



FACHHOCHSCHULE KÖLN
FORSCHUNGSBERICHT 2010

FACHHOCHSCHULE KÖLN
FORSCHUNGSBERICHT 2010



Inhaltsverzeichnis

CLUSTER 1

Fritz, Jürgen/Pohlmann, Horst/Sleegers, Jürgen

Virtuelle Spielwelten –
eine medienpädagogische Herausforderung 6

Kaminski, Winfred

Computerspiele: Medien und mehr ... 11

Leitner, Sigrid

Study on the gender dimension and discrimination
in social protection 12

Investing in Children: Deutschland und England im Vergleich 14

Schubert, Herbert

Der Allgemeine Soziale Dienst (ASD) im Wandel –
ein Praxisvergleich 16

Biographische Übergangssituationen ehemaliger
Kölner Berufskollegabsolventen/innen 18

Evaluation des Programms „Lebenswelt Schule“ 19

Interdisziplinäre Erforschung von Netzwerkkooperation und
des Netzwerkberatungsbedarfs 21

CityNet – Wissenschaftliche Begleitung eines Prozesses zum
Netzwerkaufbau in Sozialräumen der Stadt Mülheim an der Ruhr 23

Ottersbach, Markus

Modellprojekt: Chancen der Vielfalt nutzen lernen
„Integration und Chancengleichheit“ – ein Netzwerk des
Deutsch-Französischen Jugendwerks (DFJW) 26

Partizipation in der Einwanderungsgesellschaft –
die Kalker Ereignisse vom Januar 2008 27

Partizipation in der Einwanderungsgesellschaft –
die Kalker Ereignisse vom Januar 2008 29

Thimmel, Andreas

Interkulturelle Öffnung in der verbandlichen Jugendarbeit
Vielfalt on Tour – Jugendbegegnungen im Tandem 30

Das Projekt Ö – Jugendverbände und ihr Beitrag zur
Integration in NRW 31

Integration in NRW 33

CLUSTER 2

Oßwald, Achim

„Significant properties“ digitaler Objekte 36

Siegemund, Jochen

Die Naumannsiedlung – Stadt und Identität 37

Torrent-Lenzen, Aina

Die Festlegung der Polysemie in einem phraseologischen
Wörterbuch Spanisch-Deutsch 39

CLUSTER 3

Heydenreich, Gunnar

The Cranach Digital Archive
Zeitgenössische Kunst: 44

authentisch präsentieren, erfolgreich konservieren 46

Leisen, Hans/Runkel, Susanne/

von Plehwe-Leisen, Esther/Fuchs, Robert

Ziegeltempel der Khmer in Kambodscha –
Wandmalereien und Architekturpolychromie 48

Waentig, Friederike/Grossmann, Stephanie/ Wenzel, Christoph

Preservation of the GDR-Culture of
Everyday-Life made of Plastics 51

CLUSTER 4

Becker, Klaus/Winkler, Michael

Einflüsse auf die Strömungsakustik einer Zylinder/
Platte-Konfiguration 56

Henrichfreise, Hermann

Realitätsnahe und dynamische Tests von EPS-Motoren
und -Steuergeräten 58

Ruschitzka, Margot/Ruschitzka, Christoph

Methodikentwicklung im Maschinenbau zur
Optimierung mit Metamodellierung 60

CLUSTER 5

Aliguliyev, Elshan/Bartz, Rainer

Fehlertolerante Anwendungen für
Kommunikationsprotokolle im Fahrzeug 64

Bärwolff, Hartmut

Vergleichende messtechnische Untersuchungen
zu Außenbeleuchtungssystemen 67

Bewertung von Farbspektren für RGB-LEDs mit Farbsensor 70

Entwicklung von LED-basierten Leuchten für den Außenbereich 71

Büchel, Gregor/Hartung, Georg/Bartz, Rainer

Eingebettete Systeme und RTDL für mobile Roboter 73

Cousin, René/Hartl, Christoph

Untersuchungen zum Abkühlverhalten von Stahlstäben
im Polymerbad 76

Fischer, Gregor

Entwicklung eines vollautomatischen
HDR-Demonstrationssystems 79

Grebe, Andreas/Vogt, Carsten

REST-basierte Dienstplattform für die
Kooperation von Smartphones 83

Knospe, Heiko/Pörschmann, Christoph

Identifikation und Abwehr von Telefon-SPAM 87

Grebe, Andreas

Qualitätsmonitoring und MOS-Wertbestimmung
von IPTV Videodaten 90

Reidenbach, Hans-Dieter

Blendgruppen zur Unterstützung der Risikobewertung
optischer Strahlungsquellen 94

Reinke, Uwe

iMEM – Intelligente Translation Memories durch
computerlinguistische Optimierung 97

Thieling, Lothar/Seegert, Sebastian

Erkennung von Präge- und Stempelschriften
auf metallischen Oberflächen 99

| | | |
|---|------------|--|
| Klocke, Heiner | | |
| Porta Hebraica – Erschließung und Präsentation historischer hebräisch-schriftlicher Drucke | 104 | |
| | | |
| CLUSTER 6 | | |
| | | |
| Bartz-Beielstein, Thomas / Flasch, Oliver | | |
| Evolutionary Computation in Practice und die GECCO Industrial Challenge | 110 | |
| Bartz-Beielstein, Thomas | | |
| Dynamic Niching for Diversity Preservation in Genetic Programming | 111 | |
| Genetic Programming and Symbolic Regression in the R Environment | 112 | |
| SPO-tuned GP and NARX Prediction Models for Stormwater Tank Fill Level Prediction | 114 | |
| SPOT: Interactive and Automatic Tuning of Search Heuristics and Simulation Models in the R Environment | 116 | |
| Faeskorn-Woyke, Heide / Leopold, Edda | | |
| Automatische Kategorisierung von Marktstudien | 117 | |
| Frithjof, Klases / Stevens, Sarah | | |
| Industrial Usability – Mensch-Maschine-Interaktion in industriellen Anwendungen | 120 | |
| Konen, Wolfgang | | |
| Gestendaten klassifizieren mit Slow Feature Analysis | 122 | |
| Optimierte Modelle zur Prognose von Füllständen in Regenüberlaufbecken | 124 | |
| Parameter-Tuned Data Mining: A General Framework | 126 | |
| | | |
| CLUSTER 7 | | |
| | | |
| Bongards, Michael | | |
| Indirekte Messung organischer Säurekonzentration mittels UV/vis Spektroskopie | 130 | |
| Softwareagenten regeln Kanalnetz in Emmerich | 134 | |
| Neuentwickelte Kanalnetzsteuerungen schützen empfindliche Gewässer | 138 | |
| Zustandsbasierte Regelung von Kläranlagen | 144 | |
| Entwicklung eines Simulationsmodells für kommunale Membrankläranlagen | 147 | |
| Innovative Online-Messtechnik in Membrankläranlagen | 151 | |
| Braun, Gerd | | |
| Hochdruck-Permeationsverhalten reiner Gase durch keramische Membranen | 155 | |
| Gaese, Hartmut | | |
| Klimawandel, Landnutzung und natürliche Ressourcen im Küstenregenwald von Rio de Janeiro | 170 | |
| Goeke, Johannes | | |
| Eine neue Methode zur Bestimmung der Messunsicherheit von Volumenstrom | 160 | |
| Messung von Phasenfrontgeschwindigkeit und Energiespeicherung von PCM-Compoundmaterialien | 164 | |
| | | |
| Rehorek, Astrid | | |
| Umwandlung von Methan in Kohlendioxid mit Hilfe von Bakterien in Rein- und Mischkultur | 175 | |
| Ribbe, Lars | | |
| Land Use and Climate Change Interactions in Central Vietnam Optimierung der Wassernutzung im ländlichen Raum Oberägyptens | 168 171 | |
| Small-scale producers' adaptation to climate risk in the Brazilian Amazon | 182 | |
| Rieckmann, Thomas / Besse, Katharina | | |
| Prozessentwicklung zur technischen Herstellung von Biokohle | 179 | |
| Schlüter, Sabine | | |
| Nachhaltige Bewässerungstechnik zur Bewirtschaftung kleinbäuerlicher Betriebe | 173 | |
| | | |
| CLUSTER 8 | | |
| | | |
| Franken, Rolf | | |
| Komplexe Dienstleistungsbündel durch Netzwerkorganisationen | 184 | |
| Hölter, Erich | | |
| Zeit und Management in Deutschland und Russland | 188 | |
| Klein-Blenkers, Friedrich | | |
| Miet- und Pachtrecht aktuell | 191 | |
| Materne, Stefan | | |
| Projekte des Forschungsschwerpunkts Rückversicherung | 193 | |
| Sander, Harald | | |
| Auswirkungen von Währungsunionen und Finanzkrisen auf globale Bankaktivitäten | 195 | |

VORWORT



Liebe Leserinnen und Leser,

der vorliegende Forschungsbericht gibt Ihnen einen spannenden Einblick in die Themen, an denen an der Fachhochschule Köln derzeit wissenschaftlich gearbeitet wird und ist doch nur ein Ausschnitt aus dem gesamten Spektrum unserer Forschungsaktivitäten. Acht thematische Cluster repräsentieren das Forschungsprofil der Hochschule. In all diesen Bereichen erleben wir derzeit eine erhebliche Ausweitung der Aktivitäten in der Forschung und im Wissenstransfer. Dies ist sehr erfreulich und wird die aktuelle und zukünftige Weiterentwicklung der Hochschule wesentlich beeinflussen. Die bedeutende Rolle der Forschung kommt im neuen Leitbild der Hochschule bereits im Mission-Statement zum Ausdruck: „Die Fachhochschule Köln ist sich ihrer gesellschaftlichen Verantwortung bewusst und leistet mit der Erfüllung ihres gesellschaftlichen Bildungsauftrags und ihrer Forschungstätigkeit einen nachhaltigen Beitrag zur Weiterentwicklung der Gesellschaft.“ Dass der Auftrag, den sich die Hochschule selbst gestellt hat und an dem sie sich messen lassen muss in der Hochschule auch gelebt wird, zeigen beispielhaft die im Cluster „Angewandte Sozialwissenschaften“ vorgestellten Projekte ab Seite 5.

„Die Fachhochschule Köln steht für eine exzellente praxisorientierte Forschung mit einem klaren, prägnanten Profil und betreibt aktiv Wissenstransfer mit Wirtschaft und Gesellschaft“, heißt es ebenfalls im Leitbild. Auch hierzu finden sich in diesem Forschungsbericht zahlreiche Beispiele. Viele Forschungsprojekte werden in Kooperation mit externen Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft durchgeführt. Dies gilt sowohl in nationalem als auch in internationalem Rahmen. Die Aktivitäten in Forschung und Wissenstransfer tragen somit auch zum Selbstverständnis als internationale Hochschule bei und belegen, wie wir Nachhaltigkeit in unseren internationalen Engagements verstehen und umsetzen.

Wie groß die Bandbreite an internationalen Aktivitäten ist, davon zeugen Projekte aus nahezu allen Kontinenten. Unsere Forscherinnen und Forscher sind im kambodschanischen Urwald, im Amazonasgebiet Brasiliens und in der oberägyptischen Wüste aktiv, um nur einige Beispiele zu nennen. Auch die Globalisierung und ihre Auswirkungen sind Gegenstand der Forschung: so wird die Dynamik der Geographie globaler Bankaktivitäten – ein derzeit sehr aktuelles Thema – in einem international organisierten Netzwerk wissenschaftlich untersucht.

In die meisten Projekte sind wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eingebunden; viele dieser Arbeiten führen zu Promotionen in Kooperation mit Universitäten. Sie stärken und erweitern das wissenschaftliche Leistungsspektrum der Hochschule. Die Einbindung der Forschung in die Lehre in den Bachelor- und insbesondere den Masterstudiengängen ist an der Fachhochschule Köln selbstverständlich.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre viele Anregungen und Inspirationen. Wir würden uns freuen, zukünftig auch mit Ihnen gemeinsam viele weitere Forschungs- und Transferprojekte auf den Weg zu bringen.

Prof. Dr.-Ing. Klaus Becker
Vizepräsident für Forschung und Wissenstransfer

**Jürgen Fritz/Horst Pohlmann/Jürgen Slegers**

Virtuelle Spielwelten –
eine medienpädagogische Herausforderung 6

Winfred Kaminski

Computerspiele: Medien und mehr ... 11

Sigrid Leitner

Study on the gender dimension and
discrimination in social protection 12

Investing in Children: Deutschland und England im Vergleich 14

Herbert Schubert

Der Allgemeine Soziale Dienst (ASD) im Wandel –
ein Praxisvergleich 16

Biographische Übergangssituationen ehemaliger Kölner
Berufskollegabsolventen/innen 18

Evaluation des Programms
„Lebenswelt Schule“ 19

Interdisziplinäre Erforschung von Netzwerkkooperation
und des Netzwerkberatungsbedarfs 21

CityNet – Wissenschaftliche Begleitung eines
Prozesses zum Netzwerkaufbau in Sozialräumen
der Stadt Mülheim an der Ruhr 23

Markus Ottersbach

Modellprojekt: Chancen der Vielfalt nutzen lernen 26

„Integration und Chancengleichheit“ – ein Netzwerk des
Deutsch-Französischen Jugendwerks (DFJW) 27

Partizipation in der Einwanderungsgesellschaft –
die Kalker Ereignisse vom Januar 2008 29

Andreas Thimmel

Interkulturelle Öffnung in der verbandlichen Jugendarbeit 30

Vielfalt on Tour – Jugendbegegnungen im Tandem 31

Das Projekt Ö –
Jugendverbände und ihr Beitrag zur Integration in NRW 33

ANGEWANDTE SOZIALWISSENSCHAFTEN

Virtuelle Spielwelten – eine medienpädagogische Herausforderung



ABSTRACT

„Spielraum“ ist ein medienpädagogisches Institut an der Fachhochschule Köln, das einen Beitrag zur Entwicklung der Medienkompetenz von Eltern, Erziehern, Pädagogen und Lehrpersonal in Hinblick auf Computer- und Videospiele leisten will. Die Erwachsenen sollen in die Lage versetzt werden, Kinder und Jugendliche zu einem angemessenen Umgang mit Bildschirmspielen anzuleiten.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Jürgen Fritz
Dr. Tanja Witting
Dipl. Soz.-Päd.,
MedienSpielPädagoge (MA)
Horst Pohlmann,
Dipl. Soz.-Päd. Jürgen Slegers
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für Medienforschung
und Medienpädagogik
spielraum@f01.fh-koeln.de

PROJEKTBERATUNG

Prof. Dr. Winfried Kaminski

KOOPERATIONSPARTNER

Electronic Arts Deutschland
Nintendo Deutschland

FINANZIERUNG

Fachhochschule Köln
Electronic Arts Deutschland
Nintendo Deutschland

Seit mehr als zwanzig Jahren befassen sich Politik, Öffentlichkeit, Forschung und Pädagogik mit dem neuen Medium der virtuellen Spielwelten. Die Kontroverse entzündet sich an den Fragen, ob diese Medien nützlich oder schädlich sind und was zu tun ist, um einen möglichen Nutzen zu mehren und um Schaden von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen zu verhindern. Um wissenschaftliche Erkenntnisse zu diesen Problemfeldern zu gewinnen, wurde vor mehr als zehn Jahren an der Fachhochschule Köln der Forschungsschwerpunkt „Wirkung virtueller Welten“ gegründet, der mit zahlreichen Forschungen und Publikationen den Erkenntnisbestand zu diesem Bereich vergrößert hat.

Aus den Erkenntnissen hat sich sehr bald die Einsicht entwickelt, dass die Frage nach Nutzen und Schaden einen wichtigen pädagogischen Aspekt besitzt. Von diesen neuen Medien geht eine Herausforderung aus, der sich die Pädagogik und speziell die Medienpädagogik stellen muss. Sie muss Antworten finden, wie Kinder und Jugendliche aber auch Erwachsene und Senioren in angemessener Weise diese Medien für sich nutzen und in ihre Lebenswelt integrieren können. Es wurde für die FH Köln erforderlich, ein Institut zu etablieren, das sich parallel zu den Forschungen den medienpädagogischen Herausforderungen stellt.

Konzeption und Ziel

Das Institut „Spielraum“ wurde Ende 2006 mit Unterstützung der Unternehmen Electronic Arts und Nintendo an der Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften der Fachhochschule Köln eingerichtet. Das Institut konzentriert sich darauf, Wissen über Computer- und Videospiele aufzubauen und zu vertiefen. „Spielraum“ versteht sich dabei als kompetenter Diskussionspartner und Vermittler zwischen den Spielinteressen der Kinder, Jugendlichen und jungen Erwachsenen und den Sorgen, Bedenken und Einschätzungen von Erziehenden. Ziel von „Spielraum“ ist es, einen Beitrag zur Entwicklung der Medienkompetenz von Eltern, Erzieher/innen, Pädagogen und Pädagoginnen und Lehrer/innen in Hinblick auf Computer- und Videospiele zu leisten und diese in die Lage zu versetzen, Kinder und Jugendliche zu einem angemessenen Umgang mit Bildschirmspielen anzuleiten. „Spielraum“ ist ein durch den Präsidenten der FH Köln vertraglich abgesichertes Projekt der Fachhochschule mit den Unternehmen Electronic Arts Deutschland und Nintendo Deutschland. Die beiden Industriepartner folgen mit ihrem Engagement einer Aufforderung der Landesregierung Nordrhein-Westfalen, die federführend für die gesetzliche Alterskennzeichnung von Computer- und Videospiele verantwortlich



Abb. 1: Medienpädagogische Netzwerktagung mit dem Schwerpunktthema Praxisprojekte im Mai 2009

ist, sich an der gesellschaftlichen Diskussion über virtuelle Spielwelten zu beteiligen und die medienpädagogische Aufklärungsarbeit im Rahmen des Kinder- und Jugendschutzes aktiv zu unterstützen. Die Sozialpädagogen Horst Pohlmann und Jürgen Slegers leisten seit der Gründung des Instituts „Spielraum“ die wesentliche organisatorische und pädagogische Arbeit und haben durch ihr Engagement und ihr Können bewirkt, dass sich das Institut zügig weiterentwickelt hat. Die beiden Fachkräfte gestalten ihre Arbeit weitgehend selbständig und eigenverantwortlich. Die Firmen Electronic Arts und Nintendo nehmen keinen Einfluss auf Art, Umfang und Inhalt der pädagogischen Arbeit von „Spielraum“. Das Institut „Spielraum“ ist organisatorisch der Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften der FH Köln zugeordnet und stellt die Arbeitsräume für „Spielraum“ zur Verfügung. Neben dem Dekanat der Fakultät trägt Prof. Dr. Jürgen Fritz die Verantwortung gegenüber dem Präsidium, der Verwaltung und den Kooperationspartnern. Wesentliche Unterstützung erfährt das Institut „Spielraum“ durch Dr. Tanja Witting. Beratend steht Prof. Dr. Winfried Kaminski dem Institut zur Verfügung.

Arbeitsschwerpunkte von „Spielraum“

Einer der Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche bundesweit agierende medienpädagogische Arbeit ist zweifellos die Vernetzung von Einrichtungen und Initiativen, die im Tätigkeitsfeld aktiv sind. Nur durch den fachlichen Austausch, die Weitergabe von Praxiserfahrungen oder die Abstimmung von Strategien und Angeboten in Schule, Kinder- und Jugendarbeit und Erwachse-

nenbildung kann Medienpädagogik in der Bundesrepublik flächendeckend erfolgreich praktiziert werden. Vor diesem Hintergrund konnte „Spielraum“ seit Beginn der Arbeit ein medienpädagogisches Netzwerk initiieren, aus dem zahlreiche Kooperationen und Praxisansätze hervorgegangen sind. Einmal im Jahr lädt „Spielraum“ zur „Medienpädagogischen Netzwerktagung“ in die Fachhochschule ein und widmet sich jeweils einem aktuellen Schwerpunktthema: Im Durchschnitt nahmen an den Netzwerktagungen rund siebzig Personen teil, darunter auch zahlreiche Studierende der Sozialen Arbeit. Die Präsentationsfolien sowie Audio-Podcasts der Medienpädagogischen Netzwerktagungen sind auf der Internetseite des Instituts verfügbar.

Auf Initiative des Ministeriums für Familie, Kinder, Jugend, Kultur und Sport des Landes NRW präsentiert sich „Spielraum“ gemeinsam mit der Arbeitsgemeinschaft Kinder- und Jugendschutz NRW (AJS) und dem Verein ComputerProjekt Köln unter dem Motto „Medienkompetenz aus NRW“. Alle drei Institutionen beschäftigen sich mit ministerieller Unterstützung mit dem Thema Kinder- und Jugendschutz in Bezug auf Bildschirmspiele und erreichen durch die verschiedenen Informationsangebote wie Telefon-Hotline zum Jugendschutz, Internet-Ratgeber mit pädagogischen Beurteilungen von Spiel- und Lernsoftware, Fort- und Weiterbildungsangebote sowie Schulprojekte mit Kindern und Jugendlichen die entscheidenden unterschiedlichen Zielgruppen. So informieren und beraten die drei Partner regelmäßig mit bundesweiter Präsenz auf einem gemeinsamen Messestand etwa auf

der „gamescom“, dem Deutschen Präventionstag, dem Kinder- und Jugendhilfetag, der „didacta“ oder einschlägigen Veranstaltungen von medienpädagogisch tätigen Institutionen.

Vielfältige Kooperationen

„Spielraum“ kooperiert mit zahlreichen Einrichtungen und Institutionen. Gemeinsame Veranstaltungen wurden etwa mit den Arbeitsgemeinschaften Kinder- und Jugendschutz in Baden-Württemberg im Rahmen des Landesnetzwerks Medienpädagogik, in Sachsen-Anhalt im Rahmen des Projekts „einfach erwachsen – die Computerspielparty für Eltern“ oder in Niedersachsen im Rahmen der Multiplikatoren Ausbildung durchgeführt. Auch mit den Landesmedienzentren NRW, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg finden in unregelmäßigen Abständen Projekte statt. „Spielraum“ organisierte mit der Friedrich-Ebert-Stiftung die Fachtagungen „Nur Spielen!“ in Duisburg (2007) und „Ausgespielt? Nutzen und Risiken von Computerspielen“ in Berlin (2008). Die Konrad-Adenauer-Stiftung lud „Spielraum“ mehrfach ein, um den Themenkomplex der virtuellen Spielwelten im Rahmen von Seminaren zur Werteerziehung mit Schüler/innen zu bearbeiten. Die Volkshochschulen der Städte Duisburg, Düsseldorf, Langenfeld, Mettmann, Siegburg und Wülfrath fragen regelmäßig an, um in der Qualifizierung von Tagesmüttern und Tagesvätern den Bereich der Bildschirmspiele abzudecken. Seit Mitte 2009 ist das Institut „Spielraum“ Mitglied bei der Gesellschaft für Medienpädagogik und Kommunikationskultur in der Bundesrepublik Deutschland e.V. (GMK), dem größten medienpädagogischen Dach- und Fachverband, und dort Initiator und Gründungsmitglied der Fachgruppe Games. Darüber hinaus erhält „Spielraum“ zahlreiche Anfragen zur Gestaltung von Informationsveranstaltungen und Fortbildungen für Eltern und Erzieher/innen aus Schule sowie Kinder- und Jugendarbeit. Geschätzt wird hier vor allem die praxisnahe Ausrichtung von Kursen, die es den Teilnehmer/innen mit möglichst geringem Aufwand ermöglichen, eigene Projekte umzusetzen.

Auf den Veranstaltungen „Games Convention“ in Leipzig sowie der Nachfolge-Veranstaltung „gamescom“ in Köln (seit 2009) setzt das Institut „Spielraum“ vor allem medienpädagogische Spielangebote für Kinder und Jugendliche um. Daneben gibt es Informationsmöglichkeiten für Eltern und Pädagogen

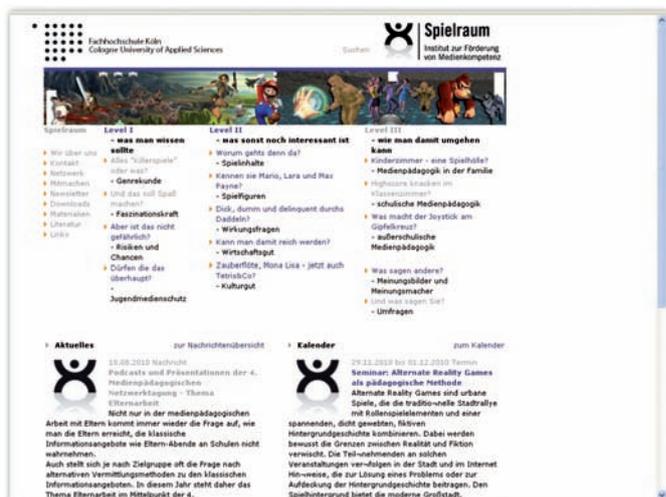


Abb. 2: Webseite



sowie Kurzschulungen zu aktuellen Themen. Beispielsweise wurde mit dem Institut für Computerspiel „Spawnpoint“ aus Erfurt und mit Unterstützung der Bundeszentrale für politische Bildung das Computerspiel „Mirror’s Edge“ mit der Sportart „Parcours“ kombiniert (2009). Gemeinsam mit Jugendlichen des Werkbereichs Metall der Jugendwerkstatt des Internationalen Bundes (IB) in Köln-Vingst wurde ein „Smart“ halbiert und zu einem Fahrschulsimulator umgebaut, bei dem unter Einsatz von Rauschbrillen das Fahren unter Alkoholeinfluss simuliert und thematisiert wurde. Daneben wurde auch mit dem ComputerProjekt Köln e.V. und dem Waldritter e.V. der „Dungeon2Go“ realisiert, in dem ein virtuelles Rollenspiel in der Realität fortgeführt wird. Der „Dungeon2Go“ war auch interaktiver Bestandteil der zweitägigen „Next Level Conference“ des NRW-Kultursekretariates, der Staatskanzlei NRW und dem Medienwerk NRW. Auf der diesjährigen Konferenz „Future and Reality of Gaming 2010“ (F.R.O.G.) in Wien hat „Spielraum“ seine pädagogischen Praxisprojekte vor internationalem Fachpublikum vorgestellt. Der medienpädagogische Bereich auf der „gamescom“, der mittlerweile weltweit größten Messe für interaktive Spiele und Unterhaltung, wird 2011 unter Planung von „Spielraum“ in Abstimmung mit der „koelnmesse“ und Netzwerkpartnern weiter gestärkt und ausgebaut.

Projekte von „Spielraum“

Mit dem Angebot „Tag der Medienkompetenz“ bietet „Spielraum“ ein bislang einzigartiges Konzept zur Vermittlung von Basiswissen zu Computer- und Videospielen: An einem Tag wird zunächst mit Schüler/innen in einer dreistündigen Unterrichtseinheit zu den Themen Jugendmedienschutz, gesetzliche Alterskennzeichnungen, Faszination und exzessives Spielverhalten gearbeitet. Am Mittag folgt eine Schulung des Lehrerkollegiums mit den gleichen Inhalten, ergänzt um relevante Aspekte für den Schulunterricht, und am Abend findet zur gleichen Thematik ein Elternabend statt, in dem ergänzend Tipps zum Umgang mit Bildschirmspielen im Familienalltag gegeben werden. Das Konzept ermöglicht es, alle am Medienerziehungsprozess Beteiligten an nur einem Tag auf den gleichen Wissensstand zu bringen und eine nachhaltige Auseinandersetzung in Schule und Elternhaus in Gang zu bringen. Das Angebot erfreut sich großer Nachfrage weiterführender Schulen in NRW und den benachbarten

Bundesländern. Darüber hinaus liegt eine Anfrage zur Unterstützung der Umsetzung in österreichischen Schulen vor. Mit dem Projekt „Schüler-Medien-Trainer: Games“ hat „Spielraum“ in 2009 begonnen, ein nachhaltiges Konzept in einer Pilotphase an vier Schulen in NRW zu erproben, bei dem im Peer-to-Peer-Ansatz Schüler/innen der zehnten und elften Jahrgangsstufe zu Tutor/innen ausgebildet werden, die wiederum den „Tag der Medienkompetenz“ selbständig in den Unterstufen-Klassen sowie die Elternabende gestalten können. Hintergedanke ist, eine Instanz an der jeweiligen Schule zu etablieren, die eine langfristige Medienkompetenzvermittlung als Ergebnis hat. Mit dem Schuljahreswechsel im Frühjahr 2011 beginnt in drei weiteren Schulen in NRW die Ausbildung der Trainer/innen, und mit dem Landesministerium werden Gespräche geführt, wie der innovative Ansatz landesweit umgesetzt werden kann.

Medien- und Erlebnispädagogik im Doppelpack

In Kooperation mit dem Amt für Kinder, Jugend und Schule der Stadt Mülheim an der Ruhr, dem ComputerProjekt Köln e.V. und dem Waldritter e.V. wurde 2009 das Ferienprojekt „Quest in Mittel-Mülheim“ und 2010 die Fortführung „Quest in Mittel-Mülheim II – das Abenteuer geht weiter“ umgesetzt. Die Idee ist, ein Computer-Rollenspiel in die Realität zu transferieren. Dazu spielen die rund fünfzig jugendlichen Teilnehmer/innen in Kleingruppen verteilt auf mehrere Jugendeinrichtungen zunächst ein Computerspiel, diskutieren über Heldenbilder und erstellen ihren eigenen Helden, den sie verkörpern möchten. Sie schneiden und gestalten eigene Kostüme, studieren Lieder und Schlachtrufe ihrer Gruppe ein, erhalten ein Training mit LARP-Schwertern (Live-Action-Role-Playing-Schwerter aus Schaumstoff) oder Zauber-Bällen und treten am letzten Tag gemeinsam mit den anderen Gruppen in einem Live-Rollenspiel gegen dunkle Widersacher (Orks) an. Um siegreich zu sein, gilt es Denk- und Geschicklichkeitsaufgaben zu lösen, sport- und erlebnispädagogische Elemente zu meistern und die Orks letztendlich in einer actionreichen Schlacht zu besiegen. Ist das Unterfangen gelungen, bedankt sich der König mit einem üppigen Rittermahl sowie Tanz und Spiel in seiner Burg (Schloss Broich, Mülheim an der Ruhr). Das Projekt kombiniert Medienpädagogik mit Theater-, Spiel- und Erlebnispädagogik und soll dazu dienen, Jugendlichen spannende Alternativen

zur medialen Freizeitbeschäftigung aufzuzeigen. Und in der Tat schlägt das Pädagogen-Herz höher, wenn vierzehnjährige Jungen sich von ihren Eltern eine Nähmaschine zu Weihnachten wünschen ... Das aufwendige Ferienspiel-Angebot wurde mit Studierenden des BA Soziale Arbeit an der FH Köln auf der jährlich stattfindenden „Sommerakademie“ geplant und vorbereitet. Die Studierenden haben während der mehrtägigen Aktion eigenständig die Jugendgruppen pädagogisch angeleitet und konnten so wichtige Praxiserfahrungen sammeln. Zahlreiche Geschichts- und Mittelaltervereine, LARP-Vereine und Privatpersonen wie Eltern und Erzieher/innen konnten darüber hinaus gewonnen werden, das Live-Rollenspiel als Spielleiter oder als Statisten ehrenamtlich zu unterstützen. Eine Video-Dokumentation ist auf der Internetseite www.youtube.com/institutspielraum verfügbar.

Eine weniger aufwendige Variante des Quest-Konzepts wurde mit einem Teil der beteiligten Kooperationspartnern für die „Next Level-Conference“ und die „gamescom“ (Jugendforum NRW) umgesetzt. Auch hier bildet ein Computer-Rollenspiel, diesmal mit einem eigens für das Projekt erstellten Spiellevel, den Einstieg in eine Fantasy-Geschichte. Das rund halbstündige Abenteuer kann jedoch nur dann vollendet werden, wenn die Spieler in eine Heldenrolle schlüpfen, sich verkleiden und sich in einem realen „Dungeon“ (zu Deutsch: Verlies) Hexen, Zauberern und Kriegern gegenüberstellen und die gestellten Rätsel und Taktik-Aufgaben gemeinsam lösen. Das virtuell-reale Spielangebot kann inzwischen mit Standbauten, Technik, Requisiten und Betreuungspersonal für Veranstaltungen gebucht werden. Ein Video ist ebenfalls auf der Internetseite www.youtube.com/institutspielraum einsehbar. „Spielraum“ wurde aktuell angefragt, den „Dungeon2Go“ auf der „didacta“ 2011 in Stuttgart im Rahmen eines Elternkongresses und auf der internationalen Fachtagung „Future and Reality of Gaming“ (F.R.O.G.) im Herbst 2011 in Wien durchzuführen.

Faszination und Wirkung von Bildschirmspielen

Neben diesen beiden Spielangeboten für Heranwachsende widmet sich „Spielraum“ aber auch den erwachsenen Zielgruppen. Gemeinsam mit der Bundeszentrale für politische Bildung, spielbar.de, dem ComputerProjekt Köln e.V. und [turtleentertainment](http://turtleentertainment.com), dem Betreiber der Electronic-Sports-League

(ESL) wird bundesweit regelmäßig die „Eltern-LAN“ durchgeführt. Hier haben Eltern die Möglichkeit, eigene Spielerfahrungen in einem Autorennen (Trackmania) und einem Taktik-Shooter (Counter-Strike) zu sammeln und einen Eindruck von der aktiven Spielerzene zu erhalten. Neben einer medienpädagogischen Einführung und der ausführlichen Thematisierung der Medienwirkung in Bezug auf Gewaltinhalte und Bindungsfaktoren kommen Eltern untereinander und mit jugendlichen Spielern ins Gespräch. Zielsetzung des Ansatzes ist es, Eltern zu befähigen, die Faszination und Wirkung von Bildschirmspielen einschätzen und im Dialog mit ihren Kindern eine authentische Position beziehen zu können. Das Angebot wird auf Nachfrage auch als Fortbildungsveranstaltung für Pädagogen und Multiplikatoren angebunden und kann auch von Schulen und Jugendeinrichtungen als „mobile Eltern-LAN“ gebucht werden, sofern die benötigte Technik vor Ort verfügbar ist. Darüber hinaus wurde die Veranstaltung für Politiker/innen angeboten – im Bayerischen Landtag, dem Sonderausschuss „Amok“ des Landtags Baden-Württembergs sowie im Januar 2011 im Bundestag in Berlin. Die Parlamentarier/innen wollten sich selbst ein Bild von „Killerspielen“ und der Spielerszene machen. Nach Aussage von Eltern in unterschiedlichen Befragungen wünschen sie sich explizit Möglichkeiten, im Rahmen von Informationsveranstaltungen selbst Computer- und Videospiele ausprobieren zu können. Neben der Eltern-LAN, die sich vornehmlich den problematischen Spielinhalten und Wirkungen widmet, stellen Eltern oft die Frage nach guten oder empfehlenswerten Spielen. Um hier eine Brücke zu schlagen, hat „Spielraum“ mit dem Deutschen Kinderschutzbund Landesverband Bayern e.V. auf der „gamescom“ 2011 in Köln erstmals das Projekt „play2gether“ umgesetzt. Hier treten Eltern gemeinsam mit ihren Kindern gegen andere Spielerpaare in familientauglichen Videospiele gegeneinander an. Hintergedanke ist, dass ein gemeinsames Spielen angeregt wird, was auch zuhause praktiziert werden kann, um eine Verständnisbrücke aufzubauen: So kommen Eltern mit ihren Kindern ins Gespräch und erfahren in spielerischem Rahmen, was ihr Kind an den Spielen fasziniert und wie die Spielmechanik des jeweiligen Spiels aufgebaut ist. Dies ist eine Grundlage, um sinnvolle Regelungen zum Umgang mit Computer- und Videospiele (zeitliche und inhaltliche Nutzung) zu vereinbaren.

Videospiele verbinden Alt und Jung

Eine weitere Zielgruppe für Angebote von „Spielraum“ stellen Senior/innen dar: In einem Kölner Seniorenheim wurde bisher zweimal das Projekt „Silver Gamer“ umgesetzt, bei dem Senior/innen die Möglichkeit haben, Bildschirmspiele auszuprobieren. Laut Aussagen der Teilnehmer/innen ist das Anliegen nicht vorrangig, selbst einmal zu spielen, sondern häufig auch, befähigt zu werden, den Anschluss an die Lebenswelt der Enkelkinder nicht zu verlieren. Für die Betreuung der Spielstationen konnten Jugendliche aus Testergruppen für den Spielerratgeber-NRW gewonnen werden. Sie testen und beurteilen im Auftrag des Landes NRW Computer- und Videospiele unter pädagogischen Gesichtspunkten. Dieser intergenerative Ansatz ist bislang bundesweit einzigartig und findet zunehmend Netzwerkpartner, Institutionen und Schulen, die ein ähnliches Projekt umsetzen möchten.

Unter Federführung von „Spielraum“ wird aktuell gemeinsam mit rund zehn der in der Bundesrepublik führenden Institutionen im Bereich der Medienpädagogik ein „GamesCamp“ vorbereitet. In einer Bildungsstätte in Würzburg wird im September 2011 Spieler/innen ab 14 Jahren erstmals die Chance gegeben, sich unter pädagogischen, gesellschaftlichen, politischen sowie technischen Aspekten mit Computer- und Videospiele auseinander zu setzen. Die Veranstaltung in „Barcamp“-Format stellt ausdrücklich die Wünsche und Interessen der Teilnehmer/innen für die inhaltliche Ausgestaltung in den Vordergrund und bindet erwachsene Experten als kompetente Ansprechpartner „auf Augenhöhe“ ein. So soll ein Dialog der Generationen initiiert werden, der die unterschiedlichen Sichtweisen zum Inhalt hat.

„Spielraum“ als praxisrelevanter Teil der Lehre

Die Veranstaltungen und Projekte von „Spielraum“ haben bewusst eine rein pädagogische Ausrichtung. Wie beschrieben haben Studierende in den Praxisprojekten wie etwa „Quest“, „Dungeon2Go“ und „Tag der Medienkompetenz“ die Möglichkeit, ihr theoretisch erworbenes Wissen praktisch umzusetzen. Neben Prüfungsleistungen und Abschlussarbeiten konnten mit Unterstützung von „Spielraum“ in der Vergangenheit auch Stellen für Praktika oder Honorartätigkeiten im medienpädagogischen Arbeitsfeld vermittelt werden. An

den Netzwerktagungen haben auch immer Studierende der Hochschule teilgenommen. Im Januar gab es aufgrund der Initiative von Studierenden ein Zusatzseminar in Kooperation mit dem basa e.V. (Verein der kulturellen und politischen Jugendbildung) und dem Waldritter e.V. zu „Alternate Reality Games als pädagogische Methode“, das in einer gemeinsamen Umsetzung eines Spielangebots zur politischen Bildung für Kölner Schulen münden wird. Auch hier steht neben der theoretischen Wissensvermittlung eine Praxiserprobung im Mittelpunkt. Die oben beschriebene Netzwerkarbeit ist maßgeblich verantwortlich für die Umsetzung des berufsbegleitenden Weiterbildungsmasterstudiengangs „Handlungsorientierte Medienpädagogik“ (HOMP), der auf Initiative von „Spielraum“ in Kooperation mit der Donau-Universität in Krems Ende April 2011 starten wird. Der Studiengang findet im Wechsel in Köln und Krems statt und bindet Medienpädagogen aus Deutschland und Österreich, die im „Spielraum“-Netzwerk aktiv sind, in eine praxisnahe Gestaltung der Seminare ein. Den Lehrgangsteilnehmer/innen wird sowohl theoretisches Wissen als auch durch das aktive Ausprobieren von Methoden und die Umsetzung eigener Projekte das praktische Rüstzeug vermittelt, das für medienpädagogische Angebote zu den digitalen Medien erforderlich ist.

Publikationen, Materialien und Filme von „Spielraum“

Mit seiner Internetseite hat „Spielraum“ ein stark beachtetes und renommiertes Informationsportal für Eltern und Pädagogen umgesetzt, das sowohl leicht verständliches Basiswissen rund um Computer- und Videospiele bietet, als auch praktische Handreichungen für schulische wie außerschulische Projektansätze zur Verfügung stellt. Beispielsweise können fertige Unterrichtsmodule zu den Themen Jugendschutz, Faszination oder Digitale Medienwelten herunter geladen werden. Auch Netzwerkpartner nutzen das Angebot und stellen hier die Ansätze und Erfahrungen eigener Projekte zur Verfügung. Eine umfangreiche Sammlung von weiterführenden Informationsquellen im Internet ermöglichen es den Website-Besuchern tiefer in die Materie einzusteigen. „Spielraum“ vermittelt darüber hinaus örtliche Kontaktpersonen für Schulungen oder Beratungen. In Kooperation mit der „DramaGroup“ des Gymnasiums am Ölberg in Königswinter hat „Spielraum“ die Produktion des Kurzfilms „The Next Level“ finanziert, der sich mit der

Problematik des exzessiven Medienkonsums auseinander setzt. Die Uraufführung fand Anfang November 2010 im Filmmuseum der Landeshauptstadt Düsseldorf statt. Hier diskutierten die Hauptdarsteller – Schüler der Jahrgangsstufe 13 – die Regisseurin des Films Lisa Wagner sowie der verantwortliche Lehrer und Theaterpädagoge Frank Mertens mit Erwachsenen und Jugendlichen über die Faszination virtueller Spielwelten und Alternativen zur Mediennutzung. „Spielraum“ erstellt zurzeit mit Netzwerkpartnern Begleitmaterialien zum Film, die eine Thematisierung im Schulunterricht und der außerschulischen Jugendarbeit ermöglichen. Das fertige Medienpaket wird über die Bundeszentrale für politische Bildung, das Landesmedienzentrum NRW und das Institut „Spielraum“ ab Frühjahr 2011 zur Verfügung gestellt.

Jürgen Fritz/Horst Pohlmann/Jürgen Slegers



Abb. 3: Banner

LITERATUR

- Kaminski, W.; Witting, T. (Hrsg.), (2008): Digitale Spielräume – Basiswissen Computer- und Videospiele. Kopaed, München
- Mazari, I.; Pohlmann, H. (2009): Wettkämpfe am Computer – Einblicke in das Phänomen eSport; Spielbegeisterung in der Schule. – Ideen zur pädagogischen Nutzung von eSport. In: Computer+Unterricht Spezial: Computerspiele, Friedrich Verlag, Seelze
- Pohlmann, H. (2008): Entwicklung von Beziehungsnetzen in „World of Warcraft“. In: Fritz, Jürgen (Hrsg.). Computerspiele(r) verstehen – Zugänge zu virtuellen Spielwelten für Eltern und Pädagogen, Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn
- Pohlmann, H. (2008): Exzessive Nutzung von Computerspielen. In: AJS Forum, 4/08, Arbeitsgemeinschaft Kinder- und Jugendschutz (AJS) Landesstelle Nordrhein-Westfalen e.V., Köln
- Pohlmann, H. (2009): Zu viel auf's Spiel gesetzt? – Gesetzlicher und pädagogischer Jugendmedienschutz im Umgang mit Computer- und Videospiele. In: Brennpunkt aktuell – Magazin für Kinder- und Jugendschutz, Ausgabe 11, Buch- und Zeitschriftenverlag Jana Rades, Hamburg
- Pohlmann, H. (2009): Was heißt hier medienkompetent? In: Palme, Hans-Jürgen; Deibele, Eva; Fußmann, Albert (Hrsg.), Von den Computerfreaks zur Mediengeneration – Medienpädagogische Essays, Kopaed, München
- Pohlmann, H.; Slegers, J. (2009): Computerspiele als Herausforderung für Lehrer und Eltern. Thema Gewalt – Pädagogische Anregungen für die Auseinandersetzung mit problematischen Inhalten in Computerspielen; Zurück in die reale Welt. Ansätze zum Umgang mit substanzähnlichem Spielverhalten; Traumberuf Spieleentwickler – ein Vorschlag zu Beschäftigung mit dem Berufsfeld Spieleentwicklung. In: Computer+Unterricht Spezial: Computerspiele, Friedrich Verlag, Seelze
- Pohlmann, H.; Slegers, J. (2010): Virtuelle Spielwiesen – Herausforderungen digitaler Spiele. In: Herausforderungen der multimedialen Welt an die Erziehung in den Familien und die Soziale Arbeit mit Jugendlichen – Expertise zum 9. Kinder- und Jugendbericht des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Pohlmann, H.; Slegers, J. (2010): Digitale Spielmedien. In: Kaminski, Winfried (Hrsg.). Grundlagen Sozialer Arbeit – Medienkompetenz in der Sozialen Arbeit, Wochenschau-Verlag, Schwalbach/Ts.

- Slegers, J. (2009): Neulich in der Spieleabteilung. In: Palme, H.-J.; Deibele, E.; Fußmann, A. (Hrsg.). Von den Computerfreaks zur Mediengeneration – Medienpädagogische Essays, Kopaed, München
- Slegers, J.; Witting T. (2009): Level 1 – Wissenswertes für Erwachsene über die virtuellen Spielwelten Heranwachsender. In: Computer+Unterricht Spezial: Computerspiele, Friedrich Verlag, Seelze
- Slegers, J. (2009): Überblick über verschiedene Genres von Bildschirmspielen. In: Computer+Unterricht Spezial: Computerspiele, Friedrich Verlag, Seelze
- Slegers, J. (2008): Und das soll Spaß machen? – Faszinationskraft. filmheft: Ben X. Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn
- Slegers, J. (2010): Recht, Moral und Jugendmedienschutz im Unterricht – Beispiele für die Beschäftigung mit Computerspielen aus dem Institut „Spielraum“. In: Computer+Unterricht Spezial: Jugend+Medien, Friedrich Verlag, Seelze
- Slegers, J. (2010): Fit in der Medienwelt – begleiten Sie Ihr Kind! Stiftung Lesen, Deutsche Post, Mainz
- Slegers, J. (2010): Computerspiele im Unterricht. In: Log In – Informatische Bildung und Computer in der Schule Nr. 163/164, Log In Verlag, Berlin
- Slegers, J. (2010): Computerspiele(n) in der Schule. In: klicksafe.de., Ludwigshafen
- Slegers, J. (2010): Müssen Mario, Lara und die Sims auch in die Schule?; Den Medienkonsum erkennen. In: Praxis Schule 5–10 Extra Computainment – Lernen mit Computerspielen? 4/2009 und 1/2010, Westermann, Braunschweig
- Slegers, J. (2010): Genreübersicht der Bildschirmspiele; Faszination virtueller Spielwelten; Jugendmedienschutz; „Neue Medien“ im Familienalltag; Praxisbeispiele; Weiterführende Angebote und Informationen. In: Praxisratgeber zur Betreuung und Beratung von Kindern und Jugendlichen, Forum Verlag, Merching
- Stawinoga, M.; Slegers, J. (2010): Simulation der Entwicklung eines Computerspiels. LOG IN – Informatische Bildung und Computer in der Schule Nr. 163/164, Log In Verlag, Berlin

Computerspiele: Medien und mehr ...

Zum dritten Mal fand in der Fachhochschule Köln die International Computer Game Conference „Clash of Realities 2010“ vom 21.4. bis 23.4.2010 statt. Die Kölner Konferenz brachte Wissenschaft, Praxis und die interessierte Öffentlichkeit zusammen, um sich gemeinsam ein angemessenes Bild von Computerspielen zu machen, sich mit Vorbehalten auseinanderzusetzen und diese durch fundiertes Wissen zu ersetzen. Bei der diesjährigen Konferenz zum Thema „Computerspiele: Medien und mehr ...“ kreisten die Vorträge und Gespräche um die spezifische Medialität, die Ästhetik und die Verschränkungen der Computerspiele mit anderen Medien. Die zahlreichen Referate verdeutlichten, dass Bildschirmspiele – ob nun für den PC, die Konsole oder das Mobiltelefon gedacht – zu einem selbstverständlichen Element der heutigen Medienkultur und Unterhaltungsindustrie geworden sind. Dazu wurden auch kontroverse Fragen diskutiert: Wie funktionieren die Spiele für Anwender? Wie denkt die Öffentlichkeit über Computerspiele? Welche Effekte kann das digitale Spielen haben? Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler beschäftigten sich auch mit Fragen zur Abhängigkeit und Gewalt, Geschlechterrollen, politischen Implikationen der Spiele (Welchen Politikmodellen begegnen wir darin?), den Potenzialen des Lernens, des kulturellen Ausdrucks und der medial-ästhetischen Gestaltung sowie des bewussten Freizeiters. Teilgenommen haben Forscherinnen und Forscher aus Großbritannien, Italien, Dänemark, Österreich, Schweiz und Deutschland. Sie vertraten die Medienwissenschaft, Kognitionswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Spieleforschung, Medienpädagogik, Psychologie und Sozialwissenschaft, Filmwissenschaft, Design und Informatik. Die außergewöhnliche Themenbreite der Konferenz, präsentierte den aktuellen Diskussionsstand zu den Herausforderungen und Möglichkeiten von Computerspielen. Dabei ermöglichten die Vertreterinnen und Vertreter der unterschiedlichen Fachrichtungen konzise Blicke auf die formalen und inhaltlichen Möglichkeiten sowie die Besonderheiten der zeitgenössischen digitalen Spielwelten. Der Titel des Dokumentationsbandes „Computerspiele: Medien und mehr ...“

der beim Münchener kopaed Verlag erscheint, sammelt Beiträge über Online-Rollenspiele und Ego-Shooter ebenso wie Reflexionen über digitale Sportspiele, Planungs- und Strategiespiele, weitere Spielgenres und Aspekte der zeitgenössischen Diskussion bis hin zur Mediendidaktik und –pädagogik. Es wird darüber nachgedacht, ob die digitalen Spiele über die spielerische Interaktion hinaus auch Gelegenheit zu „gesellschaftlicher Partizipation und Engagement“ bieten. Unter dem Oberbegriff Jugendkultur geht es um medial bestimmte Formen heutigen Freizeiters, um Identitätsfindung, um die Entstehung neuer Sozialräume durch virtuelle Spielwelten sowie um soziale Prozesse und die Rolle der sozialen Gruppen. Hinzu kommen Fragen nach der „männlichen Dominanz in Spielerclans“ und nach der Bewertung von Spielen als einem konstruktiven Teil der Freizeit. Ein weiteres Augenmerk gilt auch der Psychologie des Spielens. So untersucht und verwendet der Gottfried-Wilhelm-Leibniz-Preisträger Dietrich Dörner von der Universität Bamberg Computerspiele, um die Kognitionspsychologie voranzubringen. Er fragt etwa: „Haben Maschinen Seelen? Oder ist gar unsere Seele eine denkende Maschine?“ In diesen Themenbereich gehören ebenso die Diskussionen um die Spielsucht und angemessene medizinisch-therapeutische Ansätze sowie die Fragen, ob sozialwissenschaftlich-empirische sowie psychologische Forschung zu den Phänomenen Spielsucht und exzessives Spielen erforderlich ist, und welche Chancen Beratung und Prävention haben. Mit Blick auf die Entwicklung von Spielen standen anlässlich des Kongresses Fragen nach Foto- und Hyperrealismus der Spiele und ihrer Rolle bei der Weiterentwicklung des Kinos ebenso auf dem Programm wie die Verbindung der Konstruktion realer Räume (Architektur) und virtueller Spielräume. Weitere Themen waren Spiele als Experimente, Experimente mit Computerspielen, Computerspiele als „Kunstform“ und damit als „Kulturgut“ sowie neue „narrative Möglichkeiten“ durch Computerspiele. Expertinnen und Experten aus dem Bereich Medienpädagogik stellten Forschungs- und Praxiserfahrungen vor und bezogen Stellung zu Aspekten der Medienkompetenz, der Me-

dienbildung und der Mediensozialisation. Dabei ging es vor allem um Spielebewertung, Lernen am Spiel und Lernen durch das Spiel sowie um die Frage, inwiefern Computerspiele zur Entwicklung spezifischer Fertigkeiten beitragen können. Als inter- und transdisziplinäres Gesprächsforum gelang es der dritten internationalen Computerspielekonferenz „Clash of Realities 2010“, viele Facetten der Computerspiele zu thematisieren, neue Fragen anzuregen und schöpferische Entwicklungen anzustoßen. Der bei kopaed (München) publizierte Dokumentationsband ermöglicht es, die Hauptpositionen der Tagung nachzuvollziehen und sich ein Bild von den weitreichenden und innovativen Diskussionen zu machen.

Winfred Kaminski

ABSTRACT

Zum dritten Mal war die Fachhochschule Köln der Ort, an dem sich Wissenschaftler, Praktiker und interessierte Öffentlichkeit zur internationalen Konferenz „Clash of Realities 2010“ trafen. Vorträge und Gespräche kreisten um spezifische Medialität, Ästhetik und die Verknüpfung der Computerspiele mit anderen Medien. Gemeinsam versuchten sich die Konferenzbesucher ein angemessenes Bild von Computerspielen zu machen, sich mit Vorbehalten auseinanderzusetzen und diese durch fundiertes Wissen zu ersetzen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Winfred Kaminski
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für Medienforschung
und Medienpädagogik
winfred.kaminski@fh-koeln.de

PROJEKTPARTNER

Martin Lorber, Director PR
Electronic Arts, Köln,
Stadt Köln Medienstabsstelle



Study on the gender dimension and discrimination in social protection

Within the statutory social security schemes, no form of direct discrimination can be found. But, there are several aspects of indirect discrimination due to the earnings-related character of the social security schemes. Benefits that refer to former income from employment reproduce inequalities in the labour market and thus discriminate against women. Marginally employed people – three quarters of them are women – fail even to gain access to statutory schemes in many cases. The statutory old-age scheme reflects the inequalities of the labour market. It is a Pay-as-you-Go-scheme (PAYG), where employers and employees share contributions, and benefits are calculated with reference to earnings over the working lifetime. Marginally employed people can voluntarily contribute to the pension insurance but decline to do so in most cases because the benefits are minimal. Relatively generous childcare credits compensate for some of the disadvantages women experience in the labour market. People with long employment histories of at least 45 years can benefit from early retirement at the age of 65, instead of 67. But only five per cent of women are able to fulfil this condition, whereas one-third of all men will benefit from the opportunity. The public old age insurance also provides widow/er benefits. Although the benefit is formally gender neutral, far more women than men benefit from it. This is not only because women live longer, but also a consequence of the earnings limit of the benefit. If the income of the survivor exceeds a certain limit, the survivors' benefit is reduced accordingly and at a certain level of income entitlement ceases altogether. In this situation men are disadvantaged because of their superior position in the labour market as in many cases their income is too high to gain access to survivors' benefits. The most important family benefit is the parental leave/child raising benefit (Elterngeld), which was reorganised in 2007. Since the reform, benefits are related to former earnings, which again is problematic as it reproduces labour market inequalities.

Nevertheless, the earnings-related character of the benefit for the first time enables formerly employed middle class mothers to live independently from a partner's income during child raising. Moreover, the earnings-related benefit is more beneficial for those with higher incomes than the former flat-rate benefit since the difference between the former income and the benefit level is now held constant. This motivates also men to take parental leave, which is a clear intensification of the reform, because the family income will only be slightly reduced by the earnings-related benefit. A further aspect of the new family benefit – the dependence of the full duration of the benefit on a shared period of care between the partners – has also contributed to a remarkable rise in the number of fathers taking on childcare responsibilities. Thus, the new child raising benefit is beneficial for women with higher incomes and effective in involving men in childcare. Statutory unemployment benefits comprise Unemployment benefit I (UB I) is a contribution-based insurance benefit, whereas Unemployment benefit II (UB II) is a tax-financed means-tested benefit. UB I discriminates indirectly against women in the same way as other social insurance schemes described above. Labour market inequalities are reproduced because the benefit is earnings-related – 60 per cent/ 67 per cent for claimants with children – and marginally employed people do not gain access. Women were also disadvantaged by the Hartz IV reform in 2004 when social assistance for unemployed people and unemployment assistance were merged into UB II. At the same time, the earnings limits for the households (Bedarfgemeinschaften) have been tightened, which has led many women to lose their entitlement and become dependent on their partners. Under the former unemployment assistance scheme, unemployed women were more often able to receive benefits when their partner had an income from employment whereas within the new UB II scheme the income of the partner is taken into consideration more

ABSTRACT

Diese Studie untersucht die geschlechtsspezifische Ungleichheit und Diskriminierung in Bezug auf Geschlecht, Rasse, ethnische Herkunft, Religion, Glauben, Behinderung, Alter und sexuelle Orientierung im Bereich der sozialen Sicherheit in folgenden europäischen Ländern: Belgien, Bulgarien, der Tschechischen Republik, in Frankreich, Deutschland, Irland, Italien, Lettland, den Niederlanden, Norwegen, Polen, Portugal, Spanien, Schweden und Großbritannien. An der Fachhochschule Köln wurde die deutsche Fallstudie durchgeführt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Sigrid Leitner
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes
Management und Organisation
in der Sozialen Arbeit (IMOS)
sigrid.leitner@fh-koeln.de

PROJEKTMITARBEIT

Dr. Michael Ebert

FÖRDERNDE INSTITUTION

Europäische Kommission

strictly for calculating benefit entitlement. Thus, many women who would have been entitled under the former benefit scheme are not entitled to any benefit under the new scheme but are dependent on their partner's income.

Other Forms of Discrimination in Statutory Schemes

Elderly people, disabled people and migrants are also less integrated into the labour market and more likely to earn below average incomes. They are therefore in the same way as women indirectly discriminated by the earnings-related character of the German social security system. All people paying contributions in employment are covered by the statutory health insurance. Since the health reform of 2007 the statutory insurance schemes must also insure people who were formerly insured in one of the statutory schemes but are currently without health insurance, because all citizens now have a duty to insure themselves against the risk of illness. From an anti-discrimination perspective cuts in the supply of health services are more problematic than the question of equal access. The main concern of people with chronic health problems is not so much access to health insurance but the reduction of the services that the statutory health insurance is willing to pay for. The increasing privatization of health service costs as a result of the 2003 Health reform (*Gesundheitsmodernisierungsgesetz*), when a numerous extra payments were introduced (surgery fees, higher contributions to medicines and hospital stays and the complete privatisation of dental prostheses) has particularly impacted on those with high needs and low income.

Discrimination in Occupational schemes

Indirect discrimination exists in occupational pension schemes with regard to the coverage of the schemes. This applies equally to schemes provided within the public and the private sector. Men are slightly more likely to be members of an occupational scheme than women: 51 per cent compared to 44 per cent. But they are considerably more likely to receive a pension benefit: 46 per cent compared to 9 per cent in 2003. The reason for the difference is the more fragmented labour market biographies of women, which prevent them from meeting qualifying

conditions. If a person changes her employer, she can only transfer her occupational pension from the old to the new employer if she has already contributed to the scheme for a period of five years. This particularly discriminates against women who change employment due to career breaks as a result of caring for children or elderly relatives. Moreover, childcare credits are not common in occupational pension schemes. Thus, occupational schemes generally do not substitute for periods of non-contribution in the same way as the statutory pension scheme.

Marginally employed people can benefit from generous 'Riester' supplements (for occupational or private pensions) if they decide to pay statutory pension contributions. There are also 'Riester' supplements for child raising which is otherwise not usual in occupational pension schemes. However, only a small number of people take up this option. Within the occupational social security schemes of the private sector, direct discrimination due to sexual orientation has been found with regard to survivors' benefits. Registered same-sex partners (*eingetragene Lebenspartnerschaft*) have been discriminated against until recently in the survivors' benefit regulations of most occupational pension schemes because they have not been entitled to survivor's benefits. This is currently an important topic, particularly since the introduction of the Act on equal treatment of registered same-sex couples compared to married couples in 2001. Although the act was the first step towards equal treatment of same-sex couples it did not guarantee equal treatment of surviving partners from registered same sex couples with surviving partners from married couples. This situation applied in the statutory pension scheme until 2005 when the survivor benefit regulation within the statutory pension scheme was changed in favour of same-sex couples. There have been a number of court decisions that supported discrimination against same-sex couples in survivors' schemes. However, in 2006 a court in Munich referred the *Maruko* case to the European Court of Justice which confirmed the right of registered same-sex partners to survivors' benefits in an occupational pension scheme referring to Directive 2000/78/EEC. The Munich court followed the ECJ but the appeal is still pending. The Federal Labour Court chose a similar

approach in its decision of January 2009. Within public service sector occupational social security schemes, survivors' benefits for registered same-sex couples are only available in five of the sixteen federal states. Direct discrimination due to sexual orientation can also be found with regard to family supplements. Married public servants can receive a family supplement, but the benefit has not been paid to married same-sex partners. A court decision rejected an entitlement with reference to the special protection of marriage.

Discrimination in Private Schemes

Until recently disabled people regularly faced direct discrimination in gaining access to private health insurance. However, since the health reform of 2007 – which introduced a duty for all citizens to have health insurance coverage – became effective in January 2009, access should now be guaranteed. However, the conditions under which access to private insurance is guaranteed are themselves problematic. The newly introduced basic tariffs for people with high health risks are too expensive and do not match the financial limits of many elderly and disabled people. Private pension insurance does not generally offer gender-neutral tariffs. This discriminates against women who have to top up pensions following the cuts in statutory pension insurance. However, since 2005 the 'Riester' supplements are gender neutral. Furthermore, the 'Riester'-Rente supports low wage earners with higher supplements and also provides child benefits. It is therefore compensating for some of the imbalances of the labour market.

Sigrid Leitner



Investing in Children: Deutschland und England im Vergleich

ABSTRACT

Im Rahmen des Projekts „Investing in Children“ wurden Beispiele für investive Sozialpolitik in Deutschland und Großbritannien miteinander verglichen. Familienzentren in Nordrhein-Westfalen contra Children's Centres in England. Im Ländervergleich wurden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der in den britischen und deutschen Wohlfahrtsstaatskontext eingebundenen familienpolitischen Maßnahmen herausgearbeitet. Wichtiger Aspekt: Während die zentrale Stoßrichtung des britischen liberalen Wohlfahrtsstaats, Armutsbekämpfung und Hilfe durch Selbsthilfe, in der Familienpolitik widerspiegelt, geht es in Familienzentren anders zu: Hier wird die Verknüpfung zwischen Familienhilfe und Arbeitsförderung (noch) nicht hergestellt, sondern eher ein sozialer Schonraum für Familien geschaffen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Sigrid Leitner
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes
Management und Organisation
in der Sozialen Arbeit (IMOS)
sigrid.leitner@fh-koeln.de

PROJEKTMITARBEIT

Mag. Ann-Kathrin Jüttner

FÖRDERNDE INSTITUTION

Anglo-German-Foundation

Ende der 1990er Jahre entwickelte sich ein supra-nationaler ökonomisch ausgerichteter Diskurs in der Sozialpolitik, der mit den Schlagwörtern „investive Sozialpolitik“ oder „social investment state“ plakativ verbunden ist. In der familienpolitischen Variante dieses Diskurses werden Bildungsinvestitionen in der Kindheit zum zentralen Instrument einer vorbeugenden Sozialpolitik erklärt. Während schlecht ausgebildete Kinder wenig zum gesellschaftlichen Fortschritt beitragen könnten, gewährleisteten diejenigen mit guter Ausbildung das zukünftige Funktionieren des Arbeitsmarktes sowie der Volkswirtschaft als Ganzes. Darüber hinaus fördere der Ausbau von hochwertiger Kinderbetreuung die Arbeitsmarktpartizipation von Eltern, wodurch wiederum der Armutsgefährdung von Familien vorgebeugt werde. Langfristig betrachtet führten bessere Vereinbarkeitspolitiken zusammen mit einer hohen Frauenerwerbsquote zu einem Anstieg der Geburtenrate und damit zur Sicherung des zukünftigen Arbeitskräftepools. Diese Art der Argumentation wurde sowohl von internationalen Organisationen als auch von renommierten Experten der international vergleichenden Sozialpolitikforschung vertreten. Das Forschungsprojekt nimmt als Beispiele für eine innovative Sozialpolitik in Bezug auf Kinder und ihre Familien die Englischen Children's Centres und die nordrhein-westfälischen Familienzentren genauer in den Blick. Im Ländervergleich werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede der in den britischen bzw. deutschen Wohlfahrtsstaatskontext eingebundenen innovativen familienpolitischen Maßnahmen herausgearbeitet.

Children's Centres und Familienzentren

Die englischen Children's Centres wurden 1998 im Rahmen des „Sure Start“-Programms eingeführt, das sich stark an US-amerikanischen Modellprojekten orientierte. Der britischen Regierung ging es darum, ein umfassendes Dienstleistungsprogramm für Familien mit Kindern im Vorschulalter zu entwickeln, das vorwiegend auf die sozial benachteiligte Bevölkerung zugeschnitten

sein sollte. Die Einrichtung der nordrhein-westfälischen Familienzentren seit 2005 war von der britischen Entwicklung inspiriert. Während es sich bei den Children's Centres jedoch um eine nationale Initiative handelte, die mit einer Reform des gesamten familienpolitischen Systems Großbritanniens einherging, sind die deutschen Familienzentren eine Landesinitiative innerhalb der föderalistisch ausgerichteten Familienpolitik. Eingebettet sind beide Entwicklungen in die jeweiligen sozialpolitischen Traditionen des britischen liberalen und des deutschen konservativen Wohlfahrtsstaates. Diese Einbettung, so die durch die Ergebnisse des Projektes bestätigte Forschungshypothese, wirkt wie ein Filter in Bezug auf die konkrete Umsetzung der ähnlich konzipierten investiven Pilotprojekte in den beiden Ländern.

Der Zugang zu den Leistungen: Für alle gleich?

Die Children's Centres zielten zunächst auf die am meisten benachteiligten Sozialräume mit hohen Armutsraten von Familien mit Kindern. Zum einen sollten arbeitslose Eltern fit für den Arbeitsmarkt gemacht werden, zum anderen sollten Kinderbetreuungsplätze ausgebaut und familien- und kindorientierte Dienstleistungen besser koordiniert werden. Mittlerweile sind integrierte Dienstleistungsstrukturen auch für besser gestellte Sozialräume geplant, um auch den dort lebenden Eltern Hilfe und Information zukommen zu lassen. Die Familienzentren hingegen versuchten von Anfang an ein Angebot für alle Familien bereitzustellen, nicht nur für sozial benachteiligte. Deshalb wurden die Familienzentren landesweit eingerichtet, sowohl in benachteiligten als auch in privilegierten Sozialräumen. Daran zeigt sich auch ein unterschiedliches Verständnis des universellen Zugangs zu sozialen Dienstleistungen: In England haben mittlerweile alle Eltern die Möglichkeit, sich in einem Children's Centre beraten zu lassen, das Dienstleistungsangebot variiert jedoch je nach Sozialraum erheblich in seiner Quantität. Während in disprivilegierten Gebieten eine ganze Reihe von Diensten aktiv angeboten wird, reduziert sich die Hil-

feleistung in den besseren Wohngebieten schon mal auf ein Infoblatt über die im Viertel vorhandenen Angebote. Ganz anders in Nordrhein-Westfalen (NRW): Jedes Familienzentrum entwickelt ein eigenes Dienstleistungsprofil, das dem jeweiligen Sozialraum angepasst ist. Während in sozialen Brennpunkten etwa die gesundheitliche Versorgung von Kindern oder die Verbesserung der Erziehungskompetenz von Eltern im Vordergrund stehen, konzentriert sich das Dienstleistungsangebot in besser situierten Gegenden beispielsweise auf Babysitting oder Haushaltshilfen oder die Kunsterziehung von Kindern. Insgesamt ist die britische Auslegung des Prinzips eines freien Zugangs zu den Dienstleistungen der Children's Centres stark von der liberalen Sozialstaatsphilosophie geprägt, die Leistungen vor allem für diejenigen vorsieht, die sie wirklich brauchen. In der Konzeption der Familienzentren hingegen spiegelt sich die traditionelle Mittelklasseorientierung des deutschen konservativen Wohlfahrtsstaats.

Das Leistungsspektrum: Gemeinsamkeiten und Differenzen

Sowohl die Children's Centres als auch die Familienzentren verfügen über ein Netzwerk an unterschiedlichen Angeboten und funktionieren als „one-stop-agency“ – sie bieten die unterschiedlichen Dienste quasi aus einer Hand an. Die Familienzentren greifen dabei sehr stark auf die vorhandenen Strukturen des deutschen Sozialstaats zurück. Vielfach sind die Kooperationsnetzwerke vorbestimmt durch die Mitgliedschaft in einem Wohlfahrtsverband. Das birgt den Vorteil von stabilen und etablierten Beziehungsnetzen, hat aber auch den Nachteil, dass das Angebotsspektrum dadurch begrenzt wird. Im Unterschied dazu sind die Children's Centres mit klassischen Dienstleistungsmärkten konfrontiert, die spezielle Chancen und Risiken bergen. Kooperationen gestalten sich meist volatil und sind mit größerer Unsicherheit behaftet. Besonders charakteristisch für das Angebot der Children's Centres ist die enge Verknüpfung von Familienhilfe und Arbeitsförderung. Weiterbildungsangebote für Eltern und

Arbeitsvermittlungsdienste gehören zum Standardspektrum der Children's Centres – zumindest in den sozialen Brennpunkten. Dahinter steht das politische Ziel, die Arbeitsfähigkeit von Eltern herzustellen, um sie dann – unterstützt durch Kinderbetreuung und weitere familienorientierte Angebote – in den Arbeitsmarkt zu (re)integrieren. Die zentrale Stoßrichtung des britischen liberalen Wohlfahrtsstaats, Armutsbekämpfung und Hilfe durch Selbsthilfe, spiegelt sich somit auch in der investiven Familienpolitik. Ganz anders in den Familienzentren: Hier wird die Verknüpfung zwischen Familienhilfe und Arbeitsförderung (noch) nicht hergestellt, sondern eher ein sozialer Schonraum für Familien geschaffen.

Sigrid Leitner

Der Allgemeine Soziale Dienst (ASD) im Wandel – ein Praxisvergleich

ABSTRACT

Durch zunehmende Armut und höhere Sensibilität gegenüber Kindeswohlgefährdungen in der Öffentlichkeit werden die Leistungen des Allgemeinen Sozialen Dienstes (ASD) mehr beachtet. Damit wachsen auch die Erwartungen an seine Wirksamkeit. Dem gegenüber stehen die Konsolidierungsbemühungen der kommunalen Haushalte. Einige Städte und Gemeinden haben Organisations- und Qualitätsentwicklungsprozesse angestoßen, damit der ASD effizienter arbeiten kann – bei gleich bleibender Qualität. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde die Leistungsfähigkeit von modernisierten sozialen Diensten analysiert. Das Projekt findet in Kooperation mit der Fachhochschule Kiel statt und wird von der Hans-Böckler-Stiftung gefördert. Weitere Informationen unter: www.asd-projekt.de.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Dr. Herbert Schubert
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes Management und Organisation in der Sozialen Arbeit (IMOS)
Forschungsschwerpunkt „Sozial • Raum • Management“
herbert.schubert@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Soz.Arb. Marion Rädler

PROJEKTPARTNER

Fachhochschule Kiel
Fachbereich Soziale Arbeit und Gesundheit
Prof. Dr. Ingrid Gissel-Palkovich
Julia Stegt, M.A.
Hans-Böckler-Stiftung
Dr. Michaela Kuhnhenne

Die Leistungsqualität kommunaler sozialer Dienste wird gegenwärtig von zwei Seiten „in die Zange genommen“. In der Gesellschaft sind die Ansprüche an das so genannte „Wächteramt“ zum Schutz von Kindern und Jugendlichen gestiegen und zugleich fordern komplexere Problemlagen von Familien die Kompetenz- und Methodenentwicklung der sozialen Arbeit heraus. Vor diesem Hintergrund sollen die Dienste der Kinder- und Jugendhilfe, des Gesundheitswesens und weiterer familienbezogener Dienstleistungen neu strukturiert werden. Im Zentrum einer solchen Neuorganisation des kommunalen sozialen Dienstleistungsnetzes steht der Allgemeine Soziale Dienst (ASD). Als eine Schlüsselinstitution der sozialstaatlichen Intervention gegen Armuts- und Lebensrisiken sowie deren Folgen sieht er sich erhöhten professionellen Kompetenzanforderungen ausgesetzt. Diese werden durch die anhaltenden Finanzierungs- und Beschäftigungsprobleme auf Seiten der Kommunen verschärft. Ziel der Untersuchung ist die Identifizierung von Organisations- und Prozessmodellen, die sich besonders für die Gewährleistung der sozialpädagogischen Fachlichkeit, die Wirksamkeit der Leistungen sowie eine effiziente und aus beschäftigungspolitischer Perspektive sozialverträgliche Leistungserbringung eignen.

Untersuchungsdesign

Für den Einstieg in die Untersuchung wurde der „Reputationsansatz“ gewählt, bei dem „Insider“ (Experten/innen, Praxisakteure) Beispiele vorbildlicher ASD-Praxis benannt haben. Im Sinne einer Voruntersuchung konnten erste Kriterien für die Leistungsfähigkeit der Organisationen erarbeitet werden, die im Rahmen der vertieften Untersuchung berücksichtigt und einer differenzierten Prüfung unterzogen wurden. Sechzehn dieser vorbildlichen und innovativen Ansätze wurden im Rahmen von Fallstudien eingehender untersucht. Unter Berücksichtigung der komplexen und häufig unterschiedlichen kommunalen und organisationalen Strukturen erfolgte dies auf den drei Ebenen Gesamttraum, Teilraum sowie der Ebene der Fallarbeit. Eine Methoden-

Triangulation ermöglichte es, die Komplexität hinreichend abzubilden. So kamen sowohl qualitative als auch quantitative Methoden auf allen drei Ebenen zum Einsatz: schriftliche Befragungen, face-to-face- sowie Telefon-Interviews. Darüber hinaus wurden interne Dokumente inhaltsanalytisch ausgewertet. Bei der Erhebung des „Wandels“ und der Leistungsfähigkeit in den untersuchten ASD wurde Bezug genommen auf die Befähiger-, Prozess- und Ergebnisebenen des Common Assessment Framework (CAF)-Modells, einem europäischen Qualitätsbewertungssystem für den öffentlichen Sektor. Das Ziel der Untersuchung bestand darin, die Eignung und Passgenauigkeit der reformierten Formen von ASD-Arbeit zu analysieren. Im Fokus der Fallanalysen standen die Dimensionen Innovation/Wandel, Fachlichkeit und Wirkung und in Anlehnung an die Logik „input, output und outcome“, die häufig im Rahmen von Evaluationen Anwendung findet. Um sich dem Wechselverhältnis von institutionellen und kommunikativen Prozessen als Grundlage reformierter Praxis angemessen annähern zu können, wurde ein systemtheoretisches Konstrukt als Grundlage gewählt [1]. Das Augenmerk wurde auf zwei Typen von sozialen Systemen gerichtet: Interaktionssysteme wie etwa das Hilfeplangespräch mit Adressaten/innen, die kollegiale Beratung, die Abstimmung mit Führungskräften und der Austausch mit Akteuren des Sozialraums und Organisationssysteme wie etwa organisationale Strukturen, Weisungsketten und Kontrollmechanismen.

