Appl. Polymer Sci., 83 (2002), 1556-1567
Völker, S.; Rieckmann, Th.:
Thermokinetic Investigation of Cellulose Pyrolysis – Impact of Initial and Final Mass on Kinetic Results.
J. Anal. Appl. Pyrolysis, 62 (2002), 165-177

2001

Rieckmann, Th.; Lichtblau, L.: Schirra, R.; Völker, S.:
Formal Kinetics of the Thermal Decomposition of Hexanitrostilbene by Thermal Analysis and Multivariate Regression. 32. Internationale ICT Jahrestagung, Karlsruhe, 3. - 6. Juli 2001

Rieckmann, Th.; Völker, S.:
Product Quality of Recycled Food Grade PET from a Bottle to Bottle Recycling Process. ECCE 3, Nürnberg, 26. - 28. Juni 2001

Völker, S.; Rieckmann, Th.:
The Potential of Multivariate Regression in Determining Formal Kinetics of Biomass Pyrolysis. In: Progress in Thermochemical Biomass Conversion, A.V. Bridgwater (Hrsg.), Blackwell Science (2001), 1076 - 1090

Becker, O.; Simon, G.P.; Rieckmann, Th.; Forsythe, J.; Rosu, R.; Völker, S.; O'Shea, M.:
Dielectric Relaxation Spectroscopy of Reactively-Blended Amorphous Poly(ethylene terephthalate) – Poly(ethylene naphthalate) Films. Polymer, 42 (2001), 1921-1929

Rieckmann, Th.; Völker, S.; Schirra, R.; Lichtblau, L.:
Thermal Decomposition of Hexanitrostilbene at Low Temperatures. J. Anal. Appl. Pyrolysis, 58 (2001), 569-588

Rieckmann, Th.; Völker, S.:
Micro Kinetics and Mass Transfer in Poly(Ethylene Terephthalate) Synthesis.
Chem. Eng. Sci., 56 (2001), 945-953

Rieckmann, Th.; Völker, S.; Schirra, R.; Lichtblau, L.:
Investigation on the Thermal Stability of Hexanitrostilbene by Thermal Analysis and Multivariate Regression. Chem. Eng. Sci., 56 (2001), 1327-1335

2000

Völker, S.; Rieckmann, Th.; Klose, W.:
The Benefit of Non-Linear Multivariate Regression in Determining Formal Kinetics of Biomass Pyrolysis.
PITBC 2000, Tirol, Österreich, 17. - 22. September 2000

Rieckmann, Th.; Völker, S.:
Micro Kinetics and Mass Transfer in Poly(Ethylene Terephthalate) Synthesis. ISCRE-16, Cracow, Poland, September 10 - 13, 2000

Rieckmann, Th.; Völker, S.; Schirra, R.; Lichtblau, L.:
Investigation on the Thermal Stability of Hexanitrostilbene by Thermal Analysis and Multivariate Regression. ISCRE-16, Krakau, Polen, 10. - 13. September 2000

Simon, G.P.; Becker, O.; Rosu, R.; Rieckmann, Th.; Völker, S.:
Molecular Relaxation, Rheology and free Volume of Amorphous PET/PEN Melt Processed Blends. 1st International Conference on Polymer Modification, Degradation and Stabilisation, Palermo, Italien, 3. - 7. September 2000

Völker, S.; Rieckmann, Th.; Klose, W.:
Thermokinetic Investigation of Cellulose Pyrolysis – Impact of Final Mass on Kinetic Results. Pyrolysis '2000, Sevilla, Spanien, 2. - 6. April 2000

Rieckmann, Th.; Völker, S.; Schirra, R.; Lichtblau, L.:
Thermal Decomposition of Hexanitrostilbene at Low Temperatures. Pyrolysis'2000, Sevilla, Spanien, 2. - 6. April 2000

1999

Becker, O.; Forsythe, J.; Rieckmann, Th.; Rosu, R.; Simon, G.P.; Völker, S.:
An Investigation into the Nature of Amorphous, Transesterified PET / PEN Blends. 23rd Australasian Polymer Symposium – Polymers for the New Millennium, Geelong, Victoria, Australien, 28. November - 2. Dezember 1999