Zentrale Ergebnisse der vertieften Untersuchung

Gelingende ASD-Arbeit, so die theoriebasierte Annahme, äußert sich in einem hohen Maß an erreichten Zielen oder Ergebnissen auf unterschiedlichen Ebenen (CAF-Modell). Die quantitative Untersuchung ergab, dass der überwiegende Teil der Einflussfaktoren formal im Organisationssystem angesiedelt und demnach in erster Linie struktureller Natur ist. Doch auch interaktive Aspekte wie die interne Kommunikation zwischen Kollegen/innen und der Führungskraft oder der Austausch mit externen Institutionen

sind von großer Bedeutung für den Erfolg einer Organisation. Grafisch lassen sich die Zusammenhänge der untersuchten Indikatoren folgendermaßen darstellen (s. Abb.): Die Komplexität dieser Abbildung spiegelt auch die Komplexität der untersuchten ASD wider. Zu den prägnanten Ergebnissen zählt zum einen die subjektiv empfundene Bewältigung der Arbeit, die von einer Vielzahl organisationaler Faktoren wie der konzeptionellen Sicherung von Fachlichkeit, der fachlichen Kompetenz des Teams und der Personalentwicklung (Fort- und Weiterbildungen) abhängt. Sie haben neben der Ressourcenlage starken Einfluss darauf, wie die Aufgaben in fachlicher sowie gesetzlich geregelter Hinsicht erfüllt werden können. Auch die Führungskompetenz der Leitungskraft, die auch interaktive Kompetenzen umfasst, spielt eine maßgebliche Rolle. Darüber hinaus sind die innerbetriebliche Kommunikation und das Betriebsklima, die Fehlerfreundlichkeit im Team, der Klientenkontakt und das Kooperationsverhältnis im Sozialraum als interaktive Gelingensfaktoren maßgeblich für die Bewältigung der Aufgaben. Wie zufrieden Klienten von den Fachkräften wahrgenommen werden, hängt, ausgehend von unseren Fallstudien, in hohem Maße von der Selbstwahrnehmung der Mitarbeiter/innen ab. Wenn Fachkräfte sich kompetent einschätzen, hat dies direkte und damit positive Auswirkungen auf die Fremd-

einschätzung der Klientenzufriedenheit. An dieser Stelle wird deutlich, wie wichtig die interaktiven Aspekte der reflexiven Kommunikation und Personalentwicklung innerhalb des ASD sind. Die qualitative Untersuchung der 16 Fallstudien hat gezeigt, dass fünf Prinzipien der Reorganisation im ASD zu finden sind:

1. eine horizontale Bündelung von Ressorts,
2. die sozialräumliche Ausrichtung oder horizontale Dekonzentration,
3. die Arbeitsteilung in Teilprozesse,
4. die Spezialisierung der Fachkräfte und
5. das Einrichten begleitender Projekte etwa im Kinderschutz.

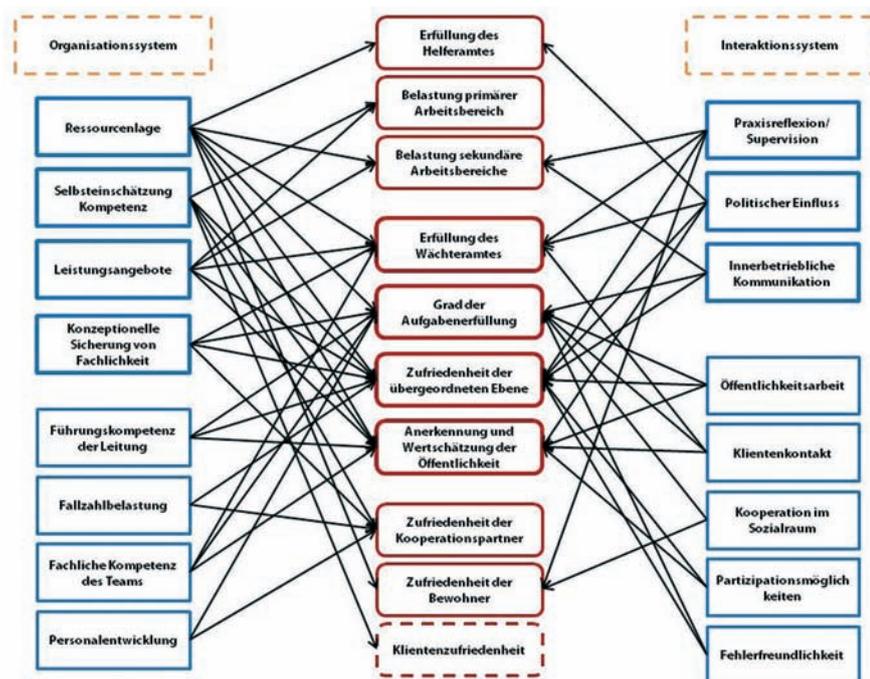
Die Annahme, dass interaktive Prozesse für gelingende Soziale Arbeit von zentraler Bedeutung sind, hat sich bestätigt. Der Wandel der organisationalen Struktur geht mit einer komplexen und hierarchisierten Veränderung der interaktiven Prozesse – intern wie extern – einher. Die empirisch dokumentierten Innovationen der 16 (Reform-) ASD weisen im Wesentlichen Maßnahmen in den Sekundärprozessen auf, vor allem im strategischen und operativen Controlling, das „top-down“ verläuft. Hier liegt ein deutlich stärkerer Fokus als bei Maßnahmen im Bereich der eigentlichen Primärprozesse, in dem die Kommunikation mit den Klienten/innen in der Fallarbeit stattfindet. Zwar erfolgt vermehrt auch ein Rückfluss „bottom-

up“ durch Mitarbeiter-, Klienten- und Trägerpartizipation, doch das stärkste Wachstum ist bei ASD-internen beziehungsweise professionellen Interaktionsprozessen festzustellen. Abschließend hat die Untersuchung gezeigt, dass eine Vielzahl positiver Veränderungen in Gang gesetzt wurden – die Unterstützung der Fachkräfte durch Maßnahmen der Personalentwicklung, eine konsequente Partizipation von Klienten am Hilfeprozess, ein breites Dienstleistungsspektrum, das dem Bedarf der Klienten gerecht zu werden hilft, und eine engere Kooperation mit freien Trägern sowie Akteuren des Bildungs- und Gesundheitswesens. Nach wie vor ist jedoch Nachsteuerungsbedarf festzustellen, der sich insbesondere auf die mangelnde Beteiligung von Fachkräften an Veränderungsprozessen, eine „korsettartige“ Standardisierung der Primärprozesse und damit einhergehend eine defizitäre Belastungsreduktion bezieht. Es gilt, zukünftig die Balance zwischen Innovation und Praxistauglichkeit zu finden.

Herbert Schubert

LITERATUR

[1] [Luhmann, N. (2009): Soziologische Aufklärung 2, 6. Auflage, Wiesbaden, VS Verlag



Zusammenspiel der Indikatoren des Organisations- und Interaktionssystems

Biographische Übergangssituationen ehemaliger Kölner Berufskollegabsolventen/innen

ABSTRACT

Der Übergang von der Schule in den Beruf ist oft schwierig. An der Fachhochschule Köln wurden dazu Absolvent/innen der Kölner Berufskollegs befragt. Die Interviews zeigen, dass die jungen Menschen vielfach Umbrüche und berufliche Neuorientierungen erfahren haben. Viele Befragte sind längere Zeit nach Verlassen der Schule orientierungslos und unsicher in Bezug auf ihren weiteren Werdegang. Erfahrungen aus unterschiedlichen Bereichen sind entscheidend für die berufliche Orientierung: Kindheit, Eltern-Kind-Beziehung, Schule, Schulfächer, Praktika. Die interviewten Personen äußerten ein enormes Bedürfnis nach Beratungs- und Begleitungsformen während der Schulzeit, vor allem aber in der Zeit unmittelbar nach Verlassen der Schule.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Dr. Herbert Schubert
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes Management und Organisation in der Sozialen Arbeit (IMOS)
Forschungsschwerpunkt „Sozial • Raum • Management“
herbert.schubert@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl.-Soz. Christoph Heuer
Holger Spieckermann, M.A.

KOOPERATIONSPARTNER

Katholische Fachhochschule Nordrhein-Westfalen
Fachbereich Sozialwesen in Köln
Prof. Dr. Angelika Schmidt-Koddenberg
Dipl.-Soz.Päd. Simone Tempel
RheinEnergieStiftung
Jugend/Beruf, Familie

Im Rahmen des Projekts wurden Absolventen/-innen Kölner Berufskollegs mit qualitativen Tiefeninterviews zu Motivation und Problemen während des Übergangs von der Schule in den Beruf befragt. Nach dem Prinzip des systemisch-konstruktivistischen Coaching wurde davon ausgegangen, dass die jungen Menschen Experten für ihre eigenen Probleme sind. Die Studie hat dieses Expertenwissen erhoben, um daraus zusammen mit den quantitativen Ergebnissen des vorangegangenen empirischen Bausteins Handlungsempfehlungen für die Praxis abzuleiten. In einer Clusteranalyse mit den quantitativen Daten wurden fünf Typen des Bildungs- und Berufsübergangs von Absolventen/-innen Kölner Berufskollegs ermittelt, die anschließend mit einem qualitativen Untersuchungsdesign tiefenscharf analysiert wurden. Rekrutiert wurden die Interviewpartner/-innen über Aushänge in den jeweiligen Einrichtungen, die von den Absolvent/-innen nach Verlassen des Berufskollegs üblicherweise besucht werden. Es wurden Personen ausgewählt, die einen der Übergangstypen annäherungsweise repräsentieren.

Ergebnisse

Der in den qualitativen Interviews (N=30) geschilderte Übergang von der Schule in den Beruf weist Ähnlichkeiten zu den quantitativ ermittelten Übergangstypen auf. Die interviewten Personen konnten sowohl über gelungene Übergänge wie die zeitnahe Aufnahme eines Studiums an einer (Fach-) Hochschule oder den direkten Einstieg in ein qualifiziertes Arbeitsverhältnis nach Abschluss des Berufskollegs berichten als auch über problematische Übergänge in prekäre Arbeitsverhältnisse wie Aushilfs- und Minijobs oder in die Arbeitslosigkeit. Neben der Schilderung des Übergangs „Schule – Beruf“ enthalten die qualitativen Daten ausführliche Informationen über den weiteren Berufsverlauf samt den berufsbezogenen Problemen der jungen Erwachsenen sowie über den genauen Ablauf des Prozesses der Berufswahlorientierung. Demnach kann selbst ein die ersten Jahre sehr erfolgreich verlaufener Übergang zu einem späteren Zeitpunkt in eine Phase der beruflichen Umorientierung münden, gefolgt von einer erneuten Phase der Aus- oder Weiterbildung, des „Jobbens“ oder der Erwerbslosigkeit. Die in den quali-

Bildungs- und Berufsverlauf Marie



Exemplarischer Bildungs- und Berufsverlauf einer jungen Frau

tativen Interviews geschilderten Lebensverläufe sind vielfach durch Brüche und berufliche Neuorientierungen gekennzeichnet und offenbaren ein hohes Maß an Unsicherheit und Orientierungslosigkeit – auch noch lange nach Verlassen des Berufskollegs. Die Phase der Berufsorientierung ist bei einem Großteil der befragten Personen auch nach dem Besuch des Berufskollegs noch nicht vollständig abgeschlossen. Die Entscheidungen für eine bestimmte Fachrichtung und für ein bestimmtes Berufskolleg erfolgt häufig ad hoc. Auf der einen Seite steht dem zeitlichen Druck, sich schnell für etwas entscheiden zu müssen, die Unklarheit über den eigenen Berufswunsch entgegen. Originalton eines Interviewten: „Ja, irgendwann wurde die Zeit dann auch ziemlich knapp, eben sich für eine duale Ausbildung zu bewerben. Und ja, wie gesagt, ich hatte auch einfach null Ahnung, welche Richtungen man überhaupt alles machen kann.“ Auf der anderen Seite drängen die Eltern ihre Kinder in die gewünschte Richtung: „[...]meine Eltern waren dagegen, dass ich aufs Gymnasium gehe. Und deshalb durfte ich dann nur auf die Höhere Handelsschule, weil meine Schwestern das auch schon zuvor gemacht hatten[...]“.

Obwohl die primäre Phase der beruflichen Orientierung mit dem Besuch des Berufskollegs abgeschlossen sein sollte, zieht sie sich bis weit nach Verlassen des Berufskollegs fort (vgl. Abb). Aus den Daten ist zu erkennen, dass es neben dem Einfluss des Elternhauses vor allem die Lieblingsfächer in den Schu-

len sowie Erfahrungen aus Praktika sind, an denen die jungen Absolventen ihre weitere Zukunft ausrichten. Dabei ist es für ihre Motivation und damit auch für den Erfolg auf dem Berufskolleg und im Übergang ins Erwerbsleben von entscheidender Bedeutung, ob die Jugendlichen ein Ziel vor Augen haben und wissen, was sie erreichen wollen. Originalton einer Interviewten:

„[...] wenn ich gewusst hätte, da ist der und der Beruf, und dafür brauchst du Abitur, dann glaube ich, hätte ich mich viel eher hingeworfen und gedacht: So, also ich brauche den und den Notendurchschnitt am Ende. Und irgendwie musst du den hinkriegen. [...] Ich wusste nicht, will ich in ... keine Ahnung, was für einen Bereich. Es fehlte mir ziemlich, denke ich, die Perspektive. Und das war auch, warum ... Das hat sich ja auch auf meine Schulleistungen in dem Sinne ausgewirkt, dass Beruf und Zukunft ... da war so ein großes Fragezeichen ...“

Insgesamt äußerten die interviewten Personen ein enormes Bedürfnis nach beruflichen Beratungsangeboten nicht nur während der Schulzeit, sondern auch in der Zeit danach. In Bezug auf geeignete nachschulische Beratungs- und Orientierungsangeboten existiert nach den Aussagen der jungen Erwachsenen noch ein deutlicher Handlungsbedarf. Unter einer präventiven Perspektive müssen die Eltern als „natürlicher Coach“ ihrer Kinder stärker in den Blick genommen werden.

Herbert Schubert

Evaluation des Programms „Lebenswelt Schule“

Im Programm „Lebenswelt Schule“ (LWS) wird der modellhafte Aufbau lokaler Bildungslandschaften in den vier Kommunen Bad Bramstedt (Schleswig-Holstein), Bernburg/Salzlandkreis (Sachsen-Anhalt), Weinheim (Baden-Württemberg) und Weiterstadt (Hessen) gefördert. Unabhängig von den unterschiedlichen örtlichen Ausgangsbedingungen wird die Vernetzung von Bildungsangeboten verschiedener Akteure angestrebt, um Kinder und Jugendliche passgenauer fördern zu können. „Lebenswelt Schule“ spricht zwei lokale Zielebenen an: einerseits die Vernetzung lokaler Akteure und Ressourcen, was der Systemebene der sekundären Unterstüt-

zungsprozesse entspricht, andererseits die bessere individuelle Lernwegbegleitung von Kindern und Jugendlichen entlang ihrer Biographie, was die operative Ebene des primären Bildungsprozesses betrifft. Im Rahmen des Programms stellt die Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS) den Kommunen zahlreiche Unterstützungsangebote zur Verfügung. Im Gegenzug haben sich die Kommunen zur Selbstevaluation verpflichtet. Neben einer finanziellen Förderung für personelle Ressourcen werden ihnen eine externe Prozessbegleitung und regelmäßige Netzwerktreffen mit den Akteuren der anderen Modellkommunen gewährleistet.

ABSTRACT

Im Programm „Lebenswelt Schule“ werden in vier Kommunen modellhaft lokale Bildungslandschaften aufgebaut. Unabhängig von den örtlichen Ausgangsbedingungen wird die Vernetzung von Bildungsangeboten verschiedener Akteure angestrebt, um Kinder und Jugendliche passgenauer zu fördern. „Lebenswelt Schule“ spricht zwei lokale Zielebenen an: einerseits die Vernetzung lokaler Akteure und Ressourcen, andererseits die bessere individuelle Lernwegbegleitung von Kindern und Jugendlichen. Forschungsziel ist es, systemische Veränderungen in den kommunalen Strukturen zu erfassen, was unter drei Perspektiven auf das Bildungsgeschehen erfolgen soll: die Entwicklung lokaler Strukturen, der Modellcharakter des Programms und der Ansatz und die Umsetzung des Programms.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Dr. Herbert Schubert
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes Management und Organisation in der Sozialen Arbeit (IMOS)
Forschungsschwerpunkt „Sozial · Raum · Management“
herbert.schubert@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl.-Soz.Arb. Marion Rädler
Katharina Schiller, B.A.
Sandra Schmager, B.A.

PROJEKTPARTNER

Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS), Berlin
Jacobs Foundation, Zürich (CH)

Untersuchungsdesign

Der Forschungsschwerpunkt „Sozial•Raum•Management“ evaluiert das Programm „Lebenswelt Schule“ mit dem Ziel, systemische Veränderungen in den kommunalen Strukturen unter drei verschiedenen Perspektiven auf das kommunale Bildungsgeschehen zu erfassen:

Entwicklung lokaler Strukturen

- Bewertung der lokalen Verantwortungsnetzwerke
- Rahmenbedingungen der geschaffenen Kooperationen und Vernetzungen
- Wahrnehmung der Koordinationsfunktion der öffentlichen Verwaltung
- Effiziente und synergetische Nutzung von Strukturen
- Beschreibung von Qualitätsmerkmalen und Entwicklungsstadien der Netzwerke
- Identifikation von Erfolgsfaktoren und hemmenden Faktoren

Modellcharakter des Programms

- Umsetzung des Programmkonzepts in der Praxis
- Stärken-Schwächen-Analyse des Programms im Vergleich zu anderen Programmen
- Fortsetzungsbedarf und Transferfähigkeit des Programms in anderen Kontexten

Ansatz und Umsetzung des Programms

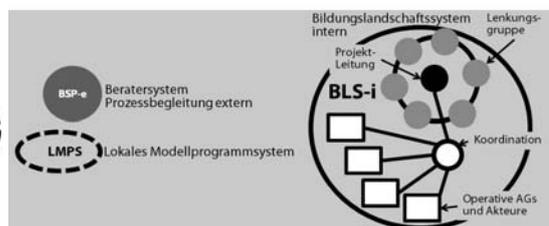
- Passgenauigkeit der lokalen Programmumsetzung auf lokale Bedarfe
- Effektive Umsetzung und Nutzung von Ressourcen
- Auswahl und zeitgerechte Umsetzung der Maßnahmen
- Bewertung der Unterstützungsinstrumente des Programms für die Modellkommunen

Im Evaluationskonzept repräsentieren Veränderungen der lokalen Systeme den Kernpunkt der externen Evaluation und zwar sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene. Schwerpunktmäßig werden die entstandenen Netzwerkstrukturen in ihrer Verfahrensweise und Wirkung betrachtet. Mit der Rückspiegelung von Evaluationsergebnissen wird ein Lernprozess unter den Beteiligten in den Modellkommunen angestrebt

(formative Evaluation), um Konsequenzen zeitnah und innerhalb der Programmphase anstoßen zu können. Die Entwicklung der Instrumente für die Datenerhebung basiert auf der Grundlage der CIPP-Analyseperspektive (Stufflebeam). Deren Kategorien Context, Input, Process und Product werden auf die Möglichkeiten der einzelnen Erhebungsmethoden ausgerichtet und auf die jeweiligen Ebenen der Untersuchung bezogen. Neben der Dokumentenanalyse kommen problemzentrierte Einzelinterviews und Gruppendiskussionen in Workshop-Form zum Einsatz.

Erste Ergebnisse der Analysephase 1

Die Alltagspraxis auf der operativen Ebene hat sich durch das Programm in allen Kommunen deutlich verändert: Die Prozesse wurden beschleunigt und in eine verbindliche Struktur überführt. Mit der Beteiligung am Programm „Lebenswelt Schule“ konnte die Zusammenarbeit zwischen den weiterführenden Schulen, Grundschulen, Kindertagesstätten, weiteren Einrichtungen der öffentlichen und freien Jugendhilfe sowie relevanten kommunalen Akteuren im Bereich Bildung unter Einbeziehung zivilgesellschaftlicher Akteure verbessert werden. Darüber hinaus konnten Projekte, die bereits vor LWS bestanden, miteinander in Beziehung gesetzt, in eine klare Struktur gebracht und somit qualitativ verbessert werden. In allen Kommunen entsteht derzeit eine „kommunale Verantwortungsgemeinschaft“ im Bildungsbereich. Auf der strategischen Ebene konnten verbindliche Netzwerkstrukturen geschaffen werden. Als zentrales Steuerungsgremium wurden in jeder Modellkommune so genannte Lenkungs- oder Steuerungsgruppen implementiert, die durch operative Resonanzgremien ergänzt werden. Auf diese Weise werden Bottom-Up-Strukturen gefördert und sichern die Akzeptanz und Umsetzung neuer Konzepte in der Praxis. Durch die Teilnahme an LWS und durch die Konzipierung der Steuerungsgremien mit Akteuren von der normativen, strategischen und stellenweise der operativen Ebene wurde die Durchschlagskraft interner Entscheidungen erhöht und gleichfalls beschleunigt. Unter einer systemischen Betrachtungsperspektive lässt sich derzeit festhalten, dass die Ressource der externen Prozessbegleitung von besonderer Bedeutung für die Akteure vor Ort ist (vgl. Abb.). Ein Kennzeichen der Programmförderung ist, dass drei systemische Verknüpfungen neu hergestellt werden: Generiert wird das interne Bildungslandschaftssystem (BLS-i), das externe Beratersystem der Prozessbegleitung (BSP-e) und das lokale Modellprogrammsystem (LMPS), das sich aus dem Zusammenspiel der beiden genannten Systeme BLS-i und BSP-e als gemeinsame sachliche, zeitliche, soziale und räumliche Schnittmenge ergibt. Das Programm LWS strukturiert das interne Bildungslandschaftssystem dadurch, dass die strategische Lenkungsgruppe eine Vorgabe und die Einrichtung einer Koordination Bestandteil des Förderungsrahmens ist. Wichtig ist, dass die Prozessbegleitung während der gesamten Beratung sowohl das Beratersystem aufrecht erhält als auch eine Problembearbeitung aus der externen Beobachterrolle leistet. Das Programm „Lebenswelt Schule“ soll perspektivisch auf andere Kommunen transferiert werden. Diese Möglichkeit wird von den befragten Akteuren in den Modellkommunen unterschiedlich eingeschätzt. Manche halten den Transfer für möglich und benennen hierfür klare Voraussetzungen. Andere wiederum sehen die Übertragung von Modellerfahrungen kritisch und machen die Möglichkeit abhängig von den strukturellen, politischen und finanziellen Begebenheiten vor Ort (Context). Wichtige „harte“ Faktoren sind etwa bestehende Ressourcen der Netzwerkarbeit, die genutzt und fortgesetzt werden können, eine hauptamtliche Koordinationsstelle, eine ausgeglichene Finanzlage und eine breite bildungspolitische Unterstützung aus dem kommunalpolitischen Raum. Als „weiche“ Faktoren einer gelingenden Umsetzung werden Engagement und Bereitschaft auf der systemisch-strategischen als auch auf der operativen Ebene, Veränderungsbereitschaft und Offenheit und eine Bottom-Up-Kultur vorausgesetzt. Die Erfahrungen der Modellstandorte haben gezeigt, dass die möglichst frühe Beteiligung und intensive Öffentlichkeitsarbeit wichtige Unterstützungsmaßnahmen sind.



Herbert Schubert

Systemzusammenhang der Förderstrukturen vor Ort

Interdisziplinäre Erforschung von Netzwerkkoooperation und des Netzwerkberatungsbedarfs

Durch technische Innovationen und den Prozess der Globalisierung bilden Organisationen seit rund einem Jahrzehnt verstärkt Kooperationen in Form von Netzwerken. Dieser Trend der Organisationsentwicklung betrifft sowohl den Profit- als auch den Non-Profit-Bereich. Um das Fachwissen über die netzwerkorientierte Organisationsentwicklung für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auszubauen und marktfähig zu machen, findet ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben der Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften, der Fakultät für Fahrzeugsysteme und Produktion und der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften statt. Bis 2012 wird eine Studie durchgeführt, um die Situation der Netzwerkkoooperation unter Organisationen des Profit- und Non-Profit-Bereiches im Rheinland zu erkunden und Unterstützungsbedarf abzuleiten.

Forschungsziel

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, den Beratungs-, Moderations- und (technologischen) Unterstützungsbedarf aufzudecken, den Organisationen im Profit- und Non-Profit-Bereich beim Aufbau, bei der Integration, beim Management und bei der Auflösung von Netzwerkkoooperationen aufweisen. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse sollen Konzepte, Produkte und Instrumente entwickelt werden, die Organisationen und Unternehmen in Nordrhein-Westfalen (NRW) helfen, den Anforderungen der Netzwerkkoooperation entsprechen zu können. Zu den späteren Einsatzfeldern gehören insbesondere: (a) die Logistik, (b) intelligente Systeme mit offen definierten Kopplungsoptionen und (c) der netzförmige Umbau der (kommunalen) Infrastrukturen in der Sozialwirtschaft.

Konzept

Der Forschungsprozess läuft über drei Stufen: (i) Situationsanalyse, (ii) Bedarfsanalyse und (iii) Konzeptentwicklung. Die Situationsanalyse hat zum Ziel, den Stellenwert der Netzwerkorientierung bei Profit- und Non-Profit-Unternehmen mittels einer standardisierten Onlinebefragung zu beleuch-

ten. Im zweiten Untersuchungsbaustein der Bedarfsanalyse wird der Beratungs-, Moderations- und Unterstützungsbedarf identifiziert, den Organisationen in unterschiedlichen Handlungsfeldern – differenziert nach Betriebsart und -größe – haben. Im dritten Untersuchungsbaustein werden die gewonnenen Ergebnisse anwendungsbezogen aufbereitet, indem Handlungskonzepte, Modelle und (technologische) Produkte abgeleitet werden, die Organisationen helfen, den diagnostizierten Beratungs-, Moderations- und Unterstützungsbedarf zu decken.

Methodische Vorgehensweise

In einem ersten Untersuchungsschritt wurde eine Onlinebefragung von Organisationen aus dem Profit- und Non-Profit-Bereich im Rheinland durchgeführt. In den Monaten September und November 2009 nahmen 176 Non-Profit-Organisationen aus dem Bereich „Sozialer Arbeit“ und 75 Organisationen der Betriebs- und Automobilwirtschaft an der Befragung teil. In einem standardisierten Fragebogen wurden die Entstehungsgründe von Kooperationen, die Praxis der Kooperation und die Koordination der interorganisatorischen Zusammenarbeit erfasst.

Aktuelle Forschungsergebnisse Aufbau eines Netzwerks

Profitorientierte Organisationen, die sich zu einem Netzwerk verbinden, haben im Allgemeinen größere räumliche Distanzen zu überbrücken, als das bei Non-Profit-Organisationen der Fall ist. Während erstere auf der Suche nach komplementären Kompetenzen eher überregional fündig werden, verknüpfen letztere wegen des Lebensweltbezugs und der lokalen Beschränkung des Wirkungsraums eher Partner im regionalen Radius (vgl. Abb. 1). Organisationen des Profitbereichs sind daher auf Informations- und Kommunikationstechnologien angewiesen, die einen gleichzeitigen Austausch zwischen allen Netzwerkpartnern über Raum- und Zeitgrenzen hinweg ermöglichen. Eine erfolgreiche Implementierung entsprechender Kommunikationsgelegenheiten unter den Netzwerkpartnern lässt nicht nur eine Netzwerkkultur, sondern auch Vertrauen entstehen, das den

ABSTRACT

Durch technische Innovationen und den Prozess der Globalisierung bilden Organisationen verstärkt Kooperationen in Form von Netzwerken. Dieser Trend gilt für den Profit wie für den Non-Profit-Bereich. Im Rahmen einer Studie wird analysiert, welche Rolle die Netzwerkorientierung und die Netzwerkkoooperation gegenwärtig spielen und welchen Stellenwert sie in der Organisationsentwicklung haben. Das Ziel: den Beratungs-, Moderations- und Unterstützungsbedarf zu identifizieren, den Organisationen in unterschiedlichen Handlungsfeldern aufweisen. Die Fachhochschule Köln hat eine Anschubfinanzierung bis 2012 bereitgestellt, um das Kompetenzprofil der FH im Feld der netzwerkorientierten Organisationsentwicklung auszubauen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Dr. Herbert Schubert
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes Management und Organisation in der Sozialen Arbeit (IMOS)
Forschungsschwerpunkt „Sozial · Raum · Management“
herbert.schubert@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Fabian Nießen, M.A.
Michael Noack, M.A.
Holger Spieckermann, M.A.

PROJEKTPARTNER

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Institut für Betriebswirtschaftslehre
Prof. Dr. Rolf Franken, Olivia Macolic
Fakultät für Fahrzeugsysteme und Produktion, Institut für Produktion
Prof. Dr. Helmut Schulte Herbrüggen

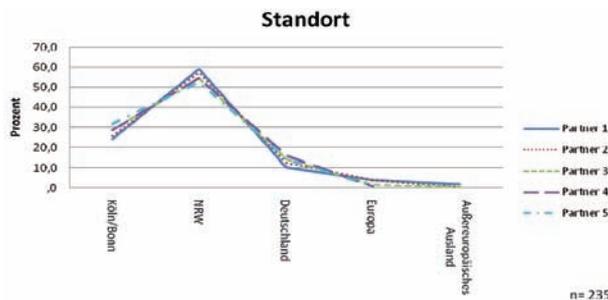


Abb. 1: Geografische Verteilung der Standorte der Partner von Netzwerkkooperationen in NRW

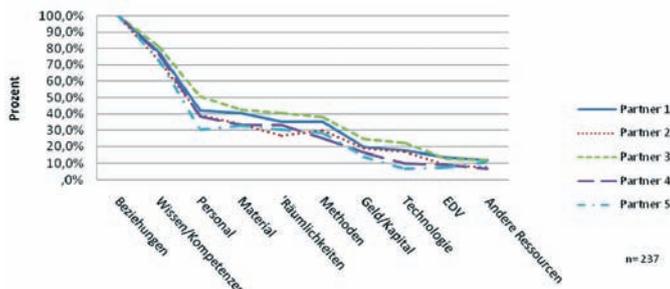


Abb. 2: Von den Kooperationspartnern zur Verfügung gestellte Ressourcen

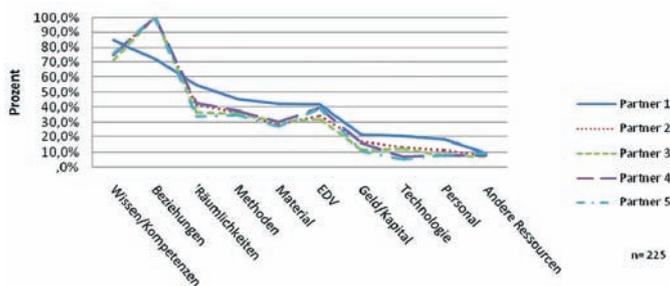


Abb. 3: Von den befragten Organisationen in die Kooperation eingebrachte Ressourcen

zeitlichen und finanziellen Kontrollaufwand der getroffenen Vereinbarungen verringert. Mehrheitlich weisen die erhobenen Netzwerkkooperationen keine eigenständige Rechtsform auf. Für das Management von Netzwerken wird im Allgemeinen eine Balance aus Ordnung und Unordnung empfohlen, was bedeutet, dass die Aufbauorganisation oder die Netzwerkarchitektur aus einem (richtungs-) offenen Handlungsraum und einer festen Grundlage wie Vereinbarungen oder Ziele bestehen soll. Dabei werden formelle Koordinationsmechanismen mit 43,9 Prozent fast doppelt so häufig genutzt wie informelle Absprachen. Auf einer Kombination beider Koordinationsformen basiert die Regelung der Zusammenarbeit in einem Drittel der betrachteten Netzwerke. Offenheit soll Raum für Innovationen und flexible Entwicklungen bieten, die feste Grundlage soll

eine Koordination mit Moderations-, Entwicklungs- und Servicefunktionen und ein rechtlich definiertes Gebilde (Rechtsform) erhalten, um nach außen als geschäftsfähige juristische Person auftreten und nach innen wirkungsvoll operieren zu können.

Austausch von Ressourcen

Die Befragten gaben an, welche Ressourcen sie in die Kooperation einbringen, und welche sie im Gegenzug von ihren Kooperationspartnern erhalten (vgl. Abb. 2 und 3). Es wurde festgestellt, dass die Netzwerkpartner Technologien nur zögerlich bereitstellen. Für die Stabilisierung der zwischenbetrieblichen Leistungskette sind die gemeinsame Nutzung und die Implementierung von Technologien allerdings unabdingbar. Auffällig ist, dass die Kooperationspartner hauptsächlich ihr bestehendes Beziehungsgeflecht mit

in die Kooperation eingebracht haben. Es liegt der Schluss nahe, dass die gegenseitige Ermöglichung des Zugangs zum eigenen Beziehungsnetzwerk einen Austausch von Sozialkapital repräsentiert, der für Netzwerkkooperationen von großer Bedeutung ist. Die Bereitstellung materieller Ressourcen wie Material und Räumlichkeiten fällt den Netzwerkakteuren leichter als das Einbringen von monetären Ressourcen. Geld und Kapital werden den Partnern nur in geringem Maße zur Verfügung gestellt oder von den Partnern eingebracht. Die Befragten stellen den fünf Kooperationspartnern nur in wenigen Fällen technologisches Know-how zur Verfügung, und es wird auch von den Partnern in einem kaum nennenswerten Umfang in die Kooperation eingebracht. Der Austausch von kenntnisbezogenen Ressourcen wie Wissen, Kompetenzen, Methoden und EDV ist demgegenüber stärker ausgeprägt. Diese Ausprägungen zeigen das Entwicklungspotenzial von Kooperationen an, denn durch die Bündelung von Wissen lässt sich die Entwicklung neuer Lösungen leichter bewerkstelligen. Das Ergebnis einer statistischen Zusammenhangsprüfung zeigt, dass die kooperative Dienstleistungserbringung im Non-Profit-Bereich eng mit Innovation und Entwicklung korrespondiert.

Integration eines Netzwerks

Die Integration eines Netzwerks erfolgt über die Koordination der einzelnen Teilleistungen und Schnittstellen, die sich dadurch zu einer Leistungskette zusammenfügen. Die Umfrageergebnisse unterstreichen, dass eine Mischung aus informellen Regelungen zwischen einzelnen Netzwerkpartnern und formellen Regelungen, die die gesamte Kooperation betreffen, die am häufigsten gewählte Koordinationsform ist. Da die Befragten überwiegend zufrieden mit den im Rahmen der Koordination festgelegten Verantwortungsbereichen und der sich daraus ergebenden Zielerreichung sind, kann diese Netzwerkarchitektur zur Integration eines Netzwerks als Bedingung für das Gelingen hervorgehoben werden. Unterstützend wirkt auch eine gemeinsame Netzwerkidentität oder das „Wir-Gefühl“ einer Kooperation. Es erleichtert die Abstimmung unter den Netzwerkpartnern. Wenn sich die Kooperationspartner mit dem interorganisatorischen Netzwerk identifizieren, entwickelt sich aus dieser Identifikation heraus ein Engagement für Kooperationsprozesse und deren Koordination. Die Verflechtungen von Organisationen lassen sich besser koordinieren,

wenn die Netzwerkpartner eine gemeinsame Identität entwickelt haben. Werden Vereinbarungen für die Koordination einer zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit getroffen, sind in besonderer Weise auch Kommunikationswege zu definieren. Die Schattenseite der Netzwerkkooperation wird von Kommunikationsproblemen repräsentiert. Sie behindern die Integration von zwischenbetrieblichen oder interorganisatorischen Netzwerken, weil der Erfolg vor allem aus Kommunikationsleistungen resultiert. Probleme und Hemmnisse können daher durch die Nutzung eines ge-

meinsamen Informations- und Kommunikationssystems überwunden werden. Dadurch kann auch vor und während des Leistungserstellungsprozesses eine faire Aufteilung von Aufwand und Nutzen gewährleistet werden. Eine solche Aufteilung ist bei knapp einem Zehntel der betrachteten Netzwerke ein Problem. Eine Übereinstimmung der Erwartungshaltungen ist ein weiterer Basisfaktor der zwischenbetrieblichen Zusammenarbeit. Widersprüche in den gegenseitigen Erwartungen destabilisieren die Netzwerkkooperation. Erwartungshaltungen können einander

angeglichen werden, indem die Koordination des Netzwerks auf die unterschiedlichen Erwartungen eingeht und moderierend eine Kongruenz herstellt. Somit hat jeder Partner die Möglichkeit, seine Erwartungshaltung an die Realität des Netzwerks anzupassen, was sukzessiv auch den Sozialkapitalstock des Vertrauens in das System des Netzwerks erhöht.

Herbert Schubert

CityNet – Wissenschaftliche Begleitung eines Prozesses zum Netzwerkaufbau in Sozialräumen der Stadt Mülheim an der Ruhr

"Wir werden weniger. Wir werden älter. Wir werden bunter". So beschreibt der Familienbericht der Stadt Mülheim an der Ruhr den demografischen Wandel. Prognosen zeigen, dass sich diese Entwicklung, insbesondere die Zunahme der älteren Wohnbevölkerung, verstärken wird. Die sozialpolitisch Verantwortlichen der Stadt und der Verbände sehen diese Entwicklung als Chance zur Gestaltung einer familienfreundlichen und generationengerechten Stadtgesellschaft. In den Kommunen wird jedoch ein vernetztes, integriertes Handeln durch die institutionelle Zergliederung der Ressorts in eine Vielzahl funktionaler Teilaufgaben jedoch behindert. In Folge dieser Fragmentierung erfahren die Adressaten soziale Dienstleistungen in den Sozialräumen funktionsbezogen getrennt. Wegen der Barrieren des engen Ressortdenkens und der fehlenden Transparenz agieren die professionellen Akteure relativ isoliert auf ihren „operativen Inseln“ fachlicher Zuständigkeiten. Gemeinsame Schnittstellen werden kaum wahrgenommen, was zu ineffizienten Doppelstrukturen und Mehrfachangeboten beigetragen hat.

Netzwerkorganisation

Vor diesem Hintergrund besteht die Innovation darin, in der Kommune eine wirkungsvolle

Netzwerkorganisation zwischen den bisher isolierten Agenturen zu entwickeln. Auf der Ebene der Sozialräume von Stadtteilen, aber auch innerhalb der zentralen Kommunalverwaltung sollen zu diesem Zweck sowohl die Hierarchiebarrieren zwischen Ratsgremien, Fachbereichen und operativen Stadtteileinrichtungen als auch die Funktionsbarrieren zwischen den Fachbereichen des Sozialen, des Gesundheitswesens, der Bildung, des Sportbereichs und der Kultur zielgerichteter vermittelt und die Angebote untereinander koordiniert werden. Der Begriff Netzwerk steht in diesem Zusammenhang für Prozesse der politischen Entscheidungsfindung, währenddessen die Netzwerke nicht nur als Verhandlungssystem fungieren, sondern darüber hinaus Gestaltungs- und Steuerungsaufgaben im jeweiligen Stadtgebiet übernehmen. Auf diese Weise kann die Umweltkomplexität reduziert, können Ziele und Absichten der professionellen Akteure erfolgreicher verfolgt, Lösungen und Innovationen entwickelt sowie Ressourcen und Synergiepotenziale auf effiziente Art und Weise ausgeschöpft werden. Die Qualitätsentwicklung der kommunalen Daseinsvorsorge hängt entscheidend davon ab, ob eine integrierte Vorgehensweise der professionellen Akteure gefunden wird und der Anschluss an die zivilgesellschaftlichen Potenziale gelingt.

Verbesserte Wettbewerbsfähigkeit der Kommunen durch Netzwerkkooperation

Die Belastungen der kommunalen Haushalte durch unkoordinierte Handlungsstrukturen in der Daseinsvorsorge des Sozialbereichs schmälern die Handlungsoptionen der wirtschaftlichen und soziokulturellen Stadtentwicklung. Zugleich wurde im Laufe der 1990er Jahre deutlich, dass eine eindimensionale Orientierung an der reinen „Einsparung von Kosten“ im Feld der sozialen Dienstleistungen nicht zielführend ist. Deshalb hat sich das Interesse ein Jahrzehnt später zu „wirkungsvollen Prozessen“ verschoben. Statt sich am schlichten Modell der „schlanken Organisation“ (Lean Management) zu orientieren, in dem allein Kosten gesenkt werden, kommen im komplexen Modell der Netzwerkkooperation zur Effizienzausrichtung drei weitere Orientungsdimensionen hinzu: (a) die Kundenorientierung, in der kommunalen Daseinsvorsorge die „Adressatenorientierung“ genannt, (b) die produkt- inklusive Qualitätsorientierung und (c) die Kompetenzorientierung. Insbesondere die Kundenorientierung spielt im Sozialen Sektor eine zentrale Rolle, da der Kunde oder Adressat als so genannter „Koproduzent“ in den Prozess der Leistungserstellung integriert wird und der Fortbestand



ABSTRACT

Das Projekt „CityNet“ will die Arbeit der Sozialverwaltung der Stadt Mülheim an der Ruhr effizienter werden lassen. In den Kommunen wird vernetztes, integriertes Handeln durch Ressortdenken in eine Vielzahl funktionaler Teilaufgaben behindert. Gemeinsame Schnittstellen werden kaum wahrgenommen, was zu ineffizienten Doppelstrukturen und Mehrfachangeboten beigetragen hat. Die Entwicklung einer Netzwerkorganisation soll die Effektivität der Organisationsstrukturen in der Sozialverwaltung erhöhen. Dazu werden im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung die Grundlagen für den Prozess des Netzwerkaufbaus in den Sozialräumen und zwischen den zentralen Agenturen der Kommunalverwaltung geschaffen und seine praktische Umsetzung unterstützt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Dr. Herbert Schubert
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für angewandtes
Management und Organisation
in der Sozialen Arbeit (IMOS)
Forschungsschwerpunkt
„Sozial • Raum • Management“
herbert.schubert@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Holger Spieckermann, M.A.
Stephanie Abels, M.A.
Karin Bebermeier, M.A.

PROJEKTPARTNER

Stadt Mülheim an der Ruhr
Sozialamt (Amt 50)
Klaus Konietzka, Amtsleiter
Jörg Marx, Sozialplaner

der operativen Akteure und der angebotenen Dienstleistungen von den persönlichen Präferenzen und der Zufriedenheit des Adressaten entscheidend abhängt. Da sich Qualitätsmängel im Nachhinein nicht rückgängig machen lassen, besteht eine wesentliche Aufgabe im Rahmen von „Total-Quality“-Konzepten darin, die Prozesse unter Einbeziehung aller Beteiligten mit dem Ziel einer gesteigerten Kundenzufriedenheit zu optimieren. Die Integration dieser drei Dimensionen der Organisationsentwicklung kann die kommunale Daseinsvorsorge somit auf ein neues Niveau heben.

Zur Verbesserung der kommunalen Gesamtsituation sind daher drei Strategien zu verfolgen:

- a) die Neuorganisationen des Planungs- und Handlungssystems wie etwa Sozialraumorganisation als „Reengineering“ der Kommunalverwaltung aus der Anforderungsperspektive des Bürgers als Adressat entlang der Lebensprozesse,
- b) die Einführung des Qualitätsmanagements zur Optimierung der Dienstleistungsproduktion in den einzelnen (Infrastruktur-) Einrichtungen der Daseinsvorsorge und Erhöhung der Adressatenzufriedenheit,
- c) die Vernetzung von Akteuren und die Einrichtungen in definierten Raumeinheiten über Fachbereichsgrenzen um integrierte Produkte und Prozesse herum.

Das besondere Kennzeichen des interinstitutionell kooperierenden Netzwerks ist danach die Bündelung der über die verschiedenen Institutionen verteilten fachlichen Kompetenzen, um unter einer Adressaten- und Qualitätsorientierung zu einem höheren Wirkungsgrad zu gelangen. Die Kopplung zuvor isolierter Organisationseinheiten zu Netzen versetzt die Akteure in die Lage, abgestimmt auf die beschleunigte Bedarfsentwicklung in den Feldern der kommunalen Daseinsvorsorge zu reagieren. Die professionellen Schnittstellen lassen sich qualitätsvoller bearbeiten, wenn die funktional getrennten Spezialisten der verschiedenen Fachbereiche beim Erbringen der fachlichen Leistung ihre gegenseitigen Abhängigkeiten für das Zustandekommen der Produktqualität berücksichtigen.

Handlungsbedarf

Im „Public Management“ wird der Bedarf einer Netzwerkkooperation seit längerem konstatiert. Vor einer flächendeckenden Neuorganisation werden aber exemplarische Modellprojekte gebraucht, in denen

die Schritte zur Netzwerkkooperation beispielhaft und nachvollziehbar demonstriert werden. Die Stadt Mülheim an der Ruhr möchte deshalb den Transfer von Erkenntnissen der Netzwerkforschung in das Public Management gemeinsam mit der Fachhochschule Köln im Bereich der Altenhilfe entwickeln und praktisch erproben, um den eingangs beschriebenen demografischen Entwicklungen angemessen Rechnung zu tragen. Durch die Initiierung von Netzwerkstrukturen soll insbesondere auf die Bedürfnisse älterer Menschen im Dritten Lebensalter (60 bis unter 80 Jahre) und Vierten Lebensalter (80 Jahre und älter) eingegangen werden, die gemäß den Ausführungen des englischen Soziologen Peter Laslett zunehmend stärker auf die Solidarität formeller und informeller Unterstützungsangebote angewiesen sind, da die Ressourcen zur Bewältigung des Alltags während dieser Lebensphasen häufig um ein Vielfaches abnehmen.

In der Phase der Vorbereitung/Konzipierung beinhaltet das Projektvorhaben folgende Maßnahmen:

- a) Darstellung der Ausgangssituation mit Mitteln der Berichterstattung (statistische Daten, Geschäftsstatistiken), um eine Grundcharakterisierung des Untersuchungsraums vorzunehmen;
- b) Definition der Prozesse des Alltags und ihre Aggregation zu integrierten Vernetzungssachsen (Primär- oder Sekundärprozesse (s. Abb. 7);
- c) Identifizierung der Kernakteure für die Vernetzung und Bestimmung von Gelingensfaktoren zum nachhaltigen Netzwerkaufbau mittels einer fernmündlichen Befragung von verschiedenen Akteuren, die ältere Menschen im Alltag begleiten und unterstützen. Dazu zählen zum Beispiel operativ und strategisch agierende professionelle Akteure wie etwa im Handlungsfeld der Seniorenhilfe und lebensweltliche Akteure sowie Marktakteure wie Apotheker, Ärzte und Friseure, da diese einen vertrauensvollen Umgang mit älteren Menschen pflegen und entsprechend Zugang zu ihnen haben und
- d) Identifikation der Bedarfslage älterer Menschen hinsichtlich zukünftiger Netzwerkstrukturen durch eine fernmündliche Befragung ortsansässiger Bürger/innen.

In der Phase der Konstituierung/Implementierung sind die folgenden Schritte bedeutsam:

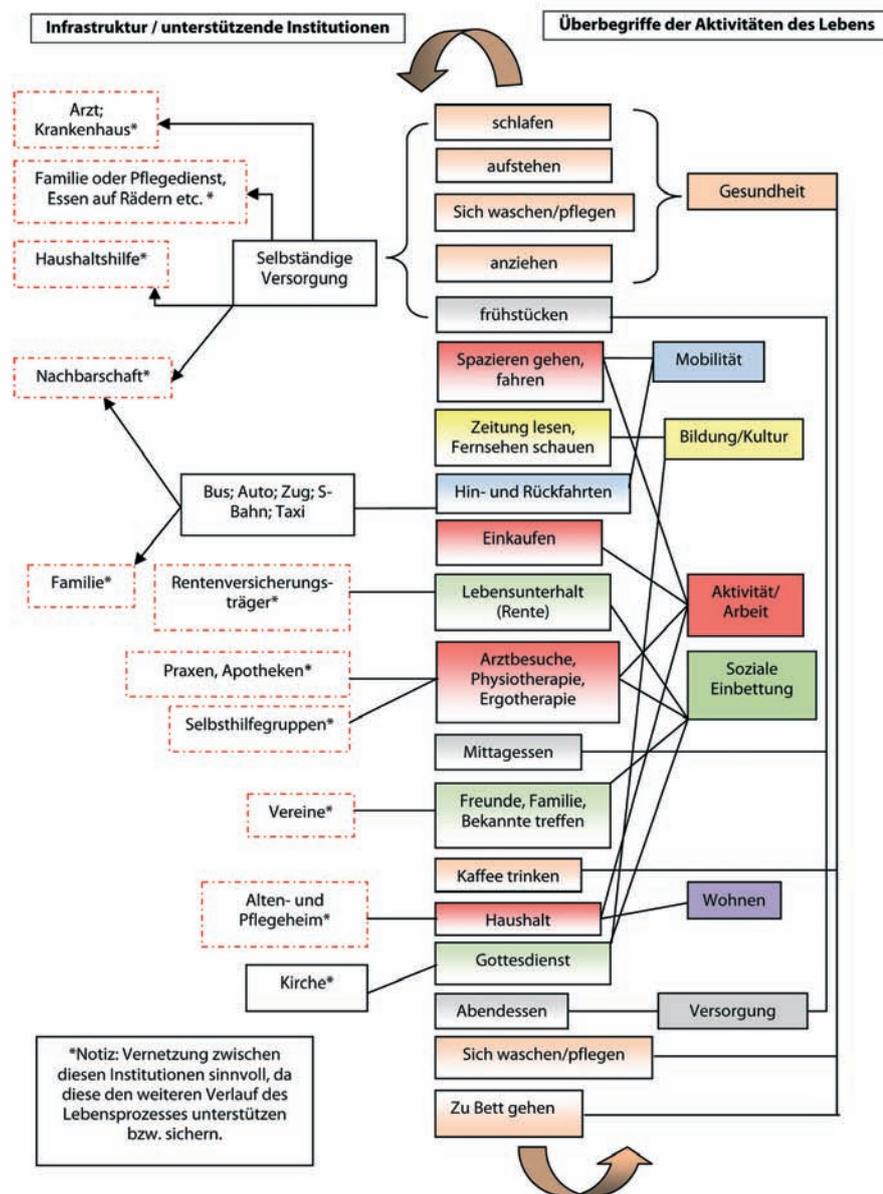
- e) Akquisition der Kooperationspartner entlang der definierten Prozessketten,
- f) Formulierung der Netzziele,
- g) Entscheidung über eine fokale und/oder laterale Netzwerkverantwortung,
- h) Institutionalisierung der Netzwerkkoordination und
- i) Vereinbarungen/Kontrakte über die Leistungen der Kooperationspartner und die Kooperationsweise durch wissenschaftliche Begleitung und fortlaufende Beratung.

Ziele der Umsetzung

Das Projekt „CityNet“ zielt darauf, Konzepte der angewandten organisationswissenschaftlichen Netzwerkforschung auf die Organisationsstrukturen der Sozialverwaltung in der Stadt Mülheim an der Ruhr zu transferieren, um Menschen im Dritten und Vierten Lebensalter dabei zu unterstützen, ihre Selbstversorgungsfähigkeit im Alter zu erhalten und die Schwierigkeiten, die sich durch die abnehmenden Kompetenzen und veränderte Lebenssituationen ergeben, zu

reduzieren. In der Abbildung sind unterstützende Strukturen und Institutionen exemplarisch aufgelistet, die für den Erhalt sowie die Sicherung dieser Selbstversorgungsaktivitäten notwendig sind. Die Institutionen – insbesondere die formellen Unterstützungsangebote – können „Lücken“ oder „Ausfälle“ in den persönlichen Beziehungsnetzen von älteren Menschen kompensieren, reduzieren und die Situation der Betroffenen stabilisieren, sofern die Ressourcen und Möglichkeiten hierfür nicht ausreichen. Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung werden die Grundlagen für den Prozess dieses Netzwerkaufbaus in den Sozialräumen und zwischen den zentralen Agenturen der Kommunalverwaltung geschaffen und seine praktische Implementierung unterstützt. Das Projekt „CityNet“ soll ferner die kommunale Situation in den sozialpolitischen Handlungsfeldern verbessern. Insofern kommt die Implementierung der Netzwerkkooperation zuvörderst der Stadt Mülheim an der Ruhr als Wirtschaftsstandort zugute, wird aber über die weitere Verbreitung auch dem Wirtschaftsstandort Nordrhein-Westfalen nutzen. Denn über die Entwicklung einer Netzwerkorganisation in den Sozialräumen als bürgernahe Handlungsräume und zwischen den zentralen Agenturen der Kommunalverwaltung wird die Effektivität der Organisationsstrukturen in der Sozialverwaltung erhöht. Die Wettbewerbsfähigkeit der Stadt Mülheim an der Ruhr wird verbessert, wenn Dienste und Einrichtungen in den Sozialräumen der Stadt durch einen Netzwerkverbund wirtschaftlicher und effizienter betrieben werden können. Das Vorhaben hat große Bedeutung für die bedarfsgerechte Modernisierung der kommunalen Daseinsvorsorge. Im Sinne eines „Leuchtturmprojekts“ soll es anschließend auf andere Städte und Gemeinden ausstrahlen. In der landes- und bundesweiten Aufgabe der kommunalen Organisationsentwicklung steckt hohes Marktpotenzial.

Herbert Schubert



Prozesshafte Darstellung des Beispieltagesablaufs eines Menschen im Dritten / Vierten Lebensalter



Modellprojekt: Chancen der Vielfalt nutzen lernen

ABSTRACT

In diesem Projekt geht es um die Verbesserung der Integrationschancen von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund. Sie sollen sprachlich gefördert und ihre Kompetenzen auch durch außerschulische Bildungsangebote der Sozialen Arbeit erweitert werden, so dass sie in die Lage versetzt werden, sowohl schulisch als auch beruflich erfolgreich zu sein. Beides ist nur möglich, wenn auch die infrastrukturellen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen verbessert werden.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Markus Ottersbach
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung
und Entwicklung (INTERKULT)
markus.ottersbach@fh-koeln.de

PROJEKTLAUFZEIT

1. August 2009 – 31. Juli 2011
(optional bis Juli 2013)

PROJEKTBETEILIGTE

Corinna Braun, BA für Soziale Arbeit
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung
und Entwicklung (INTERKULT)

PROJEKTPARTNER/ FÖRDERNDE INSTITUTIONEN

Dr. Beate Blüggel, Rosi Loos
RAA Köln
Andreas Deimann
RAA Leverkusen
weitere Fachhochschulen in NRW
Ministerium für Generationen,
Familie, Frauen und Integration/NRW
Bundesministerium für
Migration und Flüchtlinge
Europäische Union
(Europäischer Integrationsfonds)

Ziel dieses Praxisprojekts ist es, alle Kinder, unabhängig von ihrer sozialen und ethnischen Herkunft, im Bildungs- und Erziehungssystem angemessen zu fördern und in die Lage zu versetzen, eine erfolgreiche schulische und berufliche Ausbildung abzuschließen. Gut ausgebildetes Personal für die pädagogische Praxis ist eine grundlegende Voraussetzung für den Erfolg. Die Verbesserung der Bildungssituation ist auch eine außerschulische Aufgabe. Mit ihren jeweiligen Kompetenzen und einer verlässlichen Kooperation können Sozialarbeiter/innen entscheidend dazu beitragen. Nötig sind deshalb einerseits langfristig angelegte, strukturelle Verbesserungen wie die Qualifizierung des pädagogischen Personals und andererseits unmittelbar wirkende Unterstützungsangebote für die Kinder, die die Chance auf einen besseren Bildungsabschluss nutzen möchten. An unterschiedlichen Standorten in Nordrhein-Westfalen wird entsprechend des Konzepts in Kooperation zwischen Fachhochschulen und der für die außerschulischen Bildungsangebote für Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in NRW zuständigen Regionalen Arbeitsstellen (RAA) ein Studienschwerpunkt entwickelt, erprobt und verstetigt. Dieses intervenierende Angebot wird mit einer langfristig wirkenden Maßnahme, der Qualifizierung von Studierenden der schulischen und außerschulischen Pädagogik flankiert.

Das Konzept bringt damit zwei Zielgruppen zusammen:

- Kinder und Jugendliche mit Zuwanderungsgeschichte, die während ihrer Schulzeit pädagogische Unterstützung benötigen, um einen erfolgreichen Bildungsabschluss zu erreichen und
- Studierende der (interkulturellen) Sozialen Arbeit an den Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen.

Win-Win-Situation

Im Rahmen der Sprach- und Kompetenzförderung ist vorgesehen, dass die Kinder und Jugendlichen mit Zuwanderungsgeschichte eine Unterstützung und Begleitung erfahren, um einen ihren Fähigkeiten entsprechenden

schulischen Abschluss zu realisieren. Dazu werden sie zweimal wöchentlich intensiv in kleinen Lerngruppen unterstützt. Realisiert wird das Förderangebot durch Studierende des Studiengangs der Sozialen Arbeit. Der Schwerpunkt ihres Angebots liegt in einer ganzheitlichen Begleitung und Betreuung der Kinder durch Unterstützung bei Lernaufgaben, durch geeignete methodische und projektorientierte Ansätze, durch die Entwicklung eigener Lernstrategien, durch kreative, musische oder medienpädagogische Angebote. Im Rahmen der geplanten dreisemestrigen Mitwirkung im Praxisprojekt „Chancen der Vielfalt nutzen lernen“ erhalten die Studierenden an der Fachhochschule Köln vertiefte Kenntnisse über die Lebenssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zuwanderungsgeschichte. Gleichzeitig erwerben sie fundiertes Wissen zu verschiedenen methodischen Ansätzen in der außerschulischen Arbeit mit Kindern und Jugendlichen mit Zuwanderungsgeschichte. An der Fachhochschule Köln ist das Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT) federführend: es stellt die relevanten Studieninhalte in den Bereichen Migrationsforschung und interkulturelle soziale Arbeit zur Verfügung. Durch eine landesweite Vernetzung zwischen den Fachhochschulen erhalten die Studierenden die Gelegenheit zum praktischen Austausch mit Studierenden anderer Standorte oder anderer Fachbereiche. Der gegenseitige Austausch und die Unterstützung für das eigene praktische Handeln ist ausdrücklich erwünschter Bestandteil des Konzepts. Vor dem Hintergrund der zum Teil schwierigen finanziellen Lage von Studierenden wird ihr Beitrag mit einer Aufwandsentschädigung honoriert, um so eine Mitwirkung über die Praxisphasen des Studiums hinaus sicherzustellen. Kontinuität auf Seiten der Studierenden für eine Dauer von drei Semestern wird angestrebt. Das erste Semester dient der Vorbereitung, die beiden folgenden der konkreten Durchführung der Förderung. Die interkulturelle Zusatzqualifikation soll sich dabei wie ein „roter Faden“ durch das Studienangebot ziehen.

Markus Ottersbach

„Integration und Chancengleichheit“ – ein Netzwerk des Deutsch-Französischen Jugendwerks (DFJW)

Im Herbst 2006 wurde vom DFJW und der Stiftung Genshagen das Projekt „Integration und Chancengleichheit fördern – ein deutsch-französisches Netzwerk zum Austausch von beispielhaften Initiativen auf regionaler und lokaler Ebene“ initiiert. Im Laufe von vier Jahren sind im Rahmen des Netzwerks bislang rund 30 Projekte des deutsch-französischen Jugendaustauschs einbezogen worden. Ein Teil dieser Austauschprojekte ist abgeschlossen, andere haben begonnen oder werden noch durchgeführt. Alle Austauschprojekte basieren auf Stammprojekten in den Partnerregionen Berlin/Brandenburg und Paris/Île de France, die darauf abzielen, Ausgrenzungsprozesse zu verhindern und die gesellschaftliche und berufliche Eingliederung von Jugendlichen aus marginalisierten Quartieren zu fördern. Der auf den Stammprojekten aufbauende und vom DFJW finanzierte Jugendaustausch zielt darauf, interkulturelle Lernprozesse zu fördern sowie Vorurteile und Stereotypen abzubauen. Durch die Weitergabe beispielhafter Erfahrungen und erfolgreicher Projektstrategien sollen zudem länderübergreifende Synergieeffekte geschaffen und ein nachhaltiges deutsch-französisches Netzwerk zum Austausch von „best practice“ aufgebaut werden. Konkret sollen die Initiativen sich über die Aktivitäten im Nachbarland informieren, Arbeitserfahrungen austauschen und gemeinsam Ideen und Konzepte für die zukünftige Zusammenarbeit entwickeln. Um „best practice“ zu erreichen, ist eine wissenschaftliche Evaluation des Netzwerks zweckmäßig. Professionelles Handeln erfordert eine möglichst unabhängig durchgeführte wissenschaftliche Evaluation, an der Wissenschaftler/innen sowohl aus Frankreich als auch aus Deutschland beteiligt werden sollen.

Die Evaluation wird in Bezug auf die Austauschprojekte im Schwerpunkt einen summarischen Charakter haben. Anhand der in der Programmauswertung zu Tage tretenden Stärken und Schwächen können Entscheidungen über die Weiterführung, die Variation oder die Ablösung des Programms durch ein anderes getroffen werden.

Ansatz und methodische Umsetzung

Stichprobe

Die Grundgesamtheit der Untersuchung besteht aus rund 30 Projekten, die in Berlin/Brandenburg und Paris/Île de France stattgefunden haben oder stattfinden. Aus dem durch die Beteiligung am DFJW-Netzwerk vorgegebenen Projektpool wird für die Evaluation eine Auswahl getroffen. Die Auswahlkriterien werden mit dem Auftraggeber abgestimmt.

Anlage der Untersuchung

Die Untersuchung ist qualitativ angelegt. Ein qualitatives Untersuchungsdesign ermöglicht einen vertieften Einblick in Ereignisse und Prozesse. Es beinhaltet jedoch auch einen relativ hohen zeitlichen Aufwand für die Erhebung und Auswertung der Daten. In Bezug auf die Netzwerkanalyse müssen wir zwischen der Evaluation des vom DFJW organisierten Austauschs und der Stammprojekte unterscheiden. Um das Netzwerk angemessen evaluieren zu können, müssen wir die Rahmenbedingungen der Stammprojekte berücksichtigen.

Im Vordergrund der Untersuchung stehen folgende Leitfragen:

- Welchen Beitrag leistet der vom DFJW organisierte Fachaustausch der Projektverantwortlichen im Rahmen des Netzwerks zum Gelingen der Arbeit vor Ort?
- Welchen Beitrag leistet der vom DFJW organisierte internationale Jugendaustausch zum Gelingen der Arbeit vor Ort?
- Inwieweit und unter welchen Rahmenbedingungen gelingt es den Projektverantwortlichen, die Zielgruppe des internationalen Jugendaustauschs zu erreichen (Akquise)?
- Inwieweit werden die Jugendlichen erfolgreich in die Projekte einbezogen (Kontinuität)?
- Welchen nachhaltigen „Gewinn“ erzielen die Jugendlichen durch ihre Teilnahme an den Projekten – im Hinblick auf die gesellschaftliche und berufliche Integration sowie auf interkulturelle Lerneffekte?

ABSTRACT

In diesem Projekt geht es um die Evaluation eines vom Deutsch-Französischen Jugendwerk (DFJW) geförderten Netzwerks zum Thema „Integration und Chancengleichheit“. Ziel dieses Netzwerks ist die Förderung interkultureller Lernprozesse und der Abbau von Vorurteilen und Stereotypen von Jugendlichen aus Frankreich und Deutschland. Die Evaluation beinhaltet eine Analyse der Schwächen und Stärken des Programms, die Erkundung von Best-Practice-Modellen und die Formulierung möglicher Verbesserungsvorschläge für eine Verstärkung des Jugendaustauschs.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Markus Ottersbach
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT)
markus.ottersbach@fh-koeln.de

PROJEKTLAUFZEIT

1. Januar 2010 – 31. Dezember 2012

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl.-Päd. Thomas Zitzmann
Dipl.-Päd. Sonja Preissing
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT)

PROJEKTPARTNER/ FÖRDERNDE INSTITUTIONEN

Universität Metz
Prof. Dr. Ahmad Boubeker
Dr. Pierro Galloro
Deutsch-Französisches Jugendwerk (DFJW)
Guilhem Zumbaum-Tomasi
Borris Diederichs



Während der gesamten Laufzeit der Untersuchung wird der Fachaustausch im Rahmen des Netzwerks evaluiert (teilstandardisierter Fragebogen, qualitative Interviews). Einerseits werden auf den Netzwerktreffen teilstandardisierte Fragebögen an die Tagungsteilnehmenden verteilt, andererseits werden ausgewählte Teilnehmer/innen per Leitfadenterview im Nachgang der Netzwerktreffen zu dem Fachaustausch und zu den Netzwerktreffen befragt. Daneben erfolgt die Untersuchung in zwei Phasen. In der ersten Untersuchungsphase geht es um zentrale Merkmale und Rahmenbedingungen der Arbeit in den ausgewählten Projekten sowie um deren Ideen und Konzeptionen. Im Mittelpunkt der leitfadengestützten themenzentrierten Interviews mit jeweils einem/einer hauptberuflichen, haupt- oder ehrenamtlichen Leiter/in, Mitarbeiter/Mitarbeiterin bzw. Akteur/Akteurin der an den ausgewählten Projekten vor Ort beteiligten Organisationen stehen Fragen zur Konzeption, zur praktischen Arbeit, zu interkulturellen Angeboten/Aktivitäten sowie zu den Rahmenbedingungen der Arbeit vor Ort. Zum Abschluss der ersten Untersuchungsphase wird ein Zwischenbericht zum Verlauf der Untersuchung und zu den empirischen Befunden vorgelegt. In der zweiten Untersuchungsphase werden die Nutzung und die Gestaltung des jeweiligen Projekts durch jugendliche Akteure untersucht. Zunächst wird mit den Beteiligten oder einer Auswahl der Beteiligten eines konkreten Angebots oder einer Aktivität eine Gruppendiskussion durchgeführt. Die Gruppendiskussionen sollen einen Einblick in Motive, Einstellungs- und Handlungsorientierungen der Jugendgruppe, in Rekrutierungsmechanismen von Mitgliedern, in den Gruppenzusammenhalt sowie die Gruppenpraxis geben. Das Hauptaugenmerk liegt auf kollektiver Orientie-

rung. Von besonderem Interesse ist in diesem Zusammenhang die Rekonstruktion möglicher Projekterfolge in Bezug auf die gesellschaftliche und berufliche Integration der Jugendlichen, aber auch bezüglich möglicher kultureller Zuschreibungen und Vorurteile, Prozesse der „Ethnisierung“ sowie Öffnungs- und Ausschlussmechanismen im interkulturellen Kontext. Ergänzt werden die Gruppendiskussionen bei einer ausgewählten Anzahl von zwei bis drei Projekten je Land um leitfadengestützte qualitative Interviews mit jeweils einem/einer Jugendlichen der jeweiligen Diskussionsgruppe (subjektive Orientierung). Die Auswahl der Projekte orientiert sich an dem Erhebungsmaterial der Gruppendiskussion. Beabsichtigt ist, Beispiele zu berücksichtigen, die im Sinne einer „guten Praxis“ modellhaften Charakter für gelungene Strategien einerseits einer interkulturellen Arbeit und andererseits einer Verbesserung der gesellschaftlichen und beruflichen Integration der beteiligten Jugendlichen haben. Die Interviews mit vier bis sechs Jugendlichen sollen Einblick in deren subjektive Motive, Interessen und Orientierungen, Einschätzungen und Bewertungen der interkulturellen Zielsetzungen sowie der Chancen in Bezug auf ihre gesellschaftliche und berufliche Integration geben. Für alle Erhebungsinstrumente werden Pretests durchgeführt. Die Aussagen der Befragten und die Gruppendiskussionen werden durch Tonträger aufgezeichnet und transkribiert. Die Auswertung der Erhebungen erfolgt computergestützt und kategoriengeleitet, wobei die Kategorisierungen – dem Ansatz der Grounded Theory entsprechend – im Laufe des Auswertungsprozesses erweitert werden.

Markus Ottersbach

Partizipation in der Einwanderungsgesellschaft – die Kalker Ereignisse vom Januar 2008

In dem Projekt „Partizipation in der Einwanderungsgesellschaft: Zur Nachhaltigkeit zivilgesellschaftlicher Partizipation am Beispiel der Kalker Ereignisse vom Januar 2008“ wird der Frage nach der zivilgesellschaftlichen Partizipation von Menschen mit Migrationshintergrund in urbanen Gesellschaften nachgegangen. Angesichts zunehmender Migration und Mobilität wird die für ein funktionierendes Zusammenleben der Bevölkerung notwendige politische Beteiligung der Menschen in der Stadtgesellschaft zu einer besonderen Herausforderung. Die Frage nach Partizipationsmöglichkeiten und nach -formen stellt sich dabei insbesondere für Menschen mit Migrationshintergrund, die über kein Wahlrecht verfügen. Allerdings geht es nicht nur um die Beteiligung an der Zusammensetzung des repräsentativen politischen Systems, sondern auch um zivilgesellschaftliche Partizipation im Sinne eines Engagements jenseits der Parteien und der „großen“ Politik. Die Frage nach der zivilgesellschaftlichen Partizipation und nach den Formen gesellschaftspolitischer Beteiligung in der Stadtgesellschaft soll exemplarisch am Stadtteil Köln-Kalk und hier insbesondere an den Kalker Ereignissen im Januar 2008 untersucht werden. Damals demonstrierten vor allem junge Stadtteilbewohner mit Migrationshintergrund über mehrere Tage gegen ihre Benachteiligung in der Migrationsgesellschaft. Dazu fanden Demonstrationen, spontane Treffen, Sitzblockaden, Mahnwachen, Diskussionsrunden und weitere Aktionen statt. Die Ereignisse wurden in den Medien auf städtischer, regionaler und nationaler Ebene diskutiert. Der Stadtteil Köln-Kalk stellt einen durch Migration geprägten Stadtteil dar, der sowohl aus der historischen Entwicklung als auch aus der aktuellen Entwicklung heraus als globalisiertes Quartier divers ausgerichtet ist. Allerdings sind die Perspektiven für die Bewohner/innen mit Migrationshintergrund in dem Stadtteil – etwa bei Bildung und Erwerbsarbeit – stark eingeschränkt. Ziel des Projekts ist es, am konkreten Beispiel der Kalker Ereignisse das Potential zivilgesellschaftlicher Aktionen von Menschen mit Migrationshintergrund

aufzuzeigen. Vor dem Hintergrund der Quartierssituation sollen die zivilgesellschaftlichen Beteiligungsformen erkundet und deren nachhaltige Wirkung analysiert werden. Es geht darum, die Bedeutung des zivilgesellschaftlichen Engagements der Bevölkerung mit Migrationshintergrund für den Zusammenhalt der Gesellschaft aufzuzeigen. Konkret wird in dem Forschungsprojekt danach gefragt,

- wie die Situation der Menschen in Köln-Kalk ist;
- wie das zivilgesellschaftliche Engagement in Köln-Kalk aussieht;
- inwieweit die Ereignisse vom Januar 2008 als eine „von unten“ entstandene Form zivilgesellschaftlicher Beteiligung von Menschen mit Migrationshintergrund im Stadtteil gedeutet werden können und wie sie medial präsentiert wurden oder werden;
- welche nachhaltige (politische) Wirkungskraft den Ereignissen vom Januar 2008 in Bezug auf die Situation der Menschen mit Migrationshintergrund zugesprochen werden kann.

In der Untersuchung soll zunächst die Quartierssituation analysiert werden. Dazu werden zum einen vorhandene statistische Daten im Rahmen einer Sekundäranalyse neu bewertet und zum anderen neue Daten erhoben. Ein weiterer Schritt der Untersuchung besteht aus einem qualitativen Teil, in dem zum einen die Kalker Ereignisse vom Januar 2008 rekonstruiert werden und zum anderen das zivilgesellschaftliche Engagement im Stadtteil beleuchtet wird. Dazu werden in einer ersten Phase Interviews mit Vertreter/innen von Vereinen und Institutionen geführt, die zu verschiedenen Themenbereichen wie etwa „Migration“ oder „Jugend“ im Stadtteil tätig sind. Dem folgen in einer zweiten Phase qualitative Interviews mit Akteuren, die an den Demonstrationen im Januar 2008 beteiligt waren. Hier werden insbesondere Jugendliche in Köln-Kalk befragt, sowie weitere Akteure, die in die Ereignisse Anfang des Jahres 2008 involviert waren.

Markus Ottersbach

ABSTRACT

Die Fragen nach der zivilgesellschaftlichen Partizipation von Menschen mit Migrationshintergrund und nach aktuellen Formen gesellschaftspolitischer Beteiligung in der Stadtgesellschaft sollen exemplarisch an dem Stadtteil Köln-Kalk und hier insbesondere an den Kalker Ereignissen im Januar 2008 untersucht werden. Damals demonstrierten vor allem junge Stadtteilbewohner mit Migrationshintergrund über mehrere Tage gegen ihre gesellschaftliche Benachteiligung. In dem Forschungsprojekt geht es darum, die Bedeutung des zivilgesellschaftlichen Engagements der Bevölkerung mit Migrationshintergrund für den Zusammenhalt der Gesellschaft aufzuzeigen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Markus Ottersbach
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT)
markus.ottersbach@fh-koeln.de

PROJEKTLAUFZEIT

1. April 2010 – 31. März 2011

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Päd. Sonja Preißing
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT)
sonja.preissing@fh-koeln.de

KOOPERATIONSPARTNER/ FÖRDERNDE INSTITUTION

Prof. Dr. Wolf-D. Bukow
Universität zu Köln, Institut für vergleichende Bildungsforschung und Sozialwissenschaften
RheinEnergieStiftung
Jugend/Beruf, Wissenschaft

Interkulturelle Öffnung in der verbandlichen Jugendarbeit

ABSTRACT

Jugendverbände und Vereine von Jugendlichen mit Migrationshintergrund (VJM) leisten einen bisher unzureichend wahrgenommenen Beitrag zur Integration. In der Öffentlichkeit wird das bislang nur unzureichend wahrgenommen. Im Rahmen dieses Projekts zur kulturellen Öffnung in der verbandlichen Jugendarbeit wurde herausgefunden: auf Vereins- und Verbandsebene ist die Einwanderungsgesellschaft längst anerkannte Realität.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Andreas Thimmel
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für Kindheit, Jugend, Familie und Erwachsene (KJFE)
andreas.thimmel@fh-koeln.de
Prof. Dr. Markus Ottersbach
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT)
markus.ottersbach@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl.-Päd. Thomas Zitzmann
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für interkulturelle Bildung und Entwicklung (INTERKULT)
Miriam Yildiz, B.A. für Soziale Arbeit
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für Kindheit, Jugend, Familie und Erwachsene (KJFE)

PROJEKT LAUFZEIT

Dezember 2008 – Dezember 2010

PROJEKTPARTNER

FÖRDERNDE INSTITUTIONEN
Kirsten Bruhns und Katrin Otremba,
Deutsches Jugendinstitut e.V. (DJI),
München

Jugendverbände und Vereine von Jugendlichen mit Migrationshintergrund (VJM) leisten einen bisher unzureichend wahrgenommenen Beitrag zur Integration. Dies ist das Ergebnis des Forschungsprojekts „Interkulturelle Öffnung in der verbandlichen Jugendarbeit – Stand, Hindernisse und Möglichkeiten der Realisierung“, das bundesweit örtliche Gliederungen von Jugendverbänden und VJM im Hinblick auf die Gestaltung von Diversität und Teilhabe beobachtete.

Konzeption und Umsetzung

Diese Studie stellt einen umfassenden Zugang zum Forschungsfeld dar. Im Mittelpunkt stehen die Fragen der Konzipierung und Umsetzung interkultureller Öffnung in der Jugendverbandsarbeit auf lokaler Ebene und des Zugangs von Selbstorganisationen von jugendlichen Migranten zu Dachverbänden und Arbeitsgemeinschaften der Jugendverbandsarbeit. Besondere Bedeutung kommt der Gestaltung der örtlichen Jugendverbandsarbeit durch die Teilnehmer/innen und den förderlichen Rahmenbedingungen interkultureller Öffnung zu. Mit der breiten Fragestellung sowie der Bandbreite befragter Jugendverbandsgliederungen handelt es sich um die bisher umfangreichste und aufwändigste Studie ihrer Art. Eine Besonderheit besteht in der Kooperation der Fachhochschule Köln, Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften mit dem renommierten Deutschen Jugendinstitut e.V., München. Finanziert wurde die Studie im Rahmen des Bundesprogramms „VIELFALT TUT GUT. Jugend für Vielfalt, Toleranz und Demokratie“ durch das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ). In Umsetzung des Forschungsansatzes wurden 30 örtliche Jugendverbandsgliederungen unterschiedlicher Verbandstypen aus 14 Bundesländern in die Studie einbezogen und 30 Experteninterviews, 25 Gruppendiskussionen mit jugendlichen Teilnehmer/innen sowie zwölf vertiefende Einzelinterviews durchgeführt. In der abschließenden Fachtagung im November 2010 diskutierten 80 Teilnehmer/innen aus Jugendverbänden, VJM, Verwaltung und Wissenschaft die Ergebnisse.

Reflexion und Selbstorganisation

Im Kern konnte herausgefunden werden, dass in diesem zivilgesellschaftlichen Bereich die Realität der Einwanderungsgesellschaft schon viel stärker anerkannt ist, als es im öffentlichen Diskurs erscheint. Dies hat vor allem zwei Ursachen: Zum einen möchten Jugendliche mit Migrationshintergrund selbst darüber entscheiden, ob ihre Herkunft für sie relevant ist oder nicht. Viele integrationsförderliche Aktivitäten werden bewusst nicht unter den Begriff der Interkulturalität subsumiert und werden deshalb in diesem Kontext nicht wahrgenommen. Zum anderen finden sich unterschiedlichste Varianten einer adäquaten Beschäftigung mit Interkulturalität auf örtlicher Ebene. Dabei reicht das Spektrum von kultur- oder anerkennungsorientierten bis zu universalistischen oder umverteilungsorientierten Konzepten in der jeweiligen Praxis. Entscheidend für gelingende interkulturelle Öffnung sind die Qualität der Reflexion in den Gruppen, Vereinen und Verbänden, der Grad an Selbstorganisation der teilnehmenden Jugendlichen sowie die Transparenz und die Kommunikationskultur im jeweiligen Verband. Die Ergebnisse der Fachtagung fließen in die Ausarbeitung des Abschlussberichts ein, der erfolgversprechende Strategien zur Umsetzung interkultureller Zielsetzungen in der Jugendverbandsarbeit vor Ort beschreibt und wirksame Ansätze für die Überwindung hinderlicher sowie die Herstellung oder Nutzung förderlicher Rahmenbedingungen bereit stellt. Mit Blick auf die gewonnenen Befunde, etwa zu Erfolgsfaktoren und zur Bedeutung der Selbstbeschreibungen von Jugendlichen lässt sich sagen, dass das Studienergebnis das Potential hat, zur Reflexion und Weiterentwicklung der Jugendverbandsarbeit anzuregen, den Handlungsbedarf für die Unterstützung von Jugendgruppen und Organisationen vor Ort zu konkretisieren und eine subjektorientierte Praxisentwicklung zu fördern. Die Forschungsergebnisse sind veröffentlicht unter: www.f01.fh-koeln.de/fakultaet/personen/profs/andreas.timmel/00973/

Andreas Thimmel/Markus Ottersbach

Vielfalt on Tour – Jugendbegegnungen im Tandem

InterKulturell on Tour (IKT) ist ein bundesweites Modellprojekt an der Schnittstelle von Internationalität und Interkulturalität. Es reagiert darauf, dass Jugendliche mit Migrationsgeschichte in öffentlich geförderten Jugendbegegnungen und pädagogischen Jugendreisen bisher stark unterrepräsentiert sind. IKT sucht nach Strategien für eine stärkere Teilhabe von Jugendlichen mit Migrationshintergrund an internationalen Jugendbegegnungen und dem grundsätzlichen Beitrag der Internationalen Jugendarbeit zum Verständnis der Einwanderungsgesellschaft. Als Projektansatz wurde ein so genannter „Tandem-Ansatz“ gewählt. Träger der Internationalen Jugendarbeit und Organisationen aus dem Migrationsbereich kooperierten miteinander. Es handelt sich dabei insbesondere um Vereine von jungen Menschen mit Migrationshintergrund (VJM) oder Migrantenjugendselbstorganisationen (MJSO). Gemeinsam wurden internationale Jugendbegegnungen und pädagogische Jugendreisen geplant, durchgeführt und ausgewertet. Die Kooperationen sollten in den Aufbau eines dauerhaften Netzwerks münden. Hierbei handelt es sich um eine mögliche Strategie Interkultureller Öffnung. Das wissenschaftliche Team der Fachhochschule Köln begleitete das Projekt in den Jahren 2008 bis 2010 durch Interviews, Beobachtungen, die Teilnahme an Projekttreffen und -gremien und einem engen Kontakt zu den Projektverantwortlichen.

Die Jugendlichen

Insgesamt nahmen an den 13 von der Evaluation erfassten Projekten 145 Jugendliche teil (14 Hin- und Rückbegegnungen). 100 Jugendliche beteiligten sich an der Fragebogenaktion am Ende der Jugendbegegnungen. 85 Prozent der befragten Jugendlichen würden gerne an einer weiteren Jugendbegegnung teilnehmen. Ihre Partizipationsmöglichkeiten bei der Gestaltung der Begegnungen und Programme nahmen sie als hoch wahr. Im Rahmen von IKT konnten neue Zielgruppen für die Internationale Jugendarbeit gewonnen werden. Im Vergleich zur Zusammensetzung der überwiegenden Mehrzahl der Jugendreisen und

Begegnungen war der Anteil Jugendlicher mit Migrationsgeschichte im Projekt mit insgesamt 51 Prozent hoch. Viele der Jugendlichen hatten zum ersten Mal Zugang zu diesem effektiven Instrument nonformaler Bildung. Innerhalb der 13 wissenschaftlich begleiteten Projekte ist es damit gelungen, die Anzahl der Jugendlichen mit Migrationsgeschichte signifikant zu erhöhen. Dieser Befund bestätigt den vom Projekt gewählten Tandem-Ansatz.

Bildungspotenziale internationaler Jugendbegegnungen

Anhand der Jugendbegegnungen und pädagogischen Jugendreisen von InterKulturell on Tour konnten Förderungs- und Anregungspotenziale für Bildungsprozesse von Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund festgestellt und beschrieben werden. Internationale Jugendbegegnungen sind Aktivitäten, in denen Vielfalt und Unterschiedlichkeit – bei entsprechender Konzeption und Methodik – positiv besetzt sind. In der Internationalen Jugendarbeit kann eine im (Schul)Alltag oder im Sozialraum erlebte Defizitzuschreibung durch eine Ressourcenorientierung ersetzt werden, die dann wieder positiv auf den Alltag der Jugendlichen ausstrahlt. Perspektivwechsel, Wertschätzung gegenüber anderen Kulturen sowie die Notwendigkeit zur Reflexion des Neuen sind wesentliche Merkmale der durch die Mobilitätserfahrung angestoßenen Bildungsprozesse von Einzelnen und Gruppen. Internationale Jugendbegegnungen enthalten eine Reihe von Inszenierungselementen und „sensible Momente“, die Anregungspotenzial für eine Auseinandersetzung Jugendlicher mit sich und ihrer Umwelt bieten. Zum Beispiel kommen Jugendliche in die Situation, sich selbst und ihr Land vorstellen zu müssen oder zu dürfen. Dieser symbolische Akt „Ich stelle Deutschland vor und mich als Teil dieser Delegation“ kann eine besondere Bedeutung für die Jugendlichen haben. Im internationalen Kontext erhalten die Jugendlichen dabei die Gelegenheit, sich als Teil der Bundesrepublik Deutschland zu positionieren – auch im Sinne einer allgemeinen politischen

ABSTRACT

InterKulturell on Tour (IKT) ist ein bundesweites Modellprojekt an der Schnittstelle von Internationalität und Interkulturalität. Es reagiert darauf, dass Jugendliche mit Migrationsgeschichte in öffentlich geförderten Jugendbegegnungen und pädagogischen Jugendreisen bisher stark unterrepräsentiert sind. IKT sucht nach Strategien für eine stärkere Teilhabe von Jugendlichen mit Migrationshintergrund an internationalen Jugendbegegnungen und dem grundsätzlichen Beitrag der Internationalen Jugendarbeit zum Verständnis der Einwanderungsgesellschaft.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Andreas Thimmel
Fakultät für Angewandte
Sozialwissenschaften
Institut für Kindheit, Jugend,
Familie und Erwachsene (KJJE)
andreas.thimmel@fh-koeln.de

PROJEKTMITARBEIT

Yasmine Chehata
wissenschaftliche Mitarbeiterin
Katrin Riß
wissenschaftliche Mitarbeiterin

PROJEKTTRÄGER

Bundesministerium für Familie,
Senioren, Frauen und Jugend

PROJEKTLAUFZEIT

Die Umsetzung des Projekts erfolgte von September 2007 bis September 2009. Gesamtbericht der wissenschaftlichen Begleitung (Chehata/ Riß/Thimmel 2009) unter www.interkulturell-on-tour.de



Bildung. Wird die Thematik „Deutschland als Migrationsland“ während der Begegnung aufgegriffen, haben die Teilnehmenden die Möglichkeit, sich mit ihrer persönlichen oder Familien-Geschichte in der Geschichte Deutschlands wiederzufinden und dazu ins Verhältnis zu setzen.

Interkulturelle Kompetenz als Ressource

Die Hypothese, nach der Jugendliche mit Migrationshintergrund über spezifische interkulturelle Kompetenzen verfügen, die in der Internationalen Jugendarbeit zur Geltung kommen können, lässt sich nur in Einzelfällen belegen, hat aber keine systematische Bedeutung. Internationale Jugendbegegnungen bieten mit ihrer positiven Konnotation von „Vielfalt“ Jugendlichen mit Migrationshintergrund einen Raum, in dem sie ihren Hintergrund und ihre potenzielle interkulturelle Kompetenz als Ressource einbringen können. Die Verallgemeinerung einer besonderen interkulturellen Kompetenz von Jugendlichen mit Migrationshintergrund ist jedoch problematisch, da Kompetenzen Jugendlicher individuell zu bestimmen sind und nicht in gruppenbezogenen Zuschreibungen. Internationale Jugendbegegnungen konfrontieren alle Jugendlichen, also auch diejenigen ohne Migrationshintergrund, mit Fremdheit, Internationalität, Interkulturalität und nationalen Stereotypen. Dies kann interkulturelle Lernprozesse anstoßen und Reflexionsprozesse über Deutschland im Allgemeinen und als Einwanderungsland anregen. Die Themen Migration, Integration und Einwanderungsland betreffen also beide Gruppen, die in Deutschland ihren Lebensmittelpunkt haben. Die Trennung zwischen den beiden Gruppen bleibt sowieso eine künstliche und darf nicht auf Dauer gestellt werden. Immer bleibt der pädagogische Auftrag, die (konstruierte) Differenz zwischen „deutschen“ und vermeintlich „nichtdeutschen“ in Deutschland lebenden Jugendlichen aufzulösen, um der Wirklichkeit der Migrationsgesellschaft gerecht zu werden. In der gemeinsamen Gruppe als „Deutsche“ im Ausland bieten sich viele Variationen mit dem Kontextwechsel produktiv und jugendpädagogisch informiert umzugehen. Jugendbegegnungen und pädagogische Jugendreisen sollen – bei entsprechender Reflexion – als jugendpädagogisches Instrument das Potenzial, bei Jugendlichen mit und ohne Migrationshintergrund individuelle Bildungsprozesse animieren, die

Erfahrung einer ressourcenorientierten Wertschätzung machen und Bildungsprozesse im Hinblick auf den Beitrag zur Integration in die deutsche Einwanderungsgesellschaft für alle anregen. Mobilität ist eine Chance von Integration, wenn Integration als eine Form von Identifikation und Verortung und nicht als kulturelle Assimilation verstanden wird. So verstanden kann die Internationale Jugendarbeit unter bestimmten Bedingungen einen spezifischen Beitrag zu Integration leisten.

Zugänge, Impulse und Anerkennung

Die Konstruktion einer im Tandem durchzuführenden Jugendbegegnung bewerteten die Organisationen als positiv. Als Organisationsprinzip des Modellprojekts erhielt sie dadurch eine grundsätzliche Bestätigung. Kooperationen mit VJM/ MJSO ermöglichen aus Sicht der Teilnehmer und Teilnehmerinnen einen guten Zugang zu Jugendlichen mit Migrationsgeschichte. Darüber hinaus wurde in der Zusammenarbeit im Tandem für einige Organisationen aus der Internationalen Jugendarbeit das Schlagwort „Interkulturelle Öffnung“ konkret. Sie fühlen sich nunmehr angesprochen, weitere Ideen für eine verbesserte Teilhabe von Jugendlichen mit Migrationsgeschichte an ihren Aktivitäten und in ihren Strukturen zu entwickeln und notwendige Schritte zu organisieren. VJM/MJSO oder andere Organisationen aus dem Migrationsbereich sammelten durch das Tandem Erfahrungen mit internationalen Jugendbegegnungen und erhöhten ihr Wissen über Bildungspotenziale von internationalen Jugendbegegnungen als spezifischem gruppenbezogenen Programmformat und eigenständiger Methode. Eine Vielzahl der Vereine und Organisationen gab an – die entsprechenden Rahmenbedingungen vorausgesetzt – auch in Zukunft Aktivitäten der internationalen Jugendarbeit durchführen zu wollen. IKT war zudem für die beteiligten Organisationen eine gute Gelegenheit der öffentlichen Anerkennung ihrer Arbeit und wurde damit zur Plattform für Öffentlichkeitsarbeit der gesamten Organisation. Besonders bei kleineren und weniger bekannten Vereinen und VJM/MJSO hat IKT damit auch organisationsstärkend gewirkt. Der Kontakt und die Zusammenarbeit mit anderen Vereinen und Verbänden aus dem jugendpolitischen System machten für viele der teilnehmenden Organisationen auch den Erfolg des Projekts aus. Besonders motivierend und ermutigend war die engmaschige persönliche Betreuung durch

die Projektverantwortlichen von IKT. Sie trug zu einem hohen Engagement und Interesse aller Beteiligten bei und war wesentlich für das Gelingen des Projekts. Der Austausch, die gegenseitige Motivation, Anerkennung und Beratung unter den Teilnehmenden war für die Projekte wichtig. „Es hätte nicht so einen intensiven Austausch (...) zwischen den Projektleitern gegeben (...). Ich glaube schon, dass diese Treffen dazu beigetragen haben, dass es anders wurde. Also, dass es nicht unbedingt problemloser wurde, sondern dass die Auseinandersetzung viel tiefer wurde“, äußerte sich eine Projektverantwortliche im Interview.

Interkulturelle Öffnung durch Dialog

Das bundesweite Modellprojekt InterKulturell on Tour hat gezeigt, dass die besondere Chance des Tandem-Ansatzes im kontinuierlichen Dialog zwischen den beteiligten Personen und Organisationen liegt. Überlegungen einer Organisation rund um das Thema interkulturelle Öffnung erhalten durch die Partnerorganisation ein konkretes Gegenüber. Durch das gemeinsame Projekt – hier die Jugendbegegnung und das pädagogische Jugendreisen – werden am grünen Tisch entworfene Konzepte und theoretische Überlegungen zu interkultureller Öffnung durch entsprechende Schritte nah an der Bedarfslage der jeweiligen Organisation ergänzt. Die Zusammenarbeit bei der Planung und Durchführung der gemeinsamen Jugendbegegnung wird zur gemeinsamen Aktivität und bedeutet einen Anfang interkultureller Öffnung der „traditionellen“ Jugendorganisationen. Das eigenständige und selbst erfahrene Entwickeln von Öffnungsstrategien in der konkreten Projektarbeit zeigt sich besonders wirkungsvoll. Damit leistet die Internationale Jugendarbeit einen Beitrag zur Weiterentwicklung der nationalen Jugendbildungsarbeit, Jugendarbeit und Jugendverbandsarbeit im Rahmen der Diskussion um die interkulturelle Öffnung des Jugendverbandssystems (vgl. das Netzwerk NiJaf zur interkulturellen Öffnung von Jugendverbandsarbeit). Gemeinsame Projekte und Kooperationen von Trägern der Internationalen Jugendarbeit und VJM/MJSO sind – dies hat das Projekt gezeigt – hilfreich, um Barrieren, die der Zusammenarbeit entgegenstehen, zu lokalisieren. Es ist möglich, Lösungsstrategien im konkreten Fall zu erarbeiten und gemeinsam nächste organisationsspezifische Schritte einer interkulturellen Öffnung zu entwickeln.

Nachhaltigkeit – Eine Balance zwischen Fortführung und Neuanfang

IKT ist es gelungen, das Netzwerk der Engagierten in der Internationalen Jugendarbeit um eine Reihe von Personen und Organisationen aus dem Migrationsbereich zu erweitern und sie „mit dem Jugendsystem bekannt zu machen“. Die Kontakte stützen sich bisher vor allem auf einzelne Personen. Diese neu entstandene bundesweite personenbezogene Netzwerkbildung ist für die Weiterentwicklung des Themas nicht hoch genug einzuschätzen. Es bleibt jedoch eine Herausforderung, die persönliche Erfahrung einzelner Personen in ihren Organisationen

strukturell zu verankern und damit in institutionelles Wissen zu überführen. Hierzu bedarf es einer strukturellen und finanziellen Stärkung des ehrenamtlichen Engagements in VJM/MJSO. Dies gelingt nachhaltig über ihre Einbindung in die jugendpolitischen Strukturen einschließlich der dazu notwendigen finanziellen Unterstützung. Weiterhin ist die verstärkte Einbeziehung von Jugendlichen mit Migrationshintergrund in die Internationale Jugendarbeit langfristig und kontinuierlich auf die Agenda zu setzen und beizubehalten.

Andreas Thimmel

Das Projekt Ö – Jugendverbände und ihr Beitrag zur Integration in NRW

Junge Menschen mit Zuwanderungsgeschichte sind bislang in den Strukturen und Angeboten der verbandlichen Jugendarbeit häufig unterrepräsentiert. Ziel von Projekt Ö war es, Kinder und Jugendliche mit Zuwanderungsgeschichte und ihre Verbände innerhalb der Jugendverbandsarbeit stärker als bisher zu beteiligen. Die Jugendringe haben vielfältige Wege interkultureller Öffnung erprobt, Kontakte zu Migrantenorganisationen aufgebaut, Beratung und Unterstützung geleistet, Kooperationspartner ermittelt, Qualifizierungen angeboten oder sich im Rahmen politischer Gespräche für Migrantenjugendorganisationen eingesetzt. Deshalb kommt dieses erfolgreiche Projekt zum richtigen Zeitpunkt und leistet einen wichtigen Beitrag zur Differenzierung und Versachlichung der Debatte. In Vereinen junger Menschen mit Migrationshintergrund (VJM) oder Migrantenjugendselbstorganisationen (MJSO) organisieren sich Jugendliche entlang selbstgewählter Interessen, bezogen auf Religion, Sport, politisches Interesse, Religion oder Herkunft der Eltern. Als Mitglieder von Jugendverbänden können sich Jugendliche mit Migrationshintergrund als gleichberechtigte Bürger und Bürgerinnen in einer sozialen Demokratie erleben: Sie werden ernstgenommen und zur Partizipation ermutigt. Das vereinfachte Bild der Parallelgesellschaft wandelt sich zur pluralistischen Gesellschaft.

Ergebnisse der Studie

Die Studie hat eine Vielzahl von Strategien der interkulturellen Öffnung von Stadtjugendringen in Nordrhein-Westfalen (NRW) offengelegt. Kreis- oder Stadtjugendringe sind der Zusammenschluss der Jugendverbände auf Stadt- und Kreisebene. Das Projekt Ö hat deutlich gemacht, dass interkulturelle Öffnungsprozesse durch entsprechende Impulse und Ressourcen in Gang gesetzt werden können. In wenigen Jahren ist die Integration von Vereinen von Jugendlichen mit Migrationshintergrund auf kommunaler Ebene und damit die Beteiligung Jugendlicher mit Migrationshintergrund in den Strukturen des Jugendverbandsystems vorangekommen. Die vom Projekt eingeschlagene Strategie hat positiv gewirkt. Unter dem Motto „Integration durch Partizipation“ hat der Landesjugendring NRW in den letzten drei Jahren zusammen mit seinen Projektpartnern, den Stadtjugendringen Bochum, Siegen und Wuppertal wichtige Erfolge bei der Öffnung von Jugendverbänden für junge Menschen aus Zuwandererfamilien erzielt.

Entwicklung und Veränderung von Stadtjugendringen

Deutlich wurde, dass interkulturelle Öffnung für die Stadtjugendringe eine mehrdimensionale Weiterentwicklung bedeutet. Interkulturelle Öffnung bedeutet für Jugendringe

ABSTRACT

Jugendverbandsarbeit ist ihrem Selbstverständnis nach ein auf Selbstorganisation und Freiwilligkeit beruhender Bereich der Jugendpolitik und Jugendbildung. Jugendliche und junge Erwachsene treten dabei organisiert in Gruppen für ihre eigenen Interessen ein. Diese „nonformale Bildungsarena“ hat für die politische, soziale und wirtschaftliche Entwicklung des Einzelnen und der Gesellschaft große Bedeutung. Als Teil der Jugendarbeit haben Jugendverbände die ressourcenorientierte Förderung von jungen Menschen zum Ziel. Mit dieser Ausrichtung leistet Jugendverbandsarbeit einen wichtigen Beitrag zur Integrationspolitik in Deutschland. Die große Chance der Integration durch Jugendverbandsarbeit wurde allerdings in der bisherigen politischen Diskussion vernachlässigt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Andreas Thimmel
Fakultät für Angewandte Sozialwissenschaften
Institut für Kindheit, Jugend, Familie und Erwachsene (KJFE)
andreas.thimmel@fh-koeln.de

PROJEKTMITARBEIT

Dipl.-Päd. Katrin Riß

PROJEKTLAUFZEIT

Januar 2007 – Oktober 2010

PROJEKTTRÄGER/ FÖRDERNDE INSTITUTIONEN

Landesjugendring
Nordrhein-Westfalen e.V.
Ministerium für Generationen,
Familie, Frauen und Integration
(MGFFI) des Landes
Nordrhein-Westfalen



die Aufnahme von neuen Mitgliedsorganisationen und eine Erweiterung des Mitgliederspektrums. Auch die Mitgliederstruktur kann sich durch die Aufnahme verändern, indem auch kleinere Vereine aufgenommen werden. Verbandssatzungen sind in dieser Hinsicht kritisch zu überprüfen. Der Öffnungsprozess geht mit einer intensiven Netzwerkarbeit nach außen sowie einem intensiven Kommunikationsprozess nach innen einher. Bei den Akteuren sind Sensibilisierungs- und Reflexionsprozesse für migrationsbezogene und kulturspezifische Themen sowie für die Zielgruppe Menschen/Jugendliche mit Migrationshintergrund zu beobachten. Die Expertise erweitert sich und ein migrationssensibler Blick auf die Routinen der eigenen Arbeit entsteht. Der Öffnungsprozess hat Auswirkungen auf die Rolle und die Außenwahrnehmung des Stadtjugendrings in der Kommune. Jugendringe werden inzwischen als jugend- und migrationspolitische Akteure und Experten für Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund in der Kommune wahrgenommen. Sie engagieren sich als solche auch in der Kommunalpolitik. Dies führt zu einem Bedeutungszuwachs des Stadtjugendrings in der Kommune.

Voraussetzungen

Die Evaluation der Mitarbeiter/in des Instituts für Kindheit, Jugend, Familie und Erwachsene hat verschiedene Einfluss- und Gelingensfaktoren für interkulturelle Öffnungsprozesse in der kommunalen Jugendverbandsarbeit freigelegt. Zentrale Bedeutung hat der Faktor Zeit. Interkulturelle Öffnung benötigt als umfassender, tiefgreifender und komplexer Organisationsentwicklungsprozess einen ausreichenden Zeitraum. Hier spielen die Strukturbedingungen von kommunaler Jugendverbandsarbeit auf ehrenamtlicher Basis eine Rolle. Die notwendigen Auseinandersetzungs-, Reflexions- und Bildungsprozesse der einzelnen Akteure brauchen Zeit. Die Erkenntnisse des Projekts können als Unterstützung für andere Stadtjugendringe und Jugendverbände dienen. Entsprechende Materialien wurden im Rahmen des Projekts entwickelt. Sie alle dienen als Möglichkeit, Impulse an die entsprechenden Akteure zu geben. Das Projekt hat deutlich gemacht, dass interkulturelle Öffnung der Stadtjugendringe nur auf Basis angemessener, zusätzlicher Ressourcen gelingen kann. Dies bezieht sich

1. auf die Planung, Gestaltung und Umsetzung von Öffnungsprozessen der

Jugendringe – insbesondere im Fall von ehrenamtlich strukturierten Stadtjugendringen. Hier ist zu bedenken, dass ein ehrenamtliches Engagement in Stadtjugendringen in der Regel für die Akteure bereits eine zusätzliche Aufgabe neben ihrer ehrenamtlichen Tätigkeit in einem Jugendverband selbst bedeutet. Als Organisations-, Vernetzungs- und Lobbyarbeit geht diese Tätigkeit damit bereits weit über die unmittelbare Jugendarbeit hinaus.

2. Die Öffnung von Stadtjugendringen bedarf einer entsprechenden Förderung von Vereinen und Organisationen von und für Jugendliche mit Migrationshintergrund auf kommunaler und landes-/bundesweiter Ebene. Die Förderung und Unterstützung kann nicht allein aus den bestehenden finanziellen Mitteln des Jugendverbandssystems getragen werden. Die Öffnung der Jugendverbandsarbeit für neue Träger wie etwa Zusammenschlüsse Jugendlicher mit Migrationshintergrund benötigt eine Erweiterung der finanziellen Ausstattung von Jugendverbandsarbeit, um langfristig die Arbeit aller Akteure abzusichern. Damit berührt dies die grundsätzliche Frage der Förderung von Jugendarbeit als Handlungsfeld im Kanon der Bildungslandschaft.

Strategien

In Bezug auf neue Mitgliedsorganisationen geht es um aktive Ansprache und Kommunikation, Vernetzung mit unterschiedlichen Akteuren, vor allem aus dem Migrationsbereich, Anerkennung und Wertschätzung der Arbeit der Vereine junger Migrantinnen und Migranten, Migrantenselbstorganisationen sowie Strategien des Empowerments und Gelegenheiten der Partizipation. Transparenz im Verfahren und eine intensive Kommunikation nach innen sind von Bedeutung, um die etablierten Mitgliedsverbände mitzunehmen und in den Prozess einzubinden. Einzelne engagierte Personen oder kleinere Akteursgruppen spielen im ehrenamtlichen Gefüge als Impulsgeber und „Kümmerer“ eine wichtige Rolle. Das Engagement dieser Personen gilt es abzusichern und zu stärken. Das Ergebnis der Studie hat gezeigt, dass die persönliche Ebene und beziehungsorientierte Faktoren wie Vertrauen, Dialog und gemeinsame Erfahrung in Prozessen interkultureller Öffnung bedeutsam sind. Relevant sind dabei auch die individuellen Haltungen der beteiligten Akteure in Bezug auf den Umgang

mit Vielfalt. Allgemeine Verunsicherung und stereotypische Vorstellungen einzelner Personen sind stets mitzudenken und müssen durch entsprechende Disussions- und Reflexionsprozesse aufgebrochen werden. Gleichzeitig ist es notwendig, interkulturelle Öffnung als einen Prozess zu verstehen, der sich nicht nur auf persönlicher Ebene vollzieht. Das gilt auch für alle ehrenamtlichen Strukturen. Interkulturelle Öffnung muss auch auf struktureller Ebene der einzelnen Organisationen – in diesem Fall der Jugendringe und Jugendverbände – berücksichtigt werden.

Chancen

Stadtjugendringe eignen sich als Plattformen der Anerkennung und Teilhabe und übernehmen Funktionen der Interessensvertretung auch für Organisationen von und für Jugendliche mit Zuwanderungsgeschichte. Sie können damit – das hat das Projekt Ö gezeigt – dem Anerkennungsbedürfnis von Migrantenselbstorganisation Rechnung tragen und Inklusionserfahrung ermöglichen. Aus Sicht der Jugendlichen mit Migrationshintergrund ist entscheidend, dass der Stadtjugendring die bundesdeutsche „Mehrheitsgesellschaft“ repräsentiert. Die interkulturelle Öffnung der Jugendverbandsarbeit spielt sich immer vor dem Hintergrund der gesamtgesellschaftlichen „Integrationsprozesses“ oder der gesamtgesellschaftlichen Teilhabemöglichkeiten von Personen mit Migrationshintergrund und deren bisherigen Erfahrungen mit den Vertretern und Organisationen der Dominanzgesellschaft ab. Der Prozess der Inklusion geschieht zunächst über den Weg der Besonderung entlang des Kriteriums „mit Migrationshintergrund“ durch gezielte Aktivitäten zur Förderung dieser Akteure. Im zweiten Schritt haben die Jugendverbände und die Jugendringe die Möglichkeit, das Kriterium „Migrationshintergrund“ als Merkmal der Sonderstellung aufzulösen und vielmehr die Wertorientierung dieser Vereine als Facette in einer plural angelegten Dachstruktur aufgehen zu lassen. Im Oktober 2010 feierte der Landesjugendring Nordrhein-Westfalen den erfolgreichen Abschluss von Projekt Ö. Der Bericht der wissenschaftlichen Evaluation wird 2010 publiziert. Weitere Informationen finden sich unter: www.ljr-interkulturell-nrw.de

Andreas Thimmel



Achim Oßwald

„Significant properties“ digitaler Objekte 36

Jochen Siegemund/Andrea Dung

Die Naumannsiedlung – Stadt und Identität 37

Aina Torrent-Lenzen

Die Festlegung der Polysemie in einem
phraseologischen Wörterbuch Spanisch-Deutsch 39

MESSEN, KOMMUNIKATION,
DESIGN

CLUSTER 2



„Significant properties“ digitaler Objekte

Im Rahmen der Langzeitarchivierung digitaler Dokumente sind in den vergangenen Jahren Konzepte und erste praktische Erfahrungen bei deren Umsetzung entwickelt worden. Diese sind zwischenzeitlich nicht nur im internationalen Kontext dokumentiert, sondern auch in einer umfassenden deutschsprachigen Bestandsaufnahme für Experten dargestellt worden (vgl. nestor-Handbuch: Neuroth et al. 2009). Im Gegensatz zum klassischen Archivwesen, in dem in mehreren Kassationsstufen nur ca. 1/10 eines Aktenbestandes oder sonstiger Unterlagen aus einem organisationellen Zusammenhang als archivierungswürdig eingestuft und für die Nachwelt bewahrt werden, besteht bei digitalen Objekten der häufig unreflektierte Anspruch „alles“ zu archivieren – alle vorgangs- oder sachverhaltbezogen vorhandenen digitaler Objekte, häufig Office-Dokumente. Ein Auslöser hierfür ist das zumeist geringe Volumen digitaler Objekte. Der eigentliche Aufwand bei der Langzeitarchivierung digitaler Objekte liegt jedoch in der langfristig angelegten Beschreibung und Erfassung von Merkmalen zum Entstehungszusammenhang sowie den technischen Parametern zur Nutzung dieser Objekte. Dieser Aufwand erhöht sich im Laufe der Langzeitarchivierung durch die regelmäßige Sicherung der Langzeitverfügbarkeit solcher Objekte durch Maßnahmen der Emulation oder Migration.

Das System der Langzeitarchivierung

Dennoch sind auch im Verfahren der Langzeitarchivierung digitaler Objekte funktionale und inhaltliche Verluste konzeptionell wie praktisch kaum vermeidbar. Umso wichtiger ist es, die Auswahl jener Objekte, die Langzeitarchivierungsprozessen zugeführt werden sollen, nach klar festgelegten Kriterien vorzunehmen. Für diese Objekte ist dann zu klären, was deren „significant properties“ sind: Eigenschaften, die für eine inhaltlich und funktional adäquate Nut-

zung auch in der Zukunft als unverzichtbar angesehen werden. Das Konzept der significant properties wurde erst in den letzten Jahren im Rahmen des InSPECT-Projektes (Grace/Knight/Montague 2009) konkretisiert und erste Forschungsansätze im Rahmen des Planets-Projekts (www.planets-project.eu/) haben zu aufwändigen Verfahren geführt, in einem intersubjektiven Prozess etwa für die digitalen Objekte aus dem Arbeitskontext einer Firma die relevanten Objekttypen auszuwählen und deren significant properties im Hinblick auf die aktuellen und zukünftigen Nutzungsbedarfe so genannte „designated communities“ festzulegen.

Die Konkretisierung des Konzepts wie auch die Sensibilisierung der Anwender für derartige Prozesse erfordert eine empirische Klärung:

- welche Objekttypen gehäuft für solche Langzeitarchivierungsmaßnahmen ausgewählt werden und
- welche significant properties ihnen in einer ersten Annäherung typischerweise zugeschrieben werden (könnten/sollten/müssten).

Bislang wurden lediglich in Einzelfallstudien für ausgewählte Objekttypen oder für ausgewählte Anwendungszusammenhänge eine konzeptionelle und empirische Klärung dieser Frage vorgenommen. Breiter angelegte Studien zu den beiden genannten Fragekomplexen fehlen weitgehend. Hier setzt das Forschungsprojekt „significant properties digitaler Objekte“ an und ermittelt in Zusammenarbeit mit Berufspraktiker/innen aus dem Bereich Bibliothekswesen und Informationswirtschaft¹ im Rahmen von Fallstudien, welche digitalen Objekte aus deren Arbeitskontext einer langfristigen Sicherung „würdig“ erachtet werden und welche significant properties diesen im Hinblick auf welche designated communities zugeschrieben werden. Im Rahmen des auf drei Wintersemesterzyklen angelegten Forschungsprojekts werden hierfür

ABSTRACT

Die Langzeitarchivierung digitaler Objekte setzt eine Auswahl relevanter Objekttypen und Festlegungen voraus, etwa welche Eigenschaften dieser digitalen Objekte für deren Verständnis und Funktionalität wesentlich sind. Die Ermittlung dieser so genannten „significant properties“ erfolgt im Hinblick auf spezifizierte Nutzergruppen, den „designated communities“. Im Rahmen des in drei Zyklen angelegten Forschungsprojekts ermitteln Berufspraktiker aus dem Bibliotheks- und Informationsbereich Konzepte der Objektauswahl sowie der Spezifizierung von designated communities und significant properties. Die Ergebnisse werden unter Bezugnahme auf die Praxis der Langzeitarchivierung digitaler Objekte analysiert und bewertet.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Achim Osswald
Fakultät für Informations- und Kommunikationswissenschaften
Institut für Informationswissenschaft
achim.osswald@fh-koeln.de

¹Teilnehmerinnen und Teilnehmer des berufsbegleitenden Masterstudiengangs „Bibliothekswesen und Informationswissenschaft“ (Library and Information Science) am Institut für Informationswissenschaft.

die jeweils 30 Fallstudienteilnehmer zuerst grundsätzlich in das Thema eingeführt und für die Problematik sensibilisiert. Aufgrund ihres beruflichen Kontexts bieten sie gute Voraussetzungen für eine explorative Studie. Die in den Fallstudien vorgenommene Auswahl eines digitalen Objekttyps und konkreter digitaler Objekte, für die eine Langzeitarchivierung angestrebt wird, erlaubt eine Konkretisierung grundsätzlicher aber auch praktischer Fragen bei der Definition der significant properties. Diese werden auf der Grundlage der im InSPECT-Projekt entwickelten Analyseverfahren eingegrenzt, ermittelt und hinsichtlich der designated community und ihres Nutzungsbedarfs spezifiziert.

Erwartung und Bedarf der Berufspraktiker

Die erste Kohorte der Fallstudienteilnehmer hat im Zeitraum Dezember 2009 bis Februar 2010 deutlich gemacht, dass nicht nur digitale Objekte aus dem klassischen Office-Kontext ausgewählt werden. In mehr als 43 Prozent aller Fälle wurden digitale Bilder sowie insbesondere komplexere Objekte wie

Programm-Skripte, Wikis, Audiodateien und fallbezogene, periodische Dokument- und Metadatenansammlungen etwa aus digitalen Semesterapparaten oder Datenbanken als relevante Fallbeispiele ausgewählt und analysiert. Damit steht die Reduktion an Komplexität, wie sie durch die im InSPECT-Projekt gewählten Fallkategorien gesucht wurde, in deutlichem Kontrast zu den hier vorliegenden Anforderungen aus den Fallbeispielen. Ganz offensichtlich geht die Erwartung und der Bedarf der Berufspraktiker deutlich über die bisherigen, aus pragmatischer Sicht begrenzten Anwendungsbereiche der Langzeitarchivierungspraxis hinaus. Andererseits besteht insbesondere für den Bereich der Office-Dokumente noch ein erheblicher Aufklärungsbedarf hinsichtlich der Optionen und entsprechender Workflows – etwa für das PDF/A-Format – die für eine standardisierte Überführung der zu archivierenden Objekte in ein langzeitarchivierungsfähiges Format notwendig werden. Das Forschungsprojekt strebt im Wintersemester 2010/11 als nächsten Schritt eine Erweiterung und Vertiefung der Ergebnisse aus der Untersu-

chung durch die Einbeziehung einer zweiten, etwa gleich großen Kohorte von Fallstudienteilnehmern an. Auf dieser Grundlage können Spezifizierungen für einzelne Objekttypen und deren significant properties verdichtet werden. Wichtiger Teil des Projekts ist auch, Sensibilisierungsstrategien zu entwickeln, mit denen Berufspraktiker/innen auf Maßnahmen der Langzeitarchivierung digitaler Objekte vorbereitet werden können.

Achim Oßwald

LITERATUR

Neuroth, H.; Oßwald, A.; Scheffel, R.; Strathmann, S.; Jehn, M. (Hrsg.): nestor Handbuch – eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung (Version 2.0), Boizeburg 2009, 620 S., ISBN 978-3-940317-48-3 auch frei verfügbar unter: <http://nestor.sub.uni-goettingen.de/handbuch/index.php>
Grace, S.; Knight, G.; Montague, L.: InSPECT Final Report (21.12.2009); London 2009 auch frei verfügbar unter: www.significant-properties.org.uk/inspect-finalreport.pdf

Die Naumannsiedlung – Stadt und Identität

Städtische Räume haben eine große Bedeutung für die Identitätsbildung von Einzelnen und Gruppen. Man kann sie auch als „urbane Identität“ bezeichnen, denn sie entsteht durch die baulichen Gegebenheiten der Stadt. Dem ist Rechnung zu tragen – insbesondere in der Naumannsiedlung, die in ihrer städtebaulichen Struktur „fast wie ein Dorf“ auf eine gewisse Abgeschlossenheit hin angelegt ist, wodurch sich ein starker Zusammenhalt zwischen den Bewohnern gebildet hat. „Zukunft braucht Herkunft“, doch jede Rekonstruktion, auch die noch so akribischste, ist immer auch vom Augenblick und von der gegenwärtigen Haltung beeinflusst.

Baugeschichte der Siedlung

Aufgrund der schlechten wirtschaftlichen Lage Ende der 1920er, Anfang der 1930er Jahre, die von einer schweren Weltwirtschaftskrise und einem katastrophalen Börsencrash gekennzeichnet war, sah sich das Wohnungsamt der Stadt Köln genötigt, für einkommensschwache Wohnungsbe-

werber billige und einfache Wohnungen in möglichst großer Zahl zu schaffen. Dieses Notprogramm zur Linderung der unmittelbaren Wohnungsnot hatte Auswirkungen auf die Größe und Ausstattung der Wohnungen, die Grundrisse und die architektonische Gestaltung der einzelnen Häuser und der gesamten Siedlung. Gebaut wurden Siedlungen in verschiedenen Kölner Stadtteilen wie zum Beispiel in Riehl, Ehrenfeld und in Nippes/Niehl an der Amsterdamer Straße. Im Rahmen dieses Programms wurde von 1927 bis 1929 auch die Naumannsiedlung in Köln-Riehl gebaut. Sie nimmt eine besondere Stellung ein. Während bei den übrigen Siedlungen der architektonische Anspruch hinter der funktionalistischen Großform zurücktrat, war dies bei der Naumannsiedlung nicht der Fall. Ganz im Gegenteil wurde bei ihrer Errichtung gerade besonderer Wert auf ihre Lage, das städtebauliche Konzept und die Architektur gelegt. Doch wie war die Siedlung ursprünglich geplant? Was wurde noch während der Bauzeit geändert und warum? Wie war der Originalzu-

ABSTRACT

Eine denkmalgeschützte historische Siedlung wird zukunftsfähig gemacht. Unter der Maxime „Geschichte fortschreiben/Denkmal fortschreiben im 21. Jahrhundert“ stellten sich der Forschungsschwerpunkt Corporate Architecture gemeinsam mit dem Kooperationspartner GAG, dem größten Wohnungsunternehmen in Köln, der Herausforderung einer Siedlungsmodernisierung – eine Gratwanderung zwischen Denkmalpflege, Stadtteilpflege und Wirtschaftlichkeit. Eine Analyse des Standorts, der Bausubstanz und die Rekonstruktion der Geschichte der Siedlung lieferten die Grundlagen für die Entscheidungsfindungen im Rahmen der Sanierung. Entstanden ist eine Dokumentation des gesamten Prozesses – von der Erforschung der Grundlagen bis zur Fertigstellung des 1. Bauabschnitts.



stand nach Fertigstellung? Zwar gab es noch die Architektenpläne aus den 1920er Jahren, doch der vorgefundene Zustand der Gebäude entsprach diesen keineswegs. Anhand zahlreicher Dokumente und Fotografien wurden erst einmal die Grundlagen für eine Planung geschaffen. Dabei wurden auch im damals noch bestehenden Stadtarchiv der Stadt Köln neue Quellen gefunden. Der heutige Zustand wurde genau analysiert und kartiert und mit den Zeitdokumenten abgeglichen. Daraus ließ sich die Geschichte der Siedlung rekonstruieren und Erkenntnisse über die baulichen Abweichungen gewinnen. Wichtigste Quelle waren Architektur- und Fotografien des Kölner Fotografen Werner Mantz, der alle GAG-Siedlungen der 1920er Jahre unmittelbar nach Fertigstellung fotografiert hatte. Mit ihrer Hilfe war es möglich, einen historischen Zustand zu definieren, der zum Ausgangspunkt für die Rekonstruktion wurde.

Architektursprache

Trotz wirtschaftlicher Not nach dem Ersten Weltkrieg und dem damit verbundenen Zwang zur Sparsamkeit, wurde bei der Gestaltung der Arbeitersiedlung ein künstlerischer Anspruch formuliert und eingelöst. Die Durchsetzung des „Internationalen Stils“ – auch im traditionsbewussten Köln – kann anhand der Naumannsiedlung belegt werden. Der letzte Bauabschnitt von 1929 entlang der Boltensternstraße ist deutlich dieser neuen klaren, weitgehend ornamentlosen Stilrichtung verhaftet. Die städtebauliche Großform wird auch in der Kubatur der Siedlung durch die Akzentuierung der Ecken verdeutlicht. Klare Hierarchien sind ablesbar. Erschlossen wird das Gebiet durch vier definierte Zugänge, die als eingeschossige und verschließbare Torbögen ausformuliert sind. In den darüber liegenden Geschossen setzt sich die Bebauung fort, um nur wenig nutzbare Wohnfläche zu verlieren. Die Abgeschlossenheit ist ein besonderes Merkmal der Siedlung. Grundbaustein der Siedlung ist das Neunfamilienhaus mit Satteldach. In der Regel als Dreispänner ausgeführt, entspricht der Typus der zeitgemäßen Forderung nach Querlüftung. Die vier- bis fünfgeschossige Bebauung wird nur an markanten Eckpunkten wie dem Eingang Naumannstraße als Flachdach ausgebildet, um den Eindruck einer gestaffelten Geschosshöhe zu erreichen und so den Übergang zwischen den vier- und fünfgeschossigen Zeilen architektonisch zu formulieren. Fensteröffnungen mit unterschiedlich farbig

abgesetzten Sprossenfenster und Loggien rhythmisieren die glatten hell verputzten Fassaden. Die Treppenhaufenster sind mit unterschiedlichen verschiedenfarbigen Gläsern versehen, die Eckfenster erheben sich dreidimensional plastisch aus der Fassade. Zur Hervorhebung bestimmter Gebäudeteile wie den Ladenlokalen findet man im Inneren der Siedlung rötlich quer gestreifte Zementbänderungen. An den nach außen gerichteten Fassaden wird eine Ornamentik aus Backstein eingesetzt.

Rekonstruktion

Aus der Erbauungszeit haben sich einige bauphysikalische Probleme ergeben. Für alle Details mussten neue bauphysikalische und gestalterische Lösungen entwickelt werden. Dies schloss auch die Frage nach der Wärmedämmung und der Fenstergestaltung mit ein. Das ursprüngliche Farbkonzept mit seinen verschiedenfarbigen Akzenten spielte eine wichtige Rolle als gemeinsames und verbindendes Gestaltungsmittel für das Erscheinungsbild der Naumannsiedlung. Aufgrund von Veränderungen, wie zum Beispiel die polychromen Fassadenanstriche der letzten Jahre oder auch durch den fast kompletten Austausch der originalen Fenster, hat die Siedlung im Lauf der Zeit ihre einheitliche Gesamtwirkung verloren. Das ursprüngliche Farbkonzept konnte am vorgefundenen Baubestand nicht mehr zweifelsfrei abgelesen werden. Durch Untersuchen noch vorhandener Originalfenster und -türen wurden deren einzelne Farbschichten festgestellt und systematisch aufgelistet. Aus diesen Analysen ging hervor, dass die Fenster ursprünglich in Rottönen gehalten waren, die allerdings recht bald entweder mit einem Grauton, später Weiß und im Ladenbereich mit Grün überstrichen worden waren. Diese Farbwertanalysen des Originallacks wurden dann mit dem schwarz-weiß Aufnahmen des Fotografen Werner Mantz aus dem Archiv der GAG abgeglichen und nochmals angepasst.

Dokumentation

Die Ergebnisse sind in einer umfangreichen Buchpublikation mit Dokumentations-DVD zusammengefasst, die seit August 2010 über den Forschungsschwerpunkt zu beziehen ist.

Jochen Siegemund / Andrea Dung

PROJEKTLEITUNG

Prof. Jochen Siegemund
Fakultät für Architektur
FSP Corporate Architecture
jochen.siegemund@fh-koeln.de
Dipl.-Ing. Andrea Dung
Dipl.-Ing. Vera Baumgartl

PROJEKTBETEILIGTE

Florian Gassmann
Dipl.-Ing. Lena Hocke

PROJEKTPARTNER

GAG Immobilien AG, Köln

Die Festlegung der Polysemie in einem phraseologischen Wörterbuch Spanisch-Deutsch

Seit ungefähr sieben Jahren ist ein Team von Linguisten, Übersetzern und Studierenden mit der Aufgabe beschäftigt, ein Spanisch-Deutsches Wörterbuch der Redewendungen des europäischen Spanischs (*Diccionario español-alemán de locuciones del español de España*; im Folgenden DEALEE) zu erstellen. Inzwischen haben wir in mehreren Publikationen die von uns angewandten Kriterien bezüglich unterschiedlicher Aspekte wie zum Beispiel der Strukturierung des Definierens oder der Angaben über den eventuellen ironischen Gebrauch bekannt gemacht. Ziel unseres jetzigen Beitrags ist es, die Richtlinien zu erläutern, denen wir bei der Festlegung der Polysemie folgen.

Allgemeine Richtlinien für die Festlegung der Polysemie

Man spricht von Polysemie, wenn ein Ausdruck mehrere Bedeutungen aufweist. Dabei bezieht sich das Morphem -semie auf das Substantiv *Semem*, das heißt auf die Menge der distinktiven Minimaleinheiten der Inhaltsseite eines Lexems, die ein Lexem beschreiben (vgl. Homberger 2003: 474 und 478; Martínez de Sousa 2009: 184). Wie Porto Dapena (2002: 201) betont, ist die Festlegung der Polysemie die Kehrseite der Definition. Gerade im Bereich der Phraseologie spielt der diffuse Semantismus vieler Wendungen (vgl. García-Page 2008: 396) eine wichtige Rolle in Bezug auf ihren eventuellen polysemischen Charakter. Bezüglich der Festlegung von unterschiedlichen Bedeutungen weist jedes Wörterbuch spezifische Abstraktionsprinzipien und Definitionsgewohnheiten auf (vgl. Schlaefler 2002: 100). Im Folgenden werden die Richtlinien, die hierzu für das DEALEE entwickelt wurden, vorgestellt und anhand von Beispielen und unterschiedlichen Einträgen begründet. Wir werden unsere phraseographischen Lösungen denen von Seco et al. (2004) ge-

genüberstellen, da dieses Werk, wie bereits erwähnt, unsere Hauptquelle darstellt. Diese Gegenüberstellung soll keineswegs als Kritik an den Kriterien zur Festlegung der Polysemie in Seco et al. (2004) verstanden werden, sondern soll zur Verdeutlichung unserer Entscheidungen beitragen.

Semantisch-pragmatische versus grammatikalische Kriterien

Im Gegensatz zu anderen Wörterbüchern, in denen, wie Schlaefler (2002: 100) schreibt und wie es in Seco et al. (2004) hin und wieder vorkommt, grammatikalische Aspekte bei der Darstellung der Polysemie eine Rolle spielen, vertreten wir die Meinung, dass es in einem phraseologischen Wörterbuch unabdingbar ist, bei der Festlegung der Polysemie vorrangig semantisch-pragmatische Kriterien zu beachten. In Seco et al. (2004: 1047) werden zum Beispiel zwei Bedeutungen für die Wendung *en volandas* festgelegt: A: „Sosteniendo a la pers. o cosa de que se trata de modo que no toque el suelo. Gralm con el v llevar. Tb fig, en sent no físico.“ B: „Siendo llevado de modo que no toque el suelo.“ Bei dieser Entscheidung liegen unserer Meinung nach syntaktisch-diathetische Kriterien zugrunde (vgl. Torrent-Lenzen, im Druck befindlich/d). Da es sich um eine adverbiale Wendung handelt, die mit der Art des Forttragens oder des Fortgetragen-Werdens zu tun hat, ist es klar, dass sich zwei Perspektiven ergeben: die des Tragenden und die des Getragenen. Dies beeinflusst jedoch die Bedeutung der Wendung nicht. Ähnlich könnte man in Bezug auf die Wendungen *efectivo* argumentieren, denn diese Einheit kann sich logischerweise sowohl auf die Art zu bezahlen als auch auf die Art, wie man Geld erhält, beziehen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass zwei *Sememe* zu unterscheiden sind. Auch in Seco et al. (2004: 414) werden diese zwei Anwendungen von *en efectivo* in einer einzigen Bedeutung erfasst. Eben-

ABSTRACT

Seit ungefähr sieben Jahren ist ein Team von Linguisten, Übersetzern und Studierenden mit der Aufgabe beschäftigt, ein Spanisch-Deutsches Wörterbuch der Redewendungen des europäischen Spanischs zu erstellen. Ziel unseres jetzigen Beitrages ist es, die Richtlinien zu erläutern, denen wir bei der Festlegung der Polysemie folgen. Wir vertreten die Meinung, dass das Wesentliche in einem phraseologischen Wörterbuch das Erfassen der übertragenen, phraseologischen Bedeutung ist und dass die Phraseographie aus diesem Grund eventuell andere Kriterien bei der Festlegung der Polysemie braucht, als diejenigen, die bei der monolexemischen Lexikographie gelten.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Aina Torrent-Lenzen
Fakultät für Informations- und
Kommunikationswissenschaften
Institut für Translation und
Mehrsprachige Kommunikation
aina.torrent_lenzen@fh-koeln.de

¹Eine erste, wesentlich ausführlichere Version dieses Beitrages ist bereits veröffentlicht worden. Die genauen Angaben sind: Henk, E./Torrent-Lenzen, A. (2010): Die Festlegung der Polysemie in einem phraseologischen Wörterbuch Spanisch-Deutsch, erschienen in: Dykstra, A./Schoonheim, T. (Hrsg.): Proceedings of the XIV Euralex International Congress (Leeuwarden, 2010), CD-ROM, Leeuwarden, Fryske Akademy, 1193–1206



falls werden in Seco et al. (2004: 938 f.) zwei Bedeutungen für *por sorpresa* bestimmt: A: „adv De manera inesperada o imprevista.“ B: „adj Que se produce de manera inesperada o imprevista.“ Soweit wir dies beurteilen können, findet sich diese Betrachtungsweise in der lexikographischen Tradition für Monolexeme wieder. Dort ist es üblich, anhand der verschiedenen grammatischen Kategorien, die ein Wort übernehmen kann, verschiedene Bedeutungen zu unterscheiden (vgl. Porto Dapena 2002: 204). Beispiele hierfür sind Wörter wie *blanco*, dessen Bedeutung grundsätzlich eine andere ist, je nachdem, ob es als Substantiv oder als Adjektiv verwendet wird, oder auch *cantar*, denn auch hier sind verschiedene Sachverhalte gemeint, je nachdem, ob es sich um ein Verb oder ein Substantiv handelt. Bei Redewendungen ist jedoch die Erfassung der übertragenen Bedeutung der polylexikalischen Einheit von größter Bedeutung, da alle Wendungen das Resultat eines Lexikalisierungsprozesses sind, der Bedeutungsveränderungen mit sich gebracht hat. Die übertragene Bedeutung oder die verschiedenen übertragenen Bedeutungen einer Redewendung festzulegen, ist mit Sicherheit keine einfache Aufgabe und verlangt eine detaillierte Analyse. Im DEALEE wird der Leser in Klammern darüber informiert, dass *por sorpresa* unterschiedliche grammatische Funktionen übernehmen kann, es wird jedoch nur eine Bedeutung angegeben.

Durch Sprecherabsichten und -einstellungen hervorgerufene Polysemie

Ein unserer Meinung nach wichtiges Charakteristikum unseres Wörterbuchs ist die Erforschung des so genannten semantischen Mehrwerts mittels pragmatischer Methoden, also die Erforschung der Angaben über die Einstellung und über die Gefühlswelt des Sprechers, die – wie Kühn (1985) und Koller (2007) betonen – die Bedeutung und den Gebrauch vieler phraseologischer Einheiten charakterisieren. Die Suche nach diesbezüglicher definitorischer Präzision veranlasst uns häufig dazu, unterschiedliche Sememe festzulegen. So haben wir für den Phraseologismus *no sé qué te diga*, entgegen den Angaben in anderen Werken, drei Sememe festgelegt:

[*pues*] *no sé qué te+ diga*
(*pragmatische Formel*):

1. Mit der Wendung leitet der Sprecher eine

Antwort ein und drückt aus, dass diese eventuell nicht die absolut richtige, geeignetste oder beste ist. ¿Qué cuál es el negocio más tonto del mundo? Pues no sé que te diga, yo conozco a uno que se dedica a alquilar sillas de playa en el verano y de invierno cría caracoles, la verdad es no parecen buenos negocios, pero él sigue. Du möchtest wissen, was die unsinnigste Einkommensquelle ist, die man sich überhaupt vorstellen kann? Na ja, ich kenne jemanden, der im Sommer Liegestühle am Strand vermietet und im Winter Schnecken züchtet. Eigentlich scheinen das ja wirklich keine guten Geschäfte zu sein, aber irgendwie kommt er damit über die Runden.

2. Mit der Wendung drückt der Sprecher aus, dass seine Aussage Zweifel offen lässt. Pues no sé qué te diga, a ver, el aparato tiene cosas buenas y cosas malas. Nun ja, was soll ich dazu sagen. Das Gerät hat Vor- und Nachteile.

3. Mit der Wendung betont der Sprecher seinem Gesprächspartner gegenüber den Wahrheitsgehalt seiner Aussage, nachdem Zweifel darüber geäußert wurden. Pues no sé que te diga, a mí me encantan las norias desde pequeña, pero a esa no me subo ni loca. Na ja, also eigentlich begeistern mich Riesenräder schon von Kindesbeinen an, aber auf dieses hier bringen mich keine zehn Pferde.

Vergleiche dabei Seco et al. (2004: 900), wo der semantisch-pragmatische Wert von *no sé qué te+ diga* in einer einzigen, unserer Meinung nach nicht besonders präzisen Bedeutung zusammengefasst wird: „Manifiesta duda con que se trata de atenuar una negativa.“

Polysemie und Bedeutungsebenen

Bekanntlich verfügen viele Zeichenketten, die sich diachronisch zu Phraseologismen entwickelt haben, über zwei Bedeutungsebenen: die wortwörtliche und die übertragene (vgl. Burger 2003: 59). Durch die Erfahrung, die wir durch die Erstellung unseres Wörterbuchs sammeln konnten, sowie unsere Bemühungen, den semantischen Mehrwert der Phraseologismen festzulegen, sind wir zu der Schlussfolgerung gekommen, dass sich Lexikographen in der spanischsprachigen Phraseographie bei den Definitionen zu sehr an der wortwörtlichen Bedeutung orientieren, so dass die übertragene Ebene oft vernachlässigt wird. Dies führt immer wieder dazu, dass bei Wendungen, bei denen Polysemie durch

Metaphorisierung entstanden ist (vgl. Palm 1994), die metaphorische Bedeutung fehlt. Dies ist beispielsweise der Fall bei *directo a la yugular* in Seco et al. (2004: 1056) (vgl. Torrent-Lenzen; Uría Fernández 2009: 6). Seco et al. (2004: 1056) geben folgende monosemische Definition an: „Atacando violentamente con intención de causar un grave daño“. Belege aus dem Internet zeigen, dass diese Bedeutung in der Tat existiert. Sie ist besonders nah an der wortwörtlichen Bedeutung geblieben, denn sie bezieht sich auf die Art und Weise, wie manche Tiere, wie zum Beispiel Löwinnen, ihre Beute töten, indem sie ihr in die Halsschlagader beißen. Dennoch wird diese Wendung ebenfalls anders gebraucht, und zwar bezogen auf die Art und Weise, wie jemand von einem Sachverhalt stark betroffen wird; dabei wird diese Erfahrung vom Handelnden sehr genossen.

Präpositionale antonymische Wendungen

Aus Sicht des zweisprachigen Benutzers sind spanische präpositionale Wendungen besonders interessant, die nicht nur relationale Bedeutungsgrößen darstellen, sondern auch eine lexikalische Bedeutung haben. Dabei ergeben sich zahlreiche antonymische semantische Beziehungen, die unseres Erachtens polysemisch erfasst werden müssen. Unsere Recherchen im Internet haben zum Beispiel gezeigt, dass die Wendung *con riesgo de* zwei gegensätzliche Angaben einleiten kann, wie in dem entsprechenden Eintrag im DEALEE zu sehen ist:

con riesgo de:

1. die Wendung leitet eine Angabe über etwas ein, das in Gefahr ist. Los pacientes con riesgo de vida son tratados primero. Patienten in Lebensgefahr werden zuerst behandelt.
2. die Wendung leitet eine Angabe über etwas ein, das als Folge einer gefährlichen Situation eintreten kann. Según un estudio, el 14 por ciento de los niños brasileños menores de cinco años presenta desnutrición grave con riesgo de muerte. Laut einer Studie leiden 14 Prozent der brasilianischen Kinder unter fünf Jahren an schwerer Unterernährung und laufen Gefahr, an den Folgen zu sterben.

Hierzu legen Seco et al. (2004: 888) eine einzige Bedeutung fest, obwohl sie bei Wendungen, wie *al amparo de* (Seco et al. 2004: 141) und *al abrigo de* (Seco et al. 2004: 108), die sich ähnlich wie *con riesgo de* verhalten

ten, verschiedene Bedeutungen angeben, wobei im Definiens das gegensätzliche Moment nicht besonders hervorgehoben wird. Bei *con riesgo de* mag der Grund für die monosemische Darstellung bei Seco et al. (2004: 888) die Tatsache sein, dass die Autoren die Wendung nicht als präpositionale sondern als adverbiale Wendung erfassen, ohne die Präposition *de*, die nur im so genannten *contorno* als externes Element der eigentlichen Wendung angegeben wird.

Polysemie und kontextuelles Äquivalent

Bei der Übersetzung der Beispiele ergeben sich Äquivalente zum Definiendum, die nur durch den Kontext gerechtfertigt werden können. Traduktologisch gesehen lässt sich dieses Phänomen dadurch erklären, dass der Übersetzer nicht mit den einzelnen Lexemen, sondern mit Übersetzungseinheiten arbeitet (vgl. Hurtado 2004: 234–273). Solche kontextabhängigen Lösungen bilden in unserem Wörterbuch keine eigenständigen Sememe. Siehe als Beispiel den Eintrag zu *de pacotilla*. Hier haben wir uns unter Berücksichtigung der kontextuellen Gegebenheiten bei der Übersetzung der Beispiele für andere Lösungen, als die, die im Definiens angegeben werden:

de pacotilla:

nichtsnützig; von minderwertiger Qualität. ¿Si será posible que a este alcalde de pacotilla que tenemos se le ocurra alguna vez interesarse por la opinión de la gente? Ob es diesem Blödmann von Bürgermeister wohl jemals in den Sinn kommen wird, sich für die Meinung der Bürger zu interessieren? Este bolígrafo de pacotilla me está haciendo perder la paciencia. Dieser verdammte Kuli raubt mir noch den letzten Nerv.

Zusammenfassung und Ausblick

Wir sind in dieser Studie empirisch-induktiv vorgegangen und haben unterschiedliche Probleme bei der Festlegung der Polysemie dargestellt, die sich in unserer phraseographischen Praxis ergeben und die uns allmählich zu neuen Erkenntnissen führen. Wir vertreten die Meinung, dass das Wesentliche in einem phraseologischen Wörterbuch das Erfassen der übertragenen, phraseologischen Bedeutung ist und dass

die Phraseographie aus diesem Grund eventuell andere Kriterien bei der Festlegung der Polysemie braucht, als diejenigen, die bei der monolexemischen Lexikographie gelten. Die Formulierung nützlicher Kriterien für die Festlegung der Polysemie in der phraseographischen Arbeit soll das Ziel einer anderen Publikation sein. Genauso wie es in der allgemeinen Lexikographie der Fall ist, gilt hier zu sagen, dass das Phänomen der phraseologischen Polysemie im Allgemeinen nicht durch streng systematische Kriterien erfasst werden kann. Gerade im Bereich der Phraseographie ist es jedoch wichtig, neue Technologien wie das Internet zu nutzen und die Methoden der linguistischen Pragmatik weiter zu entwickeln, damit nach und nach intuitive Vorgehensweisen durch wissenschaftliche Erkenntnisse ersetzt werden können.

Aina Torrent-Lenzen

LITERATUR

- Becker, U.; Torrent-Lenzen, A. (2010): „El tratamiento de la ironía en la fraseografía bilingüe español-alemán y monolingüe del español“, in: Atayan, V./Wienen, U. (Hrsg.): *Ironie et un peu plus. Hommage a Oswald Ducrot pur son 80^{ème} anniversaire*, Frankfurt am Main: Peter Lang, Reihe „Rhetos“, 153–168
- Beßler, J. et al. (2009): *Presentación del proyecto “Diccionario español-alemán de locuciones del español de España de Colonia/Hamburgo”*, in: http://opus.bibl.fh-koeln.de/volltexte/2009/199/pdf/Proyecto_diccionario_locuciones.pdf
- Burger, H. (2003): *Phraseologie. Eine Einführung am Beispiel des Deutschen*, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- Engelberg, S.; Lemnitzer, L. (2004): *Lexikographie und Wörterbuchbenutzung*, Stauffenburg, Tübingen
- García-Page Sánchez, M. (2008): *Introducción a la fraseología española. Estudio de las locuciones*, Anthropos, Barcelona
- Homberger, D. (2003): *Sachwörterbuch zur Sprachwissenschaft*. Stuttgart: Reclam
- Hurtado Albir, A. (2004). *Traducción y Traductología. Introducción a la Traductología*, Cátedra, Madrid
- Koller, W. (2007): *Probleme der Übersetzung von Phrasemen*, in: Burger, H.; Dobrovolskij, D.; Kühn, P.; Norrick, N. R. (eds.). *Phraseologie – ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung*. Vol. 1, 605–613, de Gruyter, Berlin
- Kühn, P. (1985): *Phraseologismen und ihr semantischer Mehrwert*. Sprache und Literatur in Wissenschaft und Unterricht 56, 37–46
- Martínez de Sousa, J. (2009): *Manual básico de lexicografía*, Trea, Gijón
- Montoro del Arco, E.T. (2006): *Teoría fraseológica de las locuciones particulares*, Lang, Frankfurt am Main
- Palm, Ch. (1994): *Habent sua fata idiomata. Beobachtungen zur Polysemie von Phraseologismen*, in: Sandig, B. (ed.). *Europhras 92: Tendenzen der Phraseologieforschung*, 431–460, Universitätsverlag Brockmeyer, Bochum
- Penadés Martínez, I. (1999): *Para un tratamiento lexicográfico de las expresiones fijas irónicas desde la pragmática*. *Pragmalingüística* 7, 185–210
- Penadés Martínez, I. (2002): *Diccionario de locuciones verbales para la enseñanza del español*, Arco Libros, Madrid
- Penadés Martínez, I. (2005): *Diccionario de locuciones adverbiales para la enseñanza del español*, Arco Libros, Madrid
- Penadés Martínez, I. (2008): *Diccionario de locuciones nominales, adjetivas y pronominales para la enseñanza del español*, Arco Libros, Madrid
- Porto Dapena, J.-Á. (2002): *Manual de técnica lexicográfica*. Madrid: Arco Libros
- Ruiz Gurillo, L. (2006): *Fraseología para la ironía en español*, in: de Miguel Aparicio, E.; Palacios, A.; Serradilla Castaño, A. M. (eds.). *Estructuras léxicas y estructura del léxico*, 129–148, Lang, Frankfurt am Main
- Santos Río, L. (2003): *Diccionario de partículas, Luso-Española de Ediciones*, Salamanca
- Schlaefler, M. (2002): *Lexikologie und Lexikographie. Eine Einführung am Beispiel deutscher Wörterbücher*, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- Seco, M.; Andrés, O.; Ramos, G. (2004): *Diccionario fraseológico documentado del español actual. Locuciones y modismos españoles*, Aguilar, Madrid
- Timofeeva, L. (2009) : „Las unidades fraseológicas“, in: Ruiz Gurillo, L.; Padilla García, X. A. (eds.) (2009): *Dime cómo ironizas y te diré quién eres: una aproximación pragmática a la ironía*, 193–217, Lang, Frankfurt am Main
- Torrent-Lenzen, A. (2008): *Aspectos de fraseografía bilingüe español-alemán: la equivalencia frente a la definición*, in: Bernal,

²Siehe in Montoro del Arco (2006: 185) eine knappe, aber triftige Darstellung des Problems bei der Entscheidung, ob eine Wortgruppe funktionalistisch gesehen eine präpositionale oder eine adverbiale Einheit bildet.



- E.; DeCesaris, J. (eds.). Proceedings of the XIII Euralex International Congress (Barcelona, 2008), Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada; Universitat Pompeu Fabra, CD-ROM. 1433–1443. Erweiterte Fassung auf: http://opus.bibl.fh-koeln.de/frontdoor.php?source_opus=185
- Torrent-Lenzen, A. (2009): Internet: reto y revolución. Las definiciones de las locuciones en los diccionarios y su verdadero significado fraseológico, in: Asociación Española de Lingüística del Corpus (eds.). Panorama de investigaciones basadas en corpus, 534–547
- Torrent-Lenzen, A. (2010): „La ejemplificación fraseográfica en el proyecto Diccionario español-alemán de fraseologismos idiomáticos de Colonia/Hamburgo“, in: Ayala Castro, Marta Concepción/Medina Guerra, Antonia María (Hrsg.): Diversidad lingüística y diccionario. Málaga: Universidad de Málaga, 373–395.
- Torrent-Lenzen, A. (Im Druck befindlich): La función definitoria del ejemplo fraseográfico, in: Wiene, U.; Pfeiffer-Rupp, R.; Sasse, C. (eds.). Festschrift für Lothar Cerny, LIT, Münster
- Torrent-Lenzen, A. (2010): „Objetivos y alcances de la fraseografía bilingüe español-alemán pasiva de descodificación“, in: Mellado Blanco, Carmen/Buján Otero, Patricia/Herrero Kaczmarek, Claudia/Iglesias, Nely/Mansilla Pérez, Ana (Hrsg.): La fraseografía del s. XXI. Nuevas propuestas para el español y el alemán. Berlin: Frank & Timme, 279–297.
- Torrent-Lenzen, A.: „Tiempo, espacio y volición. Estudio de los significados de la locución en volandas desde el punto de vista de la fraseografía bilingüe español-alemán“, in: Montoro del Arco, Esteban Tomás / Sinner, Carsten / Tabares Plasencia, Encarnación (Hrsg.): Tiempo, espacio y relaciones espacio-temporales en la fraseología y paremiología española. München: Peniopo
- Torrent-Lenzen, A.; Uría Fernández, L. (2009): Los niveles de significado recto y traslativo en el Diccionario fraseológico documentado del español actual de Seco et al. Lingüística en la Red (LinRed), 1–24, 05.02.2009 www.linred.com/articulos_pdf/LR_articulo_28012009.pdf
- Varela, F.; Kubarth, H. (1994): Diccionario fraseológico del español moderno, Gredos, Madrid
- Werner, R.; Chuchuy, C. (1992): ¿Qué son los equivalentes en el diccionario bilingüe? Wotjak, G. (ed.). Estudios de lexicología y metalexicografía del español actual, 99–107, Niemeyer, Tübingen



Gunnar Heydenreich

The Cranach Digital Archive

44

Zeitgenössische Kunst:

authentisch präsentieren, erfolgreich konservieren

46

Hans Leisen/Susanne Runkel/

Esther von Plehwe-Leisen/Robert Fuchs

Ziegeltempel der Khmer in Kambodscha –

Wandmalereien und Architekturpolychromie

48

Friederike Waentig/Stephanie Grossmann/

Christoph Wenzel

Preservation of the GDR-Culture

of Everyday-Life made of Plastics

51

BAUDENKMALPFLEGE UND RESTAURIERUNG

CLUSTER 3



The Cranach Digital Archive

Lucas Cranach der Ältere (1472–1553) gehört – neben Albrecht Dürer und Hans Holbein dem Jüngeren – zu den bedeutendsten Malern und Grafikern der deutschen Renaissance. Seit 1505 als Hofmaler für die sächsischen Kurfürsten tätig, übernahm er zudem Aufträge von Kaiser Maximilian I. und anderen bedeutenden weltlichen wie kirchlichen Auftraggebern. Mit zahlreichen neuen Bildschöpfungen trug Cranach wesentlich zur Verbreitung der Reformation in Deutschland bei. Im Verbund mit acht großen Museen in Europa und den USA arbeiten das museum kunst palast in Düsseldorf und die Fachhochschule Köln seit Oktober 2009 gemeinsam an einem Forschungsprojekt zur digitalen Erschließung der Gemälde von Lucas Cranach dem Älteren. Ziel des zweijährigen Pilotprojektes ist die Entwicklung einer internetbasierten Infrastruktur für den Austausch und die Vermittlung neuer kunsthistorischer, technologischer und naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu den Gemälden des Wittenberger Hofmalers. Das interdisziplinäre Forschungsprojekt wird durch die Andrew W. Mellon Foundation, New York, gefördert (<http://mac.mellon.org/issues-in-conservation-documentation/pilot-projects>).