Rieckmann; Th.; Rösner; F.; Völker, S.:
Mass Transfer and Volatilization of Small Molecules from Molten Poly(Ethylene Terephthalate). ECCE 2, Montpellier, Frankreich, 5. - 7. Oktober 1999

Rieckmann, Th. ; Rösner, F.; Sievers, K.; Völker, S.: Untersuchung zu Stofftransport und Reaktion in Polykondensationsreaktoren bei der technischen Synthese von Polyethylenterephthalat. Dechema Jahrestagung, Wiesbaden, 27. - 29. April 1999

Bauingenieurwesen

Prof. Dr. Ekkehard Heinemann

„Hydraulik für Bauingenieure“:
Heinemann E. und R. Paul: B.G. Teubner, Stuttgart, Leipzig 1998

Informationstectechnik, Elektrische Energie- und Automatisierungstechnik

Prof. Dr. Heinz van der Broeck

„Piezoelectric motor fed by a PLL controlled series resonant converter“: EuropeanPower Electronics and Drives: EPE Journal, Vol. 8 No. 1-2, 1999, pp55-60

„Simulation of PWM induction motor drives by means of Mathcad“: 7th European Conference on Power Electronics and Applications: EPFL-Lausanne/Switzerland, 1999, Proc. On CD-ROM Session DS2.3

„Application and Integration Oppurtunities in Switched Mode Power Supplies“: MICRO.tec2000 Conference Hannover Sept. 2000, Vol. 1, pp 423-430

Fahrzeugtechnik

Prof. Dr. Dieter Förster

„Laser in der Metallbearbeitung“
Multimedial mit CD-ROM: Dieter Förster und Wolfgang Müller: Hanser Verlag 2000, ISBN 3-446-21672-3

Nachrichtentechnik

Prof. Dr. Gregor Büchel

„Verfahren und Techniken in der computergestützten Lexikographie“ in: I. Lemberg, B. Schröder, A. Storrer (Hg.): „Chancen und Perspektiven computergestützter Lexikographie“, Lexicographica. Series Major, Band 107: Gregor Büchel, Bernhard Schröder: Tübingen (Niemeyer) 2001.

„Prototyp des Kölner Textarchivs – Softwaretechnischer Bericht“: Gregor Büchel, Marcel Henk: Fachhochschule Köln, Fachbereich Nachrichtentechnik, 1. September 2000.

Sozialpädagogik

Prof. Dr. Marianne Bosshard

„Sozialarbeit und Sozialpädagogik in der Psychiatrie“: Bosshard, M., Ebert, U., Lazarus, H. (1999): Bonn 1999, 2. Auflage 2001

Sprachen

Prof. Dr. Klaus-Dirk Schmitz

„Sprachtechnologie für eine dynamische Wirtschaft im Medienzeitalter“: Schmitz, K.-D. (Hrsg.) (2000): Tagungsakten der XXVI. Jahrestagung der Internationalen Vereinigung Sprache und Wirtschaft e.V., 23-25. November 2000, Fachhochschule Köln. Wien: TermNet

„Softwarelokalisierung“: Schmitz, K.-D.; Wahle, K (Hrsg.) (2000): Tübingen: Stauffenburg.

„DEUTERM und das TDCnet – Terminologiedokumentation (nicht nur) im deutschsprachigen Raum“: Betz, A.; Schmitz, K.-D. (2000) in: Ruppelt, G.; Neißer, H. (Hrsg.)(2000): Information und Öffentlichkeit, 1. gemeinsamer Kongress der Bundesvereinigung Deutscher Bibliotheksverbände e. V. (BDB) und der Deutschen Gesellschaft für Informationswissenschaft und Informationspraxis e. V. (DGI), Leipzig, 20. bis 23. März 2000. Wiesbaden: Dinges & Frick, S. 257-260

„Entwicklungen im Bereich der rechnergestützten Terminologieverwaltung und deren Einfluss auf Terminologiearbeit und Terminologielehre“: Schmitz, K.-D. (1999) in: Gil, A.; Haller, J.; Steiner, E.; Gerzymisch-Arbogast, H. (Hrsg.)(1999): Modelle der Translation. Frankfurt: Peter Lang, S.261-273.