- die Stiftung Preußischer Schlösser und Gärten in Berlin,
- die Kunstsammlungen der Veste Coburg
- die Anhaltische Gemäldegalerie, Dessau
- die Stiftung Schloss Friedenstein, Gotha
- das Statens Museum for Kunst, Kopenhagen
- das Museum für bildende Künste, Leipzig
- das Germanische Nationalmuseum, Nürnberg
- das Schlossmuseum, Weimar
- die Stiftung Luthergedenkstätten in Sachsen-Anhalt, Wittenberg

Zum ersten Mal werden mit diesem Pilotprojekt hochauflösende Abbildungen der Cranach-Gemälde mit detaillierten Ergebnissen langjähriger interdisziplinärer Forschung für die Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Digitale Röntgenaufnahmen und Infrarot-Reflektografien geben Einblicke in den Prozess der Bildentstehung und restauratorische Dokumentationen informieren über spätere Zustandsveränderungen. Die mit modernsten Untersuchungstechniken von Kunsthistoriker/innen, Restaurator/innen sowie Naturwissenschaftler/innen gewonnenen Informationen werden auf einer gemeinsamen Internetplattform über Open-Source Software zusammengeführt. Der umfangreiche Fundus an Bild- und Textinformationen soll ein tieferes Verständnis der Kunst Lucas Cranachs ermöglichen und die Forscher künftig dabei unterstützen, Fragen zu Zuschreibung und Werkstattorganisation zu beantworten. Weltweit sind heute noch mehr als 1000 Gemälde aus der Cranach-Werkstatt erhalten, von denen eine beträchtliche Anzahl bisher nicht wissenschaftlich bearbeitet wurde. Projektleiter ist der international renommierte Cranach-Forscher Prof. Dr. Gunnar Heydenreich: „Dieses Vorhaben ermöglicht uns eine gänzlich neue Beurteilung der Werke Lucas Cranachs. Langfristig verfolgen wir das Ziel, gemeinschaftlich ein neues digitales Werkverzeichnis zu erarbeiten, das nicht mehr nur ausschließlich auf stilkritischen Beurteilungen basiert, sondern neue kunsttechnologische und naturwissenschaftliche Untersuchungsergebnisse berücksichtigt.“

ABSTRACT

Seit Oktober 2009 arbeiten acht große Museen in Europa und den USA gemeinsam mit dem museum kunst palast in Düsseldorf und der Fachhochschule Köln an einem Forschungsprojekt zur digitalen Erschließung der Gemälde eines der bedeutendsten Maler der deutschen Renaissance: Lucas Cranach der Ältere (1472 – 1553). Ziel des zweijährigen Pilotprojektes ist die Entwicklung einer internetbasierten Infrastruktur für den Austausch und die Vermittlung neuer kunsthistorischer, technologischer und naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu den Gemälden des Wittenberger Hofmalers.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Gunnar Heydenreich
Fakultät für Kulturwissenschaften
Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft
gunnar.heydenreich@fh-koeln.de

Projektorganisatoren sind das museum kunst palast in Düsseldorf und das Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft der Fachhochschule Köln. Zu den Partnern des Forschungsprojektes „Digitales Cranach-Archiv“ zählen:

- die Bayerische Staatsgemäldesammlungen mit der Alten Pinakothek und dem Doerner Institut, München,
- das J. Paul Getty Museum, Los Angeles,
- das Kunsthistorische Museum, Wien,
- das Kunstmuseum Basel,
- das Metropolitan Museum, New York,
- die National Gallery, London,
- die Staatlichen Museen zu Berlin,
- die Staatlichen Kunstsammlungen Dresden.

Weitere Projektpartner sind die renommierten Cranach-Experten Prof. Dr. Dieter Koepplin, Dr. Werner Schade und Prof. Dr. Ingo Sandner. Zudem unterstützen folgende Institutionen das Projekt als assoziierte Partner:

The Case for the Cranach Digital Archive

One of the greatest and most versatile artists of sixteenth-century Europe, Lucas Cranach the Elder, served as court painter to three successive Saxon electors for almost five decades, demonstrating extraordinary artistic creativity. He invented numerous pictorial narratives and iconographies to reflect the new age of Humanism and Protestant theology, and established one of the most efficient and productive workshops of his time. Today, more than one thousand paintings by Cranach and his workshop are known, and they represent only a small fraction of the works originally produced. Despite the best efforts of several generations of scholars to gain a deeper understanding of his art and to catalogue his widely dispersed oeuvre of paintings, drawings, and prints, Cranach still poses a considerable number of questions and challenges for further art historical research. There is strong support among the present community of Cranach scholars for the creation of a centralized, authoritative resource that would encourage the sharing and dissemination of research material in order to advance scholarship and learning, as well as to overcome the significant and well-known obstacles in the field of Cranach studies:

- The only existing catalogue raisonné – published by Max Friedländer and Jakob Rosenberg in 1932 and, in a slightly revised edition in 1978 – lists approximately 1,000 paintings, but only 452 of them are illustrated. Reliable information about the oeuvre, let alone good photographic records of the works, many of which are housed in churches or private collections, has been extremely difficult to assemble, and many works remain undocumented.
- In recent decades, the systematic study of his materials and techniques has generated new insights about attribution, authenticity, dating, display, and function, as well as changes in appearance of his works; however, only a small fraction of the rich technical documentation concerning supports, underdrawing, materials, working processes, and conservation treatments has been published. It remains difficult for scholars to consider this rich and important body of material, much of which is housed in museums, despite strong interest in accessing these resources. In addition, a good deal more new material continues to be generated, much of it in digital form, yet there are no established mechanisms through which it can be easily and reliably shared.

- Recent improvements in both visible and infrared imaging technology now make it possible to capture and share high resolution images at an unprecedented level of clarity in the electronic environment: a particularly important consideration for Cranach scholarship, where comparison of micro details and close analysis of underdrawings are essential.

Given these considerations, it has become clear that an ever-growing digital repository of art historical and technological, conservation, and scientific information would be an especially appropriate resource for the study, understanding, and appreciation of this important artist.

Project Description

The 2-year project will address three primary goals:

- **Construct Technology Infrastructure:** Implementation of an open source, web-based software model that builds upon the successful work done by the National Gallery, London (NG-L) for its Raphael Resource Project and the possible outcomes of the proposed Shared Infrastructure Initiative, currently in the planning stage under the leadership of the British Museum in conjunction with the Mellon Foundation's Museum and Art Conservation and Research in Information Technology grant programs.
- **Establish a Founding Corpus of Comprehensive Data:** Compilation and digitisation of existing art historical, technical, and conservation documentation related to approximately 20 paintings by Lucas Cranach in partner institutions in order to test the model and establish the resource.
- **Expand the Visual Resource:** Compilation or generation of a significant number of high quality, high resolution digital images like digital colour photographs and infrared reflectograms and corresponding metadata on additional Cranach paintings in museums, private collections, and churches to further test and expand the resource.

Although the resource would be broadly accessible via the internet, the target group of users is envisaged to be museum and university-based art historians, historians, conservators, and scientists. The scope of the pilot project will be limited to a selection of 20 representative paintings from the eight

partner institutions that have committed to contributing rich art historical, technical and conservation documentation. While some of these institutions already possess considerable material, in others, technical examinations need to be conducted and new high resolution images produced. A number of infrared reflectogram mosaics will also be generated within the pilot project phase. In order to provide a critical mass of comparative visual material in the database and to further test the model, the core body of data on the 20 paintings would be complemented with images and approved metadata of approximately 200 additional Cranach paintings. This collection will include most of the paintings in the partner institutions as well as paintings in other museums, collections and churches for which the organiser, Gunnar Heydenreich the famous Cranach-researcher, is responsible. Readily available technical documentation would also be included – like infrared reflectograms, X-radiographs, detail images). The contents of Ingo Sander's infrared reflectogram archive – images of approximately 80 paintings, largely already in digital form – have been generously offered to this project and would also be incorporated.

Beyond the Pilot Phase

In the long-term a critical mass of data is envisaged, from which new and more complex interrogations into matters such as attribution, technique, dating, and workshop practice could be explored in unprecedented depth. Such a resource might even form the prototype for an electronic catalogue raisonné using a collaborative, internet-based methodology. To this end, during the pilot phase, questions regarding levels of access and interpretation, editing, translation, and matters of dating and attribution would be explored. In the future, the systems employed will ideally allow direct uploading and updating of information by partners, importing data from local collection management systems, linking and searching information on partner's websites, coupled with a robust suite of tools to allow the maximum possible utilization of high resolution images and data. We will continue to work with the National Gallery, London, the British Museum, and others in the Shared Infrastructure Initiative to realize these improvements.

Gunnar Heydenreich



Zeitgenössische Kunst: authentisch präsentieren, erfolgreich konservieren

PRACTICs: Practices, Research, Access, Collaboration, Teaching In Conservation of Contemporary Art

Präsentation, Vermittlung und Erhaltung zeitgenössischer Kunst ist mehr als je zuvor ein wichtiges Anliegen der internationalen Museumsgemeinschaft. Wechselnde Ausstellungsorte und damit verbundene Transporte spielen gerade in der globalisierten Welt eine zunehmend wichtigere Rolle. Technisch aufwändige Installationen fordern die Ressourcen der Kulturinstitutionen. Kurzlebige Materialien und temporär verfügbare Medien prägen seit einigen Jahrzehnten künstlerische Manifestationen. Diese Entwicklungen zwingen Museen ihre Strategien zu Sammlung, Erhalt und Präsentation der Gegenwartskunst anzupassen. Traditionelle Konservierungsparadigmen und klassische Aufgaben der Museen sind im Wandel begriffen. Künstler, Kuratoren, Restauratoren, Naturwissenschaftler und Museumstechniker müssen zu neuen Formen der Zusammenarbeit finden, um dem Auftrag der Museen weiterhin gerecht werden zu können. Die Erfassung und das Verständnis für künstlerische Intentionen sowie materielle und technische Besonderheiten zeitgenössischer Kunstwerke sind dabei von essentieller Bedeutung für ihre langfristige Erhaltung. In diesem Kontext arbeiten seit Mai 2009 insgesamt 34 Partner aus Europa und den USA im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten Projektes „PRACTICs of Contemporary Art: The Future“ zusammen, um gemeinsam adäquate Strategien zur Bewahrung und Vermittlung zeitgenössischer Kunst zu entwickeln.

Partnerschaften für den Erhalt zeitgenössischer Kunst

Das Projekt PRACTICs wird von Mitgliedern des International Network for the Conservation of Contemporary Art www.incca.org realisiert. In Fortsetzung des EU-Forschungsprojektes „Inside Installations“ www.insideinstallations.org übernahm das Netherlands Institute for Cultural Heritage (ICN) erneut die Projektleitung zusammen mit den fünf Co-Organisatoren (Tate, London; Restaurierungszentrum Düsseldorf / Fachhochschule

Köln; Stedelijk Museum voor Actuele Kunst (SMAK), Ghent; The Foundation for the Conservation of Modern Art (SBMK), The Netherlands und Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofia, Madrid). Zu den deutschsprachigen Partnern gehören das Doerner Institut in München, die Hamburger Kunsthalle, das Museum Tinguely in Basel, das Zentrum für Kunst und Medientechnologie in Karlsruhe, die Akademie der Bildenden Künste in Wien und art-documentation in Bonn.

Die Projektziele

Wesentliches Projektziel ist die Intensivierung der interdisziplinären Forschung und Zusammenarbeit zwischen Künstlern, Kuratoren, Sammlern sowie Konservierungs- und Naturwissenschaftlern in Europa. Zudem ist beabsichtigt, effektivere Methoden zur Vermittlung zeitgenössischer Kunst und der Problematik ihrer Erhaltung zu entwickeln, um diese im Bewusstsein der Öffentlichkeit stärker zu verankern. Darüber hinaus soll mit der Gründung des Forums „INCCA Education“ die Zusammenarbeit der europäischen Hochschulen auf dem Gebiet der Konservierung und Restaurierung zeitgenössischer Kunst befördert werden. Konkret sind zudem eine Buchpublikation, eine Filmproduktion, die Organisation von Seminaren und Workshops sowie eines internationalen Symposiums „Contemporary Art: Who cares?“ geplant. Die Projektarbeit gliedert sich unter drei Themenschwerpunkten, an denen die Partner in mehreren Projektgruppen zusammen arbeiten:

Forschung und Praxis

Im Mittelpunkt eines Teilprojekts steht die Fragestellung, wie die Gegenwartskunst in Europa möglichst authentisch, nachhaltig und unter Berücksichtigung ursprünglicher künstlerischer Intentionen bewahrt werden kann. Dafür werden die Erfahrungen aus früheren, abgeschlossenen Forschungsprojekten, Fallstudien und aus der Praxisarbeit analysiert und bewertet. Es ist das Ziel, aus den Schlussfolgerungen neue methodische Ansätze zu entwickeln. Die Ergebnisse werden auf dem internationalen Symposium „Contemporary Art: Who cares?“ zur Diskussion gestellt www.incca.org/contemporaryartwhocares.

ABSTRACT

Seit Mai 2009 arbeiten 34 Partner aus Europa und den USA im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten Projekts „PRACTICs of Contemporary Art: The Future“ zusammen, um gemeinsam adäquate Strategien zur Bewahrung und Vermittlung zeitgenössischer Kunst zu entwickeln. Wechselnde Ausstellungsorte und damit verbundene Transporte spielen in der globalisierten Welt eine zunehmend wichtigere Rolle. Technisch aufwändige Installationen fordern die Ressourcen der Kulturinstitutionen. Kurzlebige Materialien und temporär verfügbare Medien prägen seit einigen Jahrzehnten künstlerische Manifestationen. Diese Entwicklungen zwingen Museen ihre Strategien zu Sammlung, Erhalt und Präsentation der Gegenwartskunst anzupassen.

PROJEKTL EITUNG

Prof. Dr. Gunnar Heydenreich
Fakultät für Kulturwissenschaften
Institut für Restaurierungs- und
Konservierungswissenschaft
gunnar.heydenreich@fh-koeln.de

Zugang zur Konservierung zeitgenössischer Kunst

In diesem Teilvorhaben werden neue kreative Kommunikationsstrategien analysiert und Möglichkeiten der Anwendung zur Vermittlung zeitgenössischer Kunst sowie Fragen ihrer Erhaltung geprüft. Es ist beabsichtigt, die Resultate der Projektarbeit als Vorlagen und e-learning-Pakete auf der Website von INCCA www.incca.org zu veröffentlichen. In einer Filmproduktion werden drei Fallstudien zur Erhaltung zeitgenössischer Kunst vorgestellt: Eine dieser Studien zu der interaktiven Videoinstallation „Exchange Fields“ von Bill Seaman wurde von einer Studentin der Fachhochschule Köln, Julia Giebeler, in Zusammenarbeit mit dem Museum am Ostwall in Dortmund und dem inter media art institute, Düsseldorf im Rahmen einer Diplomarbeit erarbeitet. Ergänzend wird eine Serie öffentlicher Vorträge in mehreren europäischen Ländern organisiert.

Networking und Projektplanung

Vorrangiges Ziel des dritten Teilprojekts ist es, den Dialog zwischen den Mitgliedern von INCCA und neuen potentiellen Partnern zu fördern. Darüber hinaus sollen INCCA-Mitglieder und mögliche Partner die Gelegenheit zum Wissens- und Erfahrungsaustausch erhalten – unter Berücksichtigung sowohl nationaler als auch regionaler Besonderheiten. Die beteiligten Hochschulpartner beabsichtigen, die Transparenz in den Aus- und Weiterbildungsprogrammen auf dem Gebiet der modernen und zeitgenössischen Kunst zu erhöhen und den gegenseitigen Austausch zu intensivieren. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde bereits gegangen: Um den internationalen und interdisziplinären Dialog nachhaltig zu stärken, wurden zwei neue INCCA-Gruppen „Mittel- und Osteuropa“ und „Ausbildung“ etabliert.

Gunnar Heydenreich



Ziegeltempel der Khmer in Kambodscha – Wandmalereien und Architekturpolychromie

CICS

ABSTRACT

In den vergangenen Jahren hat das German Apsara Conservation Project GACP intensive Studien zur Dekoration der Khmer Tempel in Kambodscha durchgeführt. Die jüngsten Untersuchungen beinhalten eine umfassende Recherche zur Innendekoration in 105 Türmen aus 19 ausgewählten Ziegeltempeln des 9. und 10. Jahrhunderts. Nahezu alle Türme zeigten noch Reste von Dekoration, zum größten Teil jedoch in sehr reduziertem und schlechtem Erhaltungszustand. Hauptaugenmerk lag neben der Erfassung und Dokumentation der Relikte auf der Untersuchung der Maltechnologie. In zwei Tempeln konnten umfangreichere Malereien rekonstruiert werden. Die erzielten Ergebnisse führten zu einer neuen kunsthistorischen Bewertung und zu einem tieferen Verständnis der frühen Khmer-Tempel.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Hans Leisen
Fakultät für Kulturwissenschaften
Institut für Restaurierungs- und Konservierungswissenschaft
German Apsara Conservation Project
hans.leisen@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Rest. Susanne Runkel,
freiberufliche Restauratorin
Dr. Esther von Plehwe-Leisen,
Natursteinerhaltung LPL
Prof. Dr. Robert Fuchs

PROJEKTPARTNER

Auswärtige Amt der
Bundesrepublik Deutschland
Referat Kulturerhalt
APSARA National
Authority Kambodscha
UNESCO, ICOMOS, ICCROM

Bereits vor mehreren Jahren hat sich das German Apsara Conservation Project in Angkor, Kambodscha (GACP) intensiv mit den Dekorationssystemen und der Architekturpolychromie an den Khmer Tempeln in Kambodscha auseinandergesetzt,^{1,2,3}. In den letzten Jahren verstärkte GACP seine Anstrengungen und führte zusätzliche Forschung zu diesem Thema aus. Mit der aktuellen Studie möchte das GACP einmal mehr die Aufmerksamkeit auf diesen wertvollen und integralen Teil der frühen Khmer Tempel aus dem 9. und 10. Jahrhundert lenken. Die ersten punktuell durchgeführten Beobachtungen an Putzen und Polychromie führten zu einer systematischen Exploration mit detaillierter Erkundung, Kartierung und Untersuchung der Malmaterialien und -techniken. Die Feld- und Laborarbeit wurde durch Susanne Runkel im Rahmen ihrer Diplomarbeit durchgeführt.⁴

Untersuchte Tempel und Untersuchungsmethoden

Wenn der Besucher die Ziegeltempel betritt, kann er aufgrund der Dunkelheit im Inneren außer verwitterten und groben Ziegeloberflächen kaum etwas erkennen – auch, weil die Bauoberflächen mit Ablagerungen von Fledermausexkrementen bedeckt sind. Wenn aber die Oberflächen unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen im Nahbereich sorgfältig studiert werden, erkennt man Reste von Putzen und unterschiedliche Farbigeit, sowie Muster und Linien in rot und schwarz. Abb. 3 zeigt delikat gemalte

Blüten auf rotem Untergrund aus der Tempelanlage Koh Ker. Der Zentralwestturm im Tempel Preah Ko zeigt die umfangreichsten Reste an Malereien; sie wurden 1996 durch den Restaurator Lujan Lunsford während des ungarischen Notsicherungs-Projektes der Royal Angkor Foundation (RAF) entdeckt, aber nicht weiter dokumentiert und untersucht. In den Tempeln Prasat Thom und Prasat Chen in Koh Ker hat GACP figürliche und florale Malereien und Architekturpolychromie entdeckt (Abb. 3). Die figürlichen Malereien in Prasat Neang Khmau in der Takeo Provinz im Süden Kambodschas wurden schon 1913 durch Parmentier dokumentiert.⁵

Die Untersuchungen des GACP erfolgten in drei Regionen: in dem seit 1992 in die UNESCO Welterbeliste eingetragenen Angkor Archaeological Park, in der Tempelstadt Koh Ker rund 120 Kilometer nordöstlich von Angkor und im Prasat Neang Khmau in Südkambodscha. Tastuntersuchungen wurden zudem in der präangkorianischen Tempelstadt Sambor Prei Kuk in Zentralkambodscha durchgeführt. Im Angkor Archaeological Park einschließlich der frühen Rolous Gruppe (Abb. 1) wurden 11, in Koh Ker sieben Tempel untersucht und dazu der Tempel Prasat Neang Khmau; insgesamt wurden in den 19 Tempeln 105 einzelne Tempeltürme erfasst. In 16 Tempeln mit 43 Türmen konnten noch Reste von historischen Putzen und Farbfassungen nachgewiesen werden, die anderen waren bereits soweit zerstört,

¹Kiesewetter, A.; Leisen, H.; Plehwe-Leisen, E. v. (2001): On the Polychromy of Angkor Wat – Results of Initial Paint Color Investigations. In: Ang Ch. & A. Thompson (eds.): Udaya, Journal of Khmer Studies, No. 2, 2001, 57–66; Phnom Penh

²Plehwe-Leisen, E.; Leisen H. (2005): Wall Decoration Systems in the Temples of Angkor. Scientific Research in the Field of Asian Art, Proc. of the Second Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art, Smithsonian Institution, Washington, D.C.

³Plehwe-Leisen, E.; Leisen, H. (2008): Paint, Plaster and Stucco – Decorative Features of Khmer Temples in Cambodia. – In: E. A. Bacus, I.C. Glover & P.D. Sharrock (eds.): Interpreting Southeast Asia's Past, 367–373, Singapore

⁴Runkel, S. (2009): Inventarisierung und Untersuchung von Architekturfassungen und Wandmalereien in Ziegeltempeln des 9. und 10. Jahrhunderts in Kambodscha (Inventarisation of and research on polychromy and wall paintings in brick temples of the 9th and 10th century in Cambodia); unpub. Dipl. thesis CUAS

⁵Parmentier, H. (1913): Complement a l'inventaire descriptif des monuments du Cambodge. In: Bulletin de l'Ecole française d'Extreme-Orient, 1913, Vol. 13, Nr. 1, S. 1–64

⁶Fuchs, R.; Leisen, H.; Runkel, S. (2009): Erforschung der frühen Wandmalerei in Kambodscha. Fachhochschule Köln, Forschungsbericht 2009

dass die Aussicht, noch Reste der Dekoration vorzufinden, äußerst gering waren. Alle Befunde wurden detailliert kartiert und charakterisiert. Für jeden Turm wurde eine Karte mit der flächenmäßigen Verteilung der Befunde gezeichnet. Für die Malereien im Tempel Preah Ko, der drei verschiedene Ausmalungsphasen zeigt, wurden zusätzlich detaillierte Kartierungen der Verwitterungsformen und Verwitterungsursachen angefertigt. Vor Ort wurden neben normaler digitaler Photographie, UV-Aufnahmen und den klassischen Kartiermethoden spezielle photographische Erfassungstechniken, wie die Videodokumentation mit Bandpassfiltern im UV und IR eingesetzt, um die Malereien sichtbar zu machen (Abb. 2 und 4). Für die Analyse wurden Kleinstproben (Abb. 5) entnommen. Die Charakterisierung und qualitativen Materialanalysen von Malerschichten, Pigmenten und Bindemitteln erfolgte im Labor an Anschliffen mit STEMI sowie an Dünnschliffen mit Polarisationsmikroskopie, mit 3D-Videomikroskopie, FT-IR Spektroskopie, Pulverröntgendiffraktometrie, Rasterelektronenmikroskopie und EDX Spektroskopie sowie mikrochemischen Analysen, Karbonat- und Pyrolysetests an den entnommenen Kleinstproben.



Abb. 3: Kleine Blüten (Höhe 4 cm) auf der Wand im Prasat Thom, Koh Ker



Abb. 4: Koh Ker Prasat Thom: die Aufnahme mit Bandpassfilter 1000nm lässt figürliche und florale Dekorationen erkennen

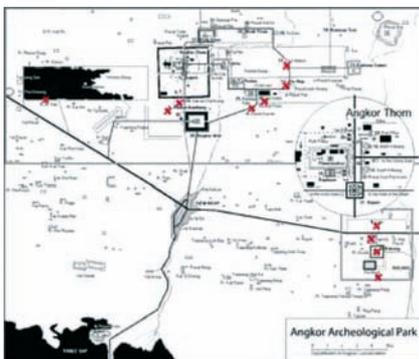


Abb. 1: Karte der untersuchten Tempel (x) im Angkor Archaeological Park



Abb. 2: Prof. Dr. Fuchs bei Untersuchungen mit UV/VIS/IR Bandpassfilter Videoerfassungssystem



Abb. 5: Susanne Runkel entnimmt Kleinstproben



Abb. 6: Dekorationssysteme in den Tempeln im Angkor Archaeological Park, in Koh Ker und im Prasat Neang Khmau

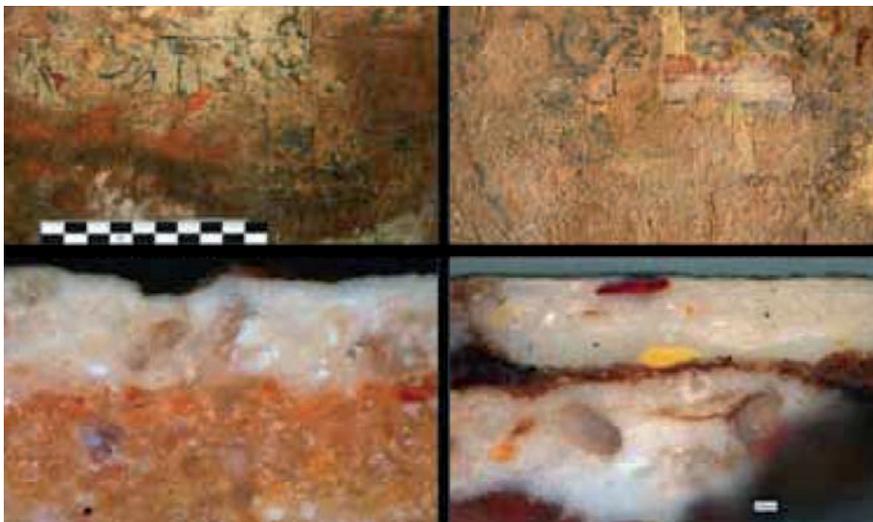


Abb 7: Polychromie in Preah Ko: Zwei unterschiedliche Ausmalungsphasen sind erkennbar (oben); im Anschliff werden mehrere Schichten sichtbar (unten)

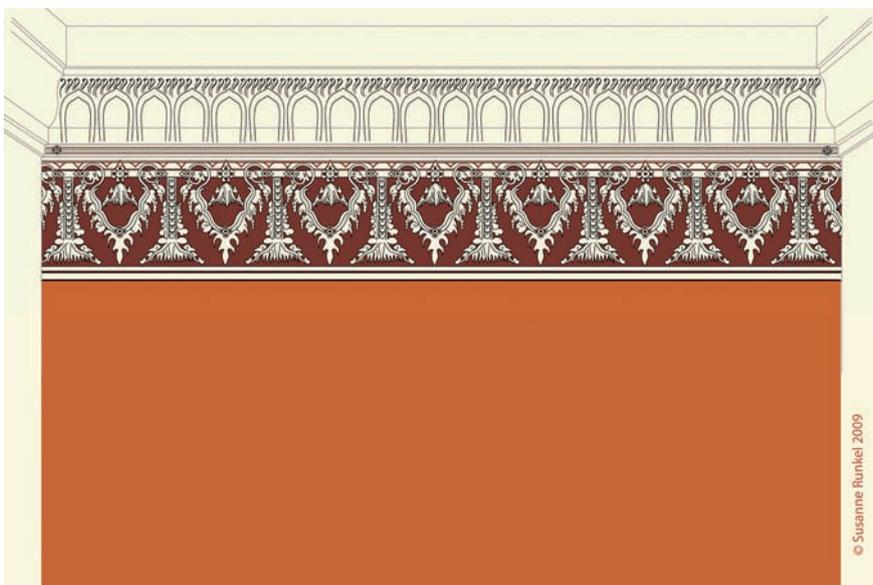


Abb 8: Rekonstruktion der Dekoration im zentralen westlichen Heiligtum des Tempels Preah Ko

Ergebnisse

Fünf unterschiedliche Dekorationssysteme oder Designs konnten herausgearbeitet werden (Abb. 6): Monochrom Rot oder Ocker, monochrom Ocker mit roten Linien, polychrome in Rot und Ocker mit schwarzer Linie, monochrom Rot mit Wandmalereien unterhalb des Gesimses. Makroskopische Bilder und Anschliffe unter dem Stereomikroskop von kleinsten Proben aus dem Tempel Preah Ko (Abb. 7) zeigen mehrere Malschichten: Das Bild rechts oben zeigt die erste und Reste der zweiten, das Bild links oben die zweite Ausmalungsphase; in den Anschliffen sind unter dem Stereomikroskop drei Schichten zu erkennen, der Nachweis für drei verschiedene Ausmalungsphasen (Bilder unten). Es konnten fünf verschiedene Pigmente (Tab. 1) und als Bindemittel Carbonsäureverbindungen, wahrscheinlich lokale Baumharze oder Kopal, nachgewiesen werden. Die Rekonstruktionsversuche erfolgten durch Vergleich der Malerieste mit den Stein- und Stuckdekorationen im Außenbereich. Abb. 8 gibt einen Eindruck wie die Innenräume der Heiligtümer, in denen die Gottheiten angebetet wurden, mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgesehen haben. Es waren Räume mit großer Festlichkeit! Die erzielten Ergebnisse führten zu einer neuen kunsthistorischen Bewertung und zu einem tieferen Verständnis der frühen Khmer Tempel.

Dank

Die Untersuchungen wurden durch das Auswärtige Amt der Bundesrepublik Deutschland und die Fachhochschule Köln gefördert.

*Hans Leisen, Susanne Runkel,
Esther von Plehwe-Leisen & Robert Fuchs*

| Pigment Analysis | | | | |
|------------------|--------------|--|--|----------------------|
| Farbe | Objektanzahl | Lokalität | Pigment | Analysenmethode |
| rot | 13 | gesamte Oberfläche Band-/Streifenornamente | roter Ocker | PLM, EDX, FT-IR |
| rot | 1 | figurative Malerei (Koh Ker Prasat Thom) | Zinnoberrot | VIS, EDX |
| hellrot | 2 | gesamte Oberfläche | Heller Ocker/ Ziegelstaub | PLM, EDX, FT-IR |
| schwarz | 6 | Band-/Streifenornamente | Eisenoxidschwarz/Magnetit Fe_3O_4 | PLM, EDX, FT-IR, XRD |
| weiß | 3 | Ornamente Details | Chinaerde/Kaolin | PLM, EDX, FT-IR, XRD |

Preservation of the GDR-Culture of Everyday-Life made of Plastics

The interdisciplinary research project titled "Preservation of the GDR-Culture of Everyday-Life made of Plastics" (Bewahren der DDR-Alltagskultur aus Plaste) started in June 2009 and will end in May 2012. It is a cooperation between the Centre of Documentation of the GDR Everyday-Life in Eisenhüttenstadt (Dokumentationszentrum Alltagskultur der DDR) and the Cologne Institute for Conservation Sciences, state-aided by the Federal Ministry of Education and Research (Bundesministerium für Bildung und Forschung). The aim of the project is to contribute to the preservation of plastic objects made in the GDR between 1945 and 1989 as they represent the every day life of this particular period in German history.

Historical Background

In the aftermath of World War II Germany was divided by the Allied Forces into four occupation zones with the Soviet Zone becoming the GDR in 1949. War damage and removal of entire plants as part of reparations had a devastating effect on the East German industry and economy. Furthermore the transformation of formerly privately owned companies – mostly heavy industry – into Soviet Public Companies (sowjetische Aktiengesellschaften – SAGs) in 1946 intensified the massive shortage in the supply of necessary goods and services for the East German population. The main aim of production was the retrieval of reparation payments and the production of goods – especially machinery – for the Soviet Zone. It was not until 1954 when the East German government bought back the SAGs for 3.5 billion Marks that the production of consumer goods for the domestic market and for export could be expanded.¹ But even after the former SAGs were transformed into People's Enterprises (Volkseigene Betriebe, VEBs) sufficient production especially of consumer goods was constrained by several factors. The foundation of the COMECON Council for Mutual Economic Assistance (Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe, RGW) in 1949 was intended to economically assist the weaker economies of the Eastern Bloc – like Bulgaria, Romania, Cuba, Mongolia and Vietnam. For the

members with stronger economies of the COMECON this meant production had to be streamlined and aimed at the demands of the weaker partners instead of producing and exporting goods for domestic or markets outside the COMECON.² Not only external factors hindered the growth of the local industry and the production of consumer goods. Until the late 1950s the East German government invested primarily into heavy industry, especially engineering and chemicals industry as those sectors built the necessary foundation for light manufacturing industries and the production of consumer goods. The nationalisation of private businesses – starting as early as 1946 – and the centrally planned economy with five-year-plans and later seven-year plans also affected the development negatively as a rigid economic system was created which was unable to respond to the developing and changing needs and demands of the people.³ And due to a lack of foreign currency the GDR was unable to substitute needed supplies of necessary goods with imports which added to the general feeling of dissatisfaction with the government. The economical and political situation in East Germany contrasted especially harsh with the evolving economic miracle (Wirtschaftswunder) in West Germany. The resulting so called Republikflucht – the term used to criminalise attempts to flee or otherwise leave the country without a valid exit visa – posed a huge problem for the East German state as hundreds of thousands left the country for the West, reducing the workforce significantly. In the 12 years between the establishment of East Germany in 1949 and the construction of the Berlin Wall in 1961, over 2.7 million East Germans fled to West Berlin. The Berlin Wall was therefore built by the GDR with support of the Soviets to provide a physical barrier between East Berlin and West Berlin to stop the migration.⁴ But even after the Berlin Wall was built the numbers of the population of the GDR were constantly

¹Stokes 2000: 65-68

²Diederichs 2003: 18

³Diederichs 2003: 7-26

ABSTRACT

Lack of natural resources forced the German Democratic Republic (GDR) from its early days on to rely heavily on the production of plastics. In the 1960s the production of plastics soared but unlike in the capitalistic West, attempts to school the consumer in the handling and care of these new materials were coordinated by the state and not by privately run companies. Plastics were promoted as the proof of socialism's technological progress and moral superiority. Soon after the fall of the Berlin Wall twenty years ago previously omnipresent household items started to vanish from every day life. This paper will summarize the project and present some of the aspects that will be addressed in our project.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. phil. Friederike Waentig
Fakultät für Kulturwissenschaften
Institut für Restaurierungs- und
Konservierungswissenschaften/
Cologne Institute for
Conservation Sciences
friederike.waentig@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl. Rest. FH Stephanie Grossman
Dipl. Rest. FH Christoph Wenzel



declining until the collapse of the state in 1989 (see figures in table 1). For comparison the population in West Germany rose between 1950 and 1989 by 23 % whereas the population in East Germany declined by 10,6 %. Demographic factors therefore also posed a huge problem for the East German economy as the government had to face a constantly shrinking workforce.⁵

Chemical Industry

Most of the East German chemical industry was – and still is – located in what is known as the Chemical Triangle (Chemiedreieck). The term describes the region between Halle, Merseburg, Leipzig and Bitterfeld, an area that has been the site for chemical plants from the early days of the chemical revolution due to its rich lignite and salt deposits. Lignite was the base for electricity generation as well as for the production of chemical and industrial feedstock. Ammonia, nitrogen, pigments, paints, synthetic rubber and gasoline were among others products generated for domestic markets and export until the beginning of World War II. Germany's pre-war strive for autarchy as a means of war preparation lead to massive financial investments in the chemical industry of the Chemical Triangle with an emphasis on the production of gasoline by coal hydrogenation. Though – as already mentioned – war damage and deconstruction took massive toll on infrastructures, once more the region provided the basis for autarchy in the post-war period.⁶ It wasn't until 1963 that crude oil became available to East Germany's chemical industry. At the 10th session of the COMECON in 1958 the construction of a pipeline was decided that would provide East Germany among other states of the Soviet Bloc with crude oil. The construction of the so called Friendship pipeline took almost five years with the town of Schwedt/Oder being its westernmost recipient. Simultaneously new plastic processing plants were built to produce plastics not only for the East German domestic market but also for the member states of the COMECON as a way to streamline production within the Eastern Bloc.⁷

Organisation

The 15 state holding companies (Kombinate) of the chemical sector were under the direction of the Federal Ministry of Chemical Industry (Ministerium für Chemische Industrie). The state holding companies mandated 231 People's Enterprises (Volkseigene

Betriebe,VEBs) with more than 1000 plant sections. There were eight divisions of chemical industry:

- Oil-producing, natural gas and hydrocarbons
- Organic and inorganic priming chemistry
- Pharmaceutical products
- Chemical and technically chemical speciality products
- Synthetic fibres
- Plastics and synthetic resins
- Rubber and asbestos
- Potash-salt and sodium chloride

Though most plastics known in the West were also produced in East Germany, the production output differed significantly. The most common plastic produced in the GDR in 1973 was polyvinyl chloride (PVC) with 31.0 % of total production whereas polyolefines ranked third behind amino plastics (17,7 %) and made up just 13.0 % of the total production (see Table 2).⁸

Consumerism and Plastics

The Program of Thousand Small Things (Programm der tausend kleinen Dinge) launched in 1960 aimed at the production of consumer goods for daily life to respond to the needs and wants of the population. The Chemical Program (Chemie-Programm) followed in 1961 as a result of the Chemical Conference (Chemie-Konferenz). The state's official position on consumer goods was that cheap, mass produced novelties of low quality were considered to be characteristic for capitalistic markets and therefore something to be rejected. Wasting raw materials, labour and income on the production and consumption of low quality products was branded as immoral and damaging to socialism and the socialistic society. To proof the supremacy of socialism not only to the capitalistic west but especially to its own population the governance had satisfy consumer needs – which in the end meant, providing consumer goods of adequate quality and in adequate amounts for low prices. State officials never got tired of emphasizing the GDR's aim at producing goods of world-class quality due to the GDR's dependence on trade connection with the capitalistic West to have access to foreign currency. Therefore it was imperative to produce goods that could be sold in the West and not only within the Eastern Bloc. But convincing consumers to accept plastics was not easy in the beginning as war time experience left them eyeing plastic materials suspiciously as

“Ersatz” – something without quality or value. Replacing scarce metals – as was necessary – with inadequate materials posed therefore the risk of leaving people with a feeling of shortage that would cause distrust in the states and systems abilities. To create the illusion that the socialistic government could provide its citizens with everything for a productive and content life it was mandatory to produce goods that were as good – if not even better – than the same product made from traditional materials.⁹ The strive for high quality plastic products was at the core of plastics production from the beginning on as plastics in the GDR were never seen as cheap consumer goods or disposable products. Due to scarce raw materials and the immense effort necessary to produce plastics from lignite they were considered highly valuable materials and already in the early 1960s recycling options were investigated. The GDR fought a constant (uphill) battle to avoid wasting raw materials, productivity and money but the difficulties the industry had to face in the socialistic economy lead to a high output of malfunctioning products causing complaints among consumers and retailers. To form a truly socialistic society it was considered indispensable to educate the citizens accordingly. Therefore the state provided guidance for all aspects of life – and it does not come as a surprise that consumer education played a vital role in establishing plastics as a truly modern material ideal for modern socialistic living. In the early 1960s schoolbooks, periodicals, journals like “Jugend + Technik” (Youth + Technology), comic books like Mosaik (Mosaic) all praised the new synthetic materials, the technology behind them and the advantages they offer for every day life. Especially magazines like “Kultur im Heim” (Culture at Home) or “Guter Rat” (Good Advice) were targeted at modern working woman, offering advice for the handle and care of plastics. To achieve the ambitious goal

⁴A fact that was bluntly admitted by the East German government. See Der XXII. Parteitag der KPdSU und die Aufgaben in der Deutschen Demokratischen Republik. Bericht des Genossen Walter Ulbricht und Beschluss, 86–88 www.sozialwissenschaften-online.net/demographie-und-bevoelkerungsentwicklung-in-deutschland-ab-1945/3

⁵Stokes 2000: 69–80

⁶Hirdina 1988: 69

⁷Diederichs 2003: 70–83

⁸Stokes 2000: 65–80

⁹Plaste und Kautschuk. Zeitschrift für polymere Werkstoffe. Leipzig 1954–1965

of producing world-class quality products, technical standards and extensive testing procedures were developed. In 1961 the TGL (Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen – Technical Standards, Quality Specification and Technical Delivery Conditions) had been established as a clear signal of independence, replacing the DIN (Deutsche Industrienorm – German Industry Standard) used before. The state agency in charge of quality control right after the end of World War II was the German Agency for Gauges and Weights (das Deutsche Amt für Maß und Gewicht, DAMG) which in 1964 became the German Agency for Metrology, Testing Materials and Goods (Deutsches Amt für Meßwesen und Warenprüfung DAMW) and finally in 1973 the Agency for Standardisation, Metrology and Product Testing (Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung ASMW). The labelling system developed by these agencies proved to be valuable until today as it allows us to identify manufacturers, manufacturing plants and materials used – something particularly helpful when dealing with objects like household items that do not offer other details for identification. But the government was not only concerned about the public's acceptance of plastics or creating standards they also tried to raise awareness among the plastics producing industry as can be seen in the journal "Plaste und Kautschuk".¹⁰ Though it is not quite clear how far the influence of the state reached when it came to the content of scientific journals, it can be assumed that even those were used for propaganda purposes and that the editorial department was staffed with loyal party members. One regular column under the heading "This Harms the Reputation of Plastics" (Das schadet dem Ruf der Plaste) showed faulty designs, mostly engine parts or fixtures like hinges or door handles and appealed to manufacturers and designers to do better.

Plastics and Design

Among designers and manufacturers of the GDR a term was coined to describe designs appropriate for plastics: "plastgerecht". It de-

scribes a concept that is rooted in ideas first postulated in Germany within the Deutscher Werkbund but dates back to the Arts and Crafts Movement in England. "Plastgerecht" does not only imply the idea of form follows function, but also that the form must evolve out of the material itself. This does not come as a surprise as the leading designers of the GDR – or "Formgestalter" as they were called – came from a tradition influenced by the Bauhaus and the Deutscher Werkbund. They saw the opportunity to establish a culture of well designed and well manufactured goods within the new socialistic society by means of state-controlled design and centralised production. Most important for the concept of socialistic design was the university educated designer who would develop new modern forms in cooperation with engineers and scientists for the good of society. Berlin, Weimar, Dresden and Halle became the centres of industrial design in the GDR. The first school offering industrial design courses after the war was the Hochschule für Werkkunst at the Academy of Fine Arts (Akademie der Künste) in Dresden where Mart Stam – a former teacher at the Bauhaus in Dessau – became vice-chancellor in 1948. This degree programme was moved to the Academy of Fine Arts Berlin-Weißensee (Kunsthochschule Berlin-Weißensee) in 1950 and Mart Stam once more was appointed as vice chancellor. Under Stam's influence the academies developed a course of studies modelled after the Bauhaus education system with preparatory classes and atelier work. The other highly influential school was the Burg Giebichenstein in Halle. Founded as a vocational school in 1879 it was turned into a school for arts and crafts in 1915 in the spirit of the Deutscher Werkbund. After World War II a fine arts academy was established at the Burg Giebichenstein before the Academy for Industrial Design (Hochschule für industrielle Formgestaltung) was founded in 1958. Most of the early GDR design objects considered iconic today were developed at this school – for example the pastel colored melamin resin trays and bowls. This design was actually the teamwork of a group of students and teachers in response to the Program of Thousand Small Things. All schools closely collaborated with the industry and industry prospective designers interned during their last semesters in factories where they would develop solutions for specific design problems in their final theses – and like the so called Meladur dishes many of the objects designed would

go into production. One of the pivoting figures in the field of industrial design in the early years was Horst Michel the director of the Institute for Interior Design (Institut für Innengestaltung) in Weimar at the Academy for Architecture and Construction Engineering (Hochschule für Architektur und Bautechnik). This institute mainly served as a consultant for the furniture industry and was also responsible for streamlining the product ranges in this sector. The designers of this institute also developed fixtures for doors, windows or furniture, household appliances like stoves, as well as textiles and plastic sheets for interior decoration. And just like many of the teachers at the other universities, the designers at the Institute for Interior Design – especially Horst Michel – were members of review panels at state fairs like the Leipzig Fair (Leipziger Messe) or consultants for the industry or state agencies.

Politics and Design

The most powerful institution though was the Federal Agency for Industrial Design (Amt für Industrielle Formgestaltung, AIF) founded as the Institute for Applied Arts at the Ministry for Culture (Amt für angewandte Kunst) in 1952 it was renamed and restructured into the Institute of Design at the German Agency for Testing Materials and Goods in 1963, before it was finally turned into the AIF in 1972. It was the state-run agency's responsibility to supervise the quality of the design of products produced by the East German industry. Over the years the agency grew more and more powerful as it turned from being a mere consultant without real influence into an institution that could stop production and make demands concerning designs. The AIF was in operation until 1990. Additionally the agency coordinated and curated exhibitions promoting good design domestically, and GDR design internationally.

The examples summarised in short here are mostly based on the archival materials we could access so far and on a handful of publications. At this point we can say that in the GDR designers did not merely have to rely on promoting good design, they could actually prohibit the production of objects they considered to be poorly designed. Nevertheless continuous efforts were made to educate consumers and manufacturers to establish the basics of good design. Especially national and international trade fairs offered a platform to present a selection

¹⁰ Bekanntmachung über die Zuordnung des Zentralinstituts für Gestaltung zum DAMW vom 26. Januar 1965. in: DAMW – Deutsches Amt für Messwesen und Warenprüfung der Deutschen Demokratischen Republik. Verfügungen und Mitteilungen, Berlin, 28. Februar 1965, Heft 1, S. 9 See Rubin, Höhne, Hirdina



of objects – either from the collection the AIF built up over the years or as loans from manufacturers – to the public, promoting world-class socialistic design. (Many of the objects shown at the exhibitions were actually prototypes or had not gone into production, yet. A fact often lamented by visitors or in newspaper reviews of shows.) To encourage manufacturers and as a way to help consumers to recognise good design, awards – gold medals – were given to a number of product categories at the Leipzig Fairs in spring and autumn with members of the AIF functioning as selection committee. The institutions and agencies mentioned here are just a few of the governmental bodies involved in the production and distribution of plastics. Unfortunately many files and records of state-run agencies were destroyed or got lost after the German reunification which makes it extremely difficult to get an overview of all institutions involved in the production and distribution of plastics. For example from what we know now, raw materials were assigned to manufacturers by the Plastics Coordinating Agency (Plastlenkstelle) and the type and amounts of consumer goods needed were assessed by a number of institutions on a yearly base –

both agencies are typical examples of the centrally planned economy but hardly any files that could shed a light on their work and procedures have been preserved.

Outlook

The Berlin Wall fell 20 years ago and still Germans struggles with their divided past. Almost everything that was part of the daily life in the GDR has been replaced by now. Especially in Berlin – the symbol of the German divide – it takes almost archeological efforts to find traces of the GDR in public space today. Small things suddenly have to function as carriers for individual and collective memories. They form links to the past and carry feelings of nostalgia which turns even the most mundane item into collectibles. But not only for individuals are the objects of daily life of importance. For cultural historians and design historians they are highly valuable objects as these objects are witnesses of the technical state of the art of the GDR's consumer industry. Therefore plastic objects that would otherwise be easily discarded can be found in private collections and state run museums today. And like most plastics their long term preservation poses problems. As little as we know about plastics

conservation of Western plastics we know even less about plastics made in the GDR or in the Eastern Bloc. Archives are lost which makes it especially difficult to understand all the factors that played a role in their production. We have to assume that most plastics – though they might appear very much alike to Western products – were produced differently. We have to expect that plastics production was even more experimental than in the West as the factories had to fall back on substitutes to keep up production in bottleneck situations. And as some items were produced over a period of thirty years or more – even in different factories but without obvious changes – we cannot make predictions about their chemical stability based on a few examples examined. Aspects conservation will address in the course of the project are handling, preservation and identification of materials we find in the collections. Our aim is to develop a web based handbook on collecting, preserving and exhibiting daily-life objects made from plastics from the GDR with additional information on their history and technology. A database with reference objects from collections like the GRASSI Museum für Angewandte Kunst, Wasapark Radebeul, Germanisches Nationalmuseum Nuremberg, Neue Sammlung, Staatliches Museum für angewandte Kunst Munich, Sammlung industrielle Gestaltung – Haus der Geschichte Berlin and others will complete the handbook. The data base and the handbook will be available in 2012. A conference and a summer school program on the history and preservation of plastics is also scheduled for the same year in Cologne and we very much invite you to participate.

Friederike Waentig/

Stephanie Grossmann/Christoph Wenzel

Table 1

| Year | Population numbers |
|-----------|---|
| 1945–1948 | ca. 19 mill. (approximately 4 mill. refugees and displaced persons) |
| 1948–1961 | ca. 17,1 mill. |
| 1961–1973 | < 17,0 mill. |
| 1986 | ca. 16,6 mill. |
| 1989 | ca. 16,4 mill. |
| 1990 | < 16,0 mill. |

Table 2

| % | Plastics |
|------|------------------------|
| 31,1 | PVC |
| 17,7 | Amino Plastics |
| 13,0 | Polyolefins |
| 7,0 | Phenol Plastics |
| 7,0 | Polystyrene |
| 5,8 | Alkyd Resins |
| 5,1 | Miscellaneous |
| 4,5 | Polyurethane |
| 4,0 | Polyvinyl acetate |
| 2,5 | Unsaturated Polyesters |

REFERENCES

- Diederichs, H. (2003): Die Plastikverarbeitung in der DDR und ihr Umfeld, Frankfurt am Main
- Hirdina, H. (1988): Gestalten für die Serie. Verlag der Kunst, Dresden
- Höhne, G. (2001): Penti, Erika und Bebo Sher – Klassiker des DDR-Designs, Berlin
- Rubin, E.: Synthetic Socialism (2008): Plastics & Dictatorship in the German Democratic Republic, UNC Press
- Stokes, R. G. (2000): Plastics and the New Society: The German Democratic Republic in the 1950s and 1960s. In: Reid, Susan E., Crowley, David (Hrsg.): Style and Socialism. Modernity and Material Culture in Post-War Eastern Europe, S. 65–80, Oxford



Klaus Becker/Michael Winkler

Einflüsse auf die Strömungsakustik
einer Zylinder/Platte-Konfiguration

56

Hermann Henrichfreise/Emad Farshizadeh

Realitätsnahe und dynamische Tests
von EPS-Motoren und -Steuergeräten

58

Margot Ruschitzka/Christoph Ruschitzka

Methodikentwicklung im Maschinenbau
zur Optimierung mit Metamodellierung

60

INTERDISZIPLINÄRE FAHRZEUGSYSTEMENTWICKLUNG

CLUSTER 4



Einflüsse auf die Strömungsakustik einer Zylinder/Platte-Konfiguration

Es ist bekannt, dass Wirbelstrukturen hohe Geräuschpegel erzeugen, sofern sie auf mechanische Strukturen treffen. Die pegelgenaue Vorhersage derartiger Phänomene ist Gegenstand von Forschungsprojekten und noch nicht Stand der Technik in der industriellen Anwendung [1]. Im Fokus der hier vorgestellten Untersuchung steht die experimentelle Bestandsaufnahme einer ebenen Platte im Nachlauf eines Zylinders. Die Untersuchungen an dieser einfachen Konfiguration sollen das Verständnis für die physikalischen Vorgänge verbessern und Daten zur Validierung von numerischen Berechnungen liefern [2].

Versuchsaufbau

Als Versuchsumgebung dient ein reflexionsarmer Vollraum, in dem über einen rechteckigen Kanal (100x120 mm) ein Freistrahler erzeugt wird. In diesen Freistrahler wird die Versuchskonfiguration bestehend aus Zylinder und Platte eingebracht (Abb. 1). Der Durchmesser D des Zylinders beträgt 3,1 mm. Die Abmessungen der Stahl-Platte sind mit 120x60x1 mm so gewählt, dass sich die Plat-

te im Kernbereich des Freistrahls positionieren lässt. Die Strömungsgeschwindigkeiten betragen bis zu 30 m/s. Bezogen auf den Zylinderdurchmesser ergibt sich eine maximale Reynolds-Zahl von 6 200. Die messtechnische Erfassung akustischer Daten erfolgt mittels 1/2-Zoll ICP-Kondensator-Mikrofonen. Ein Mikrofon befindet sich seitlich auf halber Höhe der Versuchsanordnung mit einem Abstand von 0,08 m zur Mitte des Freistrahls. Weitere Mikrofone sind auf einem Halbkreis um die Versuchsanordnung in einem Abstand von 1 m positioniert (s. Abb. 1).

Ergebnisse

In Abb. 2 ist der Gesamtschalldruckpegel in Abhängigkeit der Mikrofonposition in 1 m Entfernung dargestellt. Hierbei wird die erhöhte Schallabstrahlung quer zur Zylinderachse ersichtlich. Es ergibt sich ein Dipol ähnliches Schallabstrahlungsverhalten. Aus Abb. 3 ist das Leistungsspektrum des Schalldruckpegels für verschiedene Versuchskonfigurationen ersichtlich. Neben den Ergebnissen der Zylinder/Platte-Konfiguration sind als Referenzmessung auch die Ergebnisse für Frei-

ABSTRACT

Im Rahmen der vom MIWF geförderten Kompetenzplattform „Sound And Vibration Engineering“ (SAVE) werden experimentelle Untersuchungen von Einflüssen auf die Strömungsakustik einer Zylinder/Platte-Konfiguration durchgeführt. Das Ziel des Projekts: das Verständnis für die zugrunde liegenden physikalischen Vorgänge zu verbessern und Daten zur Validierung von Berechnungsergebnissen zu liefern.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Klaus Becker
Fakultät für Fahrzeugsysteme und Produktion
Institut für Fahrzeugtechnik
klaus.becker@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Ing. Michael Winkler
Prof. Dr.-Ing. Frank Kameier
Fachhochschule Düsseldorf
Prof. Dr.-Ing. Oliver Paschereit
Technische Universität Berlin



Abb. 1.1: Fotografie des Versuchsaufbaus

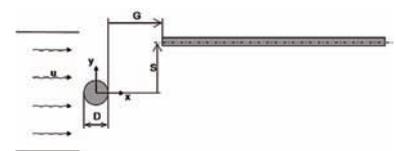


Abb. 1.2: Schematische Darstellung der Versuchskonfiguration

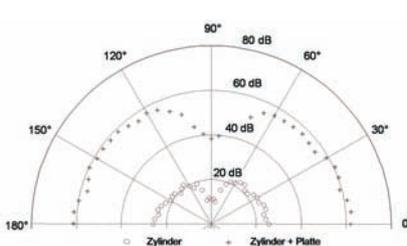


Abb. 2: Richtcharakteristik für den maximalen Schalldruckpegel im Bereich der Wirbelablösefrequenz; $u = 17,5$ m/s; $G/D = 4$; $S/D = 0$; Mikrofonabstand 1 m; Winkelauflösung 5°

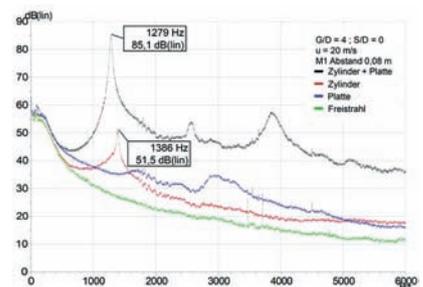


Abb. 3: Leistungsspektrum des Schalldruckpegels für verschiedene Versuchskonfigurationen

strahl, Platte alleine sowie Zylinder alleine dargestellt. Im Frequenzbereich unterhalb von 500 Hz ist zu erkennen, dass der Schalldruckpegel hauptsächlich durch das Strömungsrauschen des Freistrahls verursacht wird. Das Einbringen der Plattenstruktur in den Freistrahlführt zu einer Erhöhung der Schalldruckpegel im gesamten Frequenzbereich oberhalb von 500 Hz. Ausgeprägte tonale Frequenzanteile sind dabei nicht ersichtlich. Für den Zylinder allein im Freistrahlführt hingegen ergibt sich eine Überhöhung im Schalldruckpegel bei 1386 Hz. Diese ist zurückzuführen auf die wechselseitige Ablösung von Wirbeln am Zylinder und der dadurch entstehenden Wirbelstraße im Nachlauf. Ein auf diese Weise erzeugter Ton wird als Hiebton bezeichnet. Seine Frequenz entspricht der Wirbelablösefrequenz. Die Positionierung der Plattenstruktur im Nachlauf des Zylinders führt zu einer erheblichen Verstärkung der Schalldruckpegel. Zusätzlich sind die erste und zweite Harmonische der Grundfrequenz deutlich zu erkennen. Die Verstärkung lässt sich über einen Verstärkungsfaktor beschreiben. Hierzu wird der Quotient aus dem Schalldruck der Referenzkonfiguration Zylinder alleine und der Zylinder/Platte-Konfiguration gebildet. Für den maximalen Schalldruckpegel ergeben die Messergebnisse in Abb. 3 einen Verstärkungsfaktor von 48. Des Weiteren verringert sich durch das Hinzufügen der Plattenstruktur die Frequenz des maximalen Schalldruckpegels um mehr als 100 Hz. In Abb. 4 sind der Verstärkungsfaktor sowie die auf die Strömungsgeschwindigkeit und den Zylinderdurchmesser normierte Frequenz in Abhängigkeit vom dimensionslosen Abstand G/D dargestellt. Der Verlauf des Verstärkungsfaktors zeigt bei G/D von etwa 2,5 einen steilen Anstieg und erreicht bei etwa 3,2 sein Maximum. Bei weiterer Vergrößerung von G/D nimmt der Faktor stetig ab. Eine Erklärung für dieses Verhalten liefern weitere hier nicht dargestellte Untersuchungen. Bei einem Verhältnis von G/D kleiner 2,5 kommt es nicht zu einer Wirbelablösung am Zylinder und die Strömung legt sich wieder an die Platte an (vgl. [3]). Eine Abstandsvergrößerung führt zur Ausbildung von Wirbeln hinter dem Zylinder, die sich ablösen und auf die Platte auftreffen. Hierdurch kommt es zur Verstärkung der Schalldruckpegel. Die Strouhal-Zahl steigt ebenfalls an. Sie nähert sich bei weiterer Vergrößerung des Abstands einem Wert von etwa 0,2 an. Bei der hier zugrunde liegenden Reynolds-Zahl entspricht er dem Wert eines einzelnen Zylinders in der Strömung. Das seitliche Verschieben der Platte aus ihrer mittigen Position heraus

ist Grundlage für die in Abb. 5 dargestellten Ergebnisse. Für eine zunehmende seitliche Verschiebung reduziert sich die Frequenz des dominierenden tonalen Anteils und der Schalldruckpegel nimmt ab. Eine Ausnahme bildet hierbei der Schalldruckpegel an der Stelle der ersten Harmonischen. Für eine seitliche Verschiebung von $S/D = 0,66$ steigt der Schalldruckpegel an.

Zusammenfassung

Die experimentelle Untersuchung von Einflüssen auf die Strömungsaustik einer Zylinder/Platte-Konfiguration hat durch die Variation von Parametern zu akustischen Effekten, wie beispielsweise einer Verstärkung des Schalldruckpegels um den Faktor 48, geführt. Die physikalischen Entstehungsmechanismen dieser Effekte sind noch nicht vollständig geklärt und daher Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Klaus Becker / Michael Winkler

LITERATUR

- [1] Greschner, G.; Thiele, F.; Jacob, M.C.; Casalino, D. (2008): Prediction of sound generated by a rod-airfoil configuration using EASM DES and the generalized Lighthill/FW-H analogy. *Computers & Fluids* 37 (2008), 402–413
- [2] Kornhaas, M.; Winkler, M.; Sternel, D.C.; Becker, K.; Schäfer, M.; Kameier, F. (2009): LES of cylinder plate configuration and corresponding aeroacoustic effects. *Proc. Of 19ième Congrès Français de Mécanique, Marseille, France*
- [3] Kameier, F.; Horvat, I.; Becker, K. (2010): Konventionelle CFD für strömungsaustische Optimierung. In: *DAGA 2010, Tagungsband, S. 311–312*

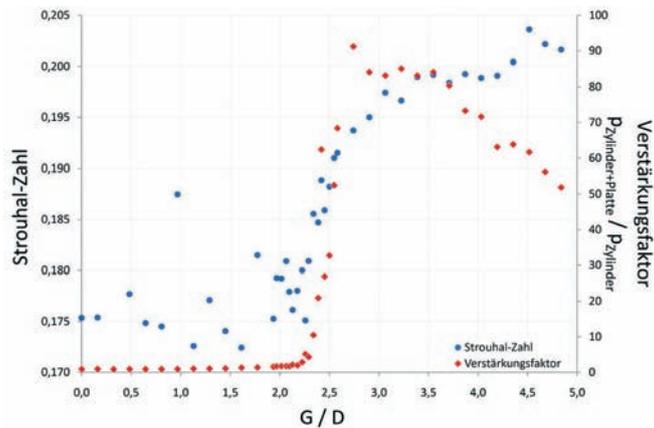


Abb. 4: Grafische Darstellung der Abhängigkeit des Schalldruckpegels und der Strouhal-Zahl vom normierten Abstand G/D

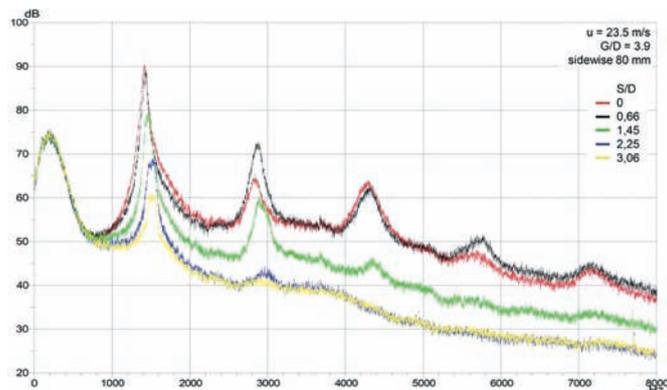


Abb. 5: Leistungsspektrum des Schalldruckpegels in Abhängigkeit der seitlichen Verschiebung

Realitätsnahe und dynamische Tests von EPS-Motoren und -Steuergeräten

Im Bereich der Servolenkungen für Personenkraftwagen haben sich in den letzten Jahren elektromechanische Lenksysteme (EPS-Systeme) durchgesetzt. Der Anspruch an Sicherheit und Komfort bei diesen Systemen verlangt sowohl in der Entwicklungsphase als auch für Serienprodukte umfangreiche Tests in einer realen Umgebung. Dabei kommt im Vorfeld zum Fahrversuch immer mehr die Hardware-in-the-Loop-Simulation (HiL-Simulation) zum Einsatz. Zu diesem Zweck hat das Kölner Labor für Mechatronik (Cologne Laboratory of Mechatronics, CLM) einen hochdynamischen HiL-Prüfstand für den Test von EPS-Motoren und -Steuergeräten entwickelt. Dieser schafft abhängig von der Komplexität des verwendeten Modells für die Lenkmechanik eine realitätsnahe Testumgebung und bietet darüber hinaus eine Vielzahl an Erweiterungsmöglichkeiten.

HiL-Prüfstand

Abb. 1 zeigt ein EPS-System, bestehend aus dem EPS-Motor mit -Steuergerät und der Lenkmechanik. Bei der dargestellten Systemanordnung wird das Unterstützungsmoment des EPS-Motors über ein Getriebe auf die Zahnstange übertragen. Die sicherheitsrelevanten und zu optimierenden Komponenten des EPS-Systems sind insbesondere der Motor und das Steuergerät mit der entsprechenden Funktionssoftware. Diese sind demnach ausgiebigen und möglichst realen Tests zu unterziehen. Dazu werden beide, wie in Abb. 2 auf der linken Seite dargestellt, als Hardware in den HiL-Prüfstand integriert. Als weitere Komponente enthält der Prüfstand einen HiL-Aktor, Bauteile zur Drehmomentübertragung und Sensorik. Die

fehlende reale Lenkmechanik wird durch ein detailliertes mathematisches Modell berücksichtigt, das alle für den EPS-Motor und das EPS-Steuergerät relevanten Effekte beinhaltet. Dieses Modell wird auf einem dSPACE-Simulator in Echtzeit ausgeführt. Die beim realen EPS-System auftretenden Schnittgrößen am EPS-Motor werden durch den hochdynamisch geregelten HiL-Aktor eingestellt, so dass dem EPS-Motor die Anbindung an die reale Lenkmechanik vorge-tauscht wird. Um dies zu gewährleisten, müssen die im Prüfstand verwendeten Komponenten besondere Anforderungen erfüllen. Dazu zählen unter anderem geringe Massenträgheitsmomente sowie eine geringe Reibung und geringe Ungleichförmigkeiten im HiL-Aktor. Letzteres wird durch zusätzliche regelungstechnische Maßnahmen unterstützt. Ferner weisen die Sensorsignale eine hohe Güte auf und die Sensor- sowie Aktor-Schnittstellen enthalten vernachlässigbar geringe Totzeiten. Der HiL-Aktor kann bis zu hohen Lenkwinkelgeschwindigkeiten von 1200 %/s Drehmomente bis zu 30 Nm stellen, wodurch er vielseitig auch für Lenksysteme im Rennsportbereich einsetzbar ist.

Abb. 3 zeigt die Struktur des HiL-Prüfstands mit den zuvor beschriebenen Komponenten und deren Zusammenwirken. Auf dem Simulator ist neben dem echtzeitfähigen mathematischen Modell der Lenkmechanik die HiL-Aktor-Regelung implementiert. Diese erzeugt die Stellgröße für den HiL-Aktor und stellt zusätzlich Größen zur Simulation der Lenkmechanik bereit. Letztere wiederum liefert Sollgrößen an die HiL-Aktor-Regelung zurück und die Eingangsgrößen für das EPS-Steuergerät.

ABSTRACT

In diesem Beitrag wird ein HiL-Prüfstand zur Untersuchung von Motoren und Steuergeräten für elektromechanische Lenksysteme beschrieben. Dabei wird die reale Lenkmechanik durch ein Simulationsmodell ersetzt und für den Motor und das Steuergerät mit Hilfe eines hochdynamisch geregelten HiL-Aktors eine realitätsnahe Testumgebung erzielt. Dadurch ermöglicht der Prüfstand Tests, die über die konventionellen Untersuchungen bei solchen Prüfständen hinaus gehen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Hermann Henrichfreise
Fakultät für Fahrzeugsysteme
und Produktion
Labor für Mechatronik
www.clm-online.de
info@clm-online.de

PROJEKTBETEILIGTER

Dipl.-Ing. Emad Farshizadeh



Abb. 1: EPS-System



Abb. 2: Aufbau des HiL Prüfstands

Ergebnisse aus Simulation und Messung

Für den im Folgenden dargestellten Nachweis der Funktion des entwickelten Konzepts wurde anstelle eines speziellen EPS-Motors ein AC-Synchronmotor mit den Eigenschaften eines typischen EPS-Motors verwendet. Als EPS-Steuergerät diente eine dSPACE MicroAutoBox, auf der als Lenkungs-

regelung ein weit verbreiteter Boost-Curve-orientierter Ansatz implementiert wurde.

Abb. 4 zeigt Zeitantworten aus der Simulation des EPS-Systems und des HiL-Prüfstands sowie aus dem Experiment mit dem realen HiL-Prüfstand. Dabei wurde eine rampenförmige Lenkwinkeländerung von 90 ° mit einer Lenkwinkelgeschwindigkeit von 600 °/s

vorgegeben. Die Zeitantworten des simulierten EPS-Systems sind die Referenzen für die übrigen Verläufe. Diese zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit dem Referenzverhalten. Die erzielten Ergebnisse sind so gut, dass im HiL-Prüfstand dem EPS-Motor und -Steuergerät die reale Lenkmechanik vorgetäuscht wird.

Anwendungsspektrum

Mit den vorgestellten Ergebnissen eignet sich der entwickelte HiL-Prüfstand besonders für realitätsnahe Tests von EPS-Motoren und -Steuergeräten z.B. in der Fahrdynamiksimulation mit hochdynamischen Fahrmanövern, wie das Überfahren von Schwellen oder eine Vollbremsung auf sehr unebener Fahrbahn. Dazu ist das Modell der Lenkmechanik in ein echtzeitfähiges Fahrzeugmodell [1] zu integrieren. Bei Verwendung eines Torque-Feedback-Lenkrods [2], [3] können darüber hinaus die haptischen Eigenschaften einer Serienregelung untersucht werden. Abb. 5 zeigt die entsprechende Ausbaustufe des Prüfstands mit dem Fahrzeugmodell und Torque-Feed-back-Lenkrad. Schließlich ermöglicht der HiL-Prüfstand, für ein vorhandenes EPS-Steuergerät übergeordnete Algorithmen für die Fahrdynamikregelung sowie für ein spezielles Lenkgefühl zu entwickeln und bereits vor dem Fahrversuch realitätsnah zu bewerten. Durch seinen modularen Aufbau ist der Prüfstand für ein weites Spektrum von EPS-Serienmotoren und Seriensteuergeräten einsetzbar.

Hermann Henrichfreise/Emad Farshizadeh

CLUSTER 4

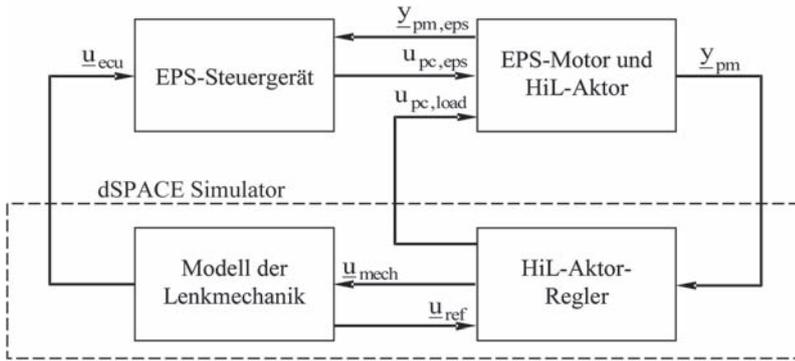


Abb. 3: Struktur des HiL-Prüfstands

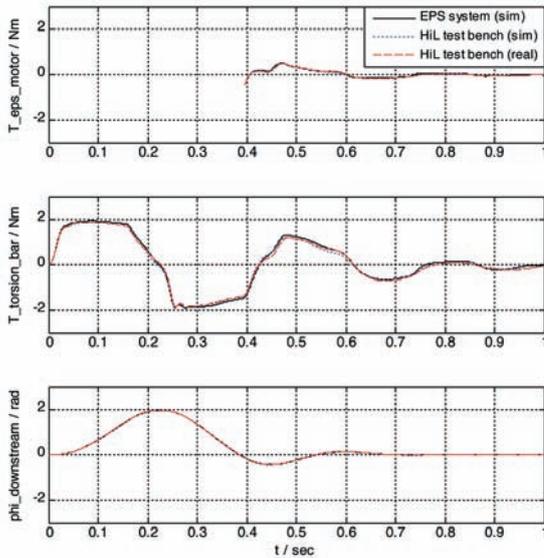


Abb. 4: Zeitantworten für EPS-Motormoment, Torsionsstabmoment und den Winkel am unterem Lenkstrang für das simulierte EPS-System (durchgezogen), den simulierten HiL-Prüfstand (gepunktet) und realen HiL-Prüfstand (gestrichelt)



Abb. 5: HiL-Prüfstand mit Fahrzeugmodell und Torque-Feedback-Lenkrad

LITERATUR

[1] Klotzbach, S.; Herfeld, T.; Henrichfreise, H. (2006): Eine flexibel konfigurierbare Modellumgebung für die Fahrdynamiksimulation. AUTOREG 2006, Steuerung und Regelung von Fahrzeugen und Motoren, Wiesloch
 [2] Herfeld, T.; Henrichfreise, H.; Guderjahn, J.; Blaj, E. (2008): Hardware-in-the-Loop-Simulation für die Entwicklung von Lenksystemen. 8.Tagung Hardware-in-the-Loop-Simulation 2008, Kassel
 [3] Herfeld, T.; Guderjahn, J. (2010): Gelenkte Gefühle, HiL-Simulation mit Feedback-Lenkrad für die Entwicklung von Lenksystemen. dSPACE Magazin 1/201



Methodikentwicklung im Maschinenbau zur Optimierung mit Metamodellierung

Die moderne Industrie, insbesondere die Automobilbranche, steht vor großen Herausforderungen. Der Wettbewerb auf den globalen Märkten sowie ökologische Anforderungen und gesetzliche Vorgaben zwingen die Unternehmen zu einer fortwährenden Weiterentwicklung ihrer Produkte. Dabei hat sich der Einsatz verschiedenster Simulationsprogramme in der Praxis etabliert. Die kontinuierliche Verbesserung der CAD- und FEM-Programme ermöglicht sehr detaillierte Modelle, die viele verschiedene Parameter berücksichtigen können. Die Ermittlung des „besten“ Designs ist aufgrund der Vielzahl der möglichen Parameterkombinationen und der langen Laufzeit der Programme nicht mehr über die Berechnung aller Kombinationen möglich. Am 4C-Labor der Fachhochschule Köln werden Methodiken für den Einsatz statistischer Optimierungsverfahren im Maschinenbau entwickelt, insbesondere für aufwändige Simulationen. Dabei reicht das Spektrum von der Auswahl der geeigneten mathematischen Verfahren bis hin zum Aufbau des Workflows zwischen Simulations- und Optimierungssoftware und seiner Durchführung. Zusammen mit unseren Industriepartnern wählen wir die geeignete Optimierungssoftware aus und unterstützen sie bei der Integration der Simulationsprogramme.

ABSTRACT

Der Einsatz von Optimierungsverfahren in Kombination mit Simulationsrechnungen gewinnt in der Praxis immer mehr an Bedeutung. Als interdisziplinäres Team aus Mathematikern und Ingenieuren sind wir in der Lage, den gesamten Optimierungsprozess von der Aufgabenspezifikation über die Simulation bis zur numerischen Optimierung durchzuführen. Wir unterstützen unsere Kunden bei der Einführung und Anwendung von Optimierungssoftware und entwickeln für sie individuell abgestimmte Methodiken.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Margot Ruschitzka
Prof. Dr. Christoph Ruschitzka
Fakultät für Fahrzeugsysteme und Produktion
Institut für Fahrzeugtechnik
margot.ruschitzka@fh-koeln.de
christoph.ruschitzka@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Math. Beate Rhein
Dipl.-Ing. Fabian Richter
beate.rhein@fh-koeln.de
fabian.richter@fh-koeln.de

auf das Optimierungsziel hat. Die Identifizierung der einflussreichsten Parameter stellt schon an sich ein wichtiges Ergebnis dar. Auf dieser Basis lässt sich der Parameterraum für die weiteren Berechnungen reduzieren. Um die benötigte Rechenzeit möglichst kurz zu halten, werden spezielle statistische Versuchspläne (DoEs) wie Star Points oder Latin Hypercube Sampling benutzt.

Metamodellierung

Aufgrund der langen Laufzeit von Simulationsprogrammen sollen nur möglichst wenige Simulationen durchgeführt werden. In diesem Fall wird die Metamodellierung eingesetzt: Aus wenigen geschickt ausgewählten Parameterkombinationen wird ein mathematisches Ersatzmodell, ein so genanntes Metamodell, erzeugt. Dieses Metamodell bildet den „wahren“ Zusammenhang vereinfacht als Funktionsgleichung ab. Gängige Methoden hierfür sind Kriging oder radiale Basisfunktionen mit Polynomial Detrending. Berechnungen auf diesem Modell verlaufen in Echtzeit, so dass eine umfassende Optimierung möglich ist. In den letzten Jahren sind effiziente Methoden entwickelt worden, die eine schrittweise Verbesserung des Metamodells erlauben [2]. Dadurch wird die Integration in den Produktentwicklungsprozess erheblich erleichtert: Die Optimierungssoftware kann nun in einer frühen Phase grobe Ergebnisse liefern und diese parallel zur Produktentwicklung sukzessive verbessern.

Optimierung

Für die Optimierung werden die bewährten mathematischen Verfahren eingesetzt, etwa Gradientenverfahren oder evolutionäre Algorithmen.

Methodik der Optimierung

Der Optimierungsprozess besteht in der Regel aus mehreren Phasen [1]

Sensitivitätsanalyse

Zuerst wird eine Sensitivitätsanalyse (auch Screening genannt) durchgeführt, die für jeden Parameter ermittelt, welchen Einfluss er



Abb. 1: Ablauf eines Optimierungsprozesses

Robustheit

Unberücksichtigt bei dieser Art der Optimierung bleibt die mögliche Schwankung der Parameter. Beispielsweise können die Maße, die einer FEM-Simulation zugrunde liegen, bei der Fertigung nie ganz exakt eingehalten werden. Insbesondere Materialparameter unterliegen bei der Herstellung größeren Schwankungen. Aber auch der Einfluss sogenannter Umgebungsparameter, wie die unterschiedliche Umgebungstemperatur bei der Herstellung eines Produkts, die der Entwickler nicht steuern kann, muss in die Optimierung mit eingebunden werden.

Die Einbeziehung der möglichen Schwankungen aller Parameter in den Optimierungsprozess ermöglicht die robuste Optimierung. Ziel ist es, ein Bauteil „robust“ auszulegen, es unempfindlich gegenüber den Schwankungen aller Parameter zu machen. In der robusten Optimierung wird ein optimales und zugleich robustes Design gesucht [3]. Da die Berechnung der Übertragung von Schwankungen sehr aufwändig ist, eignen sich besonders Metamodelle als Grundlage. Wir arbeiten speziell an der Entwicklung schneller Algorithmen zur robusten Optimierung.

Beispiel Methodik

Diese Methodik soll an einem einfachen Beispiel – angelehnt an ein Projekt aus dem Werkzeugmaschinenbau – erläutert werden. Sie wurde schon mehrfach im Bereich der anwendungsorientierten Drittmittelforschung erfolgreich eingesetzt. Für ein Bauteil musste aufgrund äußerer Gegebenheiten das Material verändert werden. Dieses wurde über die Parameter 1 und 2 modelliert. Zusätzlich konnten 3 Geometrieparameter (Parameter 3 bis 5) verändert werden. Es wurden 50 Simulationen für nach dem Latin Hypercube Verfahren ausgewählte Parameterkombinationen durchgeführt. Die Sensitivitätsanalyse ergab dabei die in Abb. 3 dargestellten Abhängigkeiten: Die Größe der Quadrate gibt die Stärke des Einflusses wieder. Rot bedeutet: steigende Parameterwerte führen zu steigenden Zielwerten, blau: umgekehrt, schwarz: kein monotonen Verhalten. Anschließend wurde ein Metamodell aufgestellt. Ziel 1 und Ziel 2 sollten gleichzeitig minimiert werden. Da die Ziele sich gegenläufig verhielten, konnte nur ein „bester Kompromiss“ gefunden werden. Für dieses multikriterielle Optimierungsproblem wurden die so genannten Paretopunkte bestimmt (siehe Abb. 4). Dies sind diejenigen Punkte, bei denen eine Verbesserung des einen Ziels nur durch eine Verschlechterung des anderen Ziels erkaufte werden kann. Aus den so ermittelten möglichen Parameterkombinationen kann der Entwickler nun die beste Lösung auswählen.

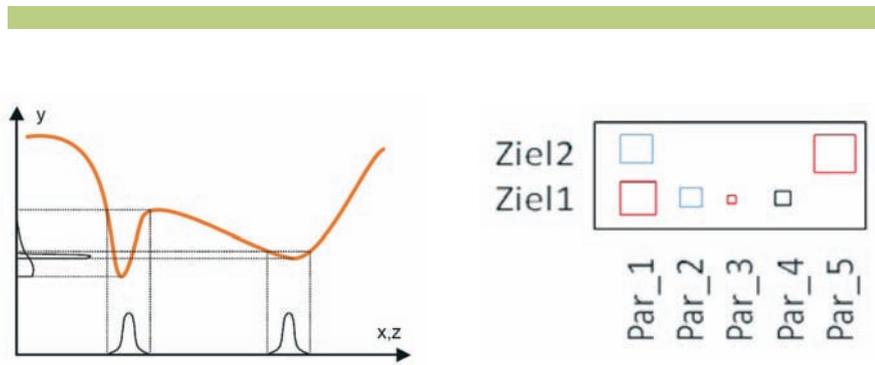


Abb. 2: Rechtes Minimum ist robust

Abb. 3: Ergebnis einer Sensitivitätsanalyse

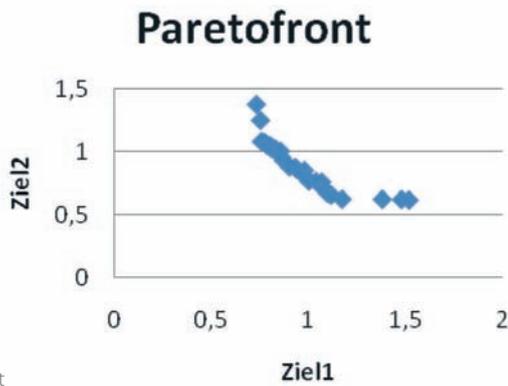


Abb. 4: Paretofront

Zusammenfassung

Diese Vorgehensweise ist universell für die Optimierung von Produkten, Werkzeugen oder Prozessen einsetzbar. Die Metamodellierung eignet sich besonders bei langen Simulationszeiten oder vielen Parametern.

Margot Ruschitzka/Christoph Ruschitzka

LITERATUR

[1] Harzheim, Lothar (2008): Strukturoptimierung, Harri Deutsch Verlag, Frankfurt
 [2] Forrester A. I. J.; Keane A. J. (2009): Recent advances in surrogate-based optimization, Progress in Aerospace Sciences 45, 50–79
 [3] Park, G.J.; Lee T. H.; Lee K. H.; Kwang-Hyeon H. (2006): Robust Design: An overview, AIAA Journal, Vol. 44, No.

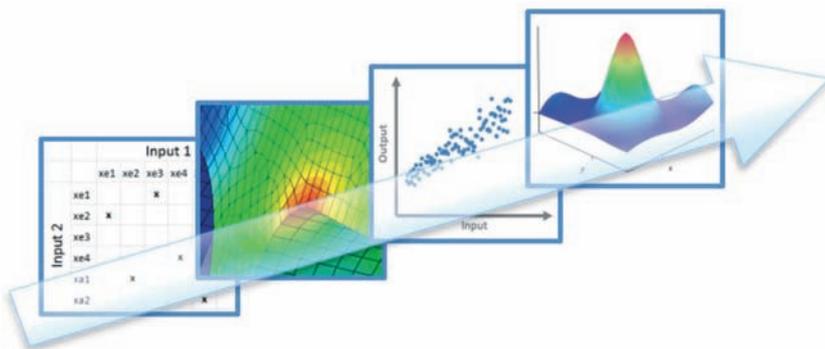


Abb. 5: Prozessschritte

SIE SUCHEN KLUGE KÖPFE?

Mit dem Deutschland-Stipendium unterstützt der Bund gemeinsam mit privaten Stiftern junge Talente – unabhängig vom Einkommen der Eltern.

Mit Ihrem Engagement als Förderer können Sie begabten Studierenden der Fachhochschule Köln zu einem Stipendium verhelfen.

Nutzen Sie die Möglichkeit, mit klugen Köpfen in Kontakt zu kommen und begeistern Sie potentielle Fachkräfte für Ihr Unternehmen.

Sprechen Sie uns an: **Fachhochschule Köln**
Sybille Fuhrmann
Tel.: 02 21 / 82 75 - 30 51
sybille.fuhrmann@fh-koeln.de

**Deutschland
STIPENDIUM**

Wir sind dabei

•  Fachhochschule Köln
Cologne University of Applied Sciences

**Elschan Aliguliyev/Rainer Bartz**

Fehlertolerante Anwendungen
für Kommunikationsprotokolle im Fahrzeug 64

Hartmut Bärwolff

Vergleichende messtechnische Untersuchungen
zu Außenbeleuchtungssystemen 67

Bewertung von Farbspektren
für RGB-LEDs mit Farbsensor 70

Entwicklung von LED-basierten Leuchten
für den Außenbereich 71

Gregor Büchel/Georg Hartung/Rainer Bartz

Eingebettete Systeme
und RTDL für mobile Roboter 73

René Cousin/Christoph Hartl

Untersuchungen zum Abkühlverhalten von
Stahlstäben im Polymerbad 76

Gregor Fischer

Entwicklung eines vollautomatischen
HDR-Demonstrationssystems 79

Andreas Grebe/Carsten Vogt

REST-basierte Dienstplattform
für die Kooperation von Smartphones 83

Heiko Knospe/Christoph Pörschmann

Identifikation und Abwehr von Telefon-SPAM 87

Andreas Grebe

Qualitätsmonitoring und MOS-Wertbestimmung
von IPTV Videodaten 90

Hans-Dieter Reidenbach

Blendgruppen zur Unterstützung der Risikobewertung
optischer Strahlungsquellen 94

Uwe Reinke

iMEM – Intelligente Translation Memories
durch computerlinguistische Optimierung 97

Lothar Thieling/Sebastian Seegert

Erkennung von Präge- und Stempelschriften
auf metallischen Oberflächen 99

Heiner Klocke

Porta Hebraica – Erschließung und Präsentation
historischer hebräisch-schriftlicher Drucke 104

INFORMATIONEN-, MEDIEN- UND
KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE

CLUSTER 5



Fehlertolerante Anwendungen für Kommunikationsprotokolle im Fahrzeug

Für zukünftige Systeme stellt sich die Herausforderung, komplexe sicherheitsrelevante Fahrzeugfunktionen mit Hilfe der Elektronik ohne mechanische Rückfallebenen zu realisieren. Diese so genannten „X-By-Wire-Systeme“ für Lenkung, Bremse, Antriebsstrang und Fahrwerk lassen neben Produktions- und Konstruktionsvorteilen ein großes Potential für die Erhöhung aktiver und passiver Sicherheit erwarten. Durch die konsequente elektronische Umsetzung können etwa sicherheitssteigernde Assistenzsysteme einfach adaptiert werden. Die prinzipielle Auslegung erfolgt als fehlertolerantes und verteiltes System. Dabei spielt die Kommunikation zwischen den verteilten Komponenten eine große Rolle. Hierbei ist, neben den Anforderungen Fehlertoleranz und garantiertes Echtzeitverhalten, die Entkopplung des Zeitverhaltens von besonderer Bedeutung. Die Entkopplung stellt sicher, dass bei der Integration einzelner Komponenten keine unerwünschten Seiteneffekte auftreten. Daher wurde das fehlertolerante zeitgesteuerte Kommunikationsprotokoll TTP/C (Time Triggered Protocol) ausgewählt. Die Übertragung von Nachrichten erfolgt redundant und wird von Fehlererkennungsmechanismen im Zeit- und Wertebereich unterstützt [1].

Aufgabenstellungen

Die Forderungen für die Entwicklung von neuen Fehlertoleranzstrategien bei X-By-Wire-Systemen entstehen auf Grund der folgenden Aufgaben, die nur einige von deren können durch die heutige Kommunikationsprotokollen (CAN, TTP/C, FlexRay) teilweise gelöst werden [1,2]:

1. Zum Vergleich der heutigen Systemen X-By-Wire-Systeme müssen selbst im Falle eines sonst fatalen Fehlers seine Funktionalität in jedem Fall erfüllen.
2. Dem System darf zu keinem Zeitpunkt Interpretationsfreiheit gegeben werden: Es muss maximales Vorwissen über die möglichen Systemzustände und deren Kausalität haben.
3. Alle Komponenten oder Teilsysteme sollen ihren Zeit- und Wertebereich selbst kontinuierlich überprüfen.

4. Vor dem Eingang in das Kommunikationsnetz sollen alle Fehler erkannt und lokalisiert werden.
5. Das Kommunikationssystem soll den Latenz-Jitter, die Differenz zwischen maximaler und minimaler Nachrichten-Latenz, minimal halten.
6. Über die lokale Fehlererkennung soll auch die Erkennung eines fehlerhaften Partners stattfinden.
7. Eine Bestätigung der gesendeten Nachricht durch den Empfänger darf aber keine zusätzliche Kommunikation verursachen (wie bei heutigen Systemen).
8. Vom Gesichtspunkt der Zuverlässigkeit aus, sollte ein Echtzeitsystem konstruktives Testen ermöglichen, wobei jedes Subsystem unabhängig getestet werden muss.
9. Verschiedene Kommunikationsnetze bei X-By-Wire sollen als Gesamtsystem zusammensetzbar sein.
10. Ein verteiltes Computersystem soll ermöglichen, verborgene Schnittstellen über gemeinsam benutzte Ressourcen zu minimieren wie etwa dynamische Pufferspeicherverteilung oder gemeinsame Benutzung von BUS-Controllern. Das vorliegende Simulationsverfahren wurde unter Berücksichtigung von einigen der oben genannten Aufgaben entwickelt. Für die Problemlösungen wurden die existierenden Kommunikationsprotokolle analysiert. Es wird eine neue Fehlertoleranzstrategie vorgeschlagen.

Grundlagen

Das Hauptziel der Entwicklung: Die Fehler im Netz der elektronischen SG dringend zu finden. Die Aufgabelösung besteht darin, dass während der Bus-Simulation die Anzahl der Besetzungen der Pufferspeicherplätze (Registerspeicher bei dem BUS-Controllern) festgelegt werden (vgl. Abb.1). Für die Fehlererkennung werden diese Daten verwendet. Diese Daten werden mithilfe der speziellen Methode, die im Patent [3] und im Artikel [4] der Autoren beschrieben ist, bearbeitet, und die optimale Verteilung der Pufferspeichermenge zwischen BUS-Controllern wird erhalten. Außerdem werden die verschiedenen Prüfungsexperimente mit der

ABSTRACT

Das Hauptziel des Forschungsprojekts ist eine Verfahrensentwicklung, die zulassen soll, die Fehler im Netz der elektronischen SG zuverlässig zu finden. Die Lösung besteht darin, dass während der Bus-Simulation die Anzahl der Besetzungen der Pufferspeicherplätze, wie etwa Registerspeicher bei den BUS-Controllern, festgelegt werden. Für die online-Fehlererkennung werden diese Daten dann verwendet. Diese Daten werden von der speziellen Methode, die im Patent [3] und im Artikel [4] des Bewerbers beschrieben ist, bearbeitet. Dazu werden verschiedene Test-Experimente mit veränderten Parametern vorgesehen und dabei wird die Anzahl der Besetzungen der Registerspeicher bei jedem BUS-Controller analysiert.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Rainer Bartz
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
rainer.bartz@fh-koeln.de
Dr.-Ing. Elschan Aliguliyev
Fakultät Radio- und
Nachrichtentechnik
TU Baku, Aserbaidzhan

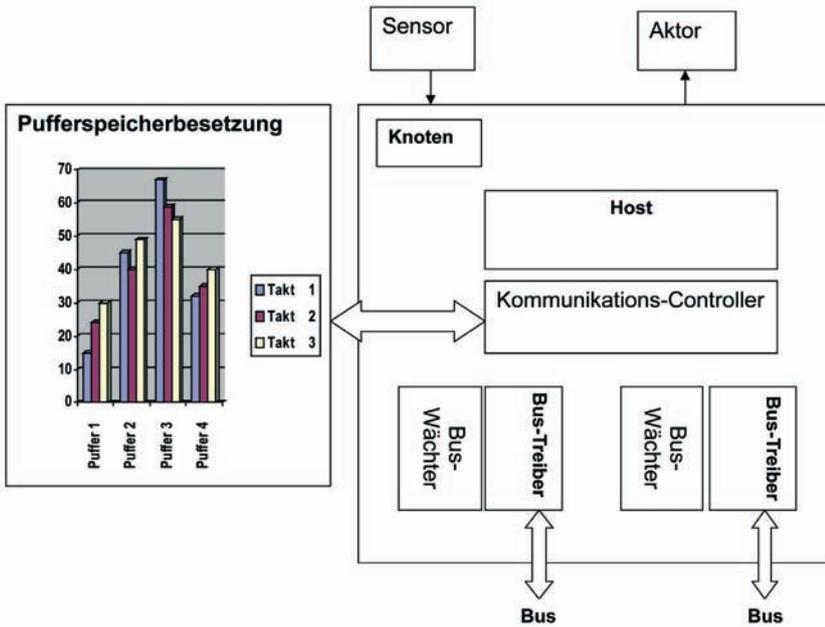


Abb. 1: Registerspeicherbesetzungen bei dem BUS-Controllern

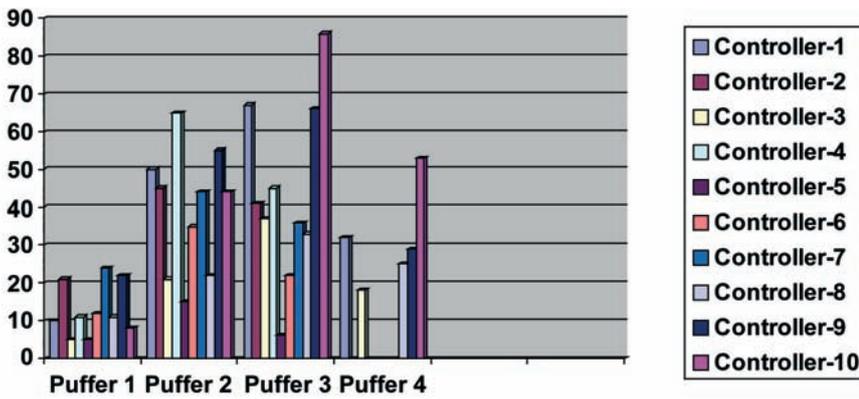


Abb. 2: Simulationsergebnisse für Kommunikationsbus

Veränderung der Parameter vorgesehen. Dann wird die Anzahl der Besetzungen der Pufferspeichern bei jedem BUS-Controller bestimmt werden. Unter Berücksichtigung der oben genannten Aufgaben soll die Entwicklung folgende Lösungsvorteile haben:

- die gleichzeitige Fehlererkennung bei den verschiedenen SG unter Berücksichtigung der Komplexität und der Konfiguration des Netzes durchzuführen
- eine optimale (unter Kostengesichtspunkten) Anpassung der notwendigen Pufferspeichermenge je Controller zu bestimmen
- ohne Verwendung der existierenden Standards eine Fehlerdiagnose in einem bestehenden und einem geplanten Kommunikationsnetz durchzuführen
- fast alle existierende Fehlererkennungs-Mechanismen in einem Verfahren zu verbinden
- Fehler zu erkennen, bevor die Botschaft ins Netz geht
- Fehler schnell und exakt zu erkennen
- dass das Nachrichten-Format nur Information um die Besetzung der Pufferspeicher erfordert
- dass die Fehlererkennungsstrategie unabhängig von der Anzahl an Knoten verwendbar ist
- dass die Anzahl von Ersatz-Bauteilen unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeit bestimmt wird
- dass eine minimale Latenzzeit bei der Datenübertragung ermöglicht wird.

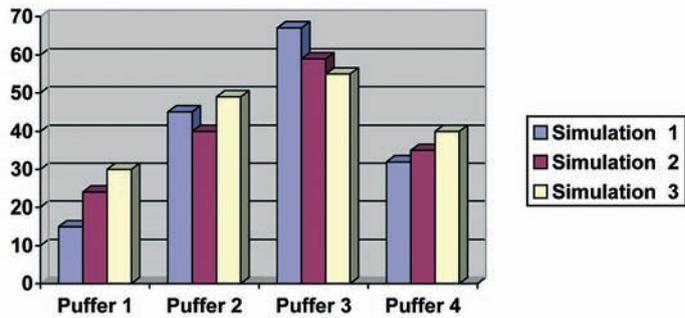


Abb. 3 a: Simulationsergebnisse für BUS-Controller-1

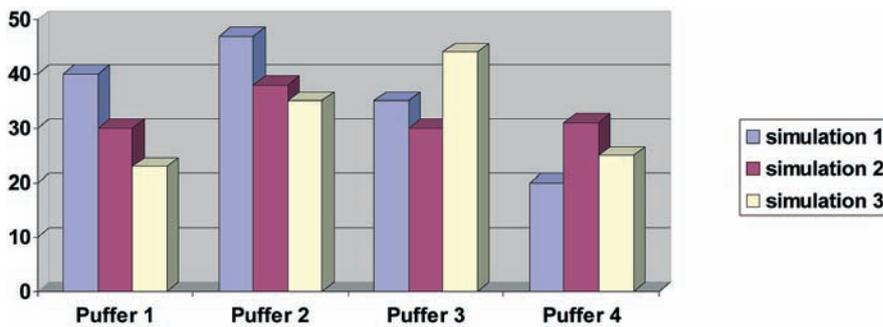


Abb. 3 b: Simulationsergebnisse für BUS-Controller-1

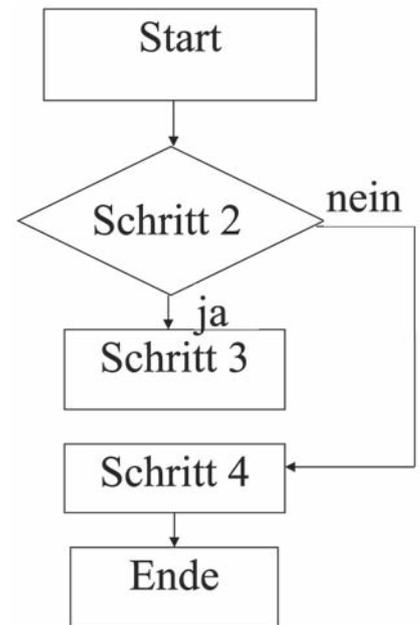


Abb. 3: Flussdiagramm

Beschreibung des

Fehlererkennungsmechanismus

Für die Fehlererkennung im Kommunikationsbus werden die statistischen Simulationsergebnisse (beispielsweise für zehn Knoten) [3] als Diagramm geordnet. Dabei ist bereits klar (Abb. 2), dass alle 4 Puffer-speicherplätze (Registerspeicher bei dem 10 BUS-Controllern) bei jedem Simulations-versuch unterschiedliche Besetzungen (Anzahl von gesendeten Nachrichten) haben sollen. Das bedeutet, dass bei jeder Takt-Synchronisierung jeder BUS-Controller unterschiedliche Besetzungen von Puffer-speicherplätzen hat. In der gezeigten Abb. 3a sind die beispielhaften Besetzungen von Pufferplätzen bei einem BUS-Controller-1 dargestellt. Beispielsweise hat Puffer 3 bei jedem Simulations-Versuch immer deutlich höhere Besetzungen (65, 58, 55) als andere Pufferplätze. Die Verteilungen der Besetzungen bei den anderen Pufferplätzen in BUS-Controller-1 sind einigermaßen konstant. Das bedeutet, bei BUS-Controller-1 gibt es derzeit keinen Fehler. In Abb. 3b wird eine andere Verteilung der Besetzungen von Pufferplätzen dargestellt (für mehrere Simulationen bei BUS-Controller-1). Die maximale Besetzung (47) in diesem Fall tritt bei Puffer 2 in Simulationsversuch 1 auf. Die Abweichung zu Abb. 3a kann darauf

hindeuten, dass derzeit ein Fehler bei BUS-Controller-1 auftritt. Als Zielfunktion für die Einschätzung der Fehlererkennung soll Moda der Verteilungen der Besetzungen von Pufferplätzen definiert werden. Das bedeutet: Bei fehlerfreier Datenübertragung bei jeder Takt-Synchronisation die Moda von Pufferbesetzung-Verteilungen bei den BUS-Controllern gleich bleiben soll (theoretisch).

Flußdiagramm

1. Start
2. Vergleich der maximalen Pufferbesetzungen bei jedem Simulationslauf in jedem BUS-Controller
3. Wenn die maximale Besetzung- i_j bei jeder Simulation der Puffer- i bei dem BUS-Controller- j konstant bleibt, gibt es keinen Fehler in Knoten- j .
4. Wenn die maximale Besetzung- i_x bei verschiedenen Simulationen den unterschiedlichen Nummern- x von Pufferspeicherplätzen bei BUS-Controller- j entspricht, gibt es einen Fehler bei dem Knoten- j (Sensor, BUS-Controller, Microcontroller).

Wenn gleichzeitig Fehler bei verschiedenen BUS-Controllern auftreten (Schritt 4), ist ein Fehler des BUS selber wahrscheinlich (theoretisch).

LITERATUR

- [1] Dilger, E. u.a., X-By-Wire (2006): Design von verteilten, fehlertoleranten und sicherheitskritischen Anwendungen in modernen Kraftfahrzeugen www.vmars.tuwien.ac.at/projects/xbywire/projects/new-vidifinal.html
- [2] Poledna, S.; Kroiss, G. TTP (1999): „Drive by Wire“ in greifbarer Nähe. Elektronik 1999. Sonderdruck aus Heft 14/1999 http://www.tttech.com/technology/docs/history/Elektronik_1999-07-Drive-by-wire_in_greifbarer-Naehe.pdf
- [3] Aliguliyev, E.; Langer, U. (2005): Optimierung der Datenübertragung im Kfz-Bus-Systemen bei gleichzeitiger Daten- und Informationssicherung. F&E Beitrag Fachhochschule Köln
- [4] Aliguliyev E. (2004): Verfahren zur Verteilung der Ausgangskanäle im Telekommunikationsnetz, Patent N.a 20030085 28.04.04

Elschan Aliguliyev

Vergleichende messtechnische Untersuchungen zu Außenbeleuchtungssystemen

Rund 33 Prozent der bestehenden Straßenleuchten in Deutschland sind älter als 20 Jahre. Veraltete Leuchten, ineffiziente Quecksilberdampf-Hochdrucklampen und schlechte Reflektoren dominieren häufig das Straßenbild. Bereits mit der heute verfügbaren Technik könnte der CO₂-Ausstoß für die Straßenbeleuchtung halbiert werden. Bislang werden aber jährlich nur rund drei Prozent der Straßenbeleuchtung in Deutschland erneuert. Die Anschaffungskosten für die Leuchten wären dabei allerdings höher als bisher üblich. Im Gegenzug lassen sich die Betriebskosten aber erheblich senken und zugleich verbessert sich die Lichtqualität (s. Abb. 1, Alternative LED). Das Thema LED (Light Emitting Diode/lichtemittierende Diode) in der Straßenbeleuchtung wird aktuell verstärkt diskutiert. Die LEDs entwickelten sich im Zeitraum von 2000 bis heute (Stand 2010) zu einer echten Alternative sowohl in der industriellen als auch in der kommerziellen Beleuchtung. Generell haben LEDs folgende Vorteile, die sich auch für die Straßenbeleuchtung nutzen lassen.

(Vgl. Tabelle). Die Übersicht auf einem rasant wachsenden Markt zu behalten und dabei die unterschiedlichsten Konzepte richtig zu bewerten, stellt die entscheidende Schwierigkeit beim Einsatz von LEDs in der Straßenbeleuchtung dar. Die Erfahrungen, die sich aus einer wirklichen Implementierung ergeben, sind aus keinem Simulationsprogramm zu entnehmen und bilden das Fundament für die richtigen Entscheidungen. Es wurden deshalb vergleichende Messungen zwischen Natrium-Hochdrucklampen (HST) und LED-basierenden Lösungen vorgenommen.

Natrium-Hochdruckentladungslampen versus LED-basierte Lösungen Praktische Implementierung

Die unterschiedlichsten Leuchten, in LED als auch HST Ausführung, wurden in einem 15m x 8m Messfeld anhand der horizontalen Beleuchtungsstärke verglichen. Diese Form der praktischen Implementierung ermöglichte den Vergleich unter reproduzierbaren Bedingungen, wie in Abb. 2 dargestellt.

ABSTRACT

Das vorliegende Projekt befasst sich mit einer vergleichenden messtechnischen Bewertung von Außenleuchten. Insbesondere LED-basierte Systeme wurden mit konventionellen Leuchten wie Natriumdampflampen verglichen. Es konnten darüber hinaus Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt werden, die die gesamte Wertschöpfungskette der Leuchtensysteme umfassen. Diese zeigen, dass schon heute LED-basierte Lösungen sinnvoll im Außenbereich eingesetzt werden können.

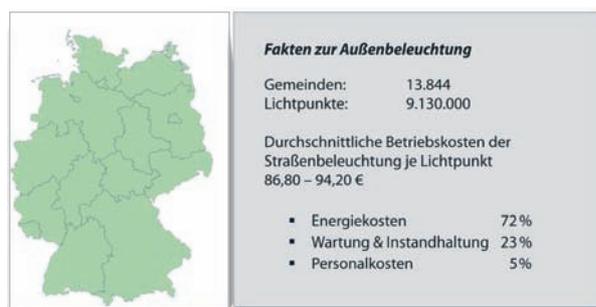


Abb. 1: Betriebskosten in Deutschland pro Lichtpunkt

| Wirtschaftliche Vorteile | Umweltschutz | Technische Vorteile |
|---------------------------|-----------------------|---|
| geringer Energieverbrauch | hohe Energieeffizienz | stoß- und vibrationsfest |
| hohe Lebensdauer | kein UV-Anteil | präzise Lichtlenkung ohne zusätzliche Reflektoren |
| geringere Wartungskosten | | praktisch träge, schalt- oder modulierbar |
| | | gute Farbwiedergabeeigenschaften |
| | | keine UV- und IR-Strahlung |
| | | dimmbar von 0% bis 100% |

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Hartmut Bärwolff
Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften
Institut für Elektronik & Information Engineering
baerwolff@gm.fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl.-Ing. Christian Ipsen
Dipl.-Ing. Volker Klühspies
Andreas Wagen

Simulationstechnischer Vergleich der jeweiligen Konzepte

Um einen realitätsnahen Eindruck zu erhalten, wurde mit der Licht- und Berechnungssoftware Dialux eine typische Anliegerstraße nachgebildet. Bei der verwendeten Lichtsimulationssoftware DIALux handelt es sich um eine von der DIAL GmbH in Lüdenscheid entwickelte und vertriebene 3D-Grafik-Software, die für die professionelle Lichtplanung im Innen- und Außenbereich eingesetzt wird. Hierbei sollen Erkenntnisse gewonnen werden, inwieweit die lichttechnischen Eigenschaften ausreichend sind, und welche Beleuchtungsklassen mit ihr realisiert werden können. Ein weiterer Aspekt der Simulationen mit baulichen Gegebenheiten wie Häusern am Straßenrand in Abb. 3 war es, störende Lichtemissionen sichtbar zu machen. Die Ergebnisse zeigen, dass deutliche Unterschiede zwischen den jeweiligen Konzepten bestehen. So handelt es sich gerade bei den LED-Varianten um anwendungsspezifische Leuchten, die ihre Vorteile nicht in allen Situationen zur Geltung bringen können. Einen guten Eindruck verschafft Abb. 4, die unterschiedlichste Lichtverteilungen (horizontale Beleuchtungsstärke) in einer identischen Implementierung wiedergibt.

Thermische Betrachtungen

Im Versuchsaufbau der Temperatur-Messungen sollten Erkenntnisse über die jeweiligen thermischen Eigenschaften der Leuchten gewonnen werden. Über die Außentemperatur am Leuchten-Korpus (s. Abb. 5) lassen sich Rückschlüsse auf eine effiziente Umsetzung von elektrischer Energie in Licht schließen. Das Thermo-Management von LED-Beleuchtungssystemen ist von größter Wichtigkeit.

Farbtechnische Beurteilungen

Der Farbwiedergabe-Index Ra und die Farbtemperatur (in °K) beeinflussen entscheidend das subjektive Sicherheitsempfinden im Straßenverkehr. Es sollten bei der Betrachtung der unterschiedlichen Farbtemperaturen Erkenntnisse gewonnen werden, inwieweit sich eine höhere Farbtemperatur positiv auf das Erkennen von eventuellen Gefahrenstellen auswirkt

Messung des Gesamtlichtstroms

Bei den verschiedenen Test-Leuchten (LED und HST-Lichtquelle) wurde der Gesamtlichtstrom in der Ulbrichtkugel gemessen (Abb. 7).

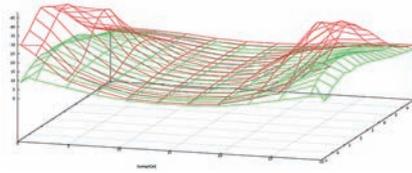


Abb. 2: Verlauf der horizontalen Beleuchtungsstärke – Lichtpunktabstand 30 m, rotes Diagramm HST-Lichtquelle, grünes Diagramm LED-Lichtquelle



Abb. 3: Referenzstraße Simulation

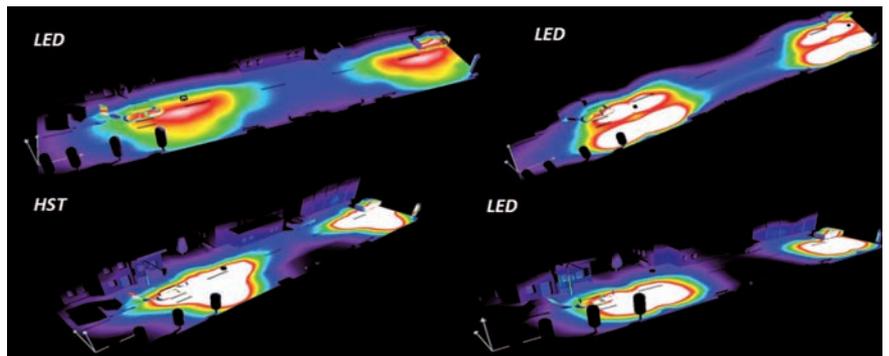


Abb. 4: Vergleich der unterschiedlichen Lichtverteilungen (Verlauf der horizontalen Beleuchtungsstärke) bei einer identisch gegebenen baulichen Situation

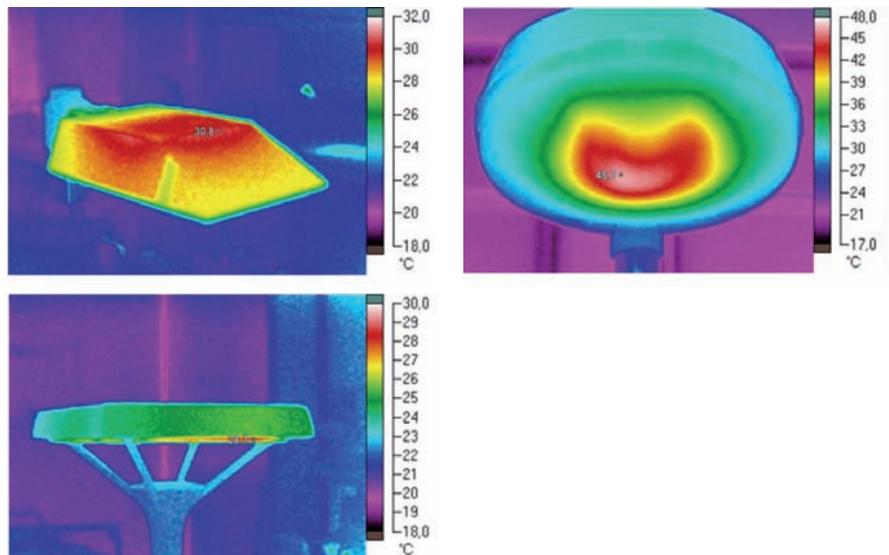


Abb. 5: Thermisches Verhalten der Leuchten



Abb. 6: Farbtechnische Betrachtung mit unterschiedlichen Farbtemperaturen (von links nach rechts): Referenzmessung bei Tageslicht 850 Lux, 4000°K 100 Lux, 2000°K 100 Lux

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bewertungen und lichttechnischen Untersuchungen zeigen eindeutig, dass sich gravierende Unterschiede zwischen den jeweiligen Konzepten herauskristallisieren. Die Entscheidung für die konventionellen Lichtquellen mit dem alleinigen Investitionsaufkommen zu begründen, ohne die laufenden Kosten von Energie, Wartung und Service zu berücksichtigen, ist zu kurzzeitig gedacht. Die Investitionskosten werden sich für die LED-Lichtquellen im Laufe der nächsten Jahre weiter anpassen. Aber nicht nur die Eigenschaften der verwendeten Leuchten mit einer eventuellen reduzierten System-Anschlussleistung tragen zu einer effektiveren Nutzung bei. Vielmehr müssen die aktuellen Management-Systeme überarbeitet oder auch neu bedacht werden. Durch die punktuelle Unterstützung von elektrischen Sensoren können umgebungstechnische Parameter besser und schneller erfasst werden und umgehend in die individuelle Beur-

teilung der Situation eingebunden werden (s. Abb. 8). Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass sich der Einsatz der LED-basierten Leuchten in Anwendungsbereichen mit geringen Beleuchtungsanforderungen (S-Klassen für Anliegerstraßen) rentieren wird. Bei den höheren Anforderungen der ME-Beleuchtungsklassen etwa für Hauptstraßen bleibt die Tendenz noch in Richtung der konventionellen Leuchten erhalten. Dennoch muss die Umrüstung mit der nötigen Weitsichtigkeit vorgenommen werden, da immer neuere und leistungsstärkere Produkte auf den Markt drängen. Die Erfahrungen die sich in den nächsten Jahren in den S-Klassen ergeben werden, bilden das Fundament für die richtige Entscheidung in den sicherheitskritischen ME-Klassen. Zudem werden die Erfahrungen mit Wartungszyklen, Service-Intervallen und einem Leuchtmittelwechsel zeigen, wo die konzeptbezogenen Stärken und Schwächen liegen.

Hartmut Bärwolff



Abb. 7: Messung mit der Ulbrichtkugel des Institutes für angewandte Optik und Elektronik

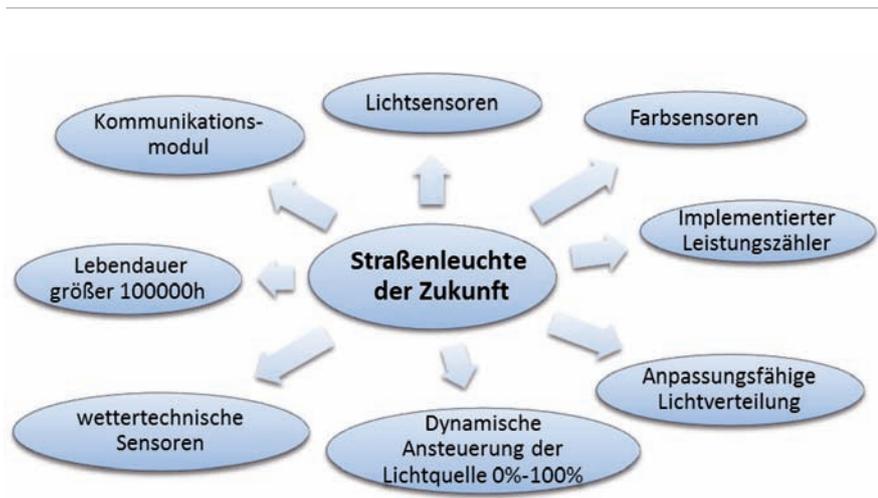


Abb. 8: Übersicht Eigenschaften der modernen oder zukünftigen Straßenleuchte



Bewertung von Farbspektren für RGB-LEDs mit Farbsensor

Im Rahmen des Projekts wurden Untersuchungen zur Bewertung und Detektion von Farbspektren und LED-basierten Strahlern durchgeführt. Die Beurteilung von Farben ist ein hochkomplexes wissenschaftliches Thema. Darüber hinaus wurde ein Algorithmus entwickelt und in einem Mikrocontroller implementiert, der zur Farbsteuerung von RGB-LEDs dient. Der Programmcode sollte weitestgehend unabhängig von der eingesetzten RGB-LED und den jeweiligen Eigenschaften des Sensors funktionieren. Insbesondere LEDs sind gegen Temperatureinflüsse anfällig. Durch die Temperaturdrift wird die spektrale Intensität einer LED stark beeinflusst. Dies führt wiederum zu einer Veränderung des Emissionsspektrums. In Abb. 1 sind die jeweiligen Intensitäten einer RGBW-LED in Abhängigkeit der Temperatur gezeigt. Die relative Intensität fällt proportional zur steigenden Temperatur ab, allerdings sind die Steigungen der Kennlinien unterschiedlich. Analog dazu verliert die LED ihre Intensität durch Alterungsprozesse. Zusätzlich entstehen durch Fertigungsprozesse feine Unterschiede, die die spektralen Emissionseigenschaften einer LED im Vergleich zu einer LED gleichen Types verändert. Somit werden LEDs in verschiedene Klassen eingeteilt. Diese Einteilung wird auch als „Binning“ bezeichnet. All diese Einflüsse können zu einer Veränderung der resultierenden Wellenlänge führen, die für das menschliche Auge wahrgenommen werden könnten. Nun bestehen verschiedene Möglichkeiten, diese

Effekte zu kompensieren. Beispielsweise ist es möglich, die Chiptemperatur einer LED durch eine aktive Kühlung aufwändig zu regeln. Andererseits kann der Durchflussstrom über die externe Treiberbeschaltung erhöht werden. Es ist nicht möglich, den Alterungsprozess oder das Binning einer LED zu beeinflussen. Mit einem Farbsensor, der spektrale Empfindlichkeitseigenschaften nach DIN 5033 besitzt (Abb. 2), ist es möglich, einen konstanten Farbort einzuhalten, ohne eine aufwändige Temperaturregelung betreiben zu müssen. Mit dem entwickelten Ansatz spielen der Alterungsprozess, das Binning und die spektralen Eigenschaften einer LED keine Rolle. Die Farbsensoren der JenColor Familie von MAZET bieten neben ihrer Kompaktheit auch eine hohe Empfindlichkeit. Die kleine Chipfläche garantiert kleine Kapazitäten und eine hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit bis zu Frequenzen im MHz-Bereich. Zudem bieten die verwendeten Farbfilter im Durchlassbereich eine bis zu 30 Prozent geringere Dämpfung gegenüber herkömmlichen Absorptionsfiltern. Damit werden Farbhelligkeitsunterschiede besser erkannt. Des Weiteren weisen die Farbfilter kaum Alterungserscheinungen auf. In Abb. 3 ist die Fläche eines solchen Sensors abgebildet. Dieses System besteht aus einem integralen Farbsensor, einem Transimpedanzverstärker und einem Mikrocontroller MSP430f149. Durch eine RS232 Schnittstelle kann anhand einer Computersoftware ein bestimmter Farbwunsch auf dem Farbdreieck ausgewählt werden. Bevor die Regelung

ABSTRACT

Im Rahmen des Projekts wurden unterschiedliche Verfahren zur Bewertung von Farbspektren von LEDs untersucht. Es konnte ein Algorithmus zur Kalibrierung von Farbsensoren der Firma MAZET entwickelt werden. Das Verfahren wurde in einem Regelkreis eingesetzt, um die Farbtemperatur von LED-Außenstrahlern konstant zu halten.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Hartmut Bärwolff
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Elektronik &
Information Engineering
baerwolff@gm.fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

B. Eng. Christopher Kosubeck
Dipl.-Ing. Volker Klühspies
Andreas Wagen

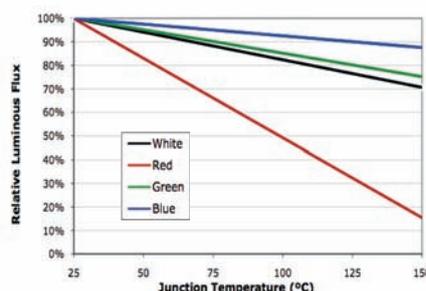


Abb. 1: Intensitätskennlinie

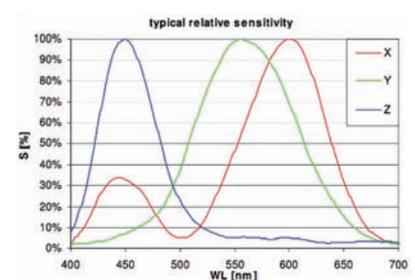


Abb. 2: Spektrale Empfindlichkeitskurve nach DIN 5033

eines konstanten Farborts vorgenommen wird, erfolgt zunächst eine Kalibrierung. Dazu wird die LED mit einem pulsweitenmodulierten Signal in verschiedenen Kombinationen angesteuert. Durch die additive Farbmischung wird sich eine bestimmte Farbe einstellen. Durch einen Kalibrieralgorithmus werden exakte Sollwerte für jede Farbe aufgenommen und abgespeichert. Wird die Intensität der LED aufgrund der genannten Einflüsse verändert, kann eine Ausregelung der Differenz zwischen Soll- und Istwert binnen Bruchteilen von Sekunden vorgenommen werden. Der entscheidende Vorteil dieses Systems ist, dass keine Temperatur gemessen und geregelt werden muss. Der allgemeine Aufbau des Regelkreises ist in Abb. 4 gezeigt. Der Mikrocontroller ist der Kern dieser Anordnung. Er liest die jeweiligen Messwerte ein und steuert dabei die Intensität der LED bei gegebenen Abweichungen an, bis der gewünschte Farbort

erreicht ist. Bei der Messung der jeweiligen RGB-Anteile ist darauf zu achten, dass das reflektierte Licht einer mattweißen Oberfläche oder eines Lambert-Strahlers gemessen wird. Dazu kann beispielsweise ein geeignetes Blatt Papier benutzt werden. Der Sensor ist 45° relativ zur Lichtquelle angebracht und genau auf den zentralen Punkt der beleuchteten Fläche gerichtet. Das System ist so programmiert, dass ebenfalls der Abstand zwischen der beleuchteten Fläche und des Sensors unbedeutend ist. Durch einen Algorithmus im Kalibrierprozess wird die Regelung auf den Abstand abgestimmt ohne ihn messen zu müssen. Sollte der Messaufbau durch externe Einflüsse verändert werden, kann die Kalibrierung innerhalb von Sekunden erneut vorgenommen werden. Durch diese Flexibilität, Kompaktheit und Schnelligkeit besteht die Möglichkeit, ein breites Anwendungsgebiet abzudecken.

Hartmut Bärwolff

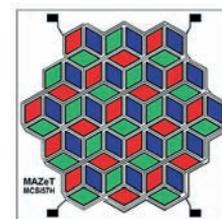


Abb. 3: Integraler Farbsensor

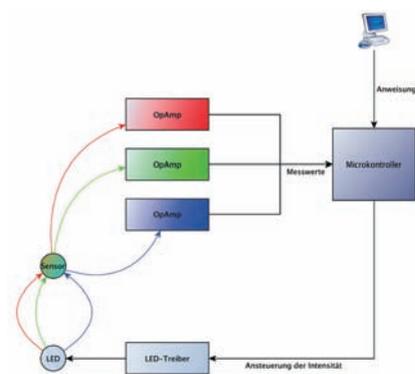


Abb. 4: Aufbau des Regelkreises

Entwicklung von LED-basierten Leuchten für den Außenbereich

Durch den verstärkten Einsatz moderner und umweltfreundlicher LED-Technologie steht die Beleuchtungsindustrie vor einem tiefgreifenden Wandel. LED-Lösungen machen es heute möglich, völlig neue Beleuchtungskonzepte zu verwirklichen. Sie bieten eine viel effizientere Beleuchtung als konventionelle Lichtquellen, während sie bedeutend weniger Energie verbrauchen. Hinzu kommt eine Betriebsdauer von bis zu 100.000 Stunden. Die Verfügbarkeit von allen Farben und unterschiedlichen Farbtemperaturen machen es möglich „gutes Licht“ zu erzeugen. Dies ist in Abb.1 dargestellt. Im Bereich der Innen-

raumbeleuchtung wird schon jetzt eine Vielzahl LED-basierter Beleuchtungslösungen angeboten. Die signifikanten Vorteile der LED sollen in diesem Projekt auf den Außenbereich und im Speziellen auf das Gebiet der Straßenbeleuchtung angewendet werden. Durch die rasante Entwicklung der LED-Technologie und die damit verbundene stetig steigende Lumenausbeute (Abb. 2), stellt die LED heute eine Alternative zu Quecksilber- und Natriumdampflampen dar. Insbesondere empfiehlt sich die Anwendung von LED-basierten Lösungen auch aus Gründen der Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit. Bei der Entwicklung von LED-basierten Außenleuchten sind viele Kriterien zu beachten. Dies wird in Abb. 3 veranschaulicht. Eines der Hauptaugenmerke bei LED-Applikationen ist auf das Thermomanagement zu richten. Die gute Effizienz und die hohe Lichtausbeute moderner LED-Chips sind nur bei möglichst niedrigen Chip-Temperaturen zu erreichen. Auch die Lebensdauer der LED ist maßgeblich von der Temperatur abhängig. Im Gegensatz zu herkömmlichen Leuchten benötigen LEDs eine komplexe elektronische Ansteuerung. Einige dieser Möglichkeiten zur Ansteuerung von LEDs sind in Abb. 4 dargestellt. Am effizientesten



Abb. 1: Die 7 Merkmale „guten Lichts“

ABSTRACT

Das vorliegende Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung von hocheffizienten LED-basierten Leuchten für den Außenbereich. Hierbei kommt eine der momentan hellsten LEDs der Firma Luminus zum Einsatz, die es ermöglicht, eine umweltbewusste Alternative zur konventionellen Straßenbeleuchtung anzubieten.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Hartmut Bärwolff
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Elektronik &
Information Engineering
baerwolff@gm.fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dipl.-Ing. Volker Klör
Dipl.-Ing. Volker Klühspies
Andreas Wagen



werden LEDs über eine Pulsweitenmodulation (PWM) betrieben. Dabei wird der Strom über einen Schaltregler in schnellen Folgen aus- und eingeschaltet, um den gewünschten Helligkeitswert der LED einzustellen. Hierdurch ist ein stufenloses Dimmen der LED möglich, wodurch sich gerade im Stra-

ßenbeleuchtungssektor weiteres Einsparpotenzial ergibt. Herausforderung hierbei sind die hohen Ströme von bis zu 10A bei Hochleistungs-LEDs. Eine weitere Herausforderung stellt die Lichtlenkung dar. Durch zusätzliche Optiken und Reflektoren muss die Abstrahlcharakteristik optimal an die

jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden. Aufwendige Reflektor-Systeme zu entwickeln und fertigen zu lassen, ist jedoch sehr kostspielig und nur bei hohen Stückzahlen rentabel. Neben hohen Anschaffungskosten für Software, sind spezielle Werkzeuge für jeden Reflektor erforderlich. Hinzu kommt, dass hohe thermische Anforderungen bestehen, die den Einsatz von kostengünstigen Kunststoffreflektoren nicht möglich machen. Für die ersten Prototypen wurden daher in Einzelfertigung Reflektoren aus Alu-Vollmaterial in den Werkstätten des Campus Gummersbach gefertigt. Bei der Entwicklung von LED-basierten Außenstrahlern können im Wesentlichen zwei Konzepte verfolgt werden:

1. Einsatz von Hochleistungs-LEDs in Form von so genannten „Lichtkraftpaketen“. Dabei werden wenige dieser Chips in den Außenleuchten eingesetzt.
2. Einsatz von Hochleistungs-SMD-LEDs, die in großer Anzahl in den Außenleuchten eingesetzt werden.

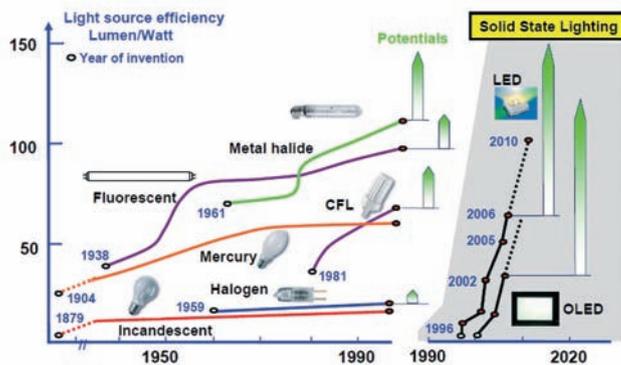


Abb. 2: Effizienzsteigerung



Abb. 3: Herausforderungen bei der Leuchtenentwicklung

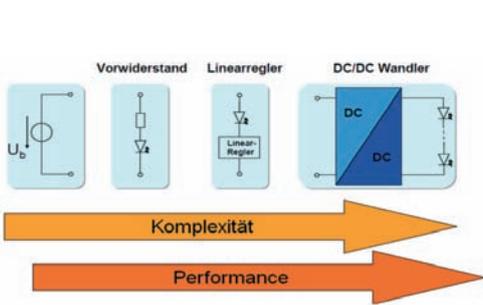


Abb. 4: Ansteuerung der LED



Abb. 5: Luminus LED-Chip und entsprechendes Thermographiebild



Abb. 6: Entwickelter Prototyp

In unserem Arbeitsbereich wird die erste der beiden Möglichkeiten favorisiert. In Abb. 5 ist ein Hochleistungs-LED-Chip, auf der Basis von photonischen Kristallen, von der Firma Luminus zu sehen. Diese Chips wurden ausführlichen thermischen Langzeit-Tests unterzogen. Aktive und passive Kühlmethoden konnten auf ihre Umsetzbarkeit hin überprüft werden. Die spektralen Charakteristika und die Lumenausbeuten wurden messtechnisch ermittelt. Zur Ansteuerung sind unterschiedliche Schaltreglerkonzepte wie etwa Buck-, Sepic- und Linearregler aufgebaut und erprobt worden. Optische Lichtlenkungssysteme wie Kollimatoren, Filter, Linsen und Reflektoren wurden auf ihre Praxistauglichkeit untersucht. Eine Zusammenführung der mechanischen, optischen und LED-Komponenten ist in Abb. 6 zu sehen. Der momentane Prototyp einer Außenleuchte ist mit drei der bereits erwähnten LED-Chips der Firma Luminus bestückt und wird momentan umfangreichen Tests unterzogen. Die geschilderten Untersuchungen und Entwicklungen wurden in Kooperation mit den Firmen BEGA und scemtec durchgeführt und sind noch nicht abgeschlossen. Im weiteren Projektverlauf sollen auch Industriestrahler mit wechselnden Farbverläufen entwickelt werden und der Einsatz von Sensorik zur intelligenten Leuchtensteuerung ist zu untersuchen.

Hartmut Bärwolff

Eingebettete Systeme und RTDL für mobile Roboter

Die Arbeitsgruppe „Anwendungen für Eingebettete Systeme und Robotik“ des Forschungsschwerpunkts „Verteilte und mobile Applikationen (VMA)“¹ an der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik und dem Institut für Nachrichtentechnik der Fachhochschule Köln beschäftigt sich insbesondere mit den Problemen der Wegefindung und der Taskplanung von mobilen verhaltensbasierten Robotern auf der Basis autonomer Fahrzeuge (insbesondere mit Blick auf Serviceroboter) [KBCh03]. Der Aspekt der Wegefindung weist drei Hauptaspekte auf, die untersucht werden: Die Spezifikation und Implementation einer geeigneten Sensorik für flurgängige Roboter, die Integration dieser Sensorik in eine produktunabhängige Steuerungssoftware des Roboters und die Entwicklung von an diese Sensorik angepassten Orientierungsverfahren. Eingebettete Systeme zur integrierten Umsetzung dieser Aspekte auf Grundlage eines Standardbetriebssystems (LINUX) sind ein wichtiger Forschungsgegenstand der Arbeitsgruppe.

Komponentenmodell eines Serviceroboters

Serviceroboter sollen zur Erfüllung ihrer Dienstleistungsaufgaben Fahr- und Transportaufträge, so genannte Tasks, ausführen. Dazu müssen sie in der Lage sein, sich autonom in einem Gebäude zu bewegen und Positionen unter Einbeziehung von Hindernissen anzufahren. Unsere Arbeitsgruppe nutzt hier die RFID-Technologie als Basis, um dieses Ziel zu erreichen. Um das Konzept einer produktunabhängigen Robotic Task Definition Language (=: RTDL) entwickeln zu können, ist ein geeignetes abstraktes Komponentenmodell eines Serviceroboters zu spezifizieren. Die nachfolgend gegebene Komponentenübersicht verallgemeinert den Aufbau der in der Arbeitsgruppe untersuchten oder entwickelten Serviceroboterplattformen und übernimmt gewisse Anregungen aus der JAUS Architekturbeschreibung für autonome Fahrzeuge

(JAUS:= Joint Architecture for Unmanned Systems, [Teske10], [Jaus04], [Jaus07]). Entwickelt wurden bisher drei Typen von Servicerobotern, die auf autonomen Fahrzeugen basieren, deren Antriebsplattformen teilweise gekauft und teilweise eigen entwickelt sind und über spezifische, aber verallgemeinerungsfähige Verfahren der Wegefindung verfügen. Die entwickelten Serviceroboter werden in Gebäuden eingesetzt. Die Wegefindungsverfahren nutzen Sensorikkomponenten, die teilweise mit den gekauften Antriebsplattformen vorliegen oder als eingebettete Systeme auf eigen entwickelten Platinen mit zugehöriger entwickelter Treibersoftware realisiert sind. Allen drei Typen ist gemeinsam, dass sie über eine Kommunikationsschnittstelle wie etwa WLAN verfügen, um mit einem vom Serviceroboter entfernten Hostrechner zu kommunizieren, etwa, um Karteninformationen mit Landmarken abzufragen oder um Ereignisse der aktuellen Fahrt oder den Status der Ausführung des Fahrauftrags in Form von Logbucheinträgen zu melden. Der Hostrechner verfügt über ein hierfür geeignetes Datenbanksystem. Ein Informationsflussdiagramm für das abstrakte Komponentenmodell eines Serviceroboters ist nachfolgend angegeben (Abb.1). In der Tabelle ist eine Übersicht der konkreten Komponenten der drei entwickelten Typen von Servicerobotern gegeben: Surveyor ([Moed09], [Erdm09]), RobotTI ([Deeb07], [Scha07]) und CokeRob ([Mert06], [Klei06]):

Wegefindung flurgängiger Roboter in Gebäuden

Die Wegefindung von Robotern in Gebäuden kann in der Regel nicht auf Satellitensysteme zur Lokalisation zurückgreifen, da die Signale des Satelliten nicht empfangen werden können. Mögliche Alternativen für den Innenbereich sind preiswerte Festmarken, etwa RFID-Tags, und sendende Komponenten, wie etwa WLAN-Zugangsknoten oder fest angebrachte Infrarotstrahler. In [Thru05] werden exemplarisch Lokalisationsverfah-

ABSTRACT

In der Arbeitsgruppe „Anwendungen für Eingebettete Systeme und Robotik“ des Forschungsschwerpunkts „Verteilte und mobile Applikationen (VMA)“ werden Konzepte und Algorithmen der Taskplanung und Wegefindung von Servicerobotern untersucht. Dabei werden neue Sensorikkomponenten und eingebettete Systeme entwickelt und auf der Basis von Standardbetriebssystemen (LINUX) implementiert. Wegefindungsverfahren mit RFID Landmarken, die Entwicklung einer verteilten Architektur für Robotersteuerungen und Basiskonzepte einer Robotic Task Definition Language (RTDL) werden in diesem Beitrag vorgestellt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Gregor Büchel
gregor.buechel@fh-koeln.de
Prof. Dr. Georg Hartung
georg.hartung@fh-koeln.de
Prof. Dr.-Ing. Rainer Bartz
rainer.bartz@fh-koeln.de
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
Forschungsschwerpunkt „Verteilte
und mobile Applikationen (VMA)“

PROJEKTMITARBEITER

B. Sc. Ralph Erdmann

¹Der Forschungsschwerpunkt „Verteilte und mobile Applikationen (VMA)“ wird durch eine Strukturförderung der FH Köln im Zeitraum 2009 bis 2012 gefördert.

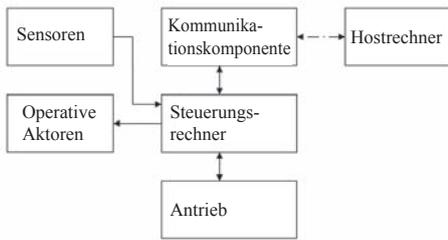


Abb.1: Abstraktes Informationsflussmodell eines Serviceroboters

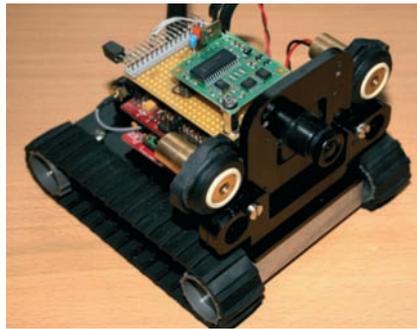


Abb. 2: Surveyor-Fahrzeug SRV-1 des Labors TI

einander in einer XML-Sprache gespeichert wird, während die Objekte selbst als (aktive) DirectX-Objekte gespeichert werden. Darauf aufbauende Arbeiten befassen sich mit der Navigation eines Fahrzeugs in einem von einer Kamera eingesehenen Bereich einschließlich einer Hindernisumfahrung ([Klei06], [Meng07]).

Entwicklung einer verteilten Architektur für Robotersteuerungen

Für ein größeres Roboterfahrzeug, den RobotTI, wurde exemplarisch ein Architekturkonzept eines verteilten eingebetteten Systems für die Kommunikation zwischen den Komponenten entwickelt ([Deeb07], [Scha07]). Preiswerte Einplatinenrechner, je nach Anwendungsbereich auch mit Mikrocontroller oder SOPC-FPGA aufgebaut, ermöglichen einen einfachen Anschluss von Sensoren und die Vorverarbeitung ihrer Daten, wohingegen ein Laptop-PC dieses System steuert. Die Systemkommunikation der eingebetteten Rechner untereinander sowie des Systems mit einem stationären Bedien-PC wird über das DIM-Protokoll ermöglicht, dass für die Verwaltung von Sensordaten und Aktorwerten ein einfach zu nutzendes Schema bereitstellt [DIM].

Handlungsplanung für flurgängige Roboter (RTDL)

Serviceroboter wie die in der Arbeitsgruppe entwickelten Roboter können in die Klasse der mobilen verhaltensbasierten Roboter eingeordnet werden [KBCh03]. Ein wesentlicher Aspekt der Steuerungsarchitektur solcher Roboter ist die Spezifikation von Tasks im Rahmen eines Handlungsmodells. Je nach Art des Handlungsmodells werden Spezifikationssprachen vorgeschlagen: In

ren, basierend auf dem Laufzeitunterschied von Signalen zu sendenden Komponenten, vorgestellt. Auf deren Basis kann ein Roboter auch in Gebäuden seinen Standort bestimmen. Eine detaillierte Untersuchung findet sich in [LuYZ07]. Mit dem Prototyp des Low-Cost-Roboters vom Typ Surveyor SRV-1 wird demonstriert, dass Roboter-Fahrzeuge sich auf der Basis einer Kombination von RFID-basierten Landmarken, Kompassinformationen und Abfragen einer zentral zugänglichen Datenbank mit geringem Aufwand (= preiswerte Steuerungsrechner) in Gebäuden zurechtfinden können. Zu diesem Zweck wurde eine RFID-Topologie-Datenbank eingerichtet, die Gebäudepläne abbildet [Saef08]. Hierin ist die Lage der Räume mit ihren Türen, der Flure, der Stockwerke und der Verbindungen der Stockwerke verzeichnet. Weiterhin enthält sie die Lokalisationsangaben der RFID-Marken, die als Landmarken im Navigationsverfahren genutzt werden. Zu diesen Angaben gehören die Angaben zur Lage der RFID-Marken untereinander und relativ zu den Gebäudeteilen. Darauf basierend ist ein Algorithmus

implementiert, der einen Weg von einem Raum zu einem anderen Raum findet. Dieser bildet die Grundlage für autonome Fahrten von Roboterfahrzeugen in einer Ebene von Raum zu Raum auf Basis der über WLAN empfangenen Datenbank-Informationen und von RFID-Marken, die zur Orientierung verwendet werden ([Moed09], [Erdm09]). Diese Verfahren werden zurzeit mit Bildverarbeitungs-Algorithmen angereichert, damit Hindernisse umfahren werden können. In der Arbeitsgruppe wurde eine weitere Klasse von Algorithmen der Wegefindung von Servicerobotern entwickelt: Der Roboter und der Bereich, in dem er durch eine Kamera fährt, wird global überwacht. Mit [Mert06] wurde die Grundlage gelegt, um in einem „Selbstlernverfahren“ eine reale Welt dreidimensional zu modellieren, das Modell abzuspeichern, Informationen über die Welt zu gewinnen und den kürzesten Abstand (3D) zwischen einem Zielobjekt (typischerweise dem sich bewegenden Roboter) und den übrigen Objekten der Welt zu bestimmen. Die Welt setzt sich zusammen aus einer Vielzahl von Objekten, deren Lage zu-

| Komponenten | Servicerobotertyp | | |
|--------------------------|---|---|---|
| | Surveyor SRV-1 | RobotTI | CokeRob |
| Steuerungsrechner | AD Blackfin 537 Prozessor mit Betriebssystem µClinux™ | Rechnerverbund aus Linux-Laptop und 2 Subsystemen (davon eines SOPC mit µClinux™) | 1. Generation: RCX mit LegoMindstorm™ 2. Generation: Atmel |
| Antrieb | Vier Getriebemotoren in Raupenantrieb | Zwei Getriebemotoren in Raupenantrieb | Zwei Motoren für Einzelradantrieb |
| Sensorik | <ul style="list-style-type: none"> • RFID-Reader mit Antenne; • Elektronischer Kompass; • Kameramodul mit zwei Laserpointern | <ul style="list-style-type: none"> • Elektronischer Kompass • Infrarotmodul • Radencoder • Kamera | Externe Kamera |
| Operativer Aktor | – | – | Greifarm mit Teller |
| Kommunikationskomponente | WLAN | WLAN | 1. Generation: Infrarot 2. Generation: Bluetooth |

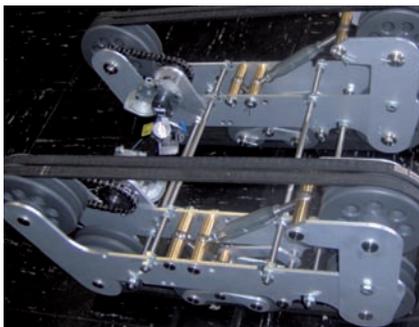


Abb. 3: Das RobotTI-Fahrwerk

[GöRS03, S. 912] wird von dynamischen Systemen als Handlungsmodell ausgegangen und als Spezifikationssprache eine PDL (Process Description Language), die an Sprachkonstrukte von C angelegt ist, erörtert. Ist das Handlungsmodell durch ein hierarchisches Task-Netzwerk gegeben, kann die Handlungsplanung durch Task-Spezifikationsprachen beschrieben werden [Schn03, S. 497 ff.]. Die Entwicklung von geeigneten Handlungsspezifikationen ist eine wesentliche wissenschaftliche Herausforderung bei mobilen Robotern der verschiedenen RoboCup-Klassen [BVJC06]. [Hertz07] schlägt im Rahmen einer „wissensbasierten Robotik“ vor, dem Handlungsmodell eines mobilen Roboters eine Umgebungsrepräsentation in symbolischer Form, wie sie in einer Wissensbasis gegeben ist, zuzuordnen. Eine solche Zuordnung wird in [SBBi07] diskutiert und eine wissensbasierte Layer-Struktur für Agenten, die insbesondere mobile Roboter sein können, entwickelt. Als Spezifikationsprache wird dort FIPA-ACL vorgeschlagen. Die Wissensbasis wird dort mit DAML, einer Ontologie Beschreibungssprache, die Vorläufer von OWL ist, beschrieben. Der von Joachim Hertzberg [Hertz07] vorgeschlagene Ansatz einer „wissensbasierten Robotik“ soll hier für die Klasse der Serviceroboter (autonome Fahrzeuge) weiterentwickelt werden. Erfahrungen beim Design und bei der Programmierung von Steuerungssoftware für verschiedene Serviceroboterplattformen (CokeRob, TI-Robot, Surveyor) motivieren die Entwicklung einer Robotic Task Definition Language (RTDL), mit der Arbeitspläne für Roboter plattformunabhängig beschrieben werden können. Bei dieser Entwicklung werden momentan folgende Aspekte bearbeitet:

1. Die Beschreibung der Fähigkeitsprofile von Robotern erfolgt auf Basis einer Ontologie. In Hinsicht auf die Kompen-

tenarchitektur des Roboters wird hierbei dem JAUS-Modell gefolgt. In Hinblick auf die Taskstrukturierung wird ein neuer Ansatz modelliert, der bereits bei virtuellen Küchenrobotern untersucht wurde [Budd09], vgl. auch [KiKr10].

- Hierdurch werden Begriffe des Task-Vokabulars der RTDL festgelegt. Zu prüfen ist, inwieweit daraus hierarchische Task-Netzwerke maschinell abgeleitet werden können [SBBi07], [Schn03]. Die Ontologie soll weiterhin als Wissensbasis für die Repräsentation von Umgebungsinformationen für den Bewegungsraum des Roboters dienen (vgl. [Hertz07]).
- Ähnlich zum Stub-Skeleton-Prinzip von CORBA sollen RTDL-Tasks (Skeleton) durch plattformabhängige Steuerungsmodulare für Aktoren (Stub) implementiert werden.

Für die zukünftige Arbeit des Forschungsschwerpunkts „Verteilte und mobile Applikationen“ an der Fachhochschule Köln bestehen folgende Perspektiven: Die Ontologie der Fähigkeitsprofile von Robotern soll auf Basis von OWL (Web Ontology Language) erfolgen und mit Hilfe einer objektrelationalen Datenbank verwaltet werden. Hierbei sollen Erfahrungen mit der datenbankgestützten Implementation von Ontologien [Schae08] und der maschinellen Verarbeitung der Semantik von Ontologien [Büch07a] genutzt werden. Weiterhin soll es auf Dauer möglich sein, RTDL-Code über eine natürlichsprachliche Schnittstelle zu generieren, in der Handlungsspezifikationen nach dem Vorbild von Kochrezepten (Verb-Infinitiv Phrasen) erfasst und semantisch unter Verwendung der in (1) beschriebenen Ontologie verarbeitet werden können [Büch07c].

Gregor Büchel/Georg Hartung/Rainer Bartz

LITERATUR

- [Büch07a] Büchel, G.: Strukturierung von Bedeutungserklärungen mit XML-Technologien am Beispiel von Verben. In: IKP-Arbeitsberichte, Neue Folge, Nr. 22, ISSN 1614-6271. (www.ifk.uni-bonn.de/forschung/abteilungssprache-und-kommunikation/ikp-arbeitsberichte-neue-folge/ikpab-nf22.pdf)
- [Büch07c] Büchel, G., (2007): XML-Strukturen für Worterklärungen von Verben. In: Tolksdorf, R.; Freytag, J.-Chr. (Hrsg.): XML-Tage in Berlin (Tagungsband), ISBN 978-3-940046-39-0, Berlin, S.39–49
- [BVJC06] Burkhard, H.-D.; Visser, U.; Jüngel, M.; Bredenfeld, A.; Christaller, Th. (2006): Herausforderung für KI und Robotik. In: Künstliche Intelligenz Heft 2/06, ISSN 0933-1875, S. 5–11;

- [Budd09] Budde, H. (2009): Wissensakquisition und maschinelle Task-Generierung für einen virtuellen Küchenroboter, Master Thesis, FH Köln
- [Deeb07] Deeb, S. (2007): Development of a Robotic Vehicle, Diplomarbeit, FH Köln
- [DIM] DIM Distributed Information Management Webseite: www.cern.ch/dim
- [Erdm09] Erdmann, R. ((2009): Steuerung eines autonom fahrenden Roboters auf der Basis von RFID-Positionsmarken und Richtungsinformationen, Bachelorarbeit, FH Köln
- [GöRS03] Görz, G.; Rollinger, C.-R., Schneeberger, J., (Hrsg.) (2003): Handbuch der Künstlichen Intelligenz, 4. Aufl., ISBN 3-486-27212-8, Oldenbourg, München, Wien,
- [Hertz07] Hertzberg, J. (2007): Quo vadis PuK? 4. Handlungsplanung und Robotik. In: Künstliche Intelligenz, Heft 1/2007, ISSN 0933-1875, S. 31
- [Jaus04] The Joint Architecture for Unmanned Systems; Domain Model, Version 3.1; 09. April 2004
- [Jaus07] The Joint Architecture for Unmanned Systems; Reference Architecture Specification, parts 1–3, Version 3.3; 27. June 2007
- [KBCh03] Knoll, A.C.; Burghard, W.; Christaller T.: Robotik. In: [GöRS03]: S.871–941
- [KiKr10] Kirsch, A.; Kruse, T.; Hirche, S. et al. (2010): Plan-Based Control of Joint Human-Robot Activities in: Künstliche Intelligenz, Heft 3/2010, ISSN 0933-1875, S. 223–231
- [Klei06] Klein, J. (2006): Neuentwicklung der CokeRob-Steuerungssoftware mit zusätzlicher Implementierung einer Routenplanung, Bachelorarbeit, FH Köln
- [LuYZ07] Peng L., Kui Y., Wei Z. (2007): A High Performance Low Power Consumption Robot Vision System, Proc. 3. ICNC 2007, IEEE Press
- [Moed09] Mödrath, D. (2009): Orientierung eines vernetzten autonomen Fahrzeugs im Zusammenspiel mit einer globalen Datenbank und RFID Positionsmarken, Diplomarbeit, FH Köln
- [Meng07] Mengel, M. (2007): Visualisierung erkannter Hindernisse und Wege zur Umfahrung der Hindernisse, Bachelorarbeit, Institut für Nachrichtentechnik, FH Köln
- [Mert06] Mertel, R. (2006): Abstandsbestimmung in einer dreidimensionalen virtuellen Umgebung, Bachelorarbeit, FH Köln
- [Saef08] Schaefer, R. (2008): Flurwelt – Eine Fallstudie zur Wissensrepräsentation von flurgängigen Robotern, Diplomarbeit, Institut für Nachrichtentechnik, FH Köln
- [Scha07] Schauff, V. (2007): SOC-Lösungen zur Steuerung eines Roboterfahrzeugs, Diplomarbeit, Institut für Nachrichtentechnik, FH Köln
- [Schn03] Schneeberger, J.: Planen. In: [GöRS03]: S.491–515
- [SBBi07] Schattenberg, B.; Balzer, S.; Biundo, S. (2007): Realizing Hybrid Planning Systems as Modern Software Enviroments. In: Künstliche Intelligenz, Heft 1/2007, ISSN 0933-1875, S. 16–22
- [Teske10] Teske, M. (2010): The Joint Architecture for Unmanned Systems (JAUS) – eine Übersicht, technischer Bericht, Institut für Nachrichtentechnik, FH Köln
- [Thru05] Thrun, S.; Burgard, W.; Fox, D. (2005): Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents). The Mit Press

Untersuchungen zum Abkühlverhalten von Stahlstäben im Polymerbad

Ziel der Untersuchungen ist das Verständnis der Einflussfaktoren auf die Gefüge- und Polymerfilmbildung an der Oberfläche von Stahlstäben in Quenchbädern mit Polymerzusatz. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe von CFD-Simulationen durchgeführt. Im ersten Schritt sind geeignete Modelle zur Beschreibung der Wärmeübergänge an der Staboberfläche entwickelt sowie deren Eignung durch Vergleiche mit Messergebnissen aus der Literatur und mit empirischen Standardkorrelationen verifiziert worden. Diesen Untersuchungen lagen aus Gründen der Vergleichbarkeit Fluideigenschaften zugrunde, wie sie in der wissenschaftlichen Literatur allgemein verfügbar sind. Anschließend sollten die zuvor erarbeiteten Ergebnisse auf experimentell untersuchten Polymerbäder übertragen werden. Dazu wurden zunächst Simulationen an Standard Probekörpern durchgeführt (ISO 9950), da für diese Probekörper gemessene Abkühlkurven vorliegen (Messungen eines Polymerlieferanten). Dabei galt es insbesondere herauszufinden, mit welcher mittleren Filmschichtdicke des Polymerfilms auf der Staboberfläche zu rechnen ist, damit das Simulationsmodell die Messergebnisse richtig abbildet. Mit dieser zusätzlichen Information konnten optimierte Modelleinstellungen vorgenommen und die Abkühlkurven weiterer Stahlstäbe simuliert werden. Der Vergleich der simulierten Abkühlkurven bei unterschiedlicher Polymerfilmdicke, die ggf. durch örtliche Beschädigungen des Films verursacht sein könnte, soll Hinweise liefern, ob Temperaturdifferenzen oder -gradienten zwischen Staboberfläche und Stabkern auftreten, die als kritisch zu bewerten sind. Die vertiefte Kenntnis über die Temperaturbedingungen an Fehlstellen des Polymerfilms wiederum soll mögliche Rissbildungen verständlicher machen.