„Verwaltung terminologisches Wissens und sprachlicher Einheiten unterschiedlicher Komplexität bei der rechnergestützten Terminologieverwaltung“: Schmitz, K.-D. (1999) in Buhl, S.; Gerzymisch-Arbogast, H. (Hrsg.)(1999): Fach-Text-Übersetzen: Theorie, Praxis, didaktik. St. Ingbert: Röhrig Universitätsverlag, S. 35-49

„Cross References in Terminological Databases“: Schmitz, K.-D. (1999) in Sandrini, P. (Ed.)(1999): Terminology and Knowledge Engineering TKE'99, Innsbruck, August 1999. Wien: TermNet, S. 391-400.

„The Terminology Documentation Interchange Format TeDIF“: Betz, A.; Schmitz, K.-D. (1999) in Sandrini, P. (Ed.)(1999): Terminology and Knowledge Engineering TKE ‘99, Innsbruck, August 1999. Wien: TermNet, S. 782-792.

„MARTIF – Ein SGML-basiertes Austauschformat für terminologische Daten“: Schmitz, K.-D. (1999) in Möhr, W.; Schmidt, I. (Hrsg.)(1999): SGML- und XML-anwendungen und Perspektiven. Berlin: Springer, S. 109-121

„Terminologiedokumentation – Dienstleistungen für die Wirtschaft“: Schmitz, K.-D. (1999) in Technische Kommunikation, Heft 2/1999, S. 20-22

„Computergestützte Terminographie: Systeme und Anwendungen“: Schmitz, K.-D. (1999) in Hoffmann, I.; Kalverkämner, H.; Wiegand, H.E. (Hrsg.)(1999): Fachsprachen / Language for Special Purposes, Ein internationales Handbuch zur Fachsprachenforschung und Terminologiewissenschaft, 2. Halbband. Berlin // New York: Walter de Gruyter, S. 2164-2170.

„Using MultiTerm for Systematic Terminology Work in Academic Environment“: Schmitz, K.-D. (1999) in TermNet (Ed.)(1999): TAMA'98, Proceedings of the 4th TermNet Symposium „Terminology in Advanced Microcomputer Applications – Tools for Multilingual Communications“. Wien TermNet, S. 303-315

„ISO 12 200 (MARTIF) – Basic Concepts and Testing Report“: Schmitz, K.-D. (1998) in ASTTI (Hrsg.) (1998): Equivalences 97 – Computerwerkzeuge am Übersetzer-Arbeitsplatz: theorie und Praxis. Die Akten: Zürich, 25-26. September 1997. Bern: ASTTI, S. 171-181

„Terminologieverwaltungssysteme - Einsatzbereiche, Typen und Produkte“: Schmitz, K.-D. (1998) in ASTTI (Hrsg.) (1998): Equivalnces 97 - Computerwerkzeuge am Übersetzer-Arbeitsplatz: Theorie und Praxis. Die Akten: Zürich, 25. - 26. September 1997. Bern: ASTTI, S. 171-181.

„Terminographie und Terminologienormung“: Schmitz, K.-D. (1998) in Snell-Hornby, M.; Hönig. H. G.; Kußmaul, P.; Schmitt, P. A. (Hrsg.) (1998): Handbuch Translation. Tübingen: Stauffenburg-Verlag, S. 179-187.

„Terminology Theses and Dissertations - The BT 12 Project“: Schmitz, K.-D. (1998) in Infoterm (Hrsg.) (1998): Terminology Work and Knowledge Transfer – Best Practices in Terminology Management und Terminography. Proceedings of the International Confe-rence on Professional Communications and Knowledge Transfer, Volume II: 4th Infoterm Symposium. Vienna: TermNet, S. 179-187

„Über wichtige Aspekte bei der Einrichtung einer rechnergestützten Terminologieverwaltung“: Schmitz, K.-D. (1998) in Lundquist, L.; Picht, H.; Qvistgaard, J. (Eds.) (1998): LSP Identity and Interface, Research, Knowledge and Society, Proceedings of the 11th European LSP Symposium on Languages for Special Purpose, Copenhagen, August 1997. Copenhagen: Copenhagen Business School, S. 391-398

„Software-Lokalisierung“: Schmitz, K.-D.; Wahle, K. (1998) in technische Dokumentation, Heft 11/1998, S. 4-6

Wirtschaft

Prof. Dr. Herbert Robens

„Marktorientierte Führung von Anwaltskanzleien“: Robens, H. / Schwaderer, I.: Betriebswirtschaftlicher Verlag, Aachen 2001, ISBN 3-8311-1756-X

Prof. Dr. Hannelore Selinski

„Olfaktorische Raumkonditionierung als ‚Added Value‘ in Messe- und Kongresszentren“ erschienen in: Strothmann, Karl-Heinz / Ginter, Thomas (Hrsg.): Value Adding im Investitionsgütermarketing, VDMA Verlag GmbH, Frankfurt /M. 1998

Prof. Dr. Wolfgang Veit

„Regional trade and transmission of demand-shocks in Latin America and Asia: Analysis and policy recommendations for China“ in R. Schubert (Hrsgb.): Ursachen und Therapien regionaler Entwicklungskrisen – das Beispiel der Asienkrise, Schriften des Vereins für Sozialpolitik NF Bd. 276, Berlin 2000

Versicherungswesen

Prof. Dr. Peter Schimikowski

„Bundesbodenschutzgesetz, Umwelthaftpflichtversicherung und Bodenkaskoabdeckungen“ in Versicherungsrecht 1998, S. 1452 ff.

„Probleme des konventionellen Vertragsabschlusses und des Electronic Commerce in der Versicherungswirtschaft“ in Recht und Schaden 1999, S. 485 ff.

„Normalbetriebs- und Entwicklungsrisiken in der Umwelthaftpflichtversicherung“ in Zeitschrift für Versicherungswesen 1999, S. 416 ff.

„Innovation in der Haftpflichtversicherung“ in Neue Zeitschrift für Versicherung und Recht 1999, S. 545 ff.

„Ersatz von Kosten zur Schadenabwendung in der Haftpflichtversicherung“ in Versicherungsrecht 1999, S. 1193 ff.

„Überlegungen zu einer Reform des Versicherungsvertragsrechts“ in Recht und Schaden 2000, S. 253 ff.

„Versicherungsvertragsrecht“, München (Beck) 1999

Elektrotechnik

Prof. Dr. Hartmut Bärwolff

„Der Einsatz von amorphem Silizium in der Strahlungssensorik“: Forschungsbericht, Bärwolff, H.

„Neuartige LED-Cips für großformatige Anzeigeelemente“: Anwendungsbericht

„Entwicklung einer neuartigen Sonde für die Positron-Emissions-Tomografie“: Breadboard-Studie, Bärwolff, H.

„Silicon APDs in fiber trackers“ in DESY-Report 53/99, Bärwolff, H. et al.

Prof. Dr. Helmut Reinhard

„Regelungstechnik/Automatic control“, Völlige Neubearbeitung und Erweiterung des Kapitels X im DUBBEL – Taschenbuch für den Maschinenbau (Hrsg.: W. Beitz und K.-H. Grote), S. X 1 bis X 22. 20. Auflage - Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hongkong; London; Mailand; Paris; Singapur; Tokio: Springer-Verlag 2000/01.

Restaurierung und Konservierung von Kunst- und Kulturgut

Prof. Dr. Hans Leisen

„Untersuchung und Konservierung der Apsara- und Devata-Reliefs am Tempel Angkor Wat, Kambodscha“: Leisen, H. & von Plehwe-Leisen, E. (1998) in W. Altermann, E. v. Plehwe-Leisen & H. Leisen (Hrsg.): Beiträge aus der Lagerstättenforschung, Archäometrie, Archäologie und Denkmalpflege. Münchener Geologische Hefte; Reihe A 23: 203-214; München.

„Angkor Wat – condition of restoration of the Bas Reliefs. Problems encountered, solutions chosen, success and failures“: Leisen, H., Warrack, S. & von Plehwe-Leisen, E. (1998) in Third Colloquium on the Preservation and Restoration of the Bayon, Siem Reap 18-19 December 1998, organised by the Japanese Government Team for Safeguarding Angkor (JSA).

„Conservation of the Bas Reliefs at Angkor Wat Temple in Cambodia. Research - Practise - Training.- ICOM Committee for Conservation“: Leisen, H. & von Plehwe-Leisen, E. (1999): 12th Triennial Meeting Lyon 29 August - 3 September 1999, pp. 737-742; London (James & James).