Anmerkungen zur Polymerfilmbildung

Die allgemeine Frage, ob örtliche Fehlstellen im Polymerfilm allerdings im realen Prozess tatsächlich auftreten, kann durch die Simulationen nicht vollständig beantwortet wer-

den, da die instationären, temperaturabhängigen Filmbildungsmechanismen an der Metalloberfläche im Modell nicht explizit abgebildet werden können. Der gallertartige Polymerfilm bildet sich laut Aussage des Polymerlieferanten durch Austreiben von Wasser an dem heißen Metall bei Temperaturen oberhalb von ca. 300° C. Bei Tempera-

turen unterhalb von ca. 200° C löst sich der Polymerfilm in der wässrigen Lösung des Quenchbades wieder vollständig auf, was den Polymerausstrag aus dem Bad minimiert. Über die real entstehende Filmdicke gibt es keine definitive Aussage. Deshalb kann und soll die in der Simulation ermittelte Filmdicke auch nur als rechnerische Größe für die

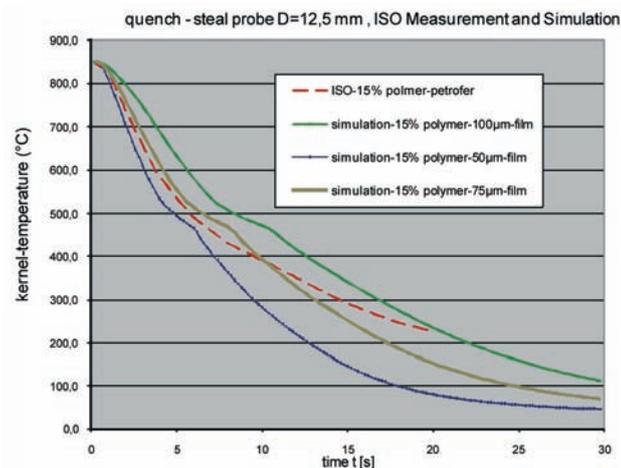


Abb. 1: Abkühlung von ISO-Probekörpern im Polymerbad (Experiment und Simulation)

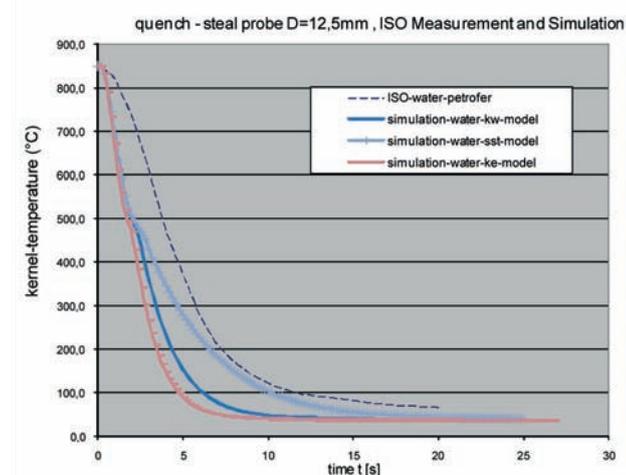


Abb. 2: Abkühlung von ISO-Probekörpern in Wasser (Experiment und Simulation mit verschiedenen Modellansätzen)

Korrelation von Simulation und gemessener Abkühlkurve an den Probekörpern verstanden werden. Der in der Simulation gefundene Wert dient somit nur als Anhaltspunkt für real auftretende Filmdicken. Da sich der Polymerfilm bei Oberflächentemperaturen oberhalb von 300° C stets von neuem ausbildet, ist das Temperaturband, in dem eine dauerhafte mechanische Beschädigung des Films auftreten kann, sehr gering. Es liegt etwa zwischen 200° C und 300° C.

Simulationen am ISO-Probekörper (D = 12,5 mm)

Das Abkühlverhalten wird durch einen zweidimensionalen Schnitt zwischen zwei Stäben im Abstand des dreifachen Stabradius simuliert. Die Abkühlung in einer 15-prozentigen Polymerlösung lässt sich über die gesamte Quenchdauer mit einer mittleren Polymerfilmdicke von ca. 75 µm recht gut abbilden (Abb.1). Die Strömung wird dabei aufgrund des ausgetriebenen Wassers und der außerhalb des Films stattfindenden Siedevorgänge als voll turbulent angenommen, obwohl die Anströmgeschwindigkeit der Stäbe wie unter ISO-Bedingungen nur bei 0,2 m/s liegt ($Re_{Stab} \approx 300$).

Simulationen am Referenzstab (D = 80 mm)

Die Abkühlzeiten der Referenzstäbe sind absolut gesehen deutlich länger als diejenigen der kleineren ISO-Probekörper. Die Temperaturdifferenzen und Gradienten zwischen Kern und metallischer Staboberfläche sind bei den voll ausgebildeten Polymerfilmen erwartungsgemäß geringer als ohne Film. Die Schutzfunktion des Films ist in den Abbildungen 5, 6 und 7 gut sichtbar, wobei die Temperaturgradienten in der Randzone der Stäbe deutlich größer sind als im Stabinnern. Dieses Phänomen wird auch durch den Polymerfilm nicht grundsätzlich geändert, jedoch stark gemindert (vgl. Abb. 3 und 4).

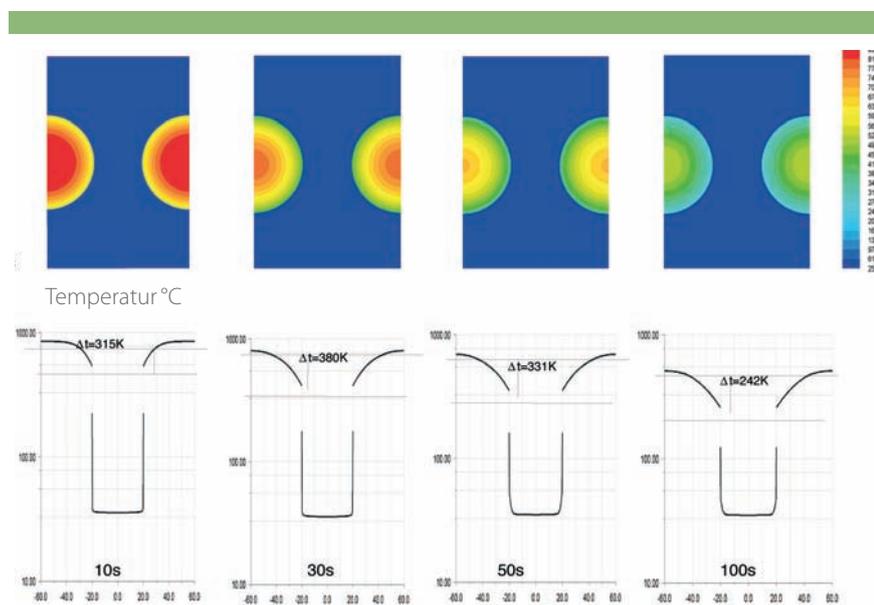


Abb. 3: Abkühlung von 80 mm Stahlstäben im Polymerbad mit 75 µm Polymerfilm (Temperaturverlauf in und zwischen den Stäben im Querschnitt)

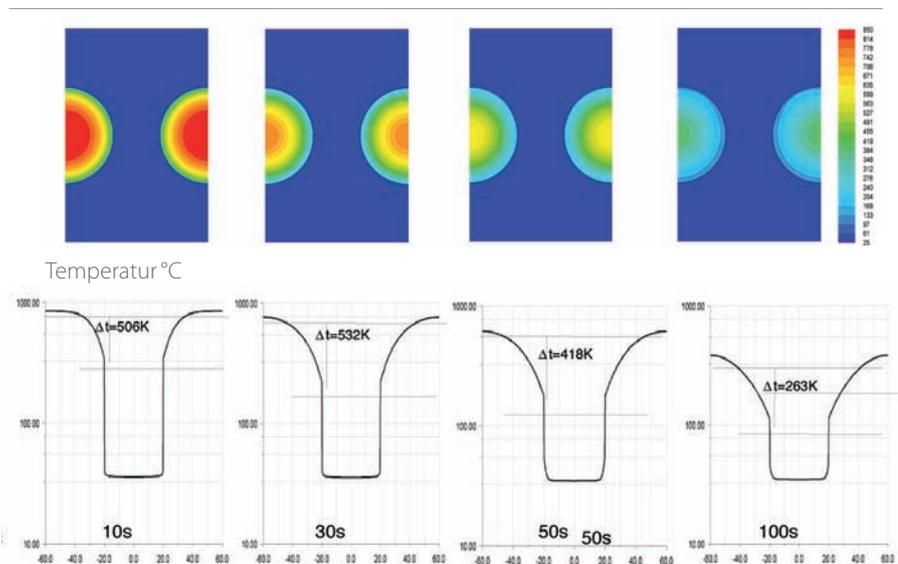


Abb. 4: Abkühlung von 80 mm Stahlstäben im Polymerbad ohne Polymerfilm (Temperaturverlauf in und zwischen den Stäben im Querschnitt)

ABSTRACT

Ziel der Untersuchungen war es, die Einflussfaktoren auf die Gefüge- und Polymerfilmbildung an der Oberfläche von Stahlstäben in Quenchbädern mit Polymerzusatz zu verstehen. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe von CFD-Simulationen durchgeführt. Dazu sind geeignete Modelle zur Beschreibung der Wärmeübergänge an der Staboberfläche entwickelt worden. Die Eignung der Modelle konnte durch Vergleiche mit Messergebnissen, Angaben aus der Literatur und empirischen Standardkorrelationen positiv verifiziert werden.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. René Cousin
 Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme
 Institut für Technische Gebäudeausrüstung
 Gebäudeausrüstung
 rene.cousin@fh-koeln.de
 Prof. Dr. Christoph Hartl
 Fakultät für Fahrzeugsysteme und Produktion
 Institut für Produktion
 christoph.hartl@fh-koeln.de



Max. Temperaturgradient mit 75µm

Polymerfilm:

Oberfläche

$dt_{\max}/dT \approx 110 \text{ K/s}$; Kern: $dt_{\max}/dT \approx 5,5 \text{ K/s}$

Max. Temperaturgradient ohne Polymerfilm:

Oberfläche

$dt_{\max}/dT \approx 235 \text{ K/s}$; Kern: $dt_{\max}/dT \approx 7,7 \text{ K/s}$

Die Kurven in den Abb. 6 und 7 zeigen, dass die Temperaturdifferenzen zwischen Staboberfläche und Kern während der Abkühlung ein Maximum durchlaufen, welches bei dem gewählten Referenzstab nach ca. 20–25 Sekunden auftritt. Diese Maximum ist in seiner Größe dann sehr unterschiedlich.

Simulation mit 75µm Polymerfilm:

$t_{\max} \approx 390 \text{ K}$

Simulation ohne Polymerfilm:

$t_{\max} \approx 560 \text{ K}$

Außerdem verläuft die Abkühlung erwartungsgemäß mit Polymerfilm deutlich langsamer ab. Die Endtemperaturen nach 100 s unterscheiden sich erheblich.

Endtemperaturen bei Simulation mit 75µm Polymerfilm:

$t_{\text{Kern}} \approx 500 \text{ K}$, $t_{\text{Oberfläche}} \approx 260 \text{ K}$

Endtemperaturen bei Simulation ohne Polymerfilm:

$t_{\text{Kern}} \approx 380 \text{ K}$, $t_{\text{Oberfläche}} \approx 120 \text{ K}$

Zusammenfassung

Die Simulation zeigt, welchen Einfluss ein Polymerfilm an der Staboberfläche auf das Abkühlverhalten von Stahlstäben im Quenchbad hat. Dabei werden die Stoffdaten der real eingesetzten Polymerlösungen verwendet. Zur Verifikation der Simulation sind zuvor Vergleichsuntersuchungen an ISO-

Probekörpern durchgeführt worden, für die entsprechende Labormessergebnisse vorliegen. Aus dem Vergleich zwischen Simulation und Messung konnte eine rechnerische Filmstärke abgeleitet werden, die eine möglichst gute Übereinstimmung der gemessenen und simulierten Abkühlkurven ausweist.

Folgende wichtige Erkenntnisse lassen sich aus den Simulationen ablesen:

- Die Übereinstimmung der Simulationen mit den Messergebnissen an den ISO-Probekörpern ist hinreichend gut.
- Die größten Temperaturgradienten treten in der Randzone der Stäbe auf.
- Die Temperaturdifferenzen zwischen Kern und Oberfläche durchlaufen ein Maximum, das mit Polymerfilm deutlich geringer ist als ohne Film.
- Der Polymerfilm bewirkt eine deutliche Verzögerung des Abkühlvorgangs.

René Cousin/Christoph Hartl

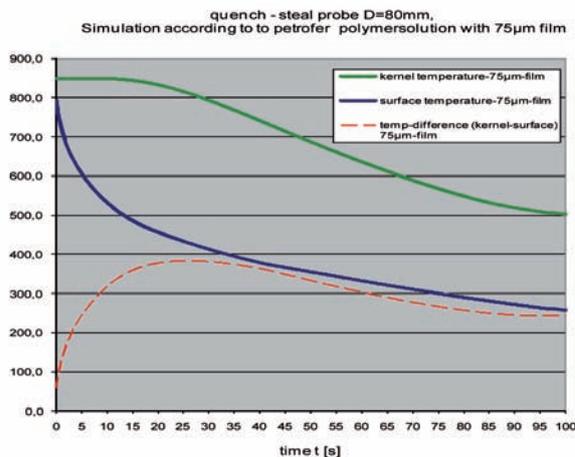


Abb. 5: Abkühlung von 80 mm Stahlstäben im Polymerbad mit Polymerfilm. Temperaturverläufe: Kerntemperatur, Oberflächentemperatur und Differenz beider Temperaturen

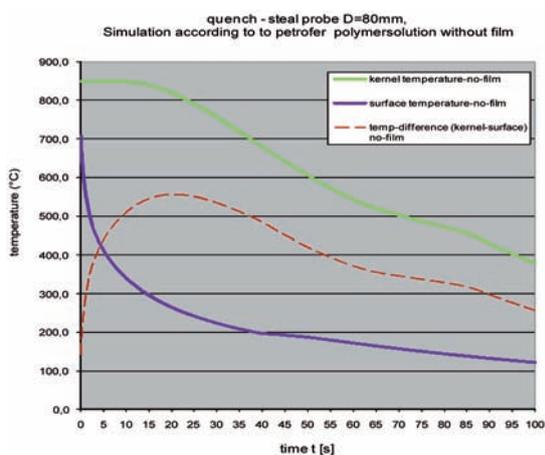


Abb. 6: Abkühlung von 80 mm Stahlstäben im Polymerbad ohne Polymerfilm. Temperaturverläufe: Kerntemperatur, Oberflächentemperatur und Differenz beider Temperaturen

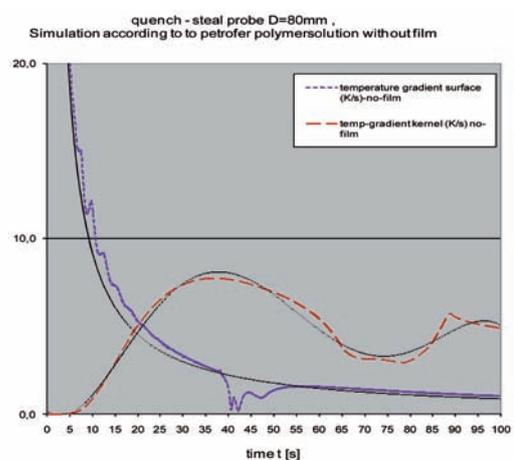


Abb. 7: Abkühlung von 80 mm Stahlstäben im Polymerbad ohne Polymerfilm. Temperaturverläufe: Kerntemperatur, Oberflächentemperatur und Differenz beider Temperaturen

Entwicklung eines vollautomatischen HDR-Demonstrationssystems

HDR (High Dynamic Range Imaging) bietet die Möglichkeit, die enorm großen Helligkeitsunterschiede (Dynamikumfang), die in der Realität vorkommen, detailgenau darzustellen – von den tiefsten Schatten bis in die hellsten Lichter. Dazu nimmt die Digitalkamera den gesamten Dynamikumfang der Szene in verschiedenen Belichtungen auf, die dann zu einem HDR-Bild kombiniert und verarbeitet werden (Abb. 1). Um diesen hohen Dynamikumfang auf die niedere Dynamik eines Ausgabemediums, wie etwa einen Monitor, anzupassen, werden spezielle Bildverarbeitungsverfahren angewendet, die als sogenannte Tonemapping-Algorithmen bekannt sind.

Der Workflow (Abb. 2) verfügbarer kommerzieller Softwarelösungen ist durch eine HDR-Bildstruktur gekennzeichnet, die als RGB-Bild mit 32 Bit pro Farbe und Pixel ein vergleichsweise hohes Datenvolumen umfasst. Die Belichtungsreihe von Raw-Bildern wird dabei in einer Vorverarbeitung einem Weißabgleich und Demosaicking (Farbinterpolation) unterzogen. Durch die Anzahl von Bildern und die drei Farben pro Pixel entstehen temporär sehr große Datenmengen. Diese Zwischenbilder werden in einem „Merger“ überlagert

und zu einem einzigen Bild mit drei Farben und einer erhöhten Wortbreite wie etwa 32 Bit zusammengefasst. Das Ergebnisbild wird am Ende des Aufnahmeteils in eine HDR-Bilddatei wie etwa die Dateiformate .exr oder .hdr überführt. Das HDR-Bild wird in einer sich anschließenden HDR-Verarbeitung über ein Tonemapping in seiner Dynamik auf einen geringeren Kontrastumfang reduziert und über ein geeignetes Farbmodell in ein Standardformat wie etwa Adobe RGB fertig prozessiert.

HDR-Raw-Konzept

Nachteil beim bisherigen Verfahren ist das hohe Datenvolumen des HDR-Bildformats durch die Farbinterpolation. Der Workflow mit HDR-Raw-Bildformat löst das Problem, indem die Vorverarbeitung in das HDR-Processing verschoben und der Merger auf dem nativen Bayer-Farbmosaik arbeitet (Abb. 3). Dadurch entfällt die rechenaufwendige Farbinterpolation (Demosaicking), und die Verarbeitungszeit zum Mergen der Belichtungsreihe reduziert sich auf rund ein Drittel. Auch die Dateigröße der HDR-Raw-Datei schrumpft auf einen Drittel Anteil gegenüber den bekannten HDR-Formaten. Der Ablauf kann innerhalb des HDR-Processing noch weiter modifiziert werden,

ABSTRACT

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Leica Camera AG wurde ein vollautomatisches High-Dynamic-Range (HDR)-Demonstrationssystem entwickelt. Der Aufbau basiert auf einer selbst entwickelten Ansteuersoftware für Leica's High-End-Mittelformatkamera S2 und einer neuartigen HDR-Bildverarbeitungssoftware. Das Besondere an der realisierten Lösung ist der vollautomatische Ablauf, der durchgängige Rohdaten-Workflow und das Standard-Rohdatenformat DNG mit 24 Bit Farbtiefe. Dadurch werden trotz der hohen Auflösung von 37 Mega-Pixeln eine enorme Verarbeitungsgeschwindigkeit, eine anspruchsvolle Bildqualität ohne Begrenzung des Farbumfangs und eine perfekte Flexibilität für die Anbindung an bestehende Software wie etwa Photoshop geschaffen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Gregor Fischer
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Medien-
und Phototechnik
gregor.fischer@fh-koeln.de

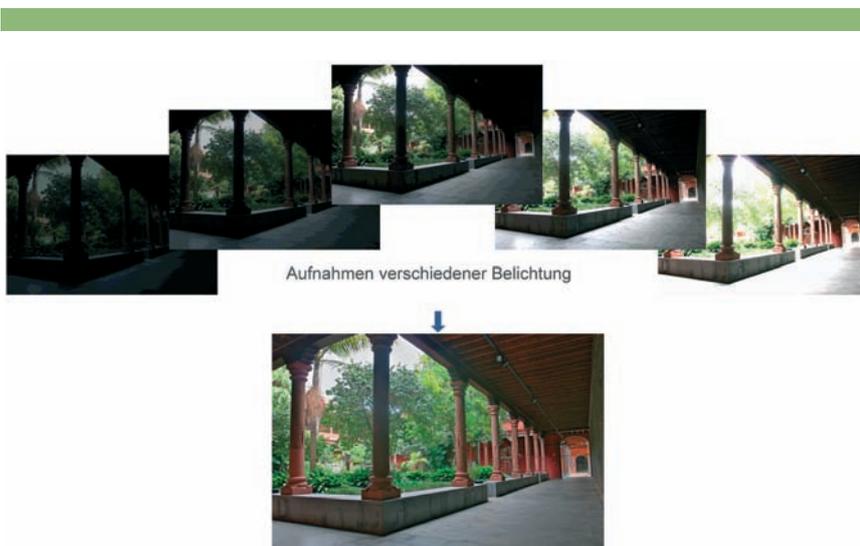


Abb. 1: Ablauf der HDR-Aufnahmetechnik: Eine Belichtungsreihe wird über den gesamten Dynamikumfang der Szene aufgenommen und zu einem HDR-Bild kombiniert.

indem das Tonemapping zweistufig aufgebaut wird, um die Kontrastanpassung – oder zumindest einen Teil dessen – schon in der Raw-Datei zu verankern (Abb. 4). Dazu wird die Tonemapping-Methode bereits innerhalb des Raw-Aufnahmeteils angewendet. Dadurch kann bereits ein herkömmliches 16 Bit Raw-Format ausreichen, um den verbleibenden Dynamikumumfang der Raw-Bilddaten zu übertragen. Ein Vorteil der HDR-Rohbilddaten im Gegensatz zu allen anderen Bildformaten ist ihr unbegrenzter Farbumfang. Auch bei der Komprimierung des Kontrastumfangs durch das spezielle Tonemapping bleiben Farbdetails und lokaler Kontrast vollständig erhalten. Das Ergebnis ist eine brillante Bildqualität ohne zugelaufene Schatten oder ausgefressene Lichter.

HDR-Demonstrationssystem

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Leica Camera AG wurde ein vollautomatisches HDR-Demonstrationssystem entwickelt, das das obige neuartige HDR-Workflowkonzept auf Rohdatenbasis umsetzt. Der Aufbau basiert auf einer eigen entwickelten Ansteuerungssoftware für Leica's High-End-Mittelformatkamera S2 und einer proprietären HDR-Bildverarbeitungssoftware.

HDR-Raw-Workflow mit DNG-Bildformat

Das System besteht aus drei Softwaremodulen, die nacheinander aufgerufen werden und den Rohdatenworkflow ausführen:

1. Ein vollautomatisches Ansteuerprogramm, das mit der S2 Kamera per USB-Schnittstelle kommuniziert, die Kameraeinstellungen vornimmt und die Belichtungen selbständig auslöst. Dieser Teil der Software fügt anschließend die aufgenommenen Belichtungen zu einer DNG-Rohbilddatei mit einer Farbtiefe von 24 Bit zusammen. Das Programm bietet ein GUI zur komfortablen Einstellung aller nötigen Parameter zur Steuerung des HDR-Ablaufs durch den Bediener (s. Abb. 5). Dieses Programm wurde in der Programmiersprache C-Sharp (C#) erstellt.
2. Ein Bildverarbeitungsprogramm, das in Matlab programmiert wurde. Es wendet eine spezielle Variante von Tonemapping auf die Rohbilddaten der 24-Bit-DNG-Datei an und speichert das modifizierte Rohbild ebenfalls als 24-Bit-DNG-Datei ab.
3. Adobe Photoshop mit Adobe Camera Raw Rawkonverter Plug-In, das als Standardsoftware alle notwendigen Funk-

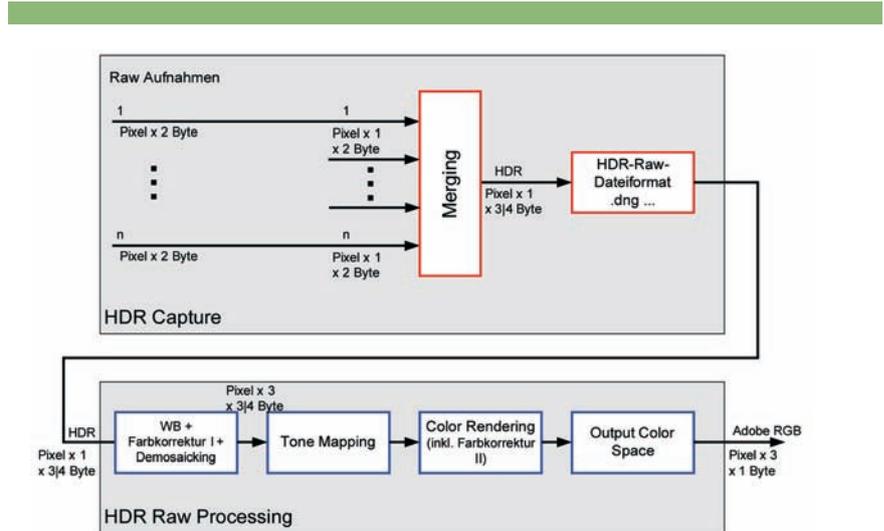


Abb. 2: Bisheriger Workflow zur Erzeugung (Capture, oben) und Verarbeitung (Processing, unten) von HDR-Bilddaten. Die blauen Kästen bezeichnen Bildverarbeitungsrountinen, die die Bilderscheingung festlegen.

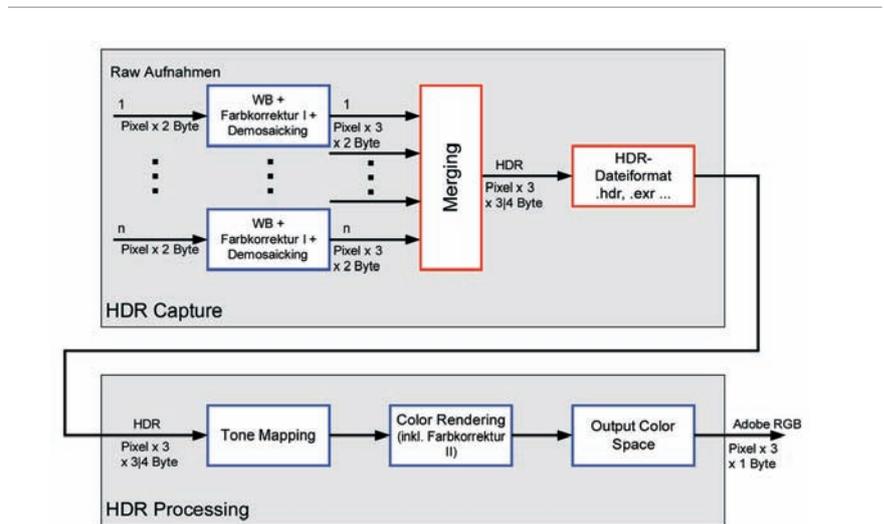


Abb. 3: Neuer Workflow zur Erzeugung (Capture, oben) und Verarbeitung (Processing, unten) von HDR-Raw-Bilddaten

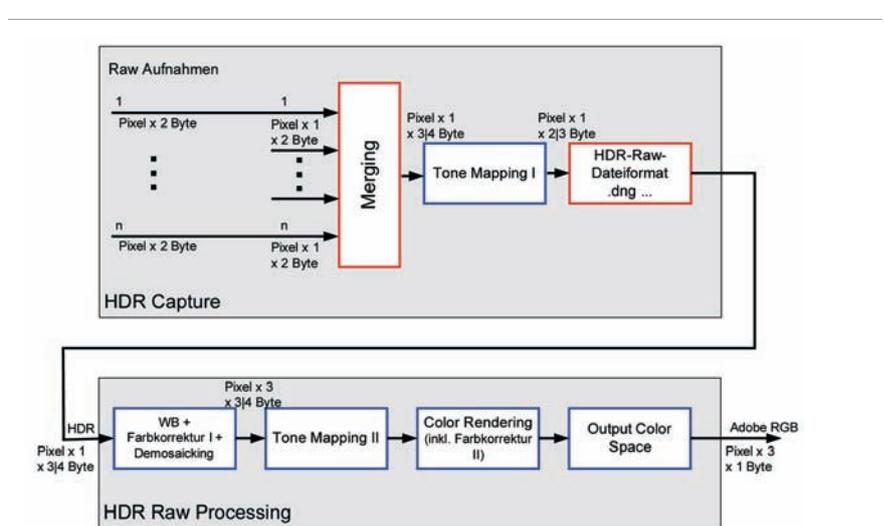


Abb. 4: Workflow wie in Abb. 3, mit dem Unterschied eines zusätzlichen in den Aufnahmeteil vorgezogenen ersten Teils Tone Mapping I



Abb. 5: Graphisches User-Interface zur Steuerung der HDR-Funktionalität. Der gesamte Ablauf wird durch einen einzigen Click auf den Capture-Button ausgelöst.

tionen zur elektronischen Entwicklung von Rohbilddaten enthält und sich zu den erzeugten obigen 24-Bit-DNG-Bilddateien kompatibel verhält. Dieses Tool gestattet, die 24-Bit-Raw-HDR-Bilder wie „normale“ Rohbilder der Kamera zu lesen und professionell zu verarbeiten.

Die Automatisierung des Ablaufs und die Bildübergabe vom ersten Softwaremodul zu dem nachfolgenden Matlab-Teil wurde über einen Hotfolder realisiert. Dadurch laufen diese Softwaremodule in verschiedenen Prozessen entkoppelt voneinander ab, und die Multi-Core-Prozessorstruktur kann rechen-technisch optimal ausgenutzt werden.

HDR-Belichtungsautomatik

Der Belichtungsablauf setzt sich aus drei Teilabläufen zusammen:

- Aufnahme einer Normalbelichtung
- Ausgehend von der Normalbelichtung: Aufnahme einer Reihe von Unterbelichtungen, um übersteuerte Lichter aufzulösen. Die Zeitenreihe wird innerhalb einer Iterationsschleife aufgenommen. Dabei wird jedes Bild auf übersteuerte Pixel analysiert und jeweils so lange die Belichtungszeit um einen voreingestellten Faktor erniedrigt, bis nur noch eine zulässige Anzahl von Pixeln im Bild übersteuert sind. Die Übersteuerungsschwelle sowie die zulässige Pixelanzahl sind per GUI frei einstellbar.

- Ausgehend von der Normalbelichtung: Aufnahme einer Reihe von Überbelichtungen, um untersteuerte Schattenbereiche mit höherer Signalgenauigkeit ohne sichtbares Bildrauschen darzustellen. Die Zeitenreihe wird auch hier innerhalb einer Iterationsschleife aufgenommen. Dabei wird jedes Bild auf untersteuerte Pixel analysiert und jeweils so lange die Belichtungszeit um einen eingestellten Faktor erhöht, bis nur noch eine zulässige Anzahl von Pixeln im Bild untersteuert sind. Die Untersteuerungsschwelle sowie die zulässige Pixelanzahl sind per GUI frei einstellbar.

Merging von Rohbilddaten

Die Normalbelichtung bestimmt die Signalstärke der Bildsignale und legt das Ursprungsarbeitsbild mit 32-Bit-Farbtiefe fest. Das Merging einer Unter- oder Überbelichtung (Rohbild int 16 Bit) mit dem Arbeitsbild wird gemäß Abb. 6 ausgeführt: Durch den Exposure-Factor wird das Rohbildsignal auf den Wertebereich des Arbeitsbildes normiert. Die Blending-LUT legt ein Mischungsverhältnis zwischen Arbeits- und Rohbild abhängig vom Signalpegel fest. Ein Ausgangswert 0 der Blending-LUT bewirkt, dass das Arbeitsbild zu 100 % an diesem Pixel als Ergebniswert eingesetzt wird, ein Ausgangswert 1 der Blending-LUT setzt das Rohbild anstelle dessen zu 100 % ein. Nach diesem Schema werden sukzessive alle unter- und überbelichteten Rohbilder mit dem Arbeitsbild zusammengeführt. Allerdings wird in jedem Durchgang der Exposure-Factor neu als Verhältnis zwischen den linearen Pixelwerten von Roh- und Arbeitsbild bestimmt. Durch eine geeignete Belegung der Blending-LUT lassen sich verschiedene Signalüberblendungen zwischen Roh- und Arbeitsbild einstellen:

- Last Value before Saturation
- Lineare Mischung innerhalb eines Übergangsbereichs
- konstantes SNR

Wenn alle Rohbilder in das Arbeitsbild integriert wurden, wird noch die maximale Helligkeit auf den Weißpunkt der Farbtiefe der Ausgangsdatei (hier: DNG mit 24 Bit!) normiert. Dadurch ist eine bestmögliche Unterbringung der Bilddynamik in den Wertebereich der Ausgangsdatei gewährleistet.

Tonemapping auf Rohbilddaten

Die selbst entwickelte HDR-Verarbeitung beinhaltet zwei Verarbeitungsschritte:

1. die Restauration übersteuerter Lichtenbereiche, damit an diesen Bildstellen keine Fehlfarben durch eine veränderte Farbstimmung der RGB-Farbanteile entsteht
2. die eigentliche Dynamikkompression (Tonemapping) durch eine Dämpfung des Großflächenkontrasts (niedrige Ortsfrequenzanteile) bei gleichzeitigem Erhalt des Detailkontrasts (hohe Ortsfrequenzanteile)

Beim Tonemapping kam ein modifiziertes Retinex-Derivat zum Einsatz. Dieser Algorithmus wurde auf folgende Eigenschaften hin entwickelt und optimiert:

- Erhaltung der Farberscheinung
- Vermeidung von Halo-Artefakten

Die Steuerung der Kompressionsstärke geschieht adaptiv an den Kontrastumfang der Szene angepasst, indem ein Zielkontrastumfang vorgegeben wird.

¹32 Bit sind laut DNG-Spezifikation zwar möglich, allerdings sind sie nicht kompatibel zur Photoshop-Verarbeitung.

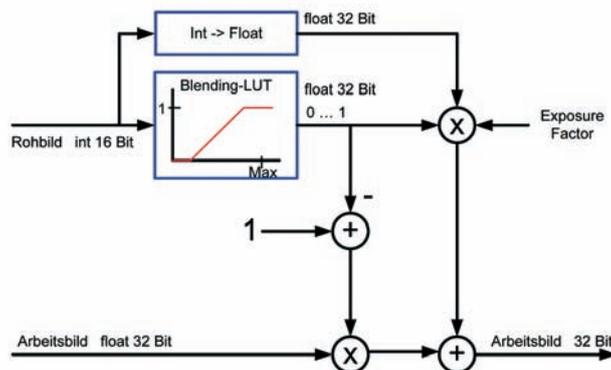


Abb. 6: Schema zum Merging eines 16-Bit-Rohbilds mit dem 32-Bit-Arbeitsbild. Durch geeignete Wahl der Blending-LUT lassen sich verschiedene Übergänge und damit unterschiedliche Charakteristika des Verlaufs des Signal-Rausch-Abstand realisieren.

Bildergebnisse

Die Gegenüberstellung der Bildbeispiele in Abb. 7 und 8 zeigt die Wirkungsweise und Qualitätsverbesserung durch das HDR-System.

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit der Leica Camera AG wurde ein vollautomatisches HDR-Demonstrationssystem entwickelt. Das System erstellt eine Belichtungsreihe von Rohbilddateien, die den gesamten Dynamikumfang der Szene überstreicht, und kombiniert die Aufnahmen erstmalig im DNG-Format mit einer Farbtiefe

von 24 Bit. Anschließend wird der hohe Dynamikumfang der Rohdaten noch durch ein proprietäres Tonemapping-Verfahren komprimiert, so dass das Bild für eine Darstellung auf einem normalen Ausgabemedium wie etwa Monitor angepasst ist. Das System ist durch folgende Besonderheiten gekennzeichnet:

- HDR-Automatik
- durchgängiger Rohdaten-Workflow
- spezielles Tonemapping mit Erhaltung der Farberscheinung
- Tonemapping auf Rohdaten
- HDR-DNG mit 24-Bit-Farbtiefe

Durch den durchgängigen Rohdatenworkflow werden insbesondere bei dem Merging der Belichtungsreihe sowohl die Rechenzeit als auch das Datenvolumen der HDR-Bilddatei auf rund ein Drittel erheblich reduziert. Durch die Anwendung des Tonemappings auf Rohdaten lässt sich dieser Teil der HDR-Bildverarbeitung unmittelbar in die Rohbilddaten integrieren. Der eigen entwickelte Tonemapper erhält dabei die Farberscheinung nahezu ideal. Die Verwendung von DNG als Standardrohdatenformat für das HDR-Bild bringt zwei Vorteile mit sich:

- Die erzeugten und verarbeiteten HDR-Bilder verhalten sich kompatibel zu „normalen“ Rohbilddateien der Kamera und lassen sich flexibel mit kommerzieller Raw-konverter-Software öffnen und bearbeiten.
- Durch die Darstellung der HDR-Bilddaten als Rohbilddaten im nativen Farbraum der Kamera ist der Farbumfang unbegrenzt. Zudem ist die Farbdarstellung im DNG-Format genau definiert, sie bleibt auch in den HDR-verarbeiteten (d.h. getonemappeten) Bilddaten erhalten.

Das System wurde auf dem Leica-Stand auf der Photokina 2010 präsentiert und hat in seiner besonderen Ausführung und hinsichtlich der erreichten Bildqualität Aufsehen erregt.

Anerkennung

Das Projekt wurde im Rahmen eines Praxisfreiemesters durch Professor Gregor Fischer durchgeführt und erst durch die Unterstützung seitens der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik ermöglicht.

Gregor Fischer

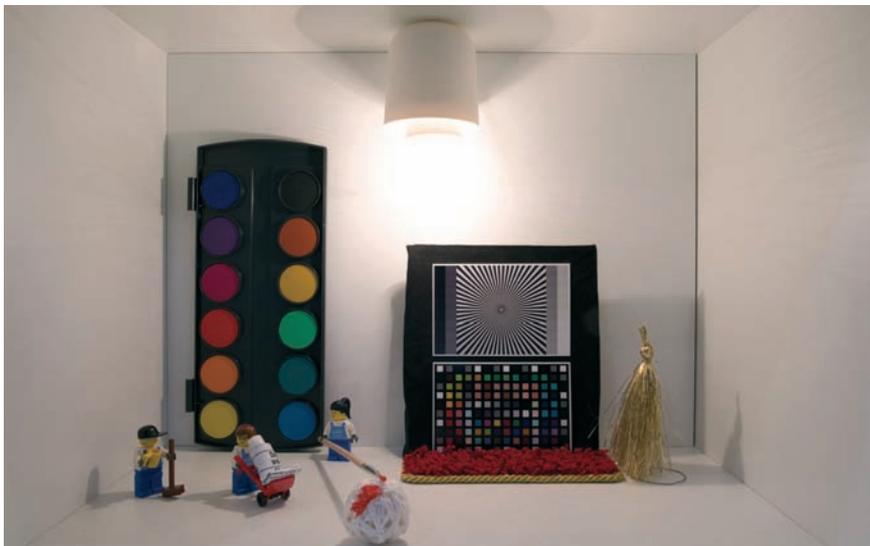


Abb. 7: Durch Adobe Camera Raw entwickeltes Raw-HDR-Bild ohne Tonemapping. Die enorme Lampenhelligkeit führt zu deutlich ausgefressenen Lichterbereichen, die nicht der menschlichen Wahrnehmung bei Betrachtung der natürlichen Szene entsprechen.

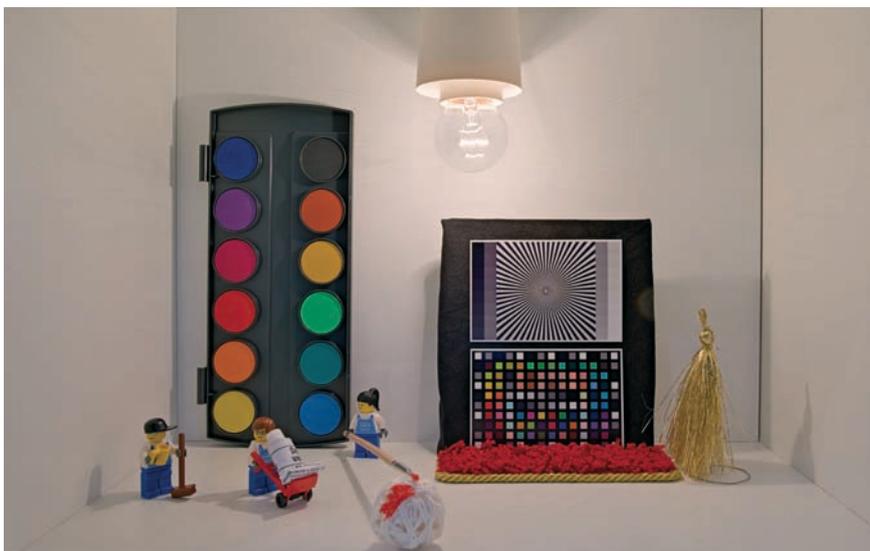


Abb. 8: Das gleiche Bildbeispiel inklusive Tonemapping. Die Lichter- und auch die Schattenbereiche sind deutlich besser durchgezeichnet, die gesamte Bilderscheingung kommt der Wahrnehmung der Originalszene trotz reduzierter Ausgabedynamik erstaunlich nah.

REST-basierte Dienstplattform für die Kooperation von Smartphones

Programmierbare Mobiltelefone, so genannte Smartphones, werden immer häufiger in komplexen verteilten Anwendungen eingesetzt. Ihre technische und wirtschaftliche Bedeutung wächst also stetig [GI2008]. Am Institut für Nachrichtentechnik der Fakultät für Informations-, Medien- und Elektrotechnik wurde daher der Forschungsschwerpunkt „verteilte und mobile Applikationen (VMA)“ eingerichtet. Die Arbeitsgruppe „verteilte mobile Dienste in Next Generation Networks“ befasst sich mit der Entwicklung und Unterstützung verteilter Dienste von und für Smartphones. Besonders interessant für Mobilgeräte sind verteilte Anwendungen, in denen ortsbezogene und multimediale Daten verarbeitet werden. Die Arbeitsgruppe hat daher eine Dienstplattform entworfen und implementiert, auf deren Basis mobile Geräte Dienste nutzen und anbieten können. Die Geräte können dabei hinsichtlich des Betriebssystems und der verwendeten Programmiersprache heterogen sein (Symbian/Qt, Java ME, Android) und sich in unterschiedlichen Subnetzen des Internets befinden, die möglicherweise durch Firewalls voneinander getrennt sind [GGHV2010].

Infrastruktur der Dienstplattform

Die Dienstplattform umfasst vier Typen von Komponenten (Abb. 1):

- Der VMA Registrar ist die zentrale Anlaufstelle für das Registrieren und Auffinden von Dienstanbietern. Er übernimmt zudem die Buchführung über die Nutzer und ihre Authentifikation und Autorisation.

- Ein VMA Proxy dient als Vermittler, als „Relay“, für den Verbindungsaufbau zu einem Dienstanbieter und für den Datenaustausch mit ihm. Ein Verbindungsaufbau ist auch dann möglich, wenn auf dem Weg zum Anbieter eine Änderung der IP-Zieladresse durch „NAT“ (siehe unten) stattfindet oder wenn sich dort eine Firewall befindet.
- Ein VMA User Agent Server (UAS) stellt Dienste für User Agent Clients bereit und steuert die Kommunikation mit ihnen. Er ist erreichbar über einen VMA Proxy, zu dem er eine permanente Verbindung hält. Jeder UAS registriert einen VMA Proxy beim VMA Registrar und ist dadurch auch hinter NAT oder Firewall erreichbar.
- Ein VMA User Agent Client (UAC) repräsentiert einen Dienstanutzer. Er findet mögliche Dienstanbieter über einen Proxy und/oder über den Registrar und stellt Anfragen an sie.

Als grundlegendes Kommunikationsmodell dient die Peer-to-Peer-Kommunikation (P2P), da Mobilgeräte sowohl Dienstanbieter als auch Dienstanutzer sein können. P2P zwischen den einzelnen Systemkomponenten muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Fehlertoleranz: Die VMA Proxies und die User Agent Clients/Server müssen Übertragungsfehler erkennen und sie korrigieren, sofern die verwendeten Kommunikationsprotokolle dies nicht selbst tun. Zudem dürfen Standortwechsel und Änderung der IP-Adresse zu keinen Fehlern führen:

ABSTRACT

Programmierbare Mobiltelefone – so genannte Smartphones – können verteilte Dienste nutzen und anbieten. Bei der Realisierung solcher Dienste ist zu berücksichtigen, dass die Mobilgeräte oft heterogen sind und sich zudem in verschiedenen Subnetzen des Internets befinden können. Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „verteilte und mobile Applikationen“ (VMA) wurde eine Dienstplattform realisiert, die auf Standardtechniken des Internets basiert und mit der Smartphones unterschiedlicher Betriebssysteme und Programmiersprachen über Netzgrenzen hinweg kooperieren können.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Andreas Grebe
andreas.grebe@fh-koeln.de
Prof. Dr. Carsten Vogt
carsten.vogt@fh-koeln.de
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
Forschungsschwerpunkt
„Verteilte und mobile
Applikationen (VMA)“

PROJEKTMITARBEITER

Dipl.-Ing. Anton Gillert
Dipl.-Ing. Marc Hüffmeyer

PROJEKTPARTNER

Vodafone D2
T-Mobile Deutschland

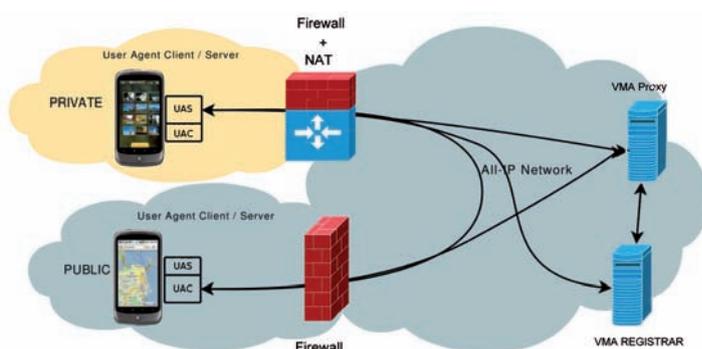


Abb. 1: Systemkomponenten

- Server müssen unabhängig von ihrer momentanen Adresse stets erreichbar sein.
- Erkennen der Netztopologie: Falls sich Client und Server im selben Netz befinden, soll der Server dies erkennen und eine P2P-Kommunikation innerhalb dieses Netzes initiieren. Nur wenn keine direkte P2P-Kommunikation möglich ist, soll ein Proxy als Relay für den Datenaustausch verwendet werden.
- Umgang von Einschränkungen im Netz: Client und Server müssen mögliche Einschränkungen erkennen, die durch NAT oder Firewalls verursacht werden und dennoch eine uneingeschränkte Konnektivität gewährleisten können.

Im VMA-Netz werden temporäre und permanente Adressen genutzt – ein Adressierungsschema, das an das SIP Protokoll angelehnt ist [RFC3261]. Ein solches Schema ist aufgrund der „NAT-Problematik“ nötig, also aufgrund der Tatsache, dass Clients und Server abhängig vom Netz-Provider häufig wechselnde und nicht a priori bekannte IP-Adressen haben können. Ein Server muss trotzdem stets unter einer festen Identifikation erreichbar sein, was wie folgt sichergestellt wird: Jeder Benutzer, der einen Service anbieten möchte, erzeugt bei seiner Registrierung einen „Alias“, etwa „max.mustermann“. Aus diesem Alias wird eine permanente Adresse abgeleitet, also „max.mustermann@vma.fh-koeln.de“. Die temporäre Adresse enthält ebenfalls diesen Alias und zudem die IP-Adresse, unter der der Server momentan erreichbar ist, also etwa „max.mustermann@139.6.19.222“. Mit der permanenten Adresse kann dann ein Client ermitteln, über welchen Proxy er einen Server erreichen kann. Er befragt dazu seinen eigenen Proxy, der diese Anfrage zum Registrar weiterleitet und dann die temporäre

Adresse zurückliefert (Abb. 2). Sollen Mobilgeräte über das Internet kommunizieren, sind zudem Probleme zu lösen, die durch den Einsatz von Network Address Translation (NAT) und Firewalls auftreten. Ein NAT-Umsetzer ersetzt die IP-Zieladresse eines eintreffenden IP-Pakets durch eine Adresse, die innerhalb des von ihm geschützten Subnetzes liegt, und leitet das Paket dann dorthin weiter. Die Topologie des Subnetzes und seine IP-Adressen sind somit extern nicht sichtbar. Ein Gerät, das sich hinter einem NAT-Adressumsetzer befindet, kann also in der Regel von außen nicht direkt adressiert werden. Zudem blockiert eine Firewall innerhalb des NAT-Umsetzers möglicherweise generell den Verbindungsaufbau.

Zur Lösung des NAT-Problems existieren Verfahren, wie zum Beispiel das STUN-Protokoll (Simple Traversal of UDP through NAT) [RFC3489]. STUN dient zunächst dazu, den vorliegenden NAT-Typ in Erfahrung zu bringen. Dabei werden die folgenden vier NAT-Typen unterschieden:

- Ein Full Cone NAT bildet interne auf externe Sockets (also TCP-Ports) statisch ab.
- Ein Restricted Cone NAT erlaubt nur einen Datenaustausch, der von der internen Seite initiiert wird: Eingehende Pakete können nur dann passieren, wenn zuvor Pakete von innen an deren Quell-IP-Adresse versendet wurden.
- Ein Port Restricted Cone NAT berücksichtigt nicht nur IP-Adressen, sondern auch TCP-Portnummern: Eingehende Pakete können nur dann passieren, wenn zuvor Pakete von innen an deren Quell-IP-Adresse und -TCP-Portnummer versendet wurden.
- Ein Symmetric NAT definiert für jede neue Verbindung eine eigene Abbildung zwischen intern und extern verwendeten

Adressen. Zusätzlich wird wie beim Port Restricted Cone NAT nach Quelladresse und Portnummer gefiltert.

Die ersten drei NAT-Varianten können mit STUN passiert werden: Hier können jeweils Pakete an einen STUN-Server gesendet werden, der die benötigte Adressinformation liefert. Die Information wird dann über einen Proxy nach außen bekannt gemacht (Abb. 3). Zusätzlich muss in der Firewall ein Port für ankommende Pakete geöffnet werden, damit ein Verbindungsaufbau von außen möglich ist

Mit Symmetric NAT funktioniert diese Lösung nicht, da die Adresse, die über den STUN-Server in Erfahrung gebracht wird, nicht der Adresse entspricht, die für die Kommunikation mit einem Peer benutzt werden muss. Um auch bei Symmetric NAT eine Kommunikation zu ermöglichen, muss das STUN-Protokoll erweitert werden. Dies geschieht durch TURN (Traversal Using Relay NAT) [RFC5766]: Um eine Verbindung zwischen zwei Teilnehmern, die von einem Symmetric NAT getrennt sind, aufzubauen, nutzt TURN einen Relay-Server, über den die Verbindung geführt wird. Als Relays dienen in der VMA-Systemarchitektur die Proxies. Der zentrale Registrar könnte diese Aufgabe zwar auch übernehmen, würde dann aber möglicherweise zu einem Flaschenhals.

Abb. 4 beschreibt den Verbindungsaufbau und den anschließenden Datenaustausch zwischen zwei User Agents (UA). Nachdem UA B wie zuvor beschrieben, Proxy A bestimmt hat, sendet er eine Verbindungsanfrage an diesen Proxy. Die Anfrage enthält auch die temporäre Adresse von UA A, Proxy B sowie den Typ des NAT-Umsetzers (sofern vorhanden), hinter dem sich UA A befindet. Proxy A leitet die Verbindungsanfrage an UA

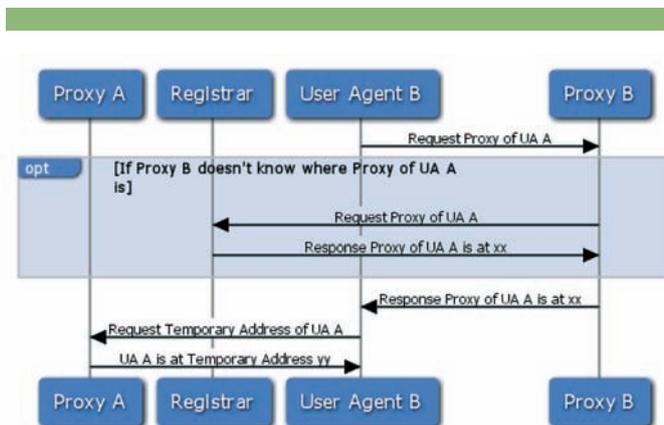


Abb. 2: Ermittlung der aktuellen IP-Adresse eines Servers

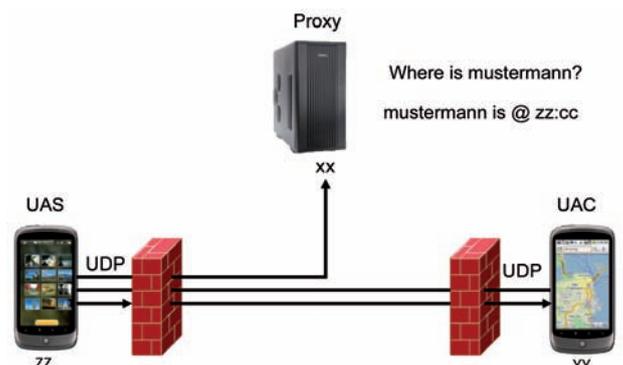


Abb. 3: Umgehung Full Cone NAT

A weiter. UA A kennt den eigenen NAT-Typ und kann anhand der involvierten NAT-Typen nun entscheiden, welcher Kommunikationsweg genutzt wird:

1. Befinden sich beide User Agents im selben Netz (diese Information liefert der Registrar), können sie direkt miteinander kommunizieren.
2. Ist mindestens auf einer Seite ein NAT-Umsetzer (jedoch nicht Symmetric NAT) und/oder eine Firewall involviert, so kann UA A mit dem Senden eines Pakets an die temporäre Adresse von UA B einen Port für eingehende Nachrichten in seiner Firewall öffnen. Über diesen Port kann UA B eine Dienstanfrage senden.
3. Ist Symmetric NAT involviert, muss ein Relay für den Austausch der Daten eingesetzt werden. UA A allokiert in diesem Fall eine Socket an Proxy A, über die der Verkehr geleitet wird.

UA A teilt UA B den ausgewählten Kommunikationsweg mit, indem er die Antwort auf den Verbindungswunsch an Proxy B sendet. UA B kann nun Dienstanfragen an UA A stellen.

Softwarearchitektur

Auf der oben eingeführten Dienstplattform sollen nun verteilte Anwendungen realisiert werden. Eine Softwarearchitektur hierfür ist in Abb. 5 dargestellt: Da Smartphone-Plattformen hinsichtlich Betriebssystem und Programmiersprache stark heterogen sind, wurde das REST-Prinzip gewählt, um die Schnittstellen zwischen den beteiligten Systemen zu definieren sowie Aufträge und Antworten zu kommunizieren. REST (Representational State Transfer) [Field2000, Tilk2009] ist ein Architekturstil, der festlegt, wie grundlegende standardisierte Internet-Techniken eingesetzt werden, um verteilte Anwendungen zu implementieren. Eine zentrale Rolle spielt dabei HTTP, das Protokoll des World Wide Web.

Im VMA-System hat REST gegenüber SOAP, das sonst häufig zur Implementierung verteilter Anwendungen eingesetzt wird, die folgenden Vorteile:

- Bei SOAP müssen Clients XML-Dokumente verarbeiten können, was eine recht komplexe Aufgabe sein kann. Bei REST dagegen müssen Clients lediglich HTTP-Anweisungen ausführen können, da alle Ressourcen eines REST-konformen Diensts eine einheitliche Schnittstelle auf HTTP-Basis bieten. Jedes Gerät, das über einen HTTP-Client verfügt, ist damit ein

potenzieller Nutzer eines VMA-Diensts. Dies trifft auf praktisch alle internetfähigen Geräte zu, da sie jeweils mit einem Browser ausgestattet sind – also nicht nur auf Smartphones (Abb. 6).

- SOAP basiert zwingend auf XML, so dass oft recht ausladende Verwaltungsdaten übertragen werden müssen. In REST-konformen Diensten kann dagegen das Darstellungsformat beliebig gewählt werden – beispielsweise das schlanke JSON, wodurch ein gutes Nutzdatenverhältnis erreicht wird. Dies ist im mobilen Bereich, bei dem die Anbindung meist schmalbandig ist, ein großer Vorteil.
- Ein Ziel beim Entwurf der Softwarearchitektur war, eine möglichst einfache Änderung und Erweiterung der implementierten Dienste zu ermöglichen. Unter SOAP müssten dafür Basisdienst und erweiterter Dienst gegebenenfalls nebeneinander angeboten werden, um vollständige Kompatibilität zu gewährleisten. Mit REST ist dagegen eine echte Erweiterung eines Diensts möglich, denn ihm können hier neue Repräsentationen von Ressourcen hinzugefügt werden. Die von den Ressourcen angebotene einheitliche HTTP-Schnittstelle wird dabei nicht verändert.

Das folgende Beispiel demonstriert einen REST-konformen Dienst, in dem der Standort eines Smartphones abgefragt wird. Zunächst sendet der UAC einen HTTP-Request zum UAS. Über den URI (Uniform Resource Identifier) wird der Dienst bestimmt und mit dem Accept-Header eine bevorzugte Darstellung der angefragten Daten angegeben:

```
GET /service/location HTTP/1.1
Host: 192.168.1.254
Accept: application/json;q=0.9,
text/html;q=0.1
```

Der UAS antwortet mit einem HTTP-Response, der die angefragten Daten in der gewünschten Darstellung (in diesem Fall JSON) enthält:

```
HTTP/1.1 200 OK
Content Type: application/json
Content Length: 38
{location:{latitude:23, longitude:42}}
```

Die auf diese Weise ausgetauschte Datenmenge beträgt 199 Byte. Der gleiche Dienst, mit SOAP implementiert, würde eine Datenmenge von rund 600 Byte beanspruchen.

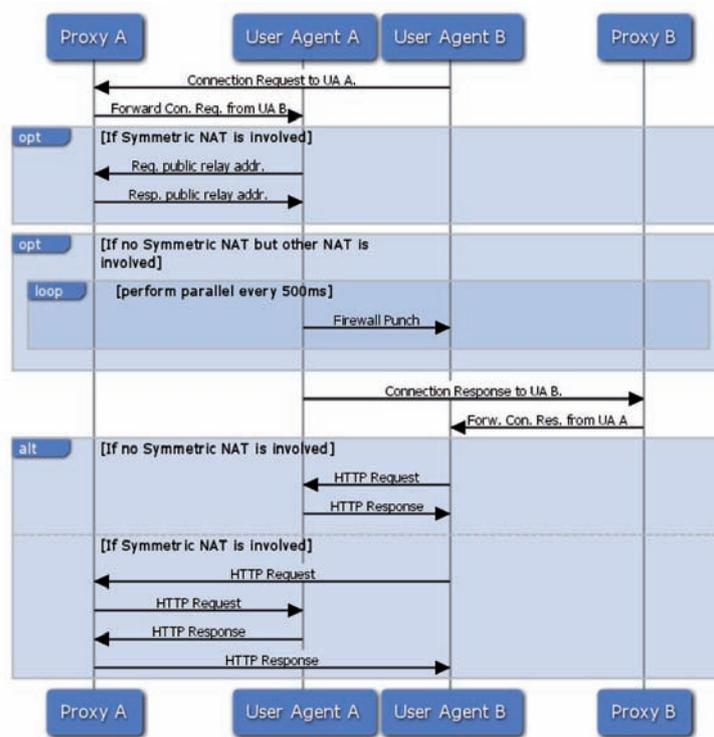


Abb. 4: Verbindungsaufbau mit Proxies



Entwicklungsstand und Fazit

Als erster Dienst wurde ein Location-Service in Kombination mit einem Picture-Service (Fernabfrage und Darstellung des UAS-Standorts inklusive Kamerabild) erfolgreich unter Android und Symbian/Qt-Mobile mit Java ME umgesetzt. Der UAC ruft dazu die vom UAS zur Verfügung gestellten Daten als RESTful-Links ab (Abb. 6). Die Resultate wurden auf der ITG Mobilkommunikationstagung 2010 vorgestellt [GGHV2010]. Anschließend wurde als zweiter Dienst eine Chat-Anwendung realisiert – ein soziales Netzwerk, in dem Partner über ihre Mobilgeräte über verschiedene Medien in Echtzeit kommunizieren können. Durch die VMA-Infrastruktur und die zugehörige Softwarearchitektur wurde somit eine Plattform geschaffen, auf der Dienste in einem heterogenen Umfeld implementiert und genutzt werden können. Diese Dienste können insbesondere von Smartphones unterschiedlicher Ausrichtung angeboten und aufgerufen werden. Die Realisierung weiterer Dienste ist geplant.

Andreas Grebe/Carsten Vogt

LITERATUR

- [Field2000] Fielding, R.T. (2000): Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Dissertation, University of California, Irvine
- [GGHV2010] Gillert, A.; Grebe, A.; Hüffmeyer, M.; Vogt, C. (2010): REST-basierte Dienste für verteilte, mobile Anwendungen, in: Mobilkommunikation Technologien und Anwendungen, ITG-Fachbericht 228, S.119–124
- [GI2008] Gesellschaft für Informatik / Informationstechnische Gesellschaft (2008): Studie „Grand Challenges der Technischen Informatik“, 2008, www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/Download/Grand-Challenges-2008.pdf
- [RFC2396] IETF SIP – Session Initiation Protocol. <http://tools.ietf.org/html/rfc3261>
- [RFC3489] IETF STUN – Simple Traversal of UDP through NAT. <http://tools.ietf.org/html/rfc5389>
- [RFC5766] IETF TURN – Traversal Using Relays around NAT. <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-behave-turn-16>
- [Tilk2009] Tilkov, S. (2009): REST und HTTP, Einsatz der Architektur des Web für Integrationsszenarien, dpunkt.verlag

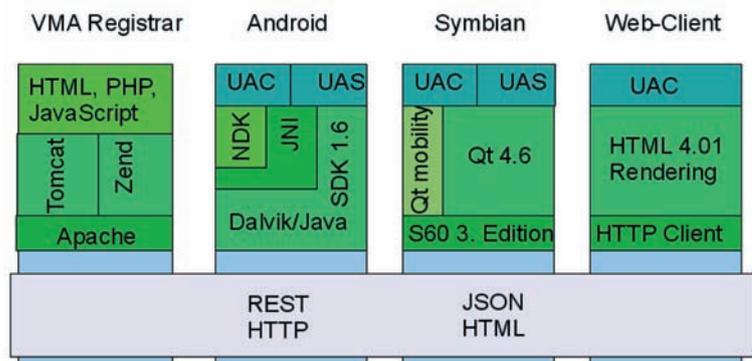


Abb. 5: Softwarearchitektur

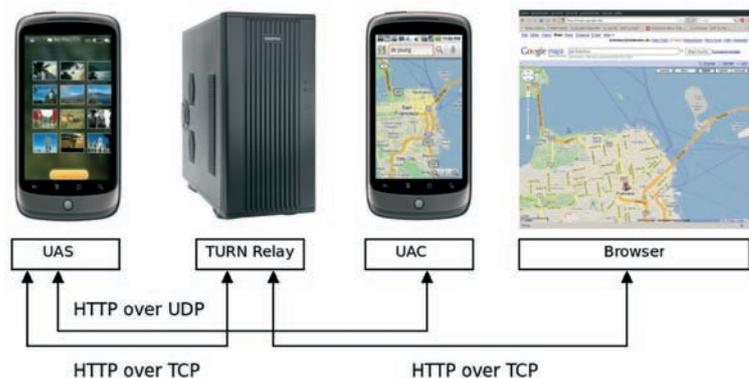


Abb. 6: REST-Clients

Identifikation und Abwehr von Telefon-SPAM

Sinkende Kosten für Telefongespräche und die zunehmende Verbreitung von Internet-Telefonie lassen in Zukunft vermehrt Telefon-SPAM erwarten. SPAM over Internet-Telephony (SPIT) kann mit geeigneten Programmen automatisiert generiert und in das Telefonnetz eingespielt werden. Das Projekt VIAT (Verfahren zur Identifikation und Abwehr von Telefon-SPAM) beschäftigt sich mit der Erkennung und Bekämpfung von Telefon-SPAM. Ziel des Projekts ist es, die so genannten „Robocalls“ von realen Telefongesprächen zu unterscheiden, um sie frühzeitig und automatisiert zu blockieren. Es gibt zahlreiche Ansätze, SPIT zu identifizieren und abzuwehren. Die bisherigen Verfahren basieren meist auf einer Analyse und teilweise auch auf einer Erweiterung von Signalisierungsprotokollen. Das Projekt VIAT verwendet ein neues Verfahren, das auf einer Audiosignalanalyse aufbaut; die eingehenden Audiodaten werden hierbei auf identische Sprachabschnitte untersucht. Dabei sollen auch ähnliche Sprachdaten erkannt werden, so dass das Verfahren robust gegenüber der Sprachcodierung, Rauschen oder anderen Veränderungen ist. Hierzu wird ein akustischer Fingerabdruck verwendet, der in einer ähnlichen Form bereits bei der Musik-Identifikation erfolgreich eingesetzt wird [1] [2]. Dieser Fingerabdruck wird aus den Gesprächsdaten jedes eingehenden Anrufs erzeugt und in einer Datenbank des Telefonnetz-Betreibers abgelegt. Sind zwei Fingerabdrücke so ähnlich, dass man davon ausgehen kann, dass es sich um dieselbe automatisierte Ansage handelt, können die folgenden Anrufe dieses Anrufers blockiert werden (vgl. Abb. 1).

Das Forschungsprojekt VIAT wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Projektpartner sind die TU Braunschweig, die Sirrix AG und die IPTEGO GmbH. Die Leitung des von 2009 bis 2012 laufenden Projekts liegt bei der Fachhochschule Köln.

Der Fingerprint

Um festzustellen, ob es sich bei einem Anruf um SPIT handelt, werden die Gesprächsdaten des Anrufers mitgeschnitten. Aus diesen Aufzeichnungen werden die Fingerprints extrahiert. Hierbei ist Kompaktheit und Effizienz der Berechnung ebenso wichtig wie Robustheit gegenüber Veränderungen durch Audiocodes und Störungen. Der Fingerprint basiert im Projekt VIAT auf Mel Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC)[3]. MFCC sind Koeffizienten, die durch Kosinustransformation des logarithmierten Spektrums gewonnen werden. Dazu werden zunächst kurze, überlappende Ausschnitte (Fenster) des Audiosignals Fourier-transformiert und mittels einer Filterbank in Bänder zusammengefasst (vgl. Abb. 2). Die verwendete ungleichförmige (Mel-)Filterbank ist an die Frequenzwahrnehmung des menschlichen Gehörs angepasst. Die cepstralen Koeffizienten werden gewonnen, indem die Frequenzamplituden der Filterbank-Bänder logarithmiert und anschließend kosinustransformiert werden. Die niederen cepstralen Koeffizienten beschreiben den Vokaltrakt und die Formeigenschaft des Rachenraums, während die höheren Koeffizienten Tonhöhe und Feinstruktur des Spektrums und damit eher das Anregungssignal spezifizieren. In der

ABSTRACT

Telefon-SPAM kann in Zukunft eine Bedrohung darstellen, die effektive Schutzverfahren erfordert. Das Projekt VIAT beschäftigt sich mit der Erkennung und der Abwehr von automatisch generierten Anrufen. Das Verfahren basiert auf einer Analyse der Audiodaten, der Berechnung eines robusten Audio-Fingerprints und dem Vergleich von Feature-Vektoren. Ein Prototyp einer Voice-over-IP Umgebung mit der Integration dieses neuen Verfahrens wurde bereits entwickelt. Erste Ergebnisse zeigen, dass das System SPIT-Anrufe erkennen und blockieren kann.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Heiko Knospe
heiko.knospe@fh-koeln.de
Prof. Dr. Christoph Pörschmann
christoph.poerschmann@fh-koeln.de
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik

PROJEKTMITARBEITER

Dipl.-Ing. Gary Grutzek
gary.grutzek@fh-koeln.de
Dipl.-Ing. Bernhard Mainka
bernhard.mainka@fh-koeln.de

PROJEKTINFORMATIONEN

<http://viat.fh-koeln.de>

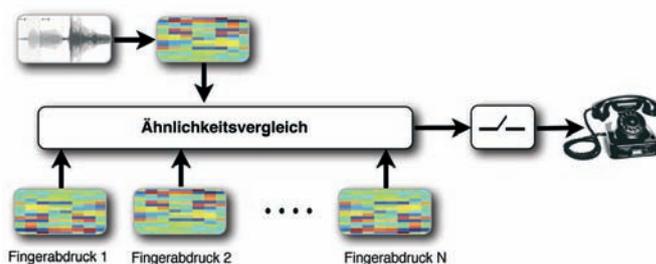


Abb. 1: Prinzip der SPIT-Erkennung

Sprach- und Sprechererkennung beinhalten daher oft schon die ersten sechs bis zwölf Koeffizienten ausreichende Informationen. Der nullte Koeffizient nimmt eine Sonderstellung ein. Er entspricht dem Mittelwert des logarithmierten Spektrums und korreliert daher mit der Signalenergie. Die höheren Koeffizienten sind von der Skalierung des Signals unabhängig. Durch Subtraktion des cepstralen Mittelwerts wird der Einfluss des Kanals minimiert [3].

Parameter

Es wird eine Filterbank mit 32 Bändern eingesetzt und die ersten 16 Koeffizienten der Kosinustransformation verwendet. Die Fenstergröße liegt bei einer Sekunde mit einer Überlappung von 75 Prozent. Die Aufzeichnung wird auf die ersten sechs Sekunden beschränkt. Der Fingerprint besteht aus 21 Vektoren mit 16 Dimensionen und belegt weniger als ein Kilobyte Speicher.

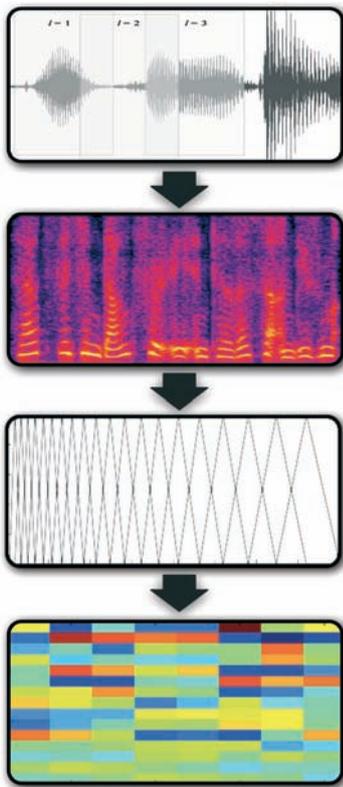


Abb. 2: Merkmalsextraktion

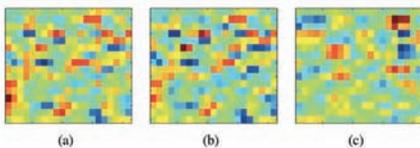


Abb. 3: Fingerprints ähnlicher (a, b) und verschiedener Gesprächsdaten (c)

Korpus

Um für die Testumgebung reale Telefonszenarien, normale sowie auch SPIT-Anrufe zu simulieren, wurden mehrere Stunden Audiomaterial benötigt. Der Testkorpus besteht aus kurzen Ausschnitten verschiedener Radio-Reportagen, Hörbüchern und Teleshopping-Sendungen, die in 16 Bit, 8 kHz PCM-Wave-dateien konvertiert wurden. Zehn Stunden Audiomaterial wurden automatisiert in 20 bis 60 Sekunden lange Samples geteilt. Der Non-SPIT-Korpus besteht aus 400 dieser Ausschnitte. Der SPIT-Korpus hingegen basiert auf zehn manuell selektierten Ausschnitten. Um die Robustheit des Fingerprints zu untersuchen, wurden Varianten der Samples erzeugt, die durch Paketverlust, GSM Audiokodierung und Rauschen verändert wurden. Insgesamt ergeben sich mit allen Varianten 200 SPIT Files.