„German Apsara Conservation Project, Angkor Wat“: Leisen, H., Poncar, J. & Warrack, S. (2000): Authors Edition, Cologne.

„Apsara and Devata Reliefs at Angkor Wat, Cambodia“: Leisen, H. & von Plehwe-Leisen, E. (2000) in The German Apsara Conservation Project . - W. Lobo & S. Reiman (ed.): South East Asian Archaeology 1998, Proc. Of the 7th Internat. Conf. of the European Association of Southeast Asian Archaeologists, Berlin, 31 August - 4 September 1998; Center for South-East Asian Studies, University of Hull; pp. 99-106.

„Problems of conservation and preservation of Apsaras in Angkor Wat“: Leisen, H. (2000) in Proc. of the Internat. Sympos. for the Conservation of Angkor Monument Sites, Tokyo October 21st, 2000, JSA (ed.); pp 4-7.

„Angkor – Atlantis im Dschungel“: Leisen, H. & von Plehwe-Leisen, E. (2001) in G. Graichen (ed.): Schliemanns Erben 4, Von den Herrschern der Hethiter zu den Königen der Khmer, 8-71; Bergisch Gladbach (Gustav Lübbe).

„Beiträge aus der Lagerstättenforschung, Archäometrie, Archäologie und Denkmalpflege“: Altermann, E. v. Plehwe-Leisen & H. Leisen (Hrsg.), Münchener Geologische Hefte; Reihe A 23, München, 1998.

„Carbonate crusts on marble fragmets at the excavation site in Milet, Turkey: Examination of crust formation and first results of a cleaning concept“: Brüggerhoff, S., Cheba, S., Leisen, H. &. Warscheid, Th. (1999): ICOM Committee for Conservation, 12th Triennial Meeting Lyon 29 August-3 September 1999, pp. 731-736; London (James & James).

„Untersuchungen zur Krustenbildung auf Marmoroberflächen in Milet“: Brüggerhoff, S., Cheba, S., Leisen, H. &. Warscheid, Th. (1999), Archäologischer Anzeiger, Dt. Archäologisches Institut 1999, 99-108; Berlin, New York (Walter de Gruyter).

„Untersuchungssystematik im Dienst der Gesteinskonservierung. Das Deutsche Apsara-Konservierungs-Projekt.“: Plehwe-Leisen, E. v. & Leisen, H. (1999) in: J. DREYER (Hrsg.):Nachhaltige Instandsetzung. WTA Schriftenreihe, Heft 20: 103-116; Freiburg (Aedificatio).

„Untersuchung der Langzeiteffekte von Anti-Graffiti-Mitteln auf Naturstein“: Plehwe-Leisen, E. v., Leisen, H. & Auras, M. (2000): 10 Jahr Institut für Steinkonservierung e.V., Festschrift; Bericht Nr. 10 - 2000, Mainz (IfS).

„Die Konservierung des ‚German Apsara Conservation Project‘ am Tempel Angkor Wat in Kambodscha“: Plehwe-Leisen, E. v. & Leisen, H. (2000): in 7. Fachtagung „Natursteinsanierung Bern 2000“ 10. März 2000; Interacryl.

„Sankt Stephanus Ergersheim, Sankt Georg Dinkelsbühl, Sankt Lorenz Nürnberg. Untersuchungsergebnisse des FuE-Verbundprojektes „Steinzerfall – Steinkonservierung“ 1986-1993 - BLfD -Zentrallabor“: Snethlage, R., Leisen, H., Wendler, E. (1999): Forschungsbericht 18/1999; München.

Prof. Dr. Annemarie Stauffer

„Die Textilien von Palmyra“: Stauffer, A., Schmidt-Colinet, A., Mainz 2000

Monographien:
A. Stauffer, A. Schmidt-Colinet, Die Textilien von Palmyra, Mainz 2000

Aufsätze:
A. Stauffer, F. Weiße, Die neuzeitlichen Paramente von St. Heribert, Colonia Romanica 13, 1998, 164ff.

A. Stauffer, Textilfunde aus Nag el Scheima, in: M. Bietak, M. Schwarz (Hrsg.), Nag el Scheima Teil II, Wien 1998, 487ff.