Vergleich

Die Ähnlichkeit zweier Anrufe ergibt sich aus der Distanz der Fingerprints. Dazu wird jedem Vektor des einen Fingerprints ein Vektor minimalen Abstands des anderen Fingerprints zugeordnet. Die Summe der minimalen Distanzen ergibt einen Zahlenwert, der als Maß für die Ähnlichkeit verwendet wird. Wenn ein festgelegter Schwellwert unterschritten wird, sind diese Anrufe als ähnlich identifiziert, und es handelt sich wahrscheinlich um SPIT (vgl. Abbildungen 3, 4). Der Fingerprint jedes eingehenden Anrufs wird mit allen übrigen in der Datenbank verglichen. Daher muss der Vergleich so effizient wie möglich geschehen

Entwicklung eines Prototyps

Da das Session Initiation Protocol (SIP) in VoIP Infrastrukturen weite Verbreitung gefunden hat, wurde der aktuelle Prototyp mit SIP Komponenten aufgebaut. Prinzipiell ist das System jedoch nicht auf SIP-basierte Telefonie begrenzt. Neben eigenen Entwick-

lungen wird Open Source Software verwendet, um eventuelle Anpassungen flexibel durchführen zu können. Die Architektur des Systems ist in Abb. 5 dargestellt. Zwei Sprachserver (Asterisk A und B) generieren und terminieren Testanrufe. Es wurde ein skriptbasierter Traffic Generator entwickelt, der verschiedene Verkehrsszenarien über Asterisk A einspielen kann. Weitere Anrufe können über die an Asterisk A und B registrierten Telefone initiiert werden. Der SIP-Express-Router (SER) arbeitet als SIP-Proxy und ist damit direkt am Verbindungsaufbau beteiligt. Befindet sich die Anruferkennung (URI) auf der Black List und nicht auf der White List, so wird der Verbindungsaufbau abgebrochen. Zur Analyse und zur Visualisierung sämtlicher VoIP-Aktivitäten im Netzwerk wird das an einem Monitoring Port angeschlossene System PALLADION der IPTEGO GmbH verwendet. Die ersten Sekunden der Audiodaten des Anrufers werden von Asterisk B als WAVE Datei auf eine RAM Disk geschrieben. Daraus wird dann der Fingerprint (Feature-Vektoren) berechnet. Es wird davon ausgegangen, dass der Anruf über die ersten Sekunden eindeutig charakterisiert werden kann. Die erzeugten Feature-Vektoren werden inklusive einiger Begleitdaten wie etwa der URI des Anrufers in einer Datenbank gespeichert. Danach wird die Audiodatei von der RAM Disk gelöscht. Aus Datenschutzgründen werden keine Audiodaten permanent gespeichert. Die wichtigsten Tabellen der Datenbank sind caller, call und feature. Zur Identifikation eines Anrufers enthält die Tabelle caller den angezeigten Namen und die URI aus dem SIP Header. Alle Anrufe sind in der Tabelle call gespeichert. Die Tabelle feature nimmt zeilenweise sämtliche aus den Audiodaten extrahierten Feature-Vektoren auf, wobei alle zu einem Anruf gehörigen Vektoren einen bestimmten Eintrag der Tabelle call referen-

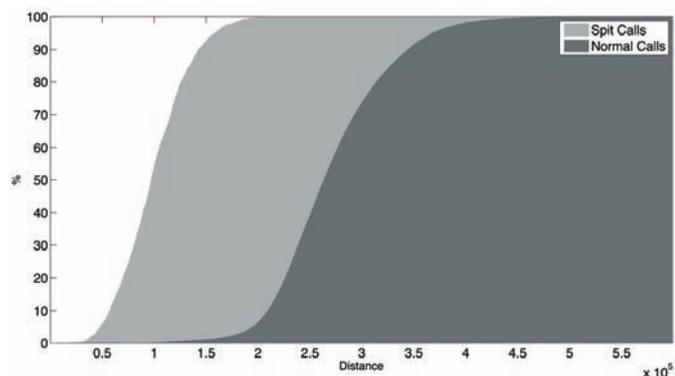


Abb. 4: Verteilung der Distanzen

zieren. Beim Design wurde auf größtmögliche Flexibilität Wert gelegt. So können Feature-Vektoren verschiedener Algorithmen in der gleichen Tabelle verarbeitet werden. Über Stored Procedures und einen Wrapper Layer werden die entsprechenden Funktionen für den jeweiligen Typ von Fingerprint ausgeführt. Sobald der Fingerprint eines neuen Anrufs in der Datenbank gespeichert ist, wird der Ähnlichkeitsvergleich mit allen

bereits vorhandenen Fingerprints aus einem konfigurierbaren Zeitraum durchgeführt. Wenn der neue Fingerprint eine festgelegte Ähnlichkeitsschwelle überschreitet, handelt es sich wahrscheinlich um wieder eingespielte Audiodaten. Je nach Richtlinie wird der Anrufer sofort oder nach einer bestimmten Anzahl positiver Erkennungen auf die Black List gesetzt. Diese können keine Verbindung mehr aufbauen, falls sie nicht

auf der White List stehen. Nachfolgende SPIT-Anrufe können mit geringen Rechen- und Netzwerkressourcen behandelt werden. Der normale Verbindungsaufbau besteht aus mindestens sechs SIP-Nachrichten plus zusätzlicher Statusantworten. Abb. 6 zeigt den typischen Nachrichtenaustausch für einen SPIT-Anruf, dessen Anrufer-URI sich bereits auf der Black List befindet. Lediglich drei Nachrichten werden zwischen Anrufer (hier Asterisk A) und SIP-Proxy (hier SER) ausgetauscht. Dabei lehnt der Proxy den Verbindungswunsch mit der zweiten SIP-Nachricht ab. Betreiber von Telefonnetzen können diese Funktion durch einen am Netzübergang positionierten Proxy realisieren und dadurch Nutzer innerhalb des eigenen Netzes effektiv vor SPIT schützen. Zusätzlich können andere Verfahren der SPIT-Abwehr integriert werden.

Ergebnisse

Zum Test des Systems wurden 600 Anrufe automatisiert durchgeführt und die Fingerprints aller Anrufe verglichen. Abb. 4 zeigt die Verteilung der Summe der minimalen Abstände der Fingerprints. Es ist offensichtlich, dass sich die Distanzen der Dateien fremden Inhalts und die Distanzen der Dateien ähnlichen Inhalts überschneiden und es somit zu Klassifizierungsfehlern kommt. Bei einem bestimmten Schwellwert liegt die SPIT-Erkennungsrate etwa bei 99 Prozent mit einer Falschakzeptanzrate von 3,2 Prozent. Bei einer Falschakzeptanzrate von 1 Prozent werden immerhin noch 92 Prozent des SPIT-Verkehrs korrekt erkannt.

Heiko Knosp/Christoph Pörschmann

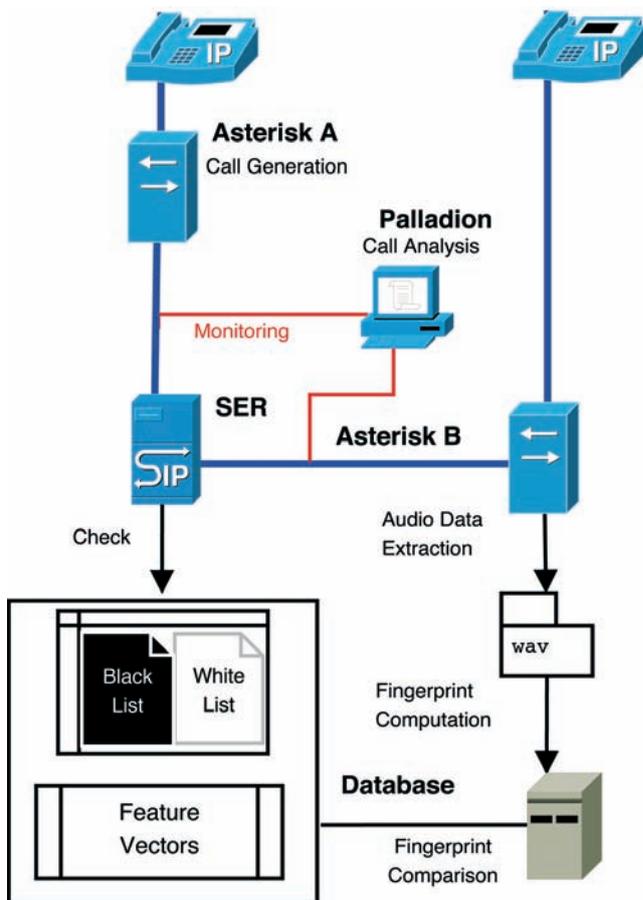


Abb. 5: VIAT System Architektur

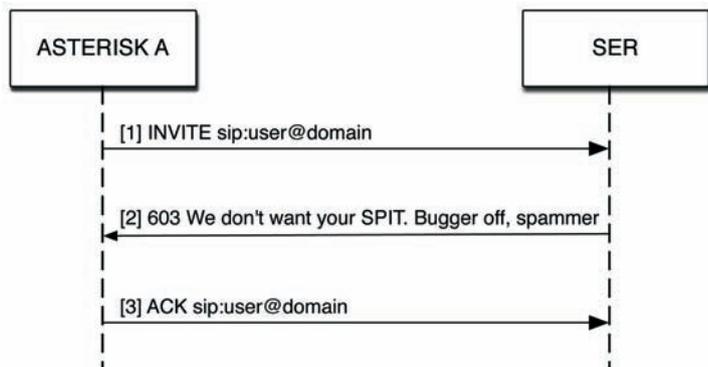


Abb. 6: Nachrichtenaustausch für SPIT-Anrufe

LITERATUR

- [1] Wang, A. (2006): The Shazam music recognition service. Communications of the ACM, vol. 49(8)
- [2] Allamanche et al. (2001): Content based Identification of Audio Material Using MPEG-7 Low Level Description. Proceedings 2nd International Conference on Music Information Retrieval, Bloomington, IN, pp.197-204
- [3] Pfister et al. (2008): Sprachverarbeitung: Grundlagen und Methoden der Sprachsynthese und Spracherkennung, pp. 94-98



Qualitätsmonitoring und MOS-Wertbestimmung von IPTV Videodaten

ABSTRACT

In modernen Telekommunikationsnetzen werden Triple Play Dienste über IP-basierte Infrastrukturen angeboten. Insbesondere IP Streaming Dienste wie VoIP oder IPTV stellen neue Herausforderungen an Übertragungskapazitäten, Ende-zu-Ende Verzögerung und Jitter. Das Monitoring der aktuellen Netzparameter erlaubt Service Providern, die objektive Quality-of-Service (QoS) zu bestimmen und eine subjektive Quality-of-Experience (QoE) für den Endanwender abzuschätzen. In diesem Beitrag wird das im BMBF-Projekt „Dynamische Messung und Optimierung der Qualität von Videodiensten in Next Generation Networks“ entwickelte QoS/QoE Monitoring System SmartVideo vorgestellt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Andreas Grebe
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
Forschungsgruppe Datennetze
BMBF Forschungsprojekt „Dyna-
mische Messung und Optimierung
der Qualität von Videodiensten
in Next Generation Networks
(SmartVideo)“
andreas.grebe@fh-koeln.de
www.smart-video.org

PROJEKTMITARBEITER

Dipl.-Ing. Stephan Küffner
Dipl.-Ing. Oliver Portugall

PROJEKTPARTNER

CETECOM ICT Services GmbH,
Saarbrücken
Vodafone D2 GmbH, Eschborn

Video in Next Generation Networks (NGN)

Moderne Telekommunikationsnetze, im Bereich DSL- und Festnetz auch Next Generation Networks (NGN) oder im Mobilfunk Next Generation Mobile Networks (NGMN) genannt, sind von der Leitungsvermittlung auf IP Paketvermittlung migriert, so dass alle neuen und klassischen Dienste über IP-Techniken realisiert werden. Zu den sogenannten Triple Play Diensten gehören neben dem Internetzugang vor allem Voice-over-IP (VoIP) für Telefon und IP Television (IPTV) als Fernsehdienst. Sehr häufig werden die Dienste mit Zusatzinformationen und -funktionen versehen (Buddy List, Chat, IP-Video-konferenz, Videorecorder, Video-on-Demand, Webinformationen zum TV). Eigenschaften der IP-Netze definieren somit die Qualität der wahrgenommenen Dienste. Die wichtigsten Probleme treten mit Paketverlust, Verzögerungen und Verzögerungsschwankungen auf und werden meistens im Zugangsnetz (Access Network: DSL oder 3G/4G) hervorgerufen. Quality-of-Service (QoS)-Mechanismen stellen sicher, dass Echtzeitdienste wie VoIP und IPTV bevorzugt übertragen werden. Folgende QoS-Klassen sind z. B. im Mobilfunk definiert [TS23.107]: s. Tabelle 1.

Die für IPTV geeignete QoS-Klasse stellt die Streaming-Klasse dar, in der Verzögerungsschwankungen minimiert werden und nur begrenzt auftreten sollen. Befinden sich mehrere IPTV Streams in einer QoS-Klasse, wird pro Stream eine definierte Datenrate reserviert. Die Anzahl paralleler Streams ist durch Call Admission Control (CAC) auf die verfügbare Datenrate zu begrenzen.

Qualitätsparameter in IP-Netzen

Die wichtigsten Qualitätsparameter für IP-basierte Dienste sind Paketverlustrate (Packet Loss Rate), Ende-zu-Ende Verzögerung (End-to-End Delay) und Verzögerungsschwankungen (Delay Jitter). Da Videodaten beim Empfänger zunächst für eine kurze Zeit gesammelt werden, bevor das Video abgespielt wird, führen vor allem Packet Loss und ein zu großer Delay Jitter zu Verlust von Videoinformation und damit zu Decodier- und Bildfehlern. Paketverlustraten oberhalb weniger Prozentpunkte sind für heute eingesetzte IP-Video-streaming-Dienste extrem störend. Deutlich wird die Auswirkung des Paketverlusts bei Betrachtung der folgenden Abbildungen. Abb. 1 zeigt ein Bild aus einem IPTV Video, welches bei optimalen Bedingungen empfangen wurde. Die Datenrate beträgt 6 Mbit/s, das Video ist nach H.264 Full HD(1920x1080 Pixel) codiert. Das gleiche Video zeigt bei 1 % Paketverlust erhebliche Bildfehler (Abb. 2). Deutlich zu erkennen sind Blockbildungen, Zeilenartefakte und Schlierenbildung. Wesentlich für die wahrgenommene Qualität eines Video ist neben der Stärke der Bildstörung auch die Dauer einer Fehlersituation. Durch die inneren Referenzen der Bildcodierungsverfahren können sich Fehler in einem Einzelbild über eine längere Folge von Einzelbildern bemerkbar machen.

Analyseverfahren für IPTV

Die Analyse der Video Qualität unterteilt sich in die Bereiche „Quality of Service (QoS)“ mit einer messtechnischen Auswertung der augenblicklichen Netzparameter und einer „Quality of Experience (QoE)“ mit der Bestimmung einer subjektiven Empfindung

NGMN QoS-Klassen

| | |
|-------------------|--|
| 1. Conversational | Direkte Kommunikation (VoIP, Videokonferenz) |
| 2. Streaming | Verteildienste mit Mindestbandbreiten (u. a. IPTV) |
| 3. Interactive | Nutzung interaktiver Dienste |
| 1. Conversational | Datentransfer mit geringer Fehlerrate |

Tabelle 1: QoS-Klassen in modernen Telekommunikationsnetzen



Abb. 1: H.264 Full HD bei 0 % Prozent Paketverlust



Abb. 2: H.264 Full HD bei 1 % Prozent Paketverlust

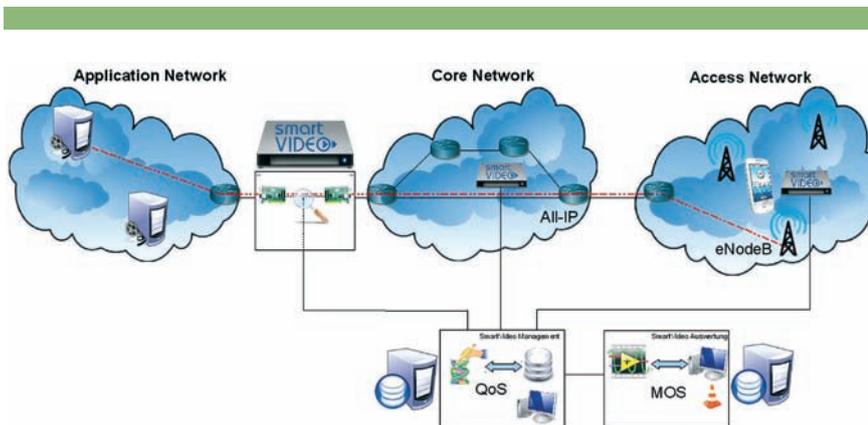


Abb. 3: SmartVideo IPTV Monitoring System

der Qualität durch die Endanwender. Bei der QoS-Bestimmung werden typischerweise Werte wie Kapazitätsauslastung (Bandwidth Allocation), Verzögerungen (Delay), Verzögerungsschwankung (Delay Jitter), Burstverhalten (Burstiness) oder Paketverlustraten (Packet Loss) bestimmt. Zur QoS-Bestimmung gehört auch die Analyse der Ende-zu-Ende Prioritätssteuerung im Netz, die sich positiv auf die Qualität des zu untersuchenden Dienstes auswirkt. Die Ergebnisse einer solchen Analyse ergeben erste Aufschlüsse über das Qualitätspotential eines Netzes und ermöglichen eine Abschätzung der erzielbaren Dienstgüte. Über die subjektiv wahrgenommene Qualität beim Endanwender kann mit dieser Messung unmittelbar keine Aussage getroffen werden.

Für eine subjektive Bewertung müssen weitere Eigenschaften eines Netzdienstes analysiert werden. So spielen bei IPTV Parameter wie Auflösung, Profile und Level, verwendete Codecs oder die statistische Verteilung von Kompressionstiefen in I-, P- und B-Frames oder -Slices in einem Video eine wichtige Rolle. Erst diese Informationen lassen es zu, den Einfluss eines Netzfehlers auf einen Videostream zu bewerten und die subjektive QoE zu ermitteln. Heute verfügbare QoE-Messsysteme für IPTV verwenden zumeist das Full-Reference-Verfahren (FR), so z.B. das häufig eingesetzte und standardisierte PEVQ[J.247]. Bei dem FR-Verfahren wird der empfangene IPTV Stream zunächst decodiert und durch eine Differenzbildung mit dem fehlerfreien Referenzvideo verglichen. Dieses Verfahren erfordert zwangsläufig neben dem empfangenen Video Zugriff auf das fehlerfreie Videomaterial und benötigt durch für die Differenzanalyse eine relativ hohe Rechenkapazität. Entsprechende Systeme eignen sich somit besonders für einen punktuellen Einsatz zur Qualitätssicherung und Fehleranalyse.

Ein weiterer Ansatz zur Messung der QoE folgt dem Non-Reference-Verfahren (NR). Bei diesem Verfahren wird auf den Vergleich mit fehlerfreiem Bildmaterial verzichtet. Stattdessen kann eine Abschätzung der QoE durch die Evaluation von Netzwerk- und Videodaten vorgenommen werden, die mit Hilfe einer Deep Packet Inspection des IP-Paketstroms gewonnen werden. Im Projekt SmartVideo wird ein IPTV Monitoring System (Abb. 3) nach dem Non-Reference-Verfahren (NR) entwickelt, das im Wesentlichen softwarebasiert arbeitet und ressourcenschon-



nend aufgebaut ist (smart client). Dadurch kann das SmartVideo Messsystem auch in DSL-Routern, Set Top Boxen (STP) oder in vereinfachter Form in SmartPhones flächen-deckend zum Monitoring von IPTV eingesetzt werden. Das SmartVideo Messsystem besteht aus transparenten Messköpfen (Probes), die von einem Web-Management-system (QoS) gesteuert werden und einem MOS-Auswertungsserververfahren, der auf eine QoS/QoE-Wissensdatenbank zugreift. Bei einer Deep Packet Inspection von IP Video-streams nach dem Non-Reference-Verfahren werden Informationen wie Bildformat, gewählter Codec, Profile@Level, Länge einer Group of Pictures (GOP), Frametypen (I-,P-,B-Frames) oder Slicetypen (I-, P-, B-Slices) analysiert. Eine priorisierte Einstufung der möglichen Parameter zur Ableitung einer QoE wurde von ETSI in [TR101290] standardisiert. Man unterscheidet je nach Gewichtung und Aufgabenbereich 3 Prioritätsklassen: s. Tabelle 2.

Für eine Analyse und Bewertung von IPTV werden Parameter der Prioritäten 1 und 2 herangezogen. Der hier verfolgte Ansatz basiert auf einer Wissensdatenbank, die ein Mapping von QoS Parametern auf QoE-Werte ermöglicht. Die daraus gewonnenen Informationen geben einen Rückschluss auf die Qualität des gestreamten Videomaterials. Treten im Netz Paketverluste oder starker Jitter auf, so wirken sich diese je nach eingesetztem Codec auf Fehlerart und -dauer aus. Ein Video im MPEG-2 Format zeigt aufgrund der geringeren Kompression

und gleichmäßigen Abfolge einer Group of Pictures (GOP) eine geringere Fehleranfälligkeit als ein H.264-codiertes Video [GKP09].

Subjektive Qualitätsbewertung

Der aus VoIP bekannte subjektive Qualitätsparameter Mean Opinion Score (MOS) findet bei der subjektiven Bewertung von IP-Video erneut Verwendung. ITU-T [P.800] empfiehlt für den eine Einteilung in die Skala 1 bis 5 zur Bewertung der Qualität. Zur Evaluierung eines Videos und Bestimmung eines MOS müssen Messungen nach den Richtlinien der ITU-R [BT.500-12] vorgenommen werden. Die folgende Tabelle zeigt die Bedeutung unterschiedlicher MOS-Werte: s. Tabelle 3. Bei einer MOS-Bestimmung müssen eine Vielzahl von Parametern korreliert werden, um die Qualität abschätzen zu können. Dabei können die Messwerte in drei Gruppen eingeteilt werden. Die erste Gruppe von Parametern beschreibt die typischen QoS Parameter Verzögerung (Delay), Jitter (Delay Jitter), Paketverlust (Packet Loss) und verfügbare Kapazität (Bandwidth). In dieser Gruppe fließen auch statische Parameter wie physikalische Randbedingungen des Übertragungskanal oder eingesetzte QoS Mechanismen mit ein. Diese Gruppe wird im folgenden Network-QoS (N) genannt. Eine weitere Gruppe zur MOS-Bestimmung beinhaltet die Parameter des zu bewertenden Videos. An dieser Stelle sind besonders die Angaben des Formats mit Auflösung, Codec-Typ und Frame- bzw. Slice-Statistik mit den Eigenschaften der Fehlerfortpflanzung von Interesse. Z.B.

erzeugt Paketverlust von verschiedenen Frame-Typen bei MPEG-2 unterschiedlich starke Fehler und Auswirkungen auf die wahrgenommene Qualität (Abb. 4). Entsprechende Parameter können als Gruppe der Videocoding-QoS (V) zusammen gefasst werden. Eine letzte Gruppe bietet die Möglichkeit zwischen einem relativen und absolutem MOS zu unterscheiden, um auf das Empfinden des Nutzers genauer einzugehen. So wird bei dieser Variante unter anderem die Displaygröße als ein Parameter berücksichtigt. Ein Stream im CIF-Format (352 x 288 Pixel) wird bei einer fehlerfreien Übertragung entsprechend gut bewertet, wenn das Display für diese Art von Auflösung konzipiert ist. Hingegen ist der MOS-Wert bei der absoluten Betrachtung schlechter zu bewerten, da ein hochauflöstes Video im HD-Format eine deutlich bessere Qualität bietet. Diese stellt die Relative-QoS-Unit (R) beider MOS-Bestimmung da (Abb. 5). Aus den zuvor definierten Gruppen kann ein Algorithmus zur Bestimmung der subjektiven Qualität gebildet werden. Dazu werden QoS Parameter der drei Klassifikationen N, V und R im Videostream gemessen und daraus ein MOS-Wert abgeschätzt.

$$MOS = a_1 \frac{1}{e^{\alpha N}} + a_2 \frac{1}{e^{\beta V}} + a_3 \frac{1}{e^{\gamma R}}$$

Die einzelnen Parameter einer Gruppe und die Gruppen untereinander werden für eine aussagekräftige subjektive Qualitätsangabe mit Gewichtungsfaktoren versehen. Um diese Faktoren zu ermitteln und zu verifizieren werden subjektive Testverfahren nach ITU-R [BT.500-12] eingesetzt. Hierbei ist auf eine aussagekräftige Auswahl von Videomaterial „Programme Segments“ (PS) zu achten. Diese „Programme Segments“ werden in „Test Presentations“ (TP) zusammengefasst, wobei eine „Test Presentation“ sich auf einen bestimmten Qualitätsaspekt bezieht. Alle „Test Presentations“ werden zu einer „Test Sessions“ (TS) zusammen geführt und Probanden zur subjektiven Bewertung vorgeführt. So können innerhalb einer „Test Session“ mehrere QoE-Parameter evaluiert werden. Ein erster Schritt ist die Berechnung des MeanScores für jeden Präsentationssatz. Dabei ist die MOS-Bewertung des Probanden i bei der Testbedingung j und der Sequenz k im Durchlauf r. N ist die Anzahl der Probanden [BT.500-12].

$$\bar{u}_{jkr} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_{jkr}$$

| DVB Prioritätsklassen | |
|-----------------------|---|
| 1. First Priority | Parameter für die Dekordierbarkeit des Videostreams |
| 2. Second Priority | Parameter für eine Überwachung des Streams |
| 3. Interactive | Parameter für Konsistenz-Checks |

Tabelle 2: Parameterklassen für IPTV nach ETSI

| MOS - Mean Opinion Score | | |
|--------------------------|-----------|--------------|
| 5 | excellent | hervorragend |
| 4 | good | gut |
| 3 | fair | ausreichend |
| 2 | poor | dürftig |
| 1 | bad | schlecht |

Tabelle 3: Einstufung des MOS nach ITU

Die Ergebnisse fließen zur Parametrisierung des vorgestellten MOS Algorithmus in eine Wissensdatenbank ein. Die Parametersätze der Wissensdatenbank werden für die Abschätzung der subjektiven Qualität von IPTV verwendet. Zum Monitoring von IPTV werden die QoS-Parameter fortlaufend erfasst

und mit den Parametern in der Wissensdatenbank verglichen. Ein „bestmatch“ zwischen den gemessenen QoS-Parametern einer aktuellen Messung und einem Datensatz in der Wissensdatenbank führt zu dem entsprechenden MOS-Wert als subjektive QoE-Bewertung.

Fazit und Ausblick

Innerhalb des BMBF Forschungsprojekts SmartVideo wurde ein softwarebasiertes IPTV Monitoringsystem als Prototyp entwickelt, das zur objektiven (QoS) und subjektiven (MOS) Bewertung von IPTV eingesetzt wird. Das SmartVideo-System wird gegenwärtig im Feldtest evaluiert und optimiert. Gleichzeitig werden subjektive MOS-Bestimmungen zur Erweiterung der Wissensdatenbank durchgeführt. Ziel ist die professionelle Analyse von IPTV-Diensten zum Monitoring der Dienstqualität in Triple Play Diensten. Darüber hinaus dient das SmartVideo System der Optimierung von Telekommunikationsnetzen und führt zu Designempfehlungen für NGN/NGMN.

Andreas Grebe

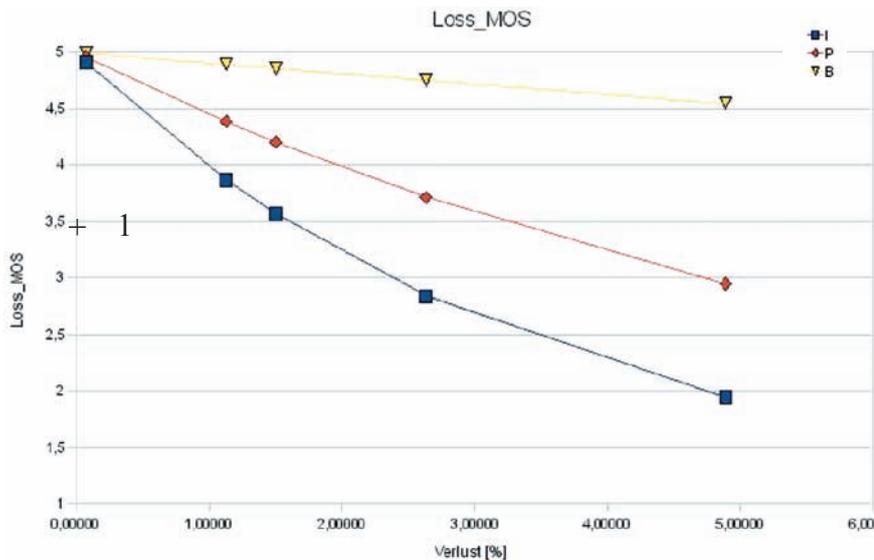


Abb. 4: MOS in Abhängigkeit von Paketverlust und Frame Type bei MPEG-2

LITERATUR

[TS23.107] 3rd Generation Partnership Project (3GPP): Quality of Service (QoS) concept and architecture (Release 9) (3GPP TS 23.107 V9.0.0). December 2009.

[J.247] International Telecommunications Union (ITU): Measurement of the quality of service: Objective perceptual multimedia video quality measurement in the presence of a full reference (ITU-T J.247), August 2008.

[TR101290] European Telecommunications Standards Institute (ETSI): Digital Video Broadcasting (DVB) Measurement guidelines for DVB systems (ETSI Technical Report TR 101 290 V1.2.1), Mai 2001.

[GKP09] A. Grebe, S. Küffner, O. Portugall: „Architekturkonzepte und Performance Bewertung von IPTV über Multicast in WLAN und LTE/UMTS“ ITG/VDE Tagung Mobilkommunikation, VDE Verlag Bericht 215, Mai 2009, S. 67–72.

[P.800] International Telecommunications Union (ITU): Methods for Subjective Determination of Transmission Quality, Methods for Objective and Subjective Assessment of Quality (ITU-T P.800), August 1996.

[BT.500–12] International Telecommunications Union (ITU): Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures (ITU-R BT.500–12), September 2009.

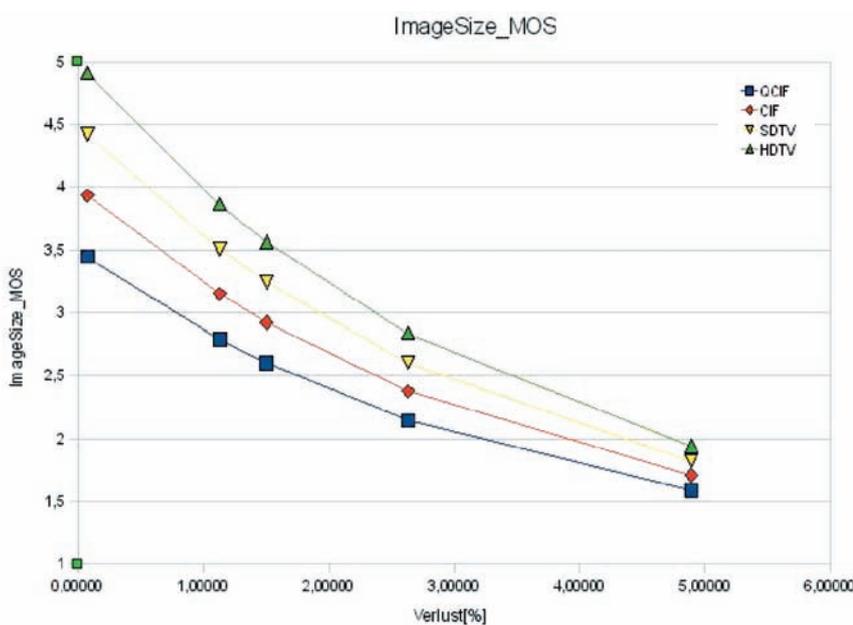


Abb. 5: MOS in Abhängigkeit von Paketverlust und Bildformat



Blendgruppen zur Unterstützung der Risikobewertung optischer Strahlungsquellen

ABSTRACT

Lang dauernde Sehstörungen können dann von besonderer Bedeutung sein, wenn sicherheitsrelevante kritische Tätigkeiten ausgeführt werden, wie beim Arbeiten an einer Maschine oder beim Führen eines Fahrzeugs oder Flugzeugs. Um zu zuverlässigen quantitativen Angaben bezüglich des Einflusses von Blendung, Blitzlichtblindheit und Nachbildern zu kommen, war es das Ziel dieses Forschungsvorhabens, die verschiedenen Parameter hinsichtlich der Minderung der relevanten Sehfunktionen zu bestimmen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. a. D. Dr.-Ing.
Hans-Dieter Reidenbach
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Angewandte
Optik und Elektronik
Forschungsschwerpunkt/
Forschungsbereich Medizintechnik
und Nichtionisierende Strahlung
hans.reidenbach@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Ing. Klaus Dollinger
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Angewandte
Optik und Elektronik
Forschungsschwerpunkt/
Forschungsbereich Medizintechnik
und Nichtionisierende Strahlung

PROJEKTPARTNER

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und
Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund
Berufsgenossenschaft Energie Textil
Elektro Medienerzeugnisse
(BG ETEM), Köln

Bei der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie 2006/25/EG „Künstliche optische Strahlung“ [1] durch die Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV [2] müssen auch potenzielle Sekundäreffekte durch vorübergehende Blendung bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Aufgrund von Untersuchungen wird ein Konzept zur Einführung von Blendgruppen für optische Strahlungsquellen vorgeschlagen.

Nachbilddauer

Für die Nachbilddauer t_{nb} als Funktion von Laserstrahlleistung P und Expositions-/ Bestrahlungsdauer t_{exp} wurde bei einem Blendwinkel von 5° der Zusammenhang

$$\frac{t_{nb,5^\circ}}{s} \approx 25,3 \cdot \ln\left(\frac{P \cdot t_{exp}}{\mu J}\right) - 6,7$$

ermittelt [3, 4]. Da sich für die foveale, d. h. bei Laser-Bestrahlung im Sehzentrum (Fleck schärfsten Sehens) der Netzhaut auftretende Nachbilddauer $t_{nb,fov}$ der Zusammenhang $t_{nb,fov} \approx 2 \cdot t_{nb,5}$ aus den Messergebnissen ablesen lässt [3], kann damit auch diese Nachbilddauer wie folgt bestimmt werden:

$$\frac{t_{nb,fov^\circ}}{s} \approx 50,6 \cdot \ln\left(\frac{P \cdot t_{exp}}{\mu J}\right) - 13,4$$

Es muss aber an dieser Stelle festgestellt werden, dass die Nachbilddauer allein noch keine Aussage über die Auswirkungen einer Blendung zu machen erlaubt. Sie kann aber je nach Sehaufgabe oder Testkriterium als eine Art Maßstabsfaktor betrachtet werden. Da zurzeit im Hinblick auf die Angabe des Gefährdungspotenzials optischer Strahlungsquellen lediglich deterministische Schädigungen berücksichtigt werden und diese der Einteilung in einerseits Laserklassen nach DIN EN 60825-1 [5] und andererseits in Risikogruppen für inkohärente optische Strahlungsquellen in der so ge-

nannten Lampennorm DIN EN 62471 [6] zugrunde liegen, fehlt bislang die Berücksichtigung des Gefährdungspotenzials, das von vorübergehender Blendung ausgehen kann. Die Berücksichtigung der durch temporäre Blendung möglichen indirekten Gefährdungen wird nach der neuen Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung insofern gefordert, dass der Arbeitgeber diese in seiner Gefährdungsbeurteilung einbeziehen muss. Hierzu fehlen ihm aber bislang insbesondere Daten und Angaben zum Ausmaß einer Blendung.

Vorschlag zur

Einführung von Blendgruppen

Ein wichtiges Ziel des Forschungsprojekts [3] war die Ermittlung von Zusammenhängen, die sich durch Bestrahlung der menschlichen Augen mittels heller Lichtquellen, wie sie am Arbeitsplatz zum Einsatz kommen, ergeben können. Die vorliegenden Ergebnisse legen eine Einteilung optischer Strahlungsquellen nahe, die sich am Grad der Beeinträchtigung von Sehfunktionen orientiert. Eine solche Einteilung ist natürlich nur sinnvoll für optische Strahlungsquellen, die entweder vollständig im sichtbaren Spektralbereich oder zumindest mit wesentlichen Anteilen emittieren. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird eine Einteilung von Lichtquellen bezüglich ihres Potenzials, das sie als Blendlichtquellen besitzen, in drei so genannte Blendgruppen gemäß Tabelle 1 vorgeschlagen. Dabei ist die relativ einfache Beziehung zwischen der Nachbilddauer und der so genannten Lesezeitstörung, die sich als ein geeigneteres Kriterium als die reine Sehschärfe (Visus) herausgestellt hat, zugrunde gelegt worden, indem die Lesezeitstörung zu mindestens 10 Prozent der Nachbilddauer angesetzt wurde. Dies wurde zur Abschätzung experimentell hinreichend genau ermittelt. Mit der Annahme von 20 Prozent der relativ einfach zu bestimmenden Nachbilddauer läge man für die Lesezeitstörung als Kriterium für die Blendgruppeneinteilung sogar auf der sicheren Seite bei der Gefährdungseinschätzung.

Nach Tabelle 1 werden Lichtquellen als Blendlichtquellen dann in Blendgruppe B0 eingeteilt, wenn sie kein Nachbild erzeugen, das zu einer Störung von Sehfunktionen führt, die länger als 1 s bis 2 s dauert. Blendgruppe B1 beinhaltet solche Lichtquellen, die das Potenzial für eine Störung der Sehfunktionen mit einer maximalen Dauer von 10 s besitzen und solche, bei denen längere Störungen zu erwarten sind, könnten einer Blendgruppe B2 zugeordnet werden. Dabei sollte der Hersteller oder Inverkehrbringer solcher Lichtquellen die Möglichkeit haben, die maximale Störzeit zusätzlich zur Gruppe angeben zu können, etwa B2/20 s (Blendgruppe 2, maximale Störzeit: 20 s).

Unabhängig von der Wahl der Bezeichnung wird eine solche Einteilung als geeignete Unterstützung für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse betrachtet. Damit dürfte der Nutzen die Bedenken relativieren, die sich daraus ergeben könnten, dass mit der Einführung von Blendgruppen zusätzlich zu bereits bestehenden Forderungen wie für Lasereinrichtungen nach DIN EN 60825-1 [5] und für Lampen und Lampensysteme nach DIN EN 62471 [6] noch eine weitere Einteilung gefordert würde. Die hier vorgeschlagene Einteilung ist bewusst einfach gehalten und als reine praktische Hilfe gedacht, da ansonsten nur eine mehr oder weniger umfangreiche Einzelfallbetrachtung dem Erfordernis aus der neuen EU-Richtlinie – und jetzt auch aufgrund der Anforderungen der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung vom 19. Juli 2010 [2] – gerecht werden kann, potenzielle Gefährdungen aus Sekundäreffekten, wie vorübergehender Blendung, zu ermitteln und zu berücksichtigen.

Diskussion

Um Sinn und Zweck der Einteilung von Lichtquellen in Blendgruppen zu verdeutlichen, soll deren Einteilung an einem Beispiel erläutert werden: Der Blick in einen sichtbaren Laserstrahl der Klasse 1 nach DIN EN 60825-1 kann während einer Dauer von ca. 5 s

lediglich zu einer Lesezeitstörung von ca. 1 s führen, wenn die Laserleistung nicht mehr als ca. 1/1000 des in dieser Laserklasse erlaubten Wertes von 0,39 mW im Bereich von 500 nm bis 700 nm beträgt. Derselbe Effekt stellt sich ein, wenn der Blick in einen solchen Laserstrahl erfolgt, dessen Leistung maximal 1/10 des Klassengrenzwertes beträgt, und zwar im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 700 nm, wenn dieser Laserstrahl nicht länger als ca. 70 ms auf das Auge einwirkt. Unter diesen Bedingungen läge daher nur dann eine Blendlichtquelle der Blendgruppe 0 vor, wenn deren Exposition konstruktiv oder technisch auf die jeweils angegebene Zeitdauer begrenzt wäre. Bei einer der Laserklasse 1 entsprechenden maximalen Leistung von 390 μ W im Wellenlängenbereich von 500 nm bis 700 nm würde sich dagegen selbst bei einer Expositionsdauer von 100 s, was der kürzesten „Bewertungszeitbasis“ dieser Laserklasse im sichtbaren Spektralbereich entspricht, bei fovealer Exposition, in Verbindung mit Gl. (1) eine Nachbilddauer von 522 s ergeben. Damit würde sich eine Lesestörzeit von mehr als 50 s ergeben und in jedem Fall eine Zuordnung nach Blendgruppe B2 erfolgen müssen, was sicherlich auch aus der Erfahrung im Umgang mit solchen Lasern als sinnvoll erachtet wird, da es zu relativ lang anhaltenden Nachbildern mit entsprechender Beeinträchtigung des Sehvermögens kommt.

Würde man dagegen die Laserstrahlleistung auf 1/10 des Klassengrenzwertes begrenzen, würde sich unter Annahme der Gültigkeit des logarithmischen Funktionszusammenhanges gemäß Gl. (1) immerhin noch eine Nachbilddauer von ca. 400 s ergeben: auch in diesem Falle würde die Einordnung nach B2 erfolgen müssen. Allerdings könnte hier bereits eine Angabe einer maximalen Störzeit von ca. 40 s, entsprechend B2/40 s, dem Anwender klarere Angaben zur Verfügung stellen, was ihn im Umgang mit der entsprechenden Lichtquelle im worst-case-Fall in Bezug auf eine Blendung erwarten könnte. An dieser Stelle müssen weitere Annahmen

bei einer Gefährdungsbeurteilung insofern angestellt werden, als dass praktische Expositionsdauern von 100 s als unrealistisch anzusehen sind, da aufgrund der vorliegenden Erfahrungen Testpersonen nicht bereit waren, länger als 10 s, nur in Ausnahmefällen auch 20 s, in einen Laserstrahl mit 30 μ W hineinzublicken. In diesem Fall ergeben sich dann foveale Nachbilddauern von ca. 275 s und damit praktische Zuordnungen, die einer Störzeit von ca. 27,5 s entsprechen.

Diese Beispiele zeigen, dass Laser der Klasse 1 unter den vorstehend genannten Bedingungen nicht mehr in die Blendgruppe B1 eingeordnet werden können, wenn sie nicht auf Leistungen von etwa 1 μ W begrenzt werden, und zwar insbesondere dann nicht, wenn technisch von einer Expositionsdauer von 10 s ausgegangen werden muss. Lässt sich dagegen konstruktiv die Emissionsdauer auf 1 s begrenzen bzw. durch technische Maßnahmen eine Lasereinrichtung entsprechend einer maximalen Expositionsdauer von 1 s einsetzen, dann wären auch 10 μ W erlaubt und dennoch die Blendgruppe B1 möglich. Wie das Beispiel zeigt, würde dagegen eine Exposition während 1 s bei einem Laserstrahlwert von 1/10 der Klassengrenze, also von ca. 39 μ W bereits zu einer Nachbilddauer von 172 s führen und damit die Lesefähigkeit während einer Dauer von mehr als ca. 20 s so stark beeinträchtigen, dass sie als nicht voll gegeben zu betrachten wäre. Noch längere Störzeiten ergeben sich bei solchen Laserleistungen für längere Expositionsdauern von 10 s beziehungsweise 20 s. Sollte aber ein Laser der Klasse 1 in jedem Falle der Blendgruppe B0 zugeordnet werden, dann dürfte er bei einer maximalen Nachbilddauer von $t_{nb} = 10$ s, entsprechend einer Störzeit von 1 s, einen Energiewert von ca. 1,6 μ J nicht überschreiten: eine solche Nachbilddauer wäre theoretisch mit den Wertepaaren 32 μ W und 0,05 s, 16 μ W und 0,1 s, 8 μ W und 0,2 s, 4 μ W und 0,4 s, 2 μ W und 0,8 s, 1 μ W und 1,6 s, sowie 0,5 μ W und 3,2 s möglich, wobei aber keines dieser Wertepaare bislang in den experimentellen Untersuchungen eingesetzt wurde.

Insofern müsste zumindest der experimentelle Nachweis zur Erweiterung der Bereichsgrenzen erbracht werden, bevor sich auf rein analytischem Wege Voraussagen machen lassen und eine definitive Blendgruppeneinordnung erfolgen dürfte. Mit Hilfe der vorliegenden Abschätzungen ist es jetzt wesentlich leichter geworden, Vorhersagen darüber zu treffen, welche Konsequenzen

| Blendgruppe | Maximale Störung von Sehfunktionen in s | Zusatzangaben |
|-------------|---|-------------------------|
| B0 | 1 – 2 | |
| B1 | 10 | |
| B2 | > 10 | Maximale Störzeit: in s |

Tabelle 1: Einteilung von Blendlichtquellen in Blendgruppen



der Blick in eine Blendlichtquelle haben kann. Dies wird einerseits am Arbeitsplatz deutlich, wo es gerade bei Aufgaben, die permanent eine gute Sehleistung erfordern, zu gefährlichen Situationen kommen kann, wenn durch Blendung eine nachhaltige Beeinträchtigung erfolgt, andererseits aber auch im allgemeinen Umgang mit besonders hellen Lichtquellen. So lässt sich relativ leicht abschätzen, welches Blendpotenzial allein schon von einem handelsüblichen Laserpointer ausgehen kann, und zwar selbst dann, wenn dieser die Anforderungen der Lasersicherheitsnorm erfüllt. Ähnliches gilt für heute verfügbare Taschenlampen. Auch wenn davon keine unmittelbare Schädigung der Augen zu erwarten ist, sollte das Blendungsrisiko nicht unberücksichtigt bleiben. Für LEDs wurde als eine Erleichterung bei der Gefährdungs-/Risikoanalyse darüber hinaus die Kennzeichnung des Blendungsgrades durch Zuordnung der jeweiligen Lichtquelle gemäß der in Tabelle 1 angegebenen Blendgruppe vorgeschlagen [7], die zunächst eine Diskussionsgrundlage darstellen, langfristig aber auch Eingang in die Normung finden sollte.

Schlussfolgerungen

Wie die vorstehenden Betrachtungen zeigen, kann nicht erwartet werden, dass die Einführung von Blendgruppen überall Begeisterungstürme hervorrufen wird, da damit Einschränkungen in der Anwendung von Lichtquellen verbunden sein können. Die Tatsache, dass dadurch aber die Umsetzung nunmehr vorliegender Erkenntnisse möglich ist und gleichzeitig ein Beitrag zur Erhöhung von Sicherheit und Gesundheit von Personen geliefert wird, sollte langfristig dennoch Akzeptanz finden. Jedenfalls kann auf der vorhandenen Grundlage eine wissenschaftsbezogene und zugleich praxisrelevante Diskussion geführt werden. Der Vorschlag einer Blendgruppeneinteilung wurde inzwischen auch international gemacht und es bleibt abzuwarten, welchen Anklang er dabei finden wird [8]. Insgesamt war es ein vordringliches Ziel der Untersuchungen, den bisherigen Wissensstand bezüglich Blendungseffekten zu erweitern

und sowohl qualitativ, aber auch quantitativ deren Auswirkungen zu ermitteln und zwar unter besonderer Berücksichtigung technischer Gegebenheiten und arbeitsplatzbezogener Tätigkeiten. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse sich auch in entsprechenden Benutzerinformationen und Sicherheitshinweisen bei Arbeitsmitteln, Geräten und Verbraucherprodukten niederschlagen werden. Der Strahlenschutz ist daran gewöhnt, Werte festzulegen, die einen direkten (unmittelbaren) Schaden, und zwar sowohl akut als auch chronisch, verhindern sollen. Insofern stellt die Betrachtung von Blendung eine Art neuer Qualität und zugleich einen Paradigmenwechsel im Strahlenschutz dar. Dabei zeigt sich, dass in Blendungen ein Potenzial liegt, das zu erheblichen Schäden führen kann. Ursache und Wirkung können bei Blendung gegenüber derjenigen einer direkten Wirkung durch Strahlungsabsorption in einem Expositionsbereich, der an sich nicht zu einer nachhaltigen Schädigung führen kann, deutlich dramatischer ausfallen. Dies gilt insbesondere in einem Bereich, bei dem die Expositionswerte in vergleichbaren Größenordnungen liegen, wie etwa im Bereich von Lasern der Klasse 1, 2 und 3R oder bei vergleichbaren Expositionsbedingungen durch andere Lichtquellen.

Hans-Dieter Reidenbach

Dank

Die Autoren danken den Mitarbeitern, Dipl.-Ing. J. Hofmann, MSc, Dipl.-Ing. E. Hild, MSc, Dipl.-Ing. Ch. Dahmen, MSc für die tatkräftige Bewältigung der Untersuchungen sowie Dipl.-Ing. G. Ott und Marco Janßen, stellvertretend für die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), für die gute Betreuung und Unterstützung während der Durchführung des Forschungsvorhabens (F 2185) sowie für die finanzielle Unterstützung des Vorhabens. Wesentlich zum Gelingen des Forschungsvorhabens waren auch die Beiträge aus Diplom- und Masterarbeiten von G. Salovski, M. Bischof und B. Peters.

LITERATUR

- [1] Richtlinie 2006/25/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 5. April 2006 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (künstliche optische Strahlung) (19. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG), ABl. L 114 vom 27.4.2006, S. 38–59
- [2] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch künstliche optische Strahlung (Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung – OStrV) vom 19. Juli 2010 (BGBl. I S. 960)
- [3] Reidenbach, H.-D.; Dollinger, K.; Ott, G.; Janßen, M.; Brose, M. (2008): Blendung durch optische Strahlungsquellen; Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund/Berlin/Dresden
- [4] Reidenbach, H.-D., Dollinger, K. (2009): Arbeitsplatzbezogene Beeinträchtigungen durch Blendung mit optischen Strahlungsquellen; Forschungsbericht, Fachhochschule Köln, S. 90–93
- [5] DIN EN 60825-1 (VDE 0837 Teil 1): 2008–05: Sicherheit von Lasereinrichtungen – Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen (IEC 60825-1: 2007); Deutsche Fassung EN 60825-1: 2007; VDE und Beuth-Verlag
- [6] DIN EN 62471 (VDE 0837-471): 2009–03: Photobiologische Sicherheit von Lampen und Lampensystemen (IEC 62471: 2006); Deutsche Fassung EN 62471: 2008; VDE und Beuth-Verlag
- [7] Reidenbach, H.-D. (2002): Gefährdungsbeurteilung/Risikobewertung von intensiven LED-Quellen; In: Handbuch für Beleuchtung (Hrsg.: H. Lange), ecomed Verlag, Landsberg, 43. Erg.-Lfg. 03/09, Kap. I – 6.13.9, S. 1–14
- [8] Reidenbach, H.-D. (2010): Disturbance of visual functions as a result of temporary blinding from low power lasers; Enabling Photonics Technologies for Defense, Security, and Aerospace Applications VI, edited by Michael J. Hayduk, Peter J. Delfyett Jr., Andrew R. Pirich, Eric J. Donkor, Proceedings of the SPIE, Vol. 7700, 77000N-1 – 77000N-12 (SPIE, Bellingham, WA)

iMEM – Intelligente Translation Memories durch computerlinguistische Optimierung

Der globalisierte Markt verlangt immer häufiger nach schneller Übersetzung von Gebrauchstexten. Komplexe Industrieprodukte, kurze Produktzyklen, eine zunehmende Verflechtung der Wirtschafts- und Finanzmärkte, neue Produkthaftungsgesetze sowie die wachsende Zahl der Amtssprachen in internationalen Organisationen führen dazu, dass sich das Volumen der zu übersetzenden Texte drastisch erhöht. Ohne den Einsatz von Translation-Memory-Systemen (Übersetzungsspeicher, TM-Systeme) [1], [2], wäre diese Aufgabe nicht zu bewältigen. TM-Systeme sollen vor allem die Recherche nach bereits übersetztem (identischem oder ähnlichem) Textmaterial und dessen Wiederverwendung unterstützen. Dabei werden Ausgangs- und Zielsprachliche Einheiten (in der Regel auf Satzebene) gespeichert, um sie für spätere Übersetzungen gleicher oder ähnlicher Segmente wieder zur Verfügung zu stellen. Bei der Erkennung „ähnlicher“ Satzmuster dominieren nach wie vor zeichenkettenbasierte Match-Algorithmen, die häufig zu unbefriedigenden, stark vom Ähnlichkeitsempfinden des Menschen abweichenden Suchergebnissen führen (Abb. 1). Kommerzielle TM-Systeme verfügen nur in sehr begrenztem Maße über computerlinguistisches „Wissen“, so dass die Retrievalmechanismen häufig keine optimalen Ergebnisse liefern [3].

Projektziele

Im Rahmen des Projekts iMEM, das am Institut für Informationsmanagement (IIM) der Fachhochschule Köln angesiedelt ist, wird am Beispiel der Sprachen Deutsch und Englisch untersucht, inwieweit die Retrievalleistung von TM-Systemen durch Integration bekannter, bislang in kommerziellen TM-Systemen jedoch nicht eingesetzter, computerlinguistischer Werkzeuge und Methoden verbessert, und so die Wiederverwendbarkeit der gefundenen Übersetzungseinheiten erhöht werden kann. Dabei geht es in Bezug auf die Wiederverwendung von Übersetzungseinheiten neben der Erkennung bedeutungsgleicher, syntaktisch jedoch unterschiedlicher Satzmuster vor allem auch um das Auffinden von Einheiten unterhalb der Satzebene (Abb. 1).

Hierzu sind neben morphosyntaktischen Satzanalysen und Methoden zur Satzsegmentierung auch Verfahren zur computergestützten Zuordnung (Alignment) von Ausgangs- und Zielsprachlichen Phrasen und Teilsätzen erforderlich. Die wenigen Entwicklungsbemühungen, bei denen versucht wurde, kommerzielle Produkte zu entwickeln, die zur Optimierung der Retrievalleistung nicht nur zeichenkettenbasierte, sondern auch computerlinguistische Verfahren anwenden, haben bisher nicht zu Produkten geführt, die sich dauerhaft am Markt etablieren konnten. Im Unterschied zu Ansätzen, bei denen Verfahren der statistischen maschinellen Übersetzung angewendet werden und die versuchen, das eigentliche Übersetzen zu automatisieren [4, 5], ist das Projekt iMEM ausschließlich auf eine Optimierung der Retrievalleistung von TM-Systemen ausgerichtet. Dabei soll kein neues, eigenständiges TM-System entwickelt werden. Im Mittelpunkt steht vielmehr die Aufgabe, in Kooperation mit Industriepartnern Wege aufzuzeigen, um bereits auf dem Markt verfügbare, kommerzielle Systeme mit Hilfe computerlinguistischer Verfahren durch linguistisches „Wissen“ zu optimieren. Hierzu sollen für die Sprachen Deutsch und Englisch morphosyntaktische Informationen in ein kommerzielles TM-System integriert werden. Ziel ist die Entwicklung prototypischer Schnittstellen für die Sprachen Deutsch und Englisch, wobei Erfahrungen für die Entwicklung weiterer Sprachmodule sowie für die Übertragung der Ergebnisse auf andere TM-Systeme gewonnen werden sollen. Darüber hinaus sollen auch Vorschläge für praxisgerechte Bedienungsoberflächen zur Nutzung der Analyse- und Retrievalergebnisse entwickelt werden.

Erste Arbeitsschritte

In der ersten Phase des Projekts wurde damit begonnen, anhand von authentischem Textmaterial praxisrelevante prototypische Fälle zu identifizieren und zu klassifizieren, bei denen eine Anreicherung durch linguistisches „Wissen“ voraussichtlich zu einer Verbesserung der Retrievalleistung der TM-Systeme führt. Dabei wurde zunächst versucht, zwei frei und in zahlreichen Sprachen

ABSTRACT

Translation-Memory-Systeme zählen zu den wichtigsten Werkzeugen im Bereich der computergestützten Übersetzung. Sie sollen die Recherche nach bereits übersetztem identischem oder ähnlichem Textmaterial und dessen Wiederverwendung unterstützen. Im Rahmen des Projekts iMEM wird am Beispiel der Sprachen Deutsch und Englisch untersucht, inwieweit die Retrievalleistung von TM-Systemen durch die Integration vorhandener computerlinguistischer Werkzeuge und Methoden optimiert und so die Wiederverwendbarkeit der gespeicherten Übersetzungseinheiten erhöht werden kann, um Produktivität und Effizienz der Systeme weiter zu verbessern.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Uwe Reinke
Fakultät für Informations- und Kommunikationswissenschaften
Institut für Translation und Mehrsprachige Kommunikation
und Institut für Informationsmanagement
uwe.reinke@fh-koeln.de

PROJEKTPARTNER

IAI (An-Institut an der Universität des Saarlandes)
SDL/Trados

verfügbare Übersetzungsdatenbanken mit Texten der Europäischen Kommission und des Europäischen Parlaments [6], [7] als Ausgangsmaterial zu verwenden. Diese beiden bekannten und in der computerlinguistischen Forschung und Entwicklung insbesondere im Bereich der statistischen maschinellen Übersetzung häufig verwendeten Datenbanken erwiesen sich für die Zwecke von iMEM jedoch schnell als ungeeignet, da sie kaum Wiederholungen und Ähnlichkeiten auf Satzebene enthalten. Da andererseits Übersetzungsspeicher mit typischen Gebrauchstexten wie Produktdokumentationen, Bedienungsanleitungen oder Handbüchern, die häufig aktualisiert und modifiziert werden, nicht frei zur Verfügung stehen, wurden zunächst eigene Textkorpora aufgebaut und übersetzungsrelevante Beispiele extrahiert und klassifiziert. Diese wurden anschließend mit dem linguistischen Programm MPRO [8] morphosyntaktisch analysiert. Abb. 2 zeigt ein Beispiel für die morphosyntaktische Analyse eines einfachen Satzes. Im weiteren Verlauf ist zu überlegen, welche linguistischen Informationen aus MPRO sinnvoll weiterverwendet und in kommerzielle TM-Systeme eingebunden werden können und wie die erforderlichen Schnittstellen zwischen linguistischem Analysewerkzeug und TM-System zu gestalten sind.

Kooperation zwischen Hochschule und Industrie

Als industrieller Kooperationspartner konnte mit der Firma SDL/Trados der Marktführer im Bereich von Software für computergestützte Übersetzungslösungen gewonnen werden. Als weiterer Partner ist an iMEM das Institut der Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Informationsforschung (IAI) beteiligt, das sich als An-Institut der Universität des Saarlandes seit langem mit industrienaher Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Sprachtechnologie und Sprachtechnik beschäftigt und als eines der ersten Technologie-Transferinstitute in diesem Bereich erfolgreich war. Das IAI stellt im Rahmen von iMEM die computerlinguistischen Software-Komponenten zur morphosyntaktischen Analyse bereit, während SDL/Trados seine Translation-Memory-Lösung in Form einer Client/Server-Anwendung zur Verfügung stellt und den Projektmitarbeitern auch technischen Support bietet.

Uwe Reinke

LITERATUR

- [1] Reinke, Uwe (2005): „Translation Memories.“ In: Brown, Keith (Hrsg.): Encyclopedia of Language and Linguistics 2nd Edition, Elsevier, Amsterdam
- [2] Lagoudaki, Elina (2006): Translation Memories Survey 2006. Translation Memory systems: Enlightening users' perspective, London: Imperial College, www3.imperial.ac.uk/pls/portallive/docs/1/7307707.PDF (30.09.2010)
- [3] Reinke, Uwe (2004): Translation Memories: Systeme – Konzepte – Linguistische Optimierung, Lang, Frankfurt am Main
- [4] ACL WMT-08 (2008): ACL-08: HLT. Third Workshop on Statistical Machine Translation, Proceedings, June 19, 2008, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA. www.mt-archive.info/ACL-SMT-2008-TOC.htm (30.09.2010)
- [5] Carl, M.; Way, A. (Hrsg.) (2003): Recent Advances in Example-Based Machine Translation, Kluwer, Dordrecht
- [6] DGT (2010): The DGT Multilingual Translation Memory of the Acquis Communautaire: DGT-TM. Luxembourg: European Commission, Joint Research Centre (JRC), http://langtech.jrc.it/DGT-TM.html (30.09.2010)
- [7] Koehn, P. (2005): Europarlant: A Parallel Corpus for Statistical Machine Translation. In: MT Summit X, Phuket, Thailand, September 13–15, 2005, Conference Proceedings: 63–70, URL: http://www.iccs.inf.ed.ac.uk/~pkoehn/publications/europarl.pdf (30.09.2010)
- [8] Maas, H.-D.; Rösener, C.; Theofilidis, A. (2009): „Morphosyntactic and semantic analysis of text: The MPRO tagging procedure.“ In: Mahlow, C.; Piotrowski, M. (Hrsg.): State of the Art in Computational Morphology: Workshop on Systems and Frameworks for Computational Morphology, SFCM 2009, Zurich, Switzerland, September 4, 2009. Proceedings, Springer, Berlin/Heidelberg, 76–87

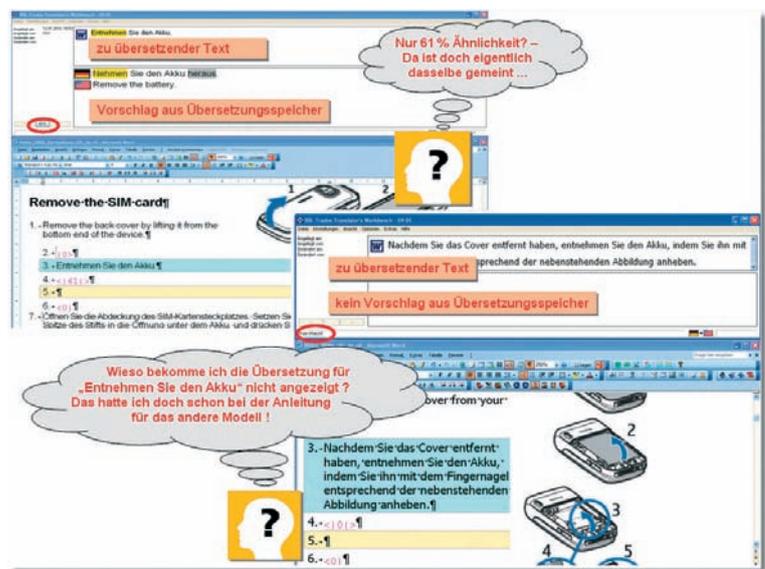


Abb. 1: Suchergebnisse in TM-Systemen und abweichende Ähnlichkeitsurteile des Menschen

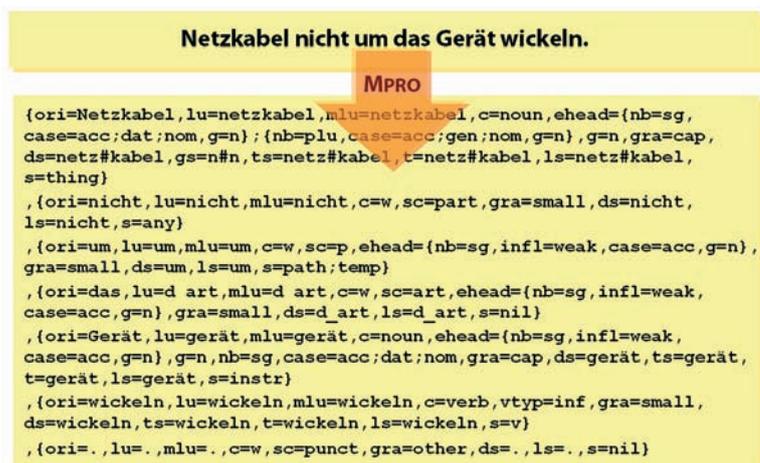


Abb. 2: Morphosyntaktische Analyse mit MPRO

Erkennung von Präge- und Stempelschriften auf metallischen Oberflächen

Zur Steuerung von komplexen Produktionsprozessen werden in der Metallproduzierenden und -verarbeitenden Industrie leistungsfähige Produktplanungs- und Steuerungskonzepte eingesetzt, die durch entsprechende Logistikkonzepte ergänzt werden. Für die Optimierung der logistischen Prozesse nimmt die Bedeutung von Produktkennzeichnungssystemen immer mehr zu, die die stückweise Verfolgung von Einzelprodukten im Produktionsprozess gewährleisten. So werden etwa Brammen, Vorblöcke oder Rundstäbe durch elektropneumatischen Nadelpräger oder durch einfache Stempelung mit einer Identifikationsnummer gekennzeichnet. Dies soll Verwechselungen im Produktionsprozess ausschließen oder ermöglichen, Prozesse „live“, in Abhängigkeit von individuell ermittelten Materialgütern, innerhalb der Produktionsanlage, zu steuern. Die Kennzeichnung kann im erkalteten sowie im noch glühenden Zustand erfolgen. Jedoch können die oben beschriebenen Kennzeichnungsverfahren häufig zu ungenauen Prägungen oder Stempelungen führen. Im weiteren Produktionsprozess ist somit eine eindeutige und fehlerfreie Identifikation nicht möglich.

Vor dem Hintergrund der in der Praxis eingesetzten Kennzeichnungsverfahren, entwickelt das Labor für industrielle Bildverarbeitung der Fachhochschule Köln ein optisches Erkennungssystem für Präge- und Stempelschriften auf erkalteten und glühenden metallischen Oberflächen.

Die Qualität der so erzeugten Kennzeichnung ist, bedingt durch die unebene Oberfläche der gestempelten Objekte, etwa erzeugt durch Sägeriefen oder Zunder, oftmals so schlecht, dass sie für Menschen nicht lesbar sind. Bekannte Standardverfahren zur Schrifterkennung wie auf gedrucktem Papier sind hierfür deshalb ungeeignet. Es wurden bereits verschiedene Erkennungssysteme vor

dem gleichen Hintergrund in [1] und [2] untersucht. Abhilfe schafft die Betrachtung des Schattenwurfes auf der Kennzeichnungsoberfläche sowie die daraus abgeleitete spezifische Beleuchtung, die in Kombination mit darauf abgestimmten Bildvorverarbeitungsalgorithmen eine deutliche Hervorhebung der Kennzeichnung ermöglicht.

Anschließende Bildverarbeitungsalgorithmen sorgen für eine lage- und größeninvariante Detektion und Normierung der Kennzeichnung. Die so erzeugten Ergebnisse werden mittels klassischer OCR-Verfahren wie etwa Segmentierung oder Klassifikation durch neuronale Netze weiter verarbeitet.

Lösungsansatz

Da Präge- oder Stempelschriften sich nicht wie eine gedruckte Schrift mit einem spezifischen Farbwert oder Grauwert vom Hintergrund unterscheiden lassen, muss ein Verfahrensansatz entwickelt werden, der die geprägte oder gestempelte Schrift deutlich vom Hintergrund abhebt und so eine Klassifikation der Schriftzeichen ermöglicht. Dies kann beispielsweise durch die Betrachtung des Schattenwurfes in der Riefe der Schrift erreicht werden.

Hierzu wurde im ersten Schritt ein Beleuchtungsprinzip entworfen, das eine passende Ausleuchtung der Schrift und einen möglichst guten Schattenwurf in der Riefe gewährleistet.

In dem nächsten Verarbeitungsschritt werden beide aufgenommenen Bilder jeweils mit Mitteln der digitalen Bildverarbeitung aufbereitet und zu einem Bild mit Grauwerten zusammengefügt, so dass sich die Schrift deutlich von ihrer Umgebung im Bild hervorhebt. Das so entstandene Bild muss für die Segmentierung vorbereitet werden, um eine Lokalisierung des Schriftzugs sowie der Schriftzeichen im Bild zu erreichen. Die ermittelten Bildausschnitte werden einer

ABSTRACT

Präge- und Stempelschriften kommen in der metallproduzierenden und -verarbeitenden Industrie häufig zum Einsatz. So werden etwa Brammen, Vorblöcke oder Rundstäbe durch elektropneumatischen Nadelpräger oder durch einfache Stempelungen mit Identifikationsnummer gekennzeichnet. Bekannte Standardverfahren zur Schrifterkennung sind deshalb ungeeignet. Kernansatz für das optische Erkennungssystem ist die Betrachtung des Schattenwurfes auf der Kennzeichnungsoberfläche sowie die daraus abgeleitete spezifische Beleuchtung, die in Kombination mit darauf abgestimmten Bildvorverarbeitungsalgorithmen eine deutliche Hervorhebung der Kennzeichnung ermöglicht. Die so erzeugten Ergebnisse können mittels klassischer OCR-Verfahren wie Segmentierung oder Klassifikation durch neuronale Netze weiter verarbeitet werden.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Lothar Thieling
Fakultät für Informations-,
Medien- und Elektrotechnik
Institut für Nachrichtentechnik
lothar.thieling@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTER

Dipl.-Ing. Sebastian Seegert

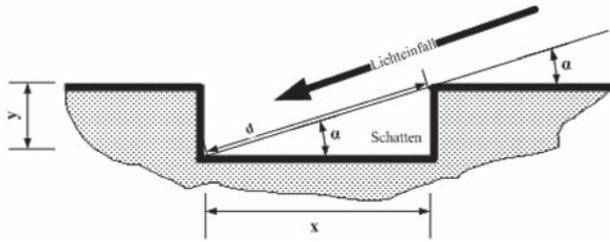


Abb. 1: Idealierte Furche im Profil, zur Darstellung des optimalen Einfallswinkels der Beleuchtung

Zusammenhangsanalyse unterzogen und in eine geeignete Datenstruktur aufgenommen. Aus der Datenstruktur können Patternbilder, für das Training von neuronalen Netzen erzeugt oder für bereits trainierte neuronale Netze, als Eingabevektor für die Klassifikation der Schriftzeichen verwendet werden.

Versuchsaufbau und Beleuchtungsprinzip

Für die geforderte Beleuchtung der Oberfläche sind folgende Parameter von Bedeutung:

- der Einfallswinkel α des Lichts zur Riefenkante
- der Abweichungswinkel β einer Lichtquelle zu einer nicht parallel liegenden Riefenkante.

Um einen günstigen Schattenwurf mit dem Beleuchtungsaufbau zu erzielen, muss eine optimale Position der Leuchtmittel ermittelt werden. Hierfür kann die Betrachtung einer idealisierten – rechteckförmigen – Stempel- oder Prägefurche als Beispiel genommen werden (vgl. Abb. 1). Der optimale Einfallswinkel, α einer zur Kante parallel liegenden Lichtquelle, kann durch die Furchenbreite x und Furchentiefe y ermittelt werden. Es ist aus Abb. 1 ersichtlich, dass $\alpha < 90^\circ$ sein muss, damit es zu einem Schatten in der Riefe kommt. Ein optimaler Schattenwurf füllt mindestens die gesamte Breite x der Furche. Eine einfache Berechnung erfolgt mit:

$$d = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{x}{d}\right) = \arccos\left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$$

Der Einfluss des Abweichungswinkel β zu einer nicht parallel liegenden Kante soll mit Abb. 2 und 3 verdeutlicht werden. Auch die Bedeutung der Orthogonalität der zwei zueinander stehenden Lichtquellen für die Kantendetektion kann hieran erläutert wer-

den. In Abb. 2 und 3 ist zu erkennen, dass bei paralleler Lage der Riefenkanten zur Lichtquelle der Schattenwurf ein Maximum der Fläche aufweist. Bei Abnahme der Parallelität (Lage der Riefenkante zur Lichtquelle) geht die Fläche des Schattens gegen Null. Die so entstehenden „Lücken“ – vgl. Abb. 2 und 3 – des Schattens werden durch die spätere Addition beider Bilder wieder ausgeglichen. Die hier dargestellten Beispiele zeigen auch die Rotationsinvarianz des verfolgten Beleuchtungsprinzips. Es ist ersichtlich, dass die Lage der Riefenkante zum Beleuchtungssystem keinen Einfluss auf den geforderten Schattenwurf hat. Gleiches gilt für eine Rotation der orthogonal zu einander stehenden Lichtquellen.

Für die Bildaufnahme wurden jeweils mit seitlicher und senkrechter Beleuchtung zwei 8-Bit-Grauwertbilder aufgenommen (vgl. Abb. 4).

Bildvorverarbeitung

Die Bildvorverarbeitung ist ein Kernelement dieser hier beschriebenen Untersuchung. Ziel ist es, aus den Bildern mit jeweils abweichender Beleuchtung ein geeignetes Bild für die nachfolgende Segmentierung und Klassifikation zu erzeugen.

Auf beiden Bildern wurde ein Histogramm-ausgleich durchgeführt, was eine optimale Neuverteilung aller Grauwerte ermöglicht

und wiederum die Darstellung des Schattenwurfes im Bild der Riefe verstärkt.

In einem weiteren Schritt erfolgt auf dem Bild eine Kantendetektion mit Hilfe eines Kantendetektionsfilters. Bei dem hier verwendeten Kantendetektionsfilter handelt es sich um eine Abwandlung des Prewitt-Operators. Die richtungsabhängige, quadratische und 7 Pixel große Maske wurde mithilfe der Faltung auf beide Bilder angewandt. Das Ergebnis sind zwei Gradientenbilder, welche die Kanten im Bild als ein Grauwertverlauf von dunkel nach hell oder von hell nach dunkel darstellen. Die Bereiche der größten Intensität sind dort, wo sich die Grauwerte des Originalbildes am stärksten ändern und so die stärksten Kanten darstellt. Die aus der Faltung resultierenden fließkomma Gradientenbilder – dargestellt in Fließkommawerten – können nun in einen positiven und negativen Fließkommawertanteil aufgeteilt werden.

In den erzeugten Gradientenbildern wird die Präge- oder Stempelkante mit einem negativen Fließkommawertanteil dargestellt. Das „Tal“ der Schrift, welches unter der Beleuchtung im Schatten liegt, wird mit einem positiven Fließkommawertanteil gezeigt. Für die weitere Verarbeitung ist nur der jeweilige positive Anteil von Bedeutung. Beide positiven Fließkommawertbilder, die aus der bis dato erfolgten parallelen Bildvorverarbeitung hervorgehen, werden nun durch eine Addition zu einem Bild zusammengeführt. Das daraus entstehende Bild beinhaltet nun alle positiven Fließkommawertanteile beider aufgenommenen Bilder. Anschließend wird dies mit einem Gauß-Filter „geglättet“. Das Bildrauschen wird dadurch reduziert und es bleiben größere Bildstrukturen erhalten. Abgeschlossen wird die Bildvorverarbeitung durch Extraktion der maximalen Grauwerte. Abb. 5 zeigt beispielhaft das oben beschriebene Verfahren während Abb. 6 das Ergebnis der Bildverarbeitung zeigt.