A. Stauffer, F. Weiße, Ein frühmittelalterliches Goldgewebe aus Lauchheim, Fundberichte aus Baden-Württemberg 22, 1998, 729ff.

A. Stauffer, Some comments about washing archaeological textiles, in: A. Timar-Balaszy, D. Eastop (Hrsg.), International perspectives on textile conservation, London 1998, 159ff,

A. Stauffer, F. Weiße, Conservation of an early Etruscan cloak, in: J. Bridgland (Hrsg.), ICOM Conservation committee 12th triennial meeting Lyon September 1999, London 1999, 667ff.
A. Stauffer, A. Schmidt-Colinet, Teintures précieux – Les textiles de Palmyre, in D. Cardon (Hrsg.), Teintures précieux de la Méditerranée, Carcassonne 1999, 38ff.

A. Stauffer, in: G.W. Bowersock et. al. (Hrsg.), Late Antiquity – A Guide to the Late Antique World, Princeton 1999, lemmata: „clothing“, „textiles“, „weaving“.

A. Stauffer, Two late antique textiles from Rimini, CIETA Bulletin 77, 2000, 23ff.

A. Stauffer, The textiles from Palmyra: technical analyses and their evidence for archaeological research, in: D. Cardon – M. Feugère (Hrsg.), Archéologie et textiles, des origines au Ve siècle, Actes du colloque de Lattes, octobre 1999, Montagnac 2000, 247-251.

Forschungsschwerpunkt: CAE und Fuzzy-Technologie in der Regelungstechnik

Prof. Dr.-Ing. Herbert M. Schaedel

Bartz, E.: Entwicklung einer Fuzzy-Auswertelogik in C++, Diplomarbeit, Fachhochschule Köln, 1996

Böttcher, F. und Selbach, G.: Programmierung einer Prozeß-Schnittstelle für eine Fuzzy-Auswertelogik in C++, Diplomarbeit, Fachhochschule Köln, 1996

Schaedel, H. M., Jantzen, U. und Oberdörffer, E.: Empfindlichkeitssteigerung in der Metallfeinsuchtechnik durch den Einsatz eines Fuzzy-Klassifikators, Fortschritt-Berichte VDI Reihe 10 Nr. 648, Neuronale Fuzzy-Logik, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2000, S. 87-97

Schaedel, H. M., Oberdörffer, E.: Fuzzy-Signalauswertung zur Steigerung der Empfindlichkeit in der Metallfeinsuchtechnik, VDI Berichte 1526, Computational Intelligence im industriellen Einsatz, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 2000, S. 103-108

Schaedel, H. M., Jantzen, U. und Oberdörffer, E.: Steigerung der Empfindlichkeit in der Metallfeinsuchtechnik durch Fuzzy-Signalauswertung, Forschungsbericht Nr. 0499, 9. Workshop Fuzzy Control des GMA-Fachausschusses 5.22, Universität Dortmund, 1999, S. 141-152

Wolff, P.: Metallsuchgeräte, ein unverzichtbares Instrument der Qualitätskontrolle, Dr. Hans Boekels GmbH & Co., Aachen

Forschungsschwerpunkt: Solare Anlagen- und Bautechnik

Prof. Dr. K.-U. Heinen

Laroussi, K.:
Orientierende Betrachtungen zum Solar-Dioden-Fenster für den Einsatz in tropischen und subtropischen Klimazonen. Diplomarbeit, FH Köln, FB Elektrische Energietechnik, 2001

Heinen, K.-U.:
Solar-Diode-Window in Tropical Countries to Reduce the Energy Dema – Mand of Air-Conditioning Systems. 9. Conferencia de Ingenieria y Arquitectura, La Habana, Nov. 1996

Heinen, K.-U.:
Das Kölner Solar-Dioden-Fenster, ein Beitrag zur Rationellen Energieverwendung. Deutsch-Polnisches Seminar, Development Rends in Design of Machines and Vehicles, Cologne, Germany, August 1999.

Herrera, O.; Heinen, K.-U.:
Análisis de la ganancia de calor través de las ventanas diodo-solar para la Climatizacion. Conferencia Internacional de Energia Renovable y Educación Energética, Proceedings, Havanna, September 2001.

AMB GENERALI
Informatik Services

Bei uns können Sie machen was Sie wollen.

Denn Ihr Erfolg bei der AMB-Informatik hängt in erster Linie davon ab, wie schnell, flexibel und weitsichtig Sie Ihr Know-how umsetzen. Nutzen Sie unsere Größe und gehen Sie Ihren eigenen Weg. Zum Beispiel in der IT-Beratung, System-Beratung, System-Programmierung, als Netzwerk-Spezialist, in der Organisations-Programmierung, System-/Netzbetreuung oder im Qualitätsmanagement.

Gleich einsteigen können Sie als:

Anwendungsentwickler (m/w)

Bei der AMB Generali Informatik Services GmbH hat Ihre Karriere viele Seiten. Alles was Sie brauchen, ist ein abgeschlossenes Studium der Informatik, Elektrotechnik, Mathematik, Physik, BWL, Wirtschafts-Informatik, Softwaretechnik. Oder eine Berufsausbildung als Fachinformatiker/in.

Mit über 1.200 Mitarbeitern sind wir seit Jahren ein führender Entwickler von Informationssystemen. Verändern Sie mit uns die Welt. Jeden Tag ein Stück mehr. ***Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung.***

AMB Generali Informatik Services GmbH, Personal und Soziales, Norbert Schaad, Postfach 10 02 45, 52002 Aachen, Tel. (0241) 461-10 81, E-Mail: norbert.schaad@amb-informatik.de.

www.amb-informatik.de

Ein Unternehmen der Generali Gruppe.

INFRALEUNA®
INFRASTRUKTUR UND SERVICE GMBH

WIR, ein innovatives, flexibel agierendes, regionales Dienstleistungsunternehmen prägen mit einem klar definierten Serviceprogramm durch ausgewiesene Kompetenz, Kundennähe, Liefertreue, Zuverlässigkeit und Qualität den Chemiestandort LEUNA mit.

WIR setzen permanent Maßstäbe im Infrastrukturservice, gestalten und verbessern die Umweltbedingungen.

WIR suchen für unser Nachwuchsprogramm per 01.03.2003

Hochschul- bzw. Fachhochschulabsolventen

in den Fachrichtungen

MSR-Automatisierungstechnik
E-Technik
Verfahrenstechnik
Maschinenbau
Nachrichtentechnik
Betriebswirtschaft / Marketing.

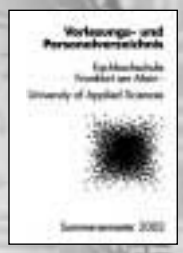
In einem zweijährigen Training on the job werden Sie mit Projektaufgaben aus unseren Servicebereichen betraut und jeweils halbjährlich in den Overhead- und technischen Bereichen unseres Unternehmens tätig sein.

Sollten wir Ihr Interesse geweckt haben, erwarten wir mit eben solchem Interesse Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen, die Sie bitte richten an:

InfraLeuna
Infrastruktur und Service GmbH
Bereich Personalwesen
Postfach 11 11; 06234 Leuna
http://www.infraleuna.de

Besuchen Sie die Website des VMK Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG

www.vmk-verlag.de



Hier finden Sie Informationen zu verschiedenen Hochschulpublikationen

In Berufssparten unterteilt, gelangen Sie per Mausklick auf aktuelle Stellenangebote für Hochschulabsolventen

Ab Mai 2002 können alle Magazine angesehen und abgerufen werden

VMK
Verlag für Marketing und Kommunikation GmbH & Co. KG

Ihr steiler Weg nach oben

Eine Führungsposition für den Management-Nachwuchs

Wir zählen mit über 1.200 Filialen in Deutschland, Frankreich und Tschechien seit vielen Jahren zu den erfolgreichen und bedeutenden deutschen Handelsunternehmen im Lebensmittel-Discountbereich. Unser Erfolg ist das Ergebnis eines ausgezeichneten Managements. Weil unsere höheren Führungspositionen aus den eigenen Reihen besetzt werden, suchen wir

Management-Nachwuchs

Wir suchen Sie!

Sie sind Absolvent einer Hochschule / FH oder BA mit wirtschaftswissenschaftlicher Studienrichtung und nicht älter als 32 Jahre.

Sie sind bereit, Verantwortung zu übernehmen und besitzen die Fähigkeit, Mitarbeiter zu führen und zu motivieren.

Sie sind begeisterungsfähig und selbstständig, kontakt- und einsatzfreudig und zeichnen sich durch unternehmerisches Denken und Handeln aus.

Sie werden in einem Training-on-the-job individuell auf Ihre Führungsaufgaben vorbereitet und lernen die gesamte Unternehmensorganisation mit den Schlüsselfunktionen im Einzelhandelsmanagement kennen.

Sie übernehmen bereits innerhalb des ersten Jahres als leitender Angestellter und Vorgesetzter die verantwortliche Leitung eines Verkaufsbezirkes und entscheiden über Einstellung, Ausbildung und Einsatz Ihrer Mitarbeiter.

Sie sind zuständig für Planung, Organisation, Revision und Controlling in Ihrem Verkaufsbezirk.

Wir bieten Ihnen:

von Anfang an einen neutralen Pkw (Audi A4), den Sie auch privat kostenlos benutzen dürfen sowie ein sehr hohes Einstiegsgehalt. Erfolgreichem Management-Nachwuchs eröffnen sich schnelle, hervorragende Aufstiegsmöglichkeiten in einem dynamischen Unternehmen.

Der Weg zum Erfolg:

Wir freuen uns über die Zusendung Ihrer vollständigen Bewerbungsunterlagen einschließlich eines handgeschriebenen Lebenslaufs mit Lichtbild oder über Ihre Bewerbung unter ***www.norma-online.de*** via Internet.

NORMA®

Lebensmittelfilialbetrieb GmbH & Co. KG
z.H. Herrn Wollny
Daimlerstraße 23-25 • 50170 Kerpen

HAGENHOFF*GRAEF Osnabrück

Höher.
Schoeller.
Weiter.

Fotobasispapiere | Dekorpapiere | Spezialpapiere | Digitaldruckpapiere

Die Felix Schoeller Gruppe ist ein weltweit dynamisch wachsendes Unternehmen, das jungen Menschen gute und sichere Zukunftsaussichten bietet. Heute sind wir mit 2.500 Mitarbeitern international einer der größten Hersteller hochwertiger Spezialpapiere. In sieben Werken in Deutschland, USA und Kanada produzieren wir Fotobasispapiere, Dekorpapiere, Spezialpapiere und Digitaldruckpapiere. Für alle Standorte suchen wir ständig engagierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus den Fachrichtungen

Betriebswirtschaft (FH/Uni) · Wirtschaftsingenieurwesen (TH/TU/FH)
Chemie (TH/FH) · Maschinenbau (TH/TU/FH) · Elektrotechnik (TH/TU/FH)
Verfahrenstechnik (TH/TU/FH)

Was Sie brauchen: Interesse an neuen Aufgaben mit vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten in einer internationalen Unternehmensgruppe und die Fähigkeit, im Team zu arbeiten. **Was wir bieten:** einen sicheren Arbeitsplatz, attraktive berufliche Perspektiven in einer innovativen Branche und ein der Position angemessenes Gehalt. Was darüber hinaus noch wichtig ist, erfahren Sie in einem persönlichen Gespräch. **Wir freuen uns auf einen ersten Kontakt mit Ihnen!**

Felix Schoeller

Specialty papers in progress

Felix Schoeller jr, Foto- und Spezialpapiere GmbH & Co. KG, Kornelia Niekamp, kniekamp@felix-schoeller.com,
Postfach 3667, 49026 Osnabrück, Tel. 0541 38 00-468, www.felix-schoeller.com

Felix Schoeller in Osnabrück, Günzach, Neustadt, Penig, Weißenborn, Drummondville (CAN), Wooburn Green (GB), Pulaski (USA)

So sehen Absolventen aus, die sich von der Theorie verabschieden.

Für Universitäts- und Fachhochschulabsolventen: Die Postbank bietet Ihnen beste Chancen für den Start in die berufliche Zukunft. Per **Traineeprogramm** oder **Direkteinstieg.** Weitere Informationen: **www.postbank.de/karriere**. Wir freuen uns auf Sie!

Die Postbank:

Größte Retailbank in Deutschland

Marktführer im Homebanking

140 Milliarden Euro Bilanzsumme

10.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Weitere Informationen: www.postbank.de

Postbank
Leistung ohne Umwege