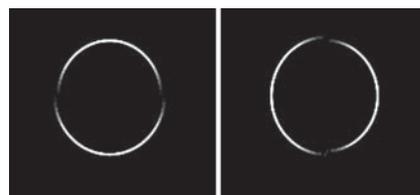


Abb. 2: Frontale Ansicht eines ovalen Objekts senkrecht (links; 0°) und waagrecht (rechts; 90°) ausgeleuchtet. Der weiße Vordergrund entspricht dem Schattenwurf in der Riefe



Abb. 3: Frontale Ansicht eines ovalen Objekts diagonal (links: 135° und rechts: 45°) ausgeleuchtet. Der weiße Vordergrund entspricht dem Schattenwurf in der Riefe

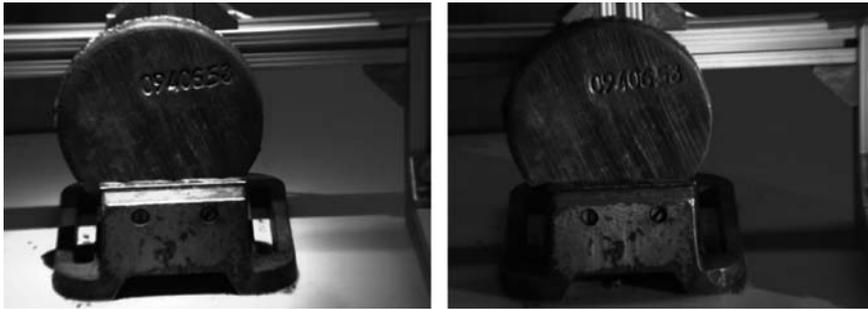


Abb. 4: Das Beispiel links zeigt die Probe mit senkrechter Beleuchtung, das Bild rechts die Probe mit seitlicher Beleuchtung

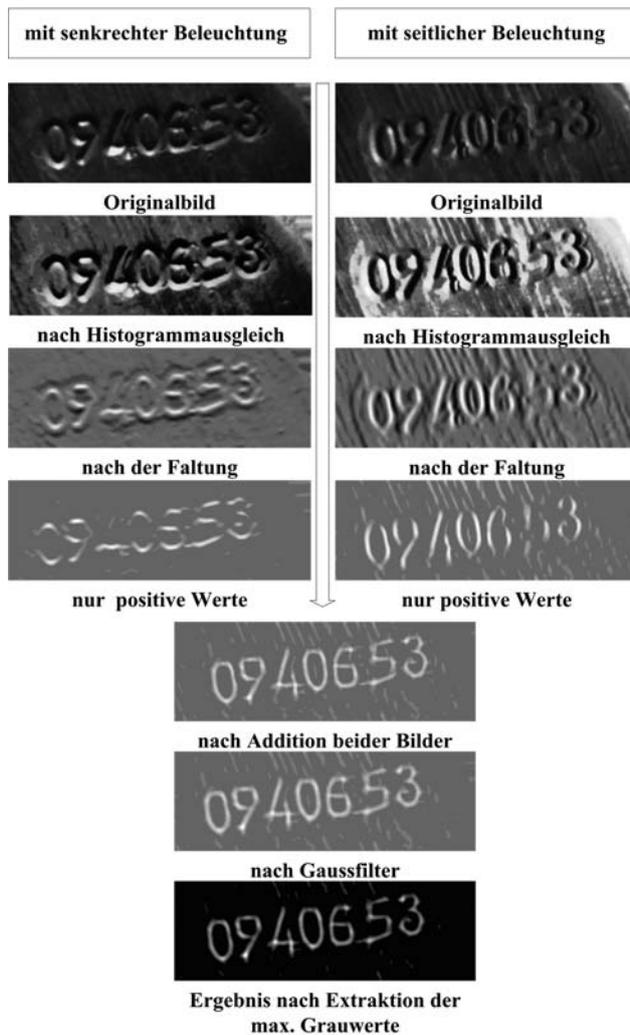


Abb. 5: Zwischenergebnisse der Bildvorverarbeitungskette für die Probe „0940653“



Abb. 6: Ergebnis der Bildvorverarbeitung für das Prägestück „0940653“

Lokalisierung und Segmentierung Das Regionenbild erzeugen

Aus dem Ergebnisbild der Bildvorverarbeitung wird nun ein Bild mit Regionen erzeugt, das für die Lokalisierung des Schriftzuges benötigt wird. Zunächst erfolgt eine Subtraktion mit einem zuvor aufgenommenen Bild, das konstante Bildelemente beinhaltet. Konstante Bildelemente sind immer wieder auftretende Elemente wie Hinter- und Vordergrundobjekte, hier etwa die Halterung für das Probestück oder die Halterung der Beleuchtung. Durch die Subtraktion erfolgt in einem Schritt die Reduktion der Bildinformation auf das Wesentliche. Als nächstes wird das Grauwertbild binarisiert. Danach erfolgt die Anwendung von morphologischen Operatoren. Auf das binarisierte Bild wird zuerst eine Dilatation und anschließend eine Erosion angewandt. Beide verwendeten Strukturelemente sind kreisförmig, um auch hier eine Rotationsinvarianz weiter zu gewährleisten. Das Ergebnisbild zeigt nun weiße zusammenhängende Flächen, die mögliche Bereiche der Schrift im Bild darstellen. Das Ergebnis wird als ein „Regionenbild“ zwischengespeichert.

Mögliche Region mit Schriftzug finden

Das Auffinden von Regionen im Bild geschieht durch die Anwendung der Methode der bereichsbasierten Zusammenhangsanalyse. Wurde eine Region gefunden, wird sie auf ihre Größe (Anzahl der Pixel) überprüft. Ist die Region kleiner als ein bestimmter Schwellenwert, ist diese nicht zu berücksichtigen. Ist die Region größer als der Schwellenwert, ist diese verfolgungswürdig und es wird im nächsten Schritt die Orientierung bestimmt. Die Orientierung einer Region stellt die Richtung der Hauptachse der in der Region beschriebenen Fläche dar. Nachdem der Winkel der Richtung berechnet wurde, wird das Ergebnisbild der Bildvorverarbeitung in die Normallage im Flächenschwerpunkt rotiert. Unter Normallage wird hier die waagerechte Lage der Schrift im Bild verstanden [3].

Mögliche Schriftsegmente im Bildausschnitt bestimmen

Auf den zuvor ermittelten Bildausschnitt wird ein schwellenwertabhängiger Closing-Filter angewandt. Der Filter reduziert Bildstörungen und verstärkt nochmals die Segmente möglicher Schriftzeichen. Anschließend erfolgt eine Autobinarisierung. Das Auffinden von Regionen geschieht



auch hier wieder durch die Anwendung der Methode der bereichsbasierten Zusammenhangsanalyse. Wurde eine Region gefunden, wird sie auf ihre Größe (Anzahl der Pixel) überprüft. Ist die Region kleiner als eine zuvor definierte Untergrenze oder größer als eine bestimmte Obergrenze, ist sie nicht zu berücksichtigen. Liegt die Region in dem definierten Bereich, wird sie weiterverfolgt. Es kann sich um ein mögliches Schriftzeichensegment handeln und der Bildbereich wird ausgeschnitten sowie auf eine vorher definierte Größe normiert. Das daraus neu erzeugte normierte Bild wird im Folgenden als Patternbild bezeichnet. Das Patternbild kann nun zur Klassifikation verwendet werden.

Klassifikation

Das Klassifizieren der einzelnen Schriftzeichen geschieht durch ein neuronales Netz. Das hier verwendete Netz (Multilayer Perceptron) besteht aus vier Schichten. Die Größe von 35 mal 50 Neuronen des Eingabevektors entspricht der Größe des erzeugten Patternbildes. Die Anzahl der Neuronen in den verdeckten Schichten wurde variiert und in verschiedenen aufgebauten Netzen getestet. Für die Implementierung wurde nach der Auswertung der verschiedenen Netze ein Netz mit 25 Neuronen in der ersten verdeckten Schicht und 20 Neuronen in der zweiten verdeckten Schicht eingesetzt. Als Lernalgorithmus wurde der Backpropagation-Algorithmus mit einer sigmoiden Aktivierungsfunktion angewandt [4].

Erste Ergebnisse

Erste Ergebnisse dieser Untersuchung sind im Labor entstanden. Es stand somit – naturbedingt – nur eine geringe Anzahl von Proben zur Verfügung. Zudem wurden bewusst nur kritische Proben mit fehlerhafter Markierung oder schlechten Schnittkanten für die Untersuchung herangezogen.

So soll nachfolgend nicht auf die Optimierung von neuronalen Netzen eingegangen werden. Im Weiteren soll der Schwerpunkt der Diskussion vor dem Hintergrund einer praxistauglichen Bildvorverarbeitung fortgeführt werden und nur Erkenntnisse und erste Ergebnisse aus den Vorverarbeitungsschritten beleuchtet werden.

Ergebnis der Bildvorverarbeitung

Die Ergebnisse der Bildaufbereitung zeigen deutlich, dass das entwickelte Verfahren sehr Erfolg versprechend ist, um eine an-

| Proben mit der Orientierung 0° |
|--------------------------------|
| |
| Probe 0801745 |
| |
| Probe 0801835 |
| |
| Probe 0940221 |
| |
| Probe 0940613 |
| |
| Probe 0940653 |
| |
| Probe 0940723 |
| |
| Probe 0940753 |
| |
| Probe 0940833 |
| |
| Probe 0941013 |
| |
| Probe 0941023 |
| |
| Probe 0941033 |
| |
| Probe 7240251 |
| |
| Probe 7240311 |
| |
| Probe 8151321 |
| |
| Probe 8151331 |

Tabelle 1: Ergebnisse der Bildvorverarbeitung aller Proben mit Orientierung der Schrift bei 0°

| Prägestück mit der Orientierung 45° |
|-------------------------------------|
| |
| Probe 0801745 |
| |
| Probe 0801835 |
| |
| Probe 0940221 |
| |
| Probe 0940613 |
| |
| Probe 0940653 |
| |
| Probe 0940723 |
| |
| Probe 0940753 |
| |
| Probe 0940833 |
| |
| Probe 0941013 |
| |
| Probe 0941023 |
| |
| Probe 0941033 |
| |
| Probe 7240251 |
| |
| Probe 7240311 |
| |
| Probe 8151321 |
| |
| Probe 8151331 |

Tabelle 2: Ergebnisse der Bildvorverarbeitung aller Proben mit Orientierung der Schrift bei 45°

schließende Klassifikation der Schriftzeichen auf gutem Niveau durchführen zu können. Die dabei eingesetzte Art der Bildaufbereitung erreicht ein deutliches Hervorheben der Prägung vor dem jeweiligen Hintergrund, sowie eine Rotations- und Translationsinvarianz. Die Abweichungen der einzelnen Ergebnisse erklären sich durch die nicht ganz homogene Beleuchtung des Prägestücks sowie der nicht hundertprozentigen orthogonal zueinander stehenden Lichtquellen. Besonders kommt hinzu, dass die Kantenbildung, aufgrund der Furchen auf den Schnittkanten, in ihrer Intensität durch die Rotation variiert. Störungen treten so stärker oder weniger im Bild auf. Nachfolgende Ergebnisse (siehe Tabelle 1 und 2) der Bildvorverarbeitung von Proben mit einer Lage der Schrift bei 0° und 45° verdeutlichen dies.

Ergebnis der Lokalisierung und Segmentierung

Das hier eingesetzte Verfahren der Bildaufbereitung erreicht ein deutliches Hervorheben der Prägung vor dem Hintergrund und liefert als Ergebnis eine gute Basis für die Segmentierung und anschließende Klassifikation. Allerdings sind dem Verfahren auch Grenzen gesetzt. Ist das Bild stark gestört oder die Prägung fehlerhaft, kann es nur begrenzt segmentiert und klassifiziert werden. Abb. 7 zeigt etwa einen stark gestörten Bildausschnitt mit einer fehlerhaften Rotation. Störungen im Bild treten dann besonders stark auf, wenn die Oberflächen der Schnittkante tiefe Furchen aufweisen. Die Furchen auf den Schnittkanten ergeben sich beim Schneiden des Stranggusses und dem verwendeten Schneidverfahren (Sägeschnittverfahren oder Brennschnittverfahren). Die meisten Furchen traten an den Schnittkanten beim Brennschnittverfahren auf. Sie führten zu einem zusätzlichen Schattenwurf auf der Schnittoberfläche, und es ergaben sich unerwünschte zusätzliche Grauwertkanten im Bild. Zudem verursacht die unebene Schnittoberfläche eine Verzerrung der Schrift, die wiederum später zu einer Fehlklassifikation führen kann. Weiter können schlechte Schnittkanten, trotz guter Prägung im Bild, zu einer fehlerhaften Bestimmung der Orientierung und einer falschen Rotation der Prägung in Normallage führen. So kann es dazu kommen, dass die Prägung nicht horizontal im Bild liegt und die erzeugten Patternbilder verzerrte Schriftzeichen aufweisen, die wiederum später fehlerhaft klassifiziert werden. Bei der Auswertung aller Probestücke in Normallage und mit ei-

ner Orientierung von ca. 45° kam es in 9 von 30 Fällen zu einer fehlerhaften Rotation. Die meisten Abweichungen nach der Korrektur in die Normallage betragen jeweils +-5 – 10°.

Eine weitere Problematik ergibt sich, wenn Prägezeichen mit guter Prägequalität, etwa in der Bildaufbereitung, „zusammenwachsen“ oder Prägezeichen „aufbrechen“. Bei dem „Zusammenwachsen“ von Prägezeichen, ergeben sich zu große Segmentgrößen. Die Konsequenz ist, dass die Segmentierung als nicht verfolgungswürdig eingestuft wird. Dies ge-



Abb. 7: Stark gestörter Bildausschnitt mit fehlerhafter Rotation

schieht ebenfalls bei „aufgebrochenen“ Prägezeichen, da die einzelnen Segmentteile zu klein sind. Auch in diesen Fällen ist eine Klassifikation nicht möglich. Tabelle 3 führt für alle Proben die Fehler der Segmentierung und der Rotation auf. Es ist anzumerken, dass die aufgeführten Ergebnisse auf den ersten Blick „dramatisch“ schlecht ausfallen, aber sich im Vergleich mit Tabelle 2 und 3 relativieren. Bei der Segmentierung liegt der Fehler bei Normallage (0°) bei 26,6% und bei Rotation (45°) bei 27,6%. Dieses Ergebnis zeigt, dass der Bildvorverarbeitungsprozess eine gute Rotationsinvarianz aufweist. Der Fehler der Rotation bei Normallage (0°) ist 53,3% und in Rotation (45°) 26,6%. Die starke Abweichung entsteht – wie bereits beschrieben – durch die unebenen und zerfurchten Oberflächen, welche zu einem zusätzlichen Schattenwurf auf der Schnittoberfläche führen und die Berechnung des Rotationswinkels erheblich stören.

Ausblick

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die Opti-

| Probe | Ergebnis der Bildvorverarbeitung | | | |
|---------|---|-----------------------|--|-----------------------|
| | Fehler ¹ bei Orientierung 0° | | Fehler ¹ bei Orientierung 45° | |
| | Segmentierung | Rotation ² | Segmentierung | Rotation ² |
| 0801745 | 0 | 1 | 3 | 0 |
| 0801835 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0940221 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| 0940613 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0940653 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0940723 | 7 | 1 | 7 | 1 |
| 0940753 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 0940833 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 0941013 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| 0941023 | 2 | 1 | 4 | 1 |
| 0941033 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 7240251 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 7240311 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 8151321 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| 8151331 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Summe: | 28 | 8 | 29 | 4 |
| in %: | 28,6 | 53,3 | 27,6 | 26,6 |

Tabelle 3: Ergebnisse der Segmentierung und Rotation

¹nicht segmentierte Ziffern

²1: fehlerhafte Rotation;

0: kein Fehler bei Rotation



mierung von Algorithmen zur Lagebestimmung und die Rotation weiter verfolgt werden sollten. Ebenso wie die Beschleunigung zum Auffinden von einzelnen Schriftzeichen durch die Einbindung von Kontextwissen. Der Hauptschwerpunkt weiterer Untersuchungen muss aber bei der Optimierung der Segmentierung liegen, so dass „aufgebrochene“ oder „zusammengewachsene“ Schriftzeichen zuverlässig segmentiert werden können.

Parallel sind erste Tests, des hier beschreibenden Verfahrens, bereits bei heißen und sehr hell glühenden Proben bei ca. 1000 °C möglich. Vor diesem Hintergrund ist das Zusammenspiel von Kamera-, Filter- und Beleuchtungssystemen von besonderer Bedeutung. Erste Erkenntnisse zeigen aber, dass das hier beschriebene Verfahren auch für glühende metallische Oberflächen mit entsprechenden Bilderfassungssystemen geeignet ist.

Förderung und Partner

Das hier beschriebene Projekt wurde durch den Forschungsschwerpunkt „verteilte und mobile Applikationen“ (FSP VMA) und die Firma Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH (HKM) unterstützt. Der Forschungsschwerpunkt VMA bündelt im Bereich der Technischen Informatik Forschungsaktivitäten auf den Gebieten Eingebettete und Autonome Systeme, Security Engineering und Testautomatisierung für verteilte und mobile Systeme und Verteilte mobile Dienste in Next Generation Networks. Die Forschungs- und die Entwicklungsarbeiten sind im Arbeitsgebiet 2 „Anwendung für eingebettete Systeme und Robotik“ entstanden, welches sich auch mit den Themen intelligente Sensoren für industrielle und mobile Anwendungen befasst.

Sebastian Seegert / Lothar Thieling

LITERATUR

- [1] Cai, J.; Zhang, G.; Zhou, Z. (2006): Design of Online Automatic Vision Inspection System for Steel Billet Characters, Chinese Journal of Sensors and Actuators, Hangzhou, China
- [2] Jonghak, L.; Sang-gug; Soo-joong, K. (2004): Vision Technique for Recognition of Billet Characters in the Steel Plant, 8th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, Auckland, New Zealand, 9–13 August 2004, Springer Verlag
- [3] Hu, M. K. (1962): Visual Pattern Recognition by Moment Invariants, IRE Transaction on Information Theory, Vol. IT-8, 179–187
- [4] Nauck, Detlef; Klawonn, Frank; Kruse, Rudolf (1994): Neuronale Netze und Fuzzy-Systeme. 1. Auflage, S. 73 f., Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden

Porta Hebraica – Erschließung und Präsentation historischer hebräisch-schriftlicher Drucke

ABSTRACT

Ziel des Projekts Porta Hebraica war die Konzeption und Entwicklung einer Software zur Erschließung und Präsentation einer wertvollen Sammlung hebräisch-schriftlicher Dokumente aus der Zeit 1501–1933. In zweijähriger Arbeit wurden dafür drei web-basierte Softwaresysteme entwickelt: eine Buchwerkstatt zum virtuellen Binden, ein Studio zum Lesen und Annotieren und eine web-basierte Präsentation der erschlossenen Buchtitel. Mit diesen Systemen wurden exemplarisch 51 Titel der Sammlung mit über 20.000 Digitalisaten virtuell gebunden, bibliothekarisch und buchwissenschaftlich erschlossen und im Web präsentiert. Porta Hebraica ist ein von der Heidehof-Stiftung Stuttgart gefördertes Drittmittelprojekt, das in enger Zusammenarbeit zwischen Informatikern der Fachhochschule Köln, Buchwissenschaftlern der LMU München und Bibliothekaren der Bayerischen Staatsbibliothek (BSB) München durchgeführt wurde.

In vielen Bibliotheken befinden sich Sammlungen unerschlossener historischer Dokumente, zu denen Wissenschaftler bis heute keinen Zugang haben. Der Fokus dieses Projekts (2007–2009) war eine besondere und bis heute kaum erschlossene Sammlung hebräisch-schriftlicher Bücher (Hebraica) aus der Zeit von 1501 bis 1933, die sich in der bayerischen Staatsbibliothek in München befindet. Ein Hauptziel dieses Projekts war es, eine Methodik zu entwickeln, nach der Dokumentensammlungen mit speziellen Merkmalen bibliothekarisch erfasst, sowie buchwissenschaftlich und historisch nach unterschiedlichen Gesichtspunkten analysiert und informationstechnisch gesichert werden können. Ein weiteres Ziel bestand darin, alle bei der Erschließung gewonnen Informationen der fokussierten Merkmale mit Hilfe neuester Web-Technologien Studierenden und Wissenschaftlern zugänglich zu machen. In interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Bibliothekaren, Buchwissenschaftlern, Historikern und Informatikern wurde ein Softwaresystem entwickelt, das die bibliografische und buchwissenschaftliche

Erschließungsarbeit direkt an den Dokumenten unterstützt und die dabei gewonnenen Informationen sowie die Dokument-Digitalisate web-basiert präsentiert. Für das Pilotprojekt wurden 51 der rund 2700 Titel aus der Münchener Hebraica-Sammlung für die exemplarische Erschließung und Digitalisierung ausgewählt. Insgesamt wurden mehr als 20.000 Buchseiten digitalisiert.

Bibliothekarische und buchwissenschaftliche Erschließung

Eine erste wichtige Aufgabe bestand darin, die Arbeitsweisen von Bibliothekaren, Buchwissenschaftlern und Historikern im Bereich hebräisch-schriftlicher Druckschrift-dokumente zu analysieren, um detaillierte Informationen über die Anforderungen verschiedener Benutzergruppen an ein web-basiertes Softwaresystem und deren Nutzungskontext zu gewinnen. Die Arbeitsabläufe der bibliothekarischen Formal- und Sacherschließung, die der buchwissenschaftlichen Tiefenerschließung und die der späteren Nutzung der Erschließungsdaten, Metainformationen oder Digitalisate müssen sich in der Architektur und in den Be-

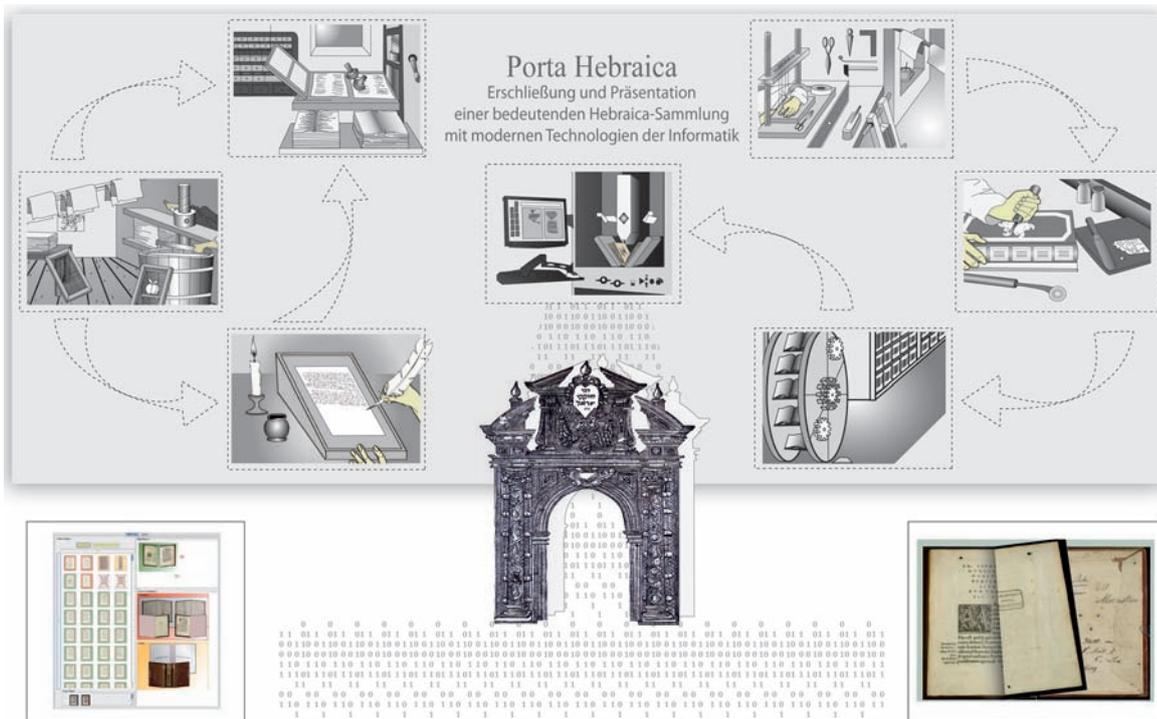


Abb. 1: Porta Hebraica, das Software-Tor zum Hebraica-Wissensraum. Dargestellt ist die Entstehung eines Buchs und seines Digitalisates. Oben links: Papierherstellung, Schreiben des Buchs und Drucken der Buchseiten. Oben rechts und Mitte: Binden, Lesen und Scannen des Buchs. Unten links: Virtuelles Binden der Digitalisate. Rechts unten: Blättern im Buch mit der Pageflip-Technik

nutzungsschnittstellen der Software widerspiegeln. Die Software und die Wissensbasis „Porta Hebraica“ wurde auf der Grundlage einer detaillierten Anforderungsermittlung entwickelt. Das System des Pilotprojekts besteht aus den Softwarekomponenten „Virtuelle Buchwerkstatt, Studio und Präsentation“ (Abb. 5–7). Die Buchwerkstatt und das Studio unterstützen Bibliothekare und Buchwissenschaftler bei der Erschließung der Dokumente. Das web-basierte Modul Präsentation stellt verschiedene Sichten auf die gewonnenen Daten und Informationen der erschlossenen Bücher zur Verfügung. Außerdem können dort alle in der Buchwerkstatt virtuell gebundenen Digitalisate mit der so genannten Pageflip-Technik

(s. Schulte/Heineken) gelesen werden. Porta Hebraica versteht sich als „Software-Tor“ zu einem Hebraica-Wissensraum, für den 51 Buchtitel exemplarisch ausgewählt wurden. Die zentralen Arbeitsbereiche des Projekts sind in Abb. 1 dargestellt

Porta Hebraica enthält aus verschiedenen Wissensbereichen (Abb. 2) Merkmale, nach denen die Bücher bei der Erschließung untersucht wurden: etwa physikalischer Zustand, Format und Seitenzahl des Buchs, Wasserzeichen, Papierart, Typographie, Drucker, Druckorte, Druckjahr, Annotationen im Buch über seine Herkunft und früheren Besitzer (Provenienzen) oder Buchinhalte. Bibliothekare, Buchwissenschaftler und Historiker



Abb. 2: Merkmale hebräisch-schriftlicher Bücher aus verschiedenen Arbeits- und Wissensbereichen werden bei der Erschließung in das System aufgenommen

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Heiner Klocke
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik
klocke@gm.fh-koeln.de

KOOPERATIONSPARTNER

Prof. Dr. Michael Brenner und
Dr. Ittai Tamari
Historisches Seminar der
Ludwig-Maximilians-
Universität München
Jüdische Geschichte und Kultur
michael.brenner@lrz.uni-muenchen.de
ijtamari@lrz.uni-muenchen.de

ANSPRECHPARTNER

Prof. Dr. Heiner Klocke und
Dipl.-Inform. Alex Maier
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
heinrich.klocke@fh-koeln.de
alex.maier@fh-koeln.de



können aus diesen Daten neue Erkenntnisse über frühere soziale und politische Verhältnisse gewinnen, diese im Wissensraum sichern und damit zukünftigen interessierten Besuchern zugänglich machen. Um Expertenwissen zu beschreiben, zu strukturieren und für die Zukunft zu sichern, kann dieses durch Ontologien modelliert werden. Sie werden in der Künstlichen Intelligenz, einem Teilgebiet der Informatik, zur Wissensrepräsentation benutzt. Mit Ontologien lassen sich Begriffe und ihre wechselseitigen Beziehungen untereinander darstellen, Regeln für Schlussfolgerungen definieren und deren Gültigkeit durch Integritätsregeln überwachen. Sie werden weiterhin dazu genutzt, um Wissen in formaler Form zwischen Anwendungsprogrammen und Diensten auszutauschen (siehe „Ontologien in der Informatik“). Softwarewerkzeuge unterstützen heute den Aufbau fachspezifischer Ontologien wie etwa die Sprache OWL (Web Ontology Language). Eine Ontologie-basierte Wissensrepräsentation wurde für Porta Hebraica ansatzweise konzipiert, bisher aber noch nicht umgesetzt. Ideen hierzu zeigen die Abb. 3 und 4.

Auf Grundlage der Szenario-basierten Analyse bibliothekarischer und buchwissenschaftlicher Arbeitsabläufe wurden entsprechende Benutzerhandlungen beschrieben und modelliert. Auf diesen Modellen basieren die im Porta Hebraica-System realisierten Funktionen, welche sich auf die drei Bereiche Werkstatt, Studio und Präsentation verteilen.

- In der Werkstatt werden die Digitalisate zu virtuellen Büchern gebunden und nach den Kriterien der formalen, sachlichen und Tiefenerschließung erfasst und beschrieben (Abb. 5).

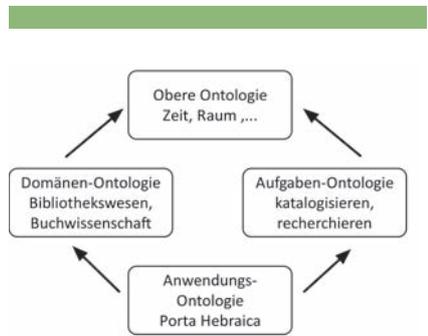


Abb. 3: Domänen-, Aufgaben- und Anwendungs-Ontologien in einem Hebraica-Wissensraum. Weitere Ontologien können hinzugefügt werden, ohne dass bestehendes Wissen in anderen Ontologien unmittelbar davon betroffen ist.

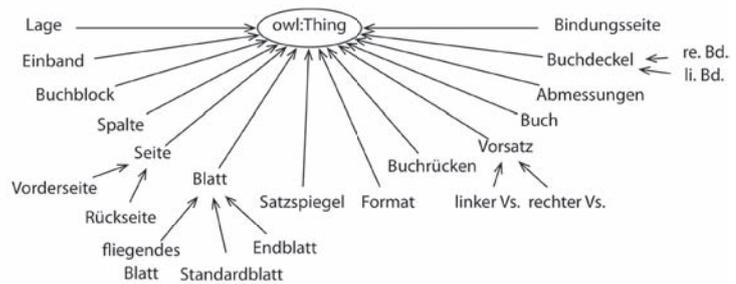


Abb. 4: In der Domänenontologie „Buch“ ist das Wissen über die einzelnen Bestandteile eines Buchs gespeichert. Alle für ein Buch relevanten Objekte und deren hierarchische Beziehungen untereinander werden dargestellt und beschrieben. So ist etwa ein Blatt im Buch eine Standardblatt, ein fliegendes Blatt oder ein Endblatt. Andere Ontologien können auf die Buch-Ontologie zugreifen und das darin gespeicherte Wissen verwenden.

- Das Studio dient der weiteren Tiefenerschließung der Bücher, wobei der Benutzer mit der Pageflip-Technik durch die Seiten blättern und im Buch lesen kann (Abb. 6).
- Der Raum der Präsentation ist über das Internet zugänglich. Die Bücher und alle bei der Erschließung erfassten Informationen können hier gelesen werden.

Im nächsten Release der Werkstatt und des Studios sind Annotationen vorgesehen, die als virtuelle Folie (Layer) direkt auf eine Buchseite gezeichnet, geschrieben oder zu einer Markierung gesprochen werden können. Annotationen auf Layern lassen sich mit anderen Informationsobjekten verknüpfen, wodurch die Qualität und der Komfort des Wissensraumes verbessert werden. Im Präsentationsraum sollen Layer-Annotationen ebenfalls sichtbar sein. In früheren Projekten wurde die Layertechnik erfolgreich erprobt. Der Prototyp ist somit auf den Nutzungskontext der Arbeitsbereiche Werkstatt und Studio ausgerichtet. Beide bieten die Möglichkeit, das gerade betrachtete Buch zu katalogisieren. Hierbei wird besonders auf die aus buchwissenschaftlicher Sicht wichtige Tiefenerschließung Wert gelegt. Dazu sollte der Fachexperte ein reales Buchexemplar in den Händen halten, um alle relevanten und individuellen Merkmale wie Gesamtzustand, Einband, Papier, Herkunft oder Geruch im System zu vermerken. Um ein Buch digital zu binden, müssen die Bilder vom Buchanfang und Buchende wie Buchdeckel, Buchrücken, Vorsatz, fliegende Blätter, Schmutztitel und Titelblatt zu der in der Mitte von Abb. 5 dargestellten Buchschablone korrekt zugeordnet werden. Vorausgesetzt, dass die Buchseiten in richtiger Reihenfolge gescannt wurden, werden alle anderen Buchseitenbilder automatisch korrekt in das digitale Buch eingebun-

den. Das fertig gebundene Buch wird dann in den Bestand des Studios zum Lesen und weiteren Katalogisieren aufgenommen (Abb. 6).

Web-Präsentation der Hebraica – Darstellung und Interaktion

Nach dem Binden der Digitalisate in der Werkstatt, erscheint das virtuelle Buch automatisch im Studio-Bücherregal (Abb. 6, oben), sowie in der Web-Präsentation des Hebraica-Wissensraumes. Hier können Leser Bücher nach verschiedenen Kriterien suchen und die Erschließungs-Informationen sehen. In der Präsentation wird jedes Buch in aufgeklappter Form – vorderer Buchdeckel, Buchrücken, hinterer Buchdeckel – dargestellt. Bei hebräisch-schriftlichen Dokumenten werden diese von rechts nach links geblättert und gelesen. Die Präsentationssicht der erfassten Hebraica-Titel ist über die Projekt-Webseite <http://hebraica.fh-koeln.de/hebraica/> erreichbar. Besonderer Wert bei der Web-Präsentation wurde auf die Qualität der Darstellungen und die Interaktion und Visualisierung des Umblätterns gelegt. Die Digitalisate der Seiten sollen an Hebraica interessierten Lesern nicht nur Informationen über die Dokumentinhalte, sondern auch über weitere Merkmale, wie Farbe, Zustand und Struktur des Papiers, Wasserzeichen oder Abmessungen vermitteln. Daher wurden die Seiten farbig und in entsprechend hoher Auflösung digitalisiert. Für das Umblättern wurde die „Flipping Books“-oder „Pageflip“-Technik verwendet (Abb. 7). Hierbei blättert der Benutzer mittels einer Drag&Drop-Mausgeste im Dokument, während ihm das Umblättern der Seiten visuell und akustisch rückgemeldet wird. Durch diese senso-motorischen Elemente wird das Blättern in einem virtuellen Buch ähnlich wahrgenommen wie in einem realen Buch.

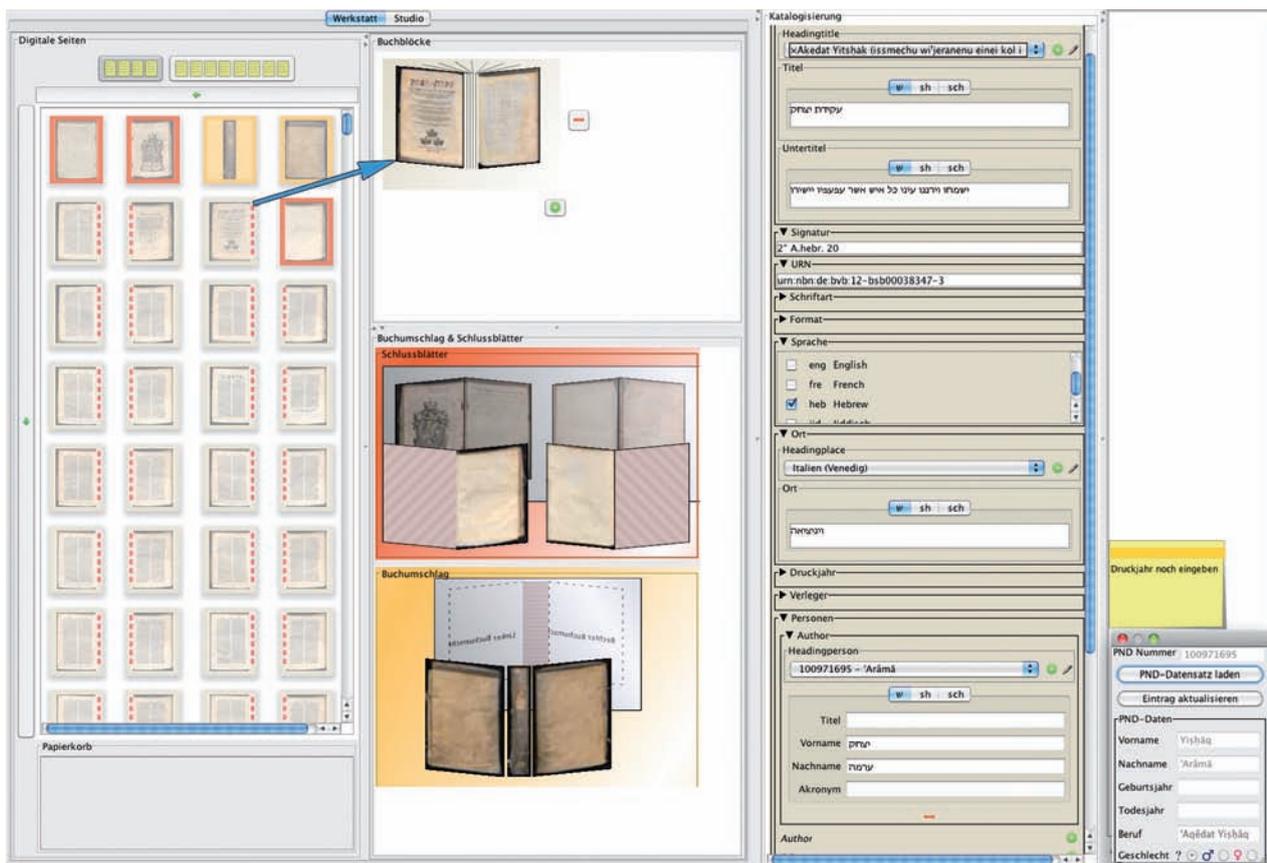


Abb. 5: Die Buch-Werkstatt. Virtuellen Binden und Katalogisieren von Büchern. Im linken Bereich sind alle digitalisierten Buchseiten als Icons aufgelistet. Durch Mausklick auf ein Seitenicon wird die digitalisierte Seite in Originalgröße angezeigt. Per Drag & Drop müssen nur die Seitenicons von Buchanfang und Buchende, wie Buchdeckel, Buchrücken, Titelblatt oder Vorsatz den entsprechenden virtuellen Buchseiten der Buchschablone zugeordnet werden (blauer Pfeil). Alle anderen digitalisierten Seiten werden automatisch in die virtuelle Bindung eingefügt. Im rechten Bereich werden bibliothekarische und buchwissenschaftliche Informationen der Formal-, Sach- und Tiefenerschließung eingetragen. Texte können auch auf Notizzettel geschrieben und später per Drag & Drop in ein passendes Katalogisierungsfeld eingesetzt werden. Die Erfassung ist in Originalschrift (w), in Transliteration (sh) und in Transkription (sch) möglich. Das Fenster rechts unten zeigt die aus der Deutschen Nationalbibliothek geladene PND-Nummer des Buchautors.



Abb. 6: Das Studio. Blättern, Lesen und Katalogisieren von Büchern. Durch Mausklick wird ein Buch aus dem Regal genommen und zum Blättern, Lesen und weiteren Katalogisieren geöffnet.



Was jedoch fehlt, ist die haptische und olfaktorische Rückkopplung, die bei der Tiefenerschließung alter Dokumente sicherlich eine besondere Rolle spielt. In einem Experiment bei Online-Katalogen wurde nachgewiesen, dass die Behaltensleistung durch die Pageflip-Technik verbessert wird. Leser erinnern sich an Merkmale im Buch eher, wenn sie statt mit flacher Vor-, Zurück- und Sprung-Navigation mit sensomotorisch reicherer Pageflip-Technik arbeiten (siehe Gall, Schulte/Heineken). Zur technischen Umsetzung wurde die Open Source Pageflip/Flashbuch-Engine MegaZine eingesetzt. Im Pageflip-Lesemodus stehen außer dem seitenorientierten Vor- und Zurückblättern weitere Möglichkeiten der Navigation im Buch zur Verfügung. Im nächsten Release wird zusätzlich zum Pageflip auch der so genannte DFG-Viewer zur Navigation angeboten (siehe <http://dfg-viewer.de>).

Fazit und Aussicht

Das Projekt Porta Hebraica erforderte von Anfang an aufgrund der Besonderheiten, wie die kombinierte bibliothekarische und buchwissenschaftliche Erschließung, das Alter, der Wert und die kulturelle und historische Bedeutung dieser Sammlung oder die hebräische Schrift eine auf diese Merkmale speziell ausgerichtete Vorgehensweise. Folgende Ziele wurden erreicht:

- Integrierte Erschließung und Präsentation der Hebraica
- Eingaben und Darstellungen in Originalschrift, Transkription und Transliteration
- Binden der Digitalisate zu einem virtuellen Dokument
- Flexible buchwissenschaftliche Tiefenerschließung
- Online-Erschließung über einen verfügbaren Internetzugang überall und jederzeit
- Erschließung auch ohne vorherige Verfügbarkeit der Digitalisate
- Anwendung der Pageflip-Technik auf virtuelle Bücher

Mit der Arbeit an folgenden Aufgaben wurde begonnen:

- Integration von Annotationen direkt in den Digitalisaten
- Bereitstellung einer Z39.50-Schnittstelle zur Hebraica-Datenbank
- Texterkennung in den Digitalisaten mit OCR-Verfahren

Dank

Ein besonderer Dank gilt der Heidehof-Stiftung Stuttgart, die das Projekt Porta Hebraica von 2007–2009 gefördert hat. Aus dieser Förderung wurden die Projektmitarbeiter über 2 Jahre finanziert.

- Wissenschaftliche Leitung. Dr. Ittai Tamari, Abt. für Jüdische Geschichte und Kultur der Ludwig-Maximilians-Universität München (Prof. Dr. Michael Brenner)
- Technische Leitung. Dipl.-Inform. Alex Maier, Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften, Fachgruppe Systemgestaltung, Fachhochschule Köln (Prof. Dr. Heiner Klocke).
- Studentische Hilfskräfte für die Entwicklung der Porta Hebraica-Software
- Studierende der Informatik, die durch Projekt- und Diplomarbeiten zum Erfolg des Projekts beigetragen haben.

Ein Dank gilt auch Dr. Claudia Fabian, Abteilung Handschriften und Alte Drucke, Bayerische Staatsbibliothek München, für die Beratung in speziellen bibliothekarischen Fragen und die Unterstützung bei der Bereitstellung der Hebraica-Dokumente.

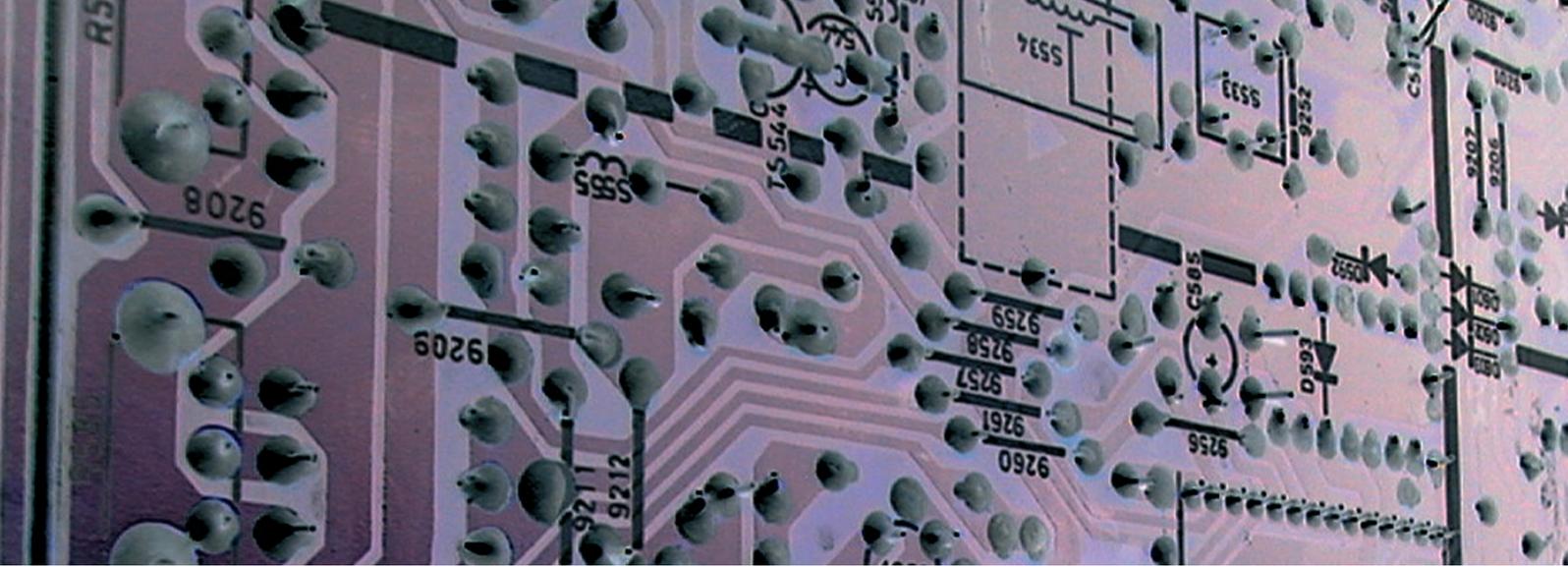
Heiner Klocke

LITERATUR

- [1] Schulte, F.P.; Heineken, E.; & Gall, S. (2009): Was bringt ein Pageflip in Online-Katalogen dem Produktmarketing? *i-com Zeitschrift für interaktive und kooperative Medien*, 2, S.40–47
- [2] Ontologien in der Informatik. [http://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_\(Informatik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Ontologie_(Informatik)). Link verifiziert am 23.01.2011
- [3] Webseite des Projekts Porta Hebraica. <http://hebraica.fh-koeln.de/hebraica/>. Link verifiziert am 30.01.2011
- [4] Gall, S. (2011): Online- und laborexperimentelle Untersuchungen zur Wirkung des Pageflip-Effekts auf die Behaltensleistung. www.pageflipexperiment.com. Link verifiziert am 30.01.2011
- [5] Pageflip/Flashbook-Engine MegaZine 3. www.megazine3.de. Link verifiziert am 30.01.2011
- [6] Browser-Webdienst zur Anzeige von Digitalisaten aus dezentralen Bibliotheksrepositorien. <http://dfg-viewer.de>. Link verifiziert am 31.01.2011



Abb. 7: Pageflip-Technik: Zum Umblättern klickt der Nutzer auf die Ecke einer Seite, hält den Mausbutton dabei gedrückt (click & hold), zieht dann die Seite nach rechts oder links (drag) und lässt sie los (drop). Beim Umblättern (flipping page) wird die Seite während der Bewegung kontinuierlich an der Mauszeigerposition „gefaltet“. Zum schnellen Blättern genügt auch ein kurzer Mausklick auf die entsprechende Seitenecke. Die visuelle Wahrnehmung des Umblätterns wird durch entsprechende Papiergeräusche akustisch verstärkt.



Thomas Bartz-Beielstein/Flasch Oliver

Evolutionary Computation in Practice und die GECCO Industrial Challenge 110

Thomas Bartz-Beielstein

Dynamic Niching for Diversity Preservation in Genetic Programming 111

Genetic Programming and Symbolic Regression in the R Environment 112

SPO-tuned GP and NARX Prediction Models for Stormwater Tank Fill Level Prediction 114

SPOT: Interactive and Automatic Tuning of Search Heuristics and Simulation Models in the R Environment 116

Heide Faeskorn-Woyke/Edda Leopold

Automatische Kategorisierung von Marktstudien 117

Frithjof Klasen/Sarah Stevens

Industrial Usability – Mensch-Maschine-Interaktion in industriellen Anwendungen 120

Wolfgang Konen

Gestendaten klassifizieren mit Slow Feature Analysis 122

Optimierte Modelle zur Prognose von Füllständen in Regenüberlaufbecken 124

Parameter-Tuned Data Mining: A General Framework 126

COMPUTATIONAL SERVICES AND SOFTWARE QUALITY



Evolutionary Computation in Practice und die GECCO Industrial Challenge



ABSTRACT

„Evolutionary Computation in Practice“ (ECP) gehört zu den wichtigsten Veranstaltungsreihen auf der GECCO, der weltweit wichtigsten Konferenz im Bereich Computational Intelligence, deren Organisationskomitee Professor Bartz-Beielstein angehört. Die GECCO 2010 fand in Portland (Oregon, USA) statt. Renommierte Vertreter aus Forschung und Industrie fanden anlässlich der dreitägigen ECP-Veranstaltung ein Forum, um anwendungsorientierte Fragen und Zukunftstrends zu diskutieren.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
bartz@gm.fh-koeln.de
Dipl.-Inf. Oliver Flasch
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik

KOOPERATIONSPARTNER

Cranfield University (UK)
Dortmund Intelligence
Project GmbH
Politecnico di Milano
Quaesta Capital GmbH

Evolutionary Computation in Practice ECP verfolgt folgende Ziele:

1. Bereitstellung eines Forums für Vertreter aus Forschung, Industrie und Regierung, um neue CI-Verfahren kennen zu lernen
2. Präsentation von Top-Level-Verfahren, die über die Fächergrenzen hinweg Anwendung finden
3. Kontakte für Hochschulabsolventen (Jobbörse)
4. unkomplizierter Austausch zwischen Experten auf hohem Niveau, um Zukunftstrends zu diskutieren und Einfluss auf zukünftige Entwicklungen zu nehmen (Think-Tank)

Die Anwendungen stammen aus so unterschiedlichen Bereichen wie Energieversorgung, Umweltforschung, Ökonomie, Computergrafik oder Spiele-Entwicklung. Zentraler Bestandteil dieser Veranstaltung ist die Plenums-Diskussion „Ask the Experts“, in der Experten dem Publikum Rede und Antwort stehen. Zusätzlich werden Fachvorträge gehalten und für Hochschulabsolventen gibt es die Veranstaltung: „Getting a Job in Evolutionary Computation: What to do and what not to do“.

GECCO-2011 Industrial Challenge

Die GECCO „Industrial Challenge“ bietet Forschern die Möglichkeit, reale Probleme aus Wirtschaft und Industrie zu bearbeiten, deren Lösungen von Unternehmen benötigt werden. Forscher aus dem Bereich Evolutionary Computation können demonstrieren, dass ihre Verfahren in einem Umfeld, in dem großer Konkurrenzdruck herrscht, funktionieren. Für das Unternehmen besteht die

Möglichkeit, hoch innovative Herangehensweisen auszuprobieren. Verfahren der Evolutionary Computation werden durch diesen Wettbewerb an Sichtbarkeit gewinnen. In der GECCO-2011 „Industrial Challenge“ sollen Strategien für den Währungsmarkt entwickelt werden.

Kooperationen

ECP wird gemeinsam von Dr. Jörn Mehnen (Cranfield University) und Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein (Fachhochschule Köln) organisiert. Der GECCO-2011 Industrial Challenge wird von Dipl.-Inf. Oliver Flasch, Prof. Bartz-Beielstein und Prof. Konen in Zusammenarbeit mit Dr. Wolfgang Kantschik (Dortmund Intelligence Project GmbH), Prof. Pier Luca Lanzi (Politecnico di Milano), Dr. Jörn Mehnen (Cranfield University) und Christian von Strachwitz (Quaesta Capital GmbH) organisiert.

Danksagung

Die Vorbereitungen zu diesen Projekten wurden von der Fachhochschule Köln im Rahmen des anerkannten Forschungsschwerpunkts COSA gefördert. Diese Projekte wurden zudem vom Bundesministerium für Forschung und Bildung (BMBWF) unter den Projektnamen FIWA (AiF FKZ 17N2309, Ingenieurwachstums) und SOMA (AiF FKZ 17N1009, Förderlinie „Ingenieurwachstums“) gefördert.

Thomas Bartz-Beielstein / Oliver Flasch

LITERATUR

Bartz-Beielstein, T.; Mehnen, J. (2010): Evolutionary Computation in Practice.
www.sigevo.org/gecco-2010/ecp.html

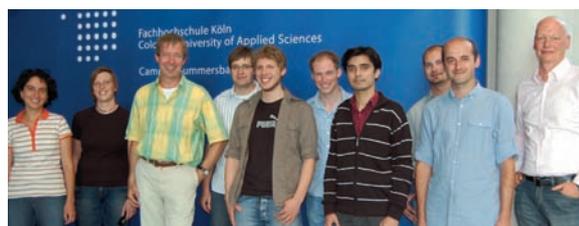


Abb. 1: Die Arbeitsgruppe CIO P wird von den Professoren Konen (3. v. links) und Bartz-Beielstein (ganz rechts) geleitet.

Dynamic Niching for Diversity Preservation in Genetic Programming

Genetic programming (GP) is a class of evolutionary algorithms for the automatic generation of computer programs based on high-level problem definitions [1, 6, 8]. We apply a strongly-typed tree-based multi-objective GP variant for symbolic regression to solve real-world time series regression problems from water resource management and from finance [2, 3]. In this rather typical GP application, a common problem is the premature convergence into local optima. This problem is perhaps more severe in GP for symbolic regression than in other evolutionary algorithms and applications because of the difficult nature of the GP search space: Depending on the set of GP building blocks, the fitness landscape is often highly multi modal and rough, making it especially difficult to escape from local optima. A typical means to circumvent the impact of premature convergence is to use multiple independent runs in parallel, combining their results only after a certain number of fitness evaluations have passed [10]. This basically implements a form of static niching, where genetic diversity is preserved by isolating possibly structurally, id.est, genotypically, different solutions from

direct competition [7, 9]. Multi-objective GP methods, such as Pareto GP, also implement an implicit form of niching by maintaining a set of Pareto-optimal solutions that may be structurally different. Furthermore, explicit niching schemes based on trivial geographies [11], demes or islands [6, 4], or on individual age [5] are considered as promising approaches in several GP applications.

Cluster-Based Niching for GP

We implement a different approach to niching for GP which is more dynamic. Our approach uses cluster-based niching methods [12]. Starting from a single population, we calculate the genotypic similarity matrix of the population S or a suitable approximation of S for large population sizes. The calculation of S is based on a metric d that should reflect the impact of the GP variation operators in the (informal) sense that $d(x, a) \leq d(x, b)$ iff $P(\text{variate}(x) = a) \geq P(\text{variate}(x) = b)$. An individual x is closer to an individual a than it is to an individual b iff the probability of arriving at a by a fixed number of stochastic variation steps from x is higher than the probability of arriving at b . Finding an appropriate m that is also efficiently computable is a diffi-

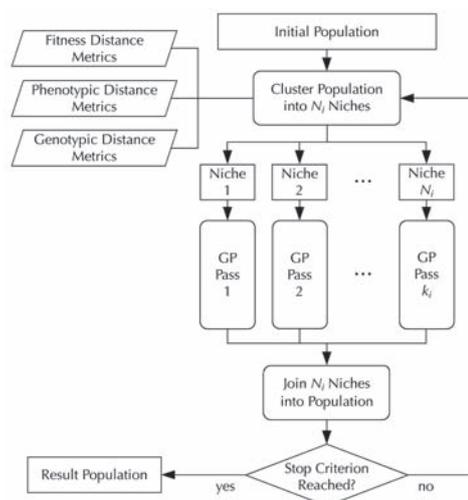


Figure 1: Outline of the Distributed Clustering Based Niching Algorithm: An initial population is clustered into N_i niches, based on a given distance metric. The niches are distributed to a compute cluster where each node performs an isolated GP run (a GP pass) on its niche population. The pass results are collected from the cluster nodes and joined into a single population. This process is repeated until a run stop condition holds.

ABSTRACT

We apply Genetic Programming (GP) to solve real-world time series regression problems. A common problem of GP is premature convergence into local optima due to loss of genetic diversity, which leads to poor search effectiveness. We propose a dynamic cluster-based niching approach that divides a GP population into multiple niches based on genotypic similarity. As GP individuals are protected from competition inside their niches, we are able to control genetic diversity by splitting and merging niches.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
bartz@gm.fh-koeln.de
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik

PROJEKT BETEILIGTE

Oliver Flasch
Patrick Koch



cult problem, particularly in the presence of a crossover operator. Based on S , we apply a hierarchical agglomerative clustering algorithm [13] to dynamically split the GP population into independent niches. Using hierarchical clustering affords some flexibility in the number of clusters created, which can be based on the number of processors available for parallel runs. In the first version of our algorithm, clustering of the population is performed in fixed intervals, where the interval size is controlled by a hyperparameter. In each clustering step, niches can be split or joined. Figure 1 illustrates the algorithm. We are currently conducting first experiments to assess the performance of the proposed niching methods.

Thomas Bartz-Beielstein

Acknowledgements

This work has been supported by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) under the grant FIWA (AiF FKZ 17N2309, Ingenieurachwuchs) and by the Cologne University of Applied Sciences under the research focus grant COSA.

REFERENCES

- [1] Banzhaf, W.; Francone, F.D.; Keller, R.E.; Nordin, P. (1998): Genetic Programming: An Introduction: On the Automatic Evolution of Computer Programs and its Applications, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA
- [2] Flasch, O.; Bartz-Beielstein, T.; Koch, P.; Konen, W., (2009): Genetic Programming Applied to Predictive Control in Environmental Engineering, In: Hoffmann, F.; Hüllermeier, E. (eds.), Proceedings 19. Workshop Computational Intelligence, Dortmund, Universitätsverlag Karlsruhe
- [3] Flasch, O.; Bartz-Beielstein, T.; Davtyan, A.; Koch, P.; Konen, W., (2010): Comparing SPO-tuned GP and NARX Prediction Models for Stormwater Tank Fill Level Prediction, In: Sobrevilla, P. (ed.), Proceedings WCCI, Barcelona
- [4] Garcia, S.; Levine, J.; Gonzalez, F. (2003): Multi Niche Parallel GP with a Junk-code Migration Model, EuroGP'03: Proceedings of the 6th European conference on Genetic programming, Springer
- [5] Hornby, G.S., ALPS (2006): The Age-Layered Population Structure for Reducing the Problem of Premature Convergence, Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference, ACM Press
- [6] Koza, J.R. (1992): Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection, MIT Press, Cambridge
- [7] Mahfoud, S.W. (1995): Niching Methods for Genetic Algorithms, University of Illinois at Urbana-Champaign
- [8] Poli, R.; Langdon, W.B.; McPhee, N.F. (2008): A Field Guide to Genetic Programming, Published via <http://lulu.com> and freely available at www.gp-field-guide.org.uk
- [9] Shir, O.M. (2008): Niching in Derandomized Evolution Strategies and its Applications in Quantum Control, Natural Computing Group, LIACS, Faculty of Science, Leiden University; Netherlands
- [10] Smits, G.; Vladislavleva, E. (2006): Ordinal Pareto Genetic Programming, Proceedings of the 2006 IEEE Congress on Evolutionary Computation, IEEE Press
- [11] Spector, L.; Klein, J. (2005): Trivald Geography in Genetic Programming, Genetic Programming in Theory and Practice III, Springer
- [12] Streichert, F.; Stein, G.; Ulmer, H.; Zell, A. (2003): A Clustering Based Niching Method for Evolutionary Algorithms, Genetic and Evolutionary Computation GECCO 2003, Lecture Notes in Computer Science, Springer
- [13] Ward, J.H., (1963): Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function, Journal of the American Statistical Association 58 (301), p. 236–244

Genetic Programming and Symbolic Regression in the R Environment

Genetic programming (GP) is a collection of techniques from evolutionary computing (EC) for the automatic generation of computer programs that perform a user-defined task [4, 1]. Starting with a high-level problem definition, GP creates a population of random programs that are progressively refined through variation and selection until a satisfactory solution is found. An important advantage of GP is that no prior knowledge concerning the solution structure is needed. Another advantage is the representation of solutions as terms of a computer language, i.e., in a form accessible to human reasoning. The main drawback of GP is its high computational complexity, due to the potentially infinitely large search space of computer programs. On the other hand, the recent availability of fast multi-core systems has enabled the practical application of GP in many real-world application domains. This has led to the development of software frameworks for GP, including DataModeler, Discipulus, ECJ,

Eurequa, and GPTIPS. All of these systems are complex aggregates of algorithms for solving not only GP specific tasks, such as solution creation, variation, and evaluation, but also more general EC tasks, like single- and multi-objective selection, and even largely general tasks like the design of experiments, data preprocessing, result analysis and visualization. Packages like Matlab, Mathematica, and R [5] already provide solutions for the more general tasks, greatly simplifying the development of GP systems based on these environments. RGP is based on the R environment for several reasons. Firstly, there seems to be a trend towards employing statistical methods in the analysis and design of evolutionary algorithms, including modern GP variants [7, 3]. Secondly, R's open development model has led to the free availability of R packages for most methods from statistics and many methods from EC. Also, the free availability of R itself makes RGP accessible to a wide audience. Thirdly, the R language supports "computing

on the language", which greatly simplifies symbolic computation inherent in most GP operations. In addition, parallel execution of long-running GP experiments is easily supported by R packages such as Snow [8].

RGP Overview

RGP was mainly developed as a research tool for exploring time series regression and prediction problems with GP. Nevertheless, the system is modular enough to be easily adapted and extended to new application domains. RGP represents GP individuals as R expressions that can be directly evaluated by the R interpreter. This allows the whole spectrum of functions available in R to be used as building blocks for GP. Because R expressions are internally represented as trees, RGP may be seen as a tree-based GP system. However, the individual representation can be easily replaced together with associated variation and evaluation operators, if an alternative representation is found to be more

effective for a given application [6]. Besides classical untyped GP, strongly typed GP is supported by a type system based on simply typed lambda calculus [2]. A distinctive feature of RGP's typed tree representation is the support for function defining subtrees, i.e., anonymous functions or lambda abstractions. In combination with a type system supporting function types, this allows the integration of common higher order functions like folds, mappings, and convolutions, into the set of GP building blocks. RGP also includes a rule based translator for transforming R expressions. This mechanism can be used to simplify GP individuals as part of the evolution process as a means to reduce bloat, or just to simplify solution expressions for presentation. The default rule base implements simplification of arithmetic expressions. It can be easily extended to simplify expressions containing user-defined operators and functions. The genetic programming system RGP provides default implementations for several initialization, variation, and selection operators. The system also provides tools for the analysis and visualization of populations and GP individuals. Typical GP applications are supported by standard R interfaces. For example, symbolic regression via GP is supported by the same "formula interface" as linear regression in R (see Figure 1). RGP is developed in cooperation with the Department of Statistics, TU Dortmund University (Olaf Mersmann).

Thomas Bartz-Beielstein

Acknowledgements

This work has been supported by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) under the grant FIWA (AiF FKZ 17N2309, "Ingenieurnachwuchs") and by the Cologne University of Applied Sciences under the research focus grant COSA.

REFERENCES

- [1] Banzhaf, W.; Francone, F.D.; Keller, R.E.;ordin, P., (1998): Genetic programming: An introduction: on the automatic evolution of computer programs and its applications. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA
- [2] Barendregt, H.; Abramsky, S.; Gabbay, D.M.; Maibaum, T.S.E.; Barendregt, H.P., (1992): Lambda calculi with types. In: Handbook of Logic in Computer Science, Oxford University Press, p. 117–309
- [3] T. Bartz-Beielstein, T.; Chiarandini, M.; Paquete, L.; Preuss, M.; editors (2009): Empirical Methods for the Analysis of Optimization Algorithms. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, in Press
- [4] Poli, R.; Langdon, W.B.; McPhee, N.F. (2009): A field guide to genetic programming. Published via <http://lulu.com> and freely available at <http://www.gp-field-guide.org.uk> (With contributions by J.R. Koza)
- [5] R Development Core Team (2009): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0
- [6] Schmidt, M.; Lipson, H., (2007): Comparison of tree and graph encodings as function of problem complexity. In: D. T. et. al., editor, GECCO '07: Proceedings of the 9th annual conference on Genetic and evolutionary computation, volume 2, 7-11 July 2007, ACM Press, London, p.1674–1679
- [7] Sun, Y.; Wierstra, D.; Schaul, T.; Schmidhuber, J., (2009): Efficient natural evolution strategies. In: GECCO '09: Proceedings of the 11th Annual conference on Genetic and evolutionary computation, ACM, New York, NY, USA, p. 539–546

ABSTRACT

RGP is a new genetic programming system based on the R environment. The system implements classical untyped tree-based genetic programming as well as more advanced variants including, for example, strongly typed genetic programming and Pareto genetic programming. It strives for high modularity through a consistent architecture that allows the customization and replacement of every algorithm component, while maintaining accessibility for new users by adhering to the "convention over configuration" principle. Typical GP applications are supported by standard R interfaces. For example, symbolic regression via GP is supported by the same "formula interface" as linear regression in R. RGP is freely available as an open source R package.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
bartz@gm.fh-koeln.de
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik

PROJEKT BETEILIGTE

Oliver Flasch
Patrick Koch

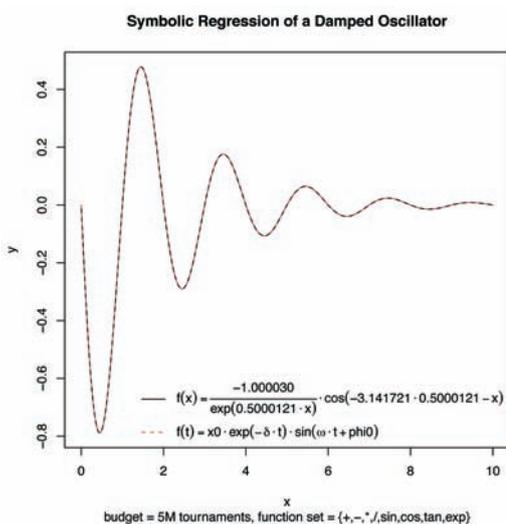


Figure 1: Symbolic Regression with RGP: Symbolic regression automatically discovers mathematical formulas that describe measured or simulated data. Here, RGP was used to successfully derive the closed form describing a damped oscillator. The dotted line shows the simulated input data, the solid line the curve of the formula derived by symbolic regression.



SPO-tuned GP and NARX Prediction Models for Stormwater Tank Fill Level Prediction

ABSTRACT

The prediction of fill levels in stormwater tanks is an important practical problem in water resource management. In this study state-of-the-art CI-methods are compared with respect to their applicability to this problem. The performance of methods like Neural Networks (NN) und Genetic Programming (GP) crucially depends on their parametrization. We compare different parameter tuning approaches like neuro-evolution and Sequential Parameter Optimization (SPO). In comparison to NN, GP yields superior results. By optimizing GP parameters, GP runtime can be significantly reduced without degrading result quality. The SPO-based parameter tuning leads to results with significantly lower standard deviation as compared to the GA based parameter tuning.

PROJEKTL EITUNG

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
bartz@gm.fh-koeln.de
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik

PROJEKT BETEILIGTE

Prof. Dr. Wolfgang Konen
Oliver Flasch
Patrick Koch

The prediction of fill levels in stormwater tanks based on rainfall data is an important problem in implementing predictive control of sewage networks [3, 7]. This problem will be referred to as the stormwater problem in the remainder of this paper. Solving the stormwater problem efficiently reduces environmental pollution and costs associated with sewer deterioration due to over- or under-loading. Additionally, this problem is a typical example of a large class of predictive control problems in environmental engineering, and it is realistic to hope that acceptable solutions for this problem are adaptable to similar problems. The stormwater problem belongs to the class of timeseries regression problems [5]. Although many different methods, ranging from classical statistical regression to modern computational statistics, can be used for time series regression, CI-methods offer an attractive tradeoff between ease-of-deployment and prediction-quality [4, 2, 6]. Furthermore, CI-methods have the potential of being robust to changes in the underlying system, because they can be automatically retrained. This can lead to lower maintenance costs. These findings make CI-based systems particularly suitable for application in environmental engineering, therefore we focus this paper on CI-methods. The most prominent CI-methods applied in environmental engineering are Neural Networks (NN), while symbolic regression via Genetic Programming (GP) offers an interesting alternative. In contrast to the black-box-models of NN, GP-models are presented as human-readable and -interpretable mathematical formulas, given a suitable function set and a reasonable expression complexity limit. Good results can be reported from the area of financial forecasting, where our project partner (DIP Dortmund Intelligence Project GmbH) applied GP successfully for several years. This is why a comparison of NN methods with GP in the domain of water resource management is of great interest. We use Sequential Parameter Optimization (SPO), as implemented in the SPO toolbox (SPOT), for tuning the parameters of all compared algorithms to enable fair and unbiased results [1]. To improve readability, the acronym SPO will

be used for SPOT throughout the rest of this article. We also compare the results of SPO-tuned algorithms with the results of hand-tuning and tuning via Genetic Algorithms (GA) to verify that SPO finds near-optimal parameters for the algorithms in this study.

Results

We repeated each prediction algorithm ten times with random different seeds configured to the best parametrization found by each parameter tuning method. Table 1 shows a statistical summary of the resulting RMSE values. While a comparison of the mean and median RMSE obtained by GA-tuned NARX and SPO-tuned NARX reveals no significant difference between the two methods, the RMSE standard deviation of the SPO-tuned NARX parametrization is lower by one order of magnitude. The results obtained by SPO-tuned GPINT are comparable to the results of manually-tuned GPINT, excluding the RMSE standard deviation. Again, the RMSE standard deviation of the SPO-tuned GPINT parametrization is lower by one order of magnitude when compared to that of the manually-tuned GPINT parametrization. When applied to the stormwater problem, the GPINT approach is superior to the NARX approach. Note that, due to time constraints, we do report results based on the test dataset seen by SPO. Because only few parameters were tuned, the danger of overfitting should be small. We plan to supply results on a completely independent validation dataset in a further study. Also note that the NARX results are stochastic because initial weights are set via the Nguyen-Widrow layer initialization function that uses a degree of randomness [8]. Regarding the best NARX parametrizations found by GA and SPO, both parameter-tuning methods result in networks with only few layers but relatively many delay steps. While we were driven to a small GP mutation strength in our manual tuning, yet SPO chose a relatively large value for this parameter. Both tuning methods resulted in large population sizes. Due to the fixed compute time budget, larger population sizes lead to a reduced number of GP generations.

Conclusions

The comparison of GA with SPO for tuning the parameters of a NARX network shows that SPO is able to find a neural network configuration that consistently performs at least as good as the best neural network structure found by GA (see Table 1). Notice the standard deviation of the results obtained by evaluating the best network structure found by SPO, which is one order of magnitude lower than the standard deviation of the results of the GA-tuned network. At least on this task, SPO presents a viable alternative to established neuro-evolution algorithms, while one has to keep in mind that these algorithms are usually applied at the more detailed neural weight level. The comparison of SPO-tuned NARX with SPO-tuned GPINT shows a clear advantage of the GPINT approach (see Table 1). This is also readily apparent when plotting predicted fill levels versus real fill levels, as done in Figure 1 and Figure 2 for both prediction methods on a subset of the test dataset. Neither GA-tuned nor SPO-tuned NARX neural networks were able to reach an acceptable accuracy on the stormwater problem. We conclude that the difficulties in applying NARX to this specific problem are independent of the method used to tune the NARX network structure and parameters. Compared to previous results for the stormwater problem obtained with a combined GPINT approach [6], we were able to significantly reduce the runtime required from about 20 hours to 2

hours. This improvement was due to a new GP system parametrization that was optimized to the stormwater problem. This optimization was performed completely automatically by SPO. We also tried to manually optimize the GP parameters to assess the quality of the SPO results and found them comparable to our manual results (see Table 1). Results from all four case studies show that SPO was able to determine parametrizations with significantly smaller standard deviations compared to the other parameter tuning approaches studied (see the rightmost column of Table 1). This may be caused by SPO's modelling approach, which considers both performance and variation [9]. Note that the DACE model uses merged function values, i.e., function values from several repeats are mapped to a single value.

Thomas Bartz-Beielstein

Acknowledgements

This work has been supported by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) under the grant FIWA (AIF FKZ 17N2309, Ingenieurwachstums) and by the Cologne University of Applied Sciences under the research focus grant COSA.

REFERENCES

[1] Bartz-Beielstein, T.; Lasarczyk, C.; Preuß, M., (2005): Sequential parameter optimi-

zation. In: McKay, B. et al., editors, Proceedings 2005 Congress on Evolutionary Computation (CEC'05), volume 1, Edinburgh, Scotland, IEEE Press, Piscataway NY, p. 773–780
 [2] Bartz-Beielstein, T.; Zimmer, T.; Konen, W. (2008): Parameterselektion für komplexe Modellierungsaufgaben der Wasserwirtschaft – Moderne CI-Verfahren zur Zeitreihenanalyse. In: Mikut, R.; Reischl, M., editors, Proc. 18th Workshop Computational Intelligence, Universitätsverlag, Karlsruhe, p. 136–150
 [3] Bongards, M. (2007): Online-Konzentrationsmessung in Kanalnetzen – Technik und Betriebsergebnisse. Technical report, Cologne University of Applied Sciences
 [4] Brabazon, A.; O'Neill, M.; editors (2008): Natural Computing in Computational Finance, volume 100 of Studies in Computational Intelligence, Springer
 [5] Brockwell, P.; Davis, R. (2002): Introduction to Time Series and Forecasting. Springer, New York NY
 [6] Flasch, O.; Bartz-Beielstein, T.; Koch, P.; Konen, W., (2009): Genetic programming applied to predictive control in environmental engineering. In: Hoffmann, F.; Hüllermeier, E., editors, Proceedings 19. Workshop Computational Intelligence, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, p. 101–113
 [7] J. Gironas, L. Roesner, L. Rossman, Davis, J. (2009): A new applications manual for the storm water management model (swmm). Environmental Modelling and Software
 [8] Nguyen, D.; Widrow, B., (1990): Improving the learning speed of 2-layer neural networks by choosing initial values of the adaptive weights. In: Proc. of the International Joint Conference on Neural Networks, volume 3, Washington, D.C., p. 21–26
 [9] Schonlau, M. (1997): Computer Experiments and Global Optimization. PhD thesis, University of Waterloo, Ontario, Canada

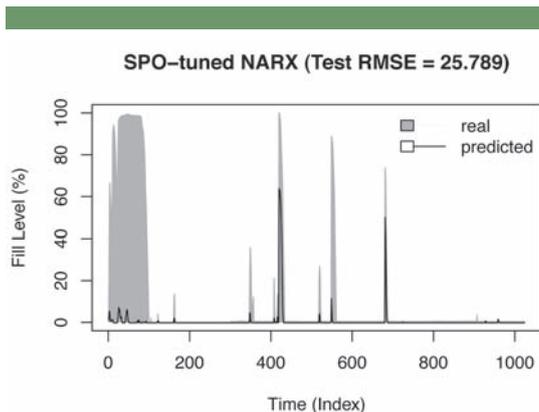


Figure 1: Real versus NARX-predicted fill levels, based on a subset of the test dataset. NARX parameters were tuned by SPO.

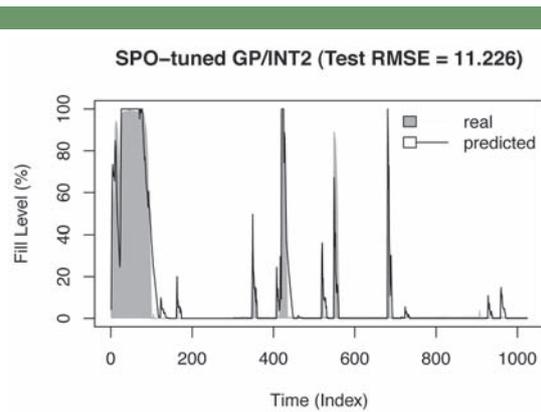


Figure 2: Real versus GPINT-predicted fill levels, based on a subset of the test dataset. GP parameters were tuned by SPO.

| C. Std. | Algorithm | RMSE Min | RMSE Max | RMSE Median | RMSE Mean | RMSE SD |
|---------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| A | GA-tuned NARX | 24,9 | 39,22 | 26,65 | 28,2 | 4,14 |
| B | SPO-tuned NARX | 25,79 | 26,64 | 26,56 | 26,44 | 0,34 |
| C | Man.-tuned GP/INT2 | 11,64 | 13,35 | 11,75 | 11,97 | 0,54 |
| D | SPO-tuned GP/INT2 | 11,23 | 11,35 | 11,29 | 11,29 | 0,04 |



SPOT: Interactive and Automatic Tuning of Search Heuristics and Simulation Models in the „R“ Environment



ABSTRACT

SPOT was successfully applied to problems from theory and practice. It includes methods for interactive and automatic tuning. SPOT implements classical regression and analysis of variance techniques, tree-based models such as CART and random forest, Gaussian process models or Kriging and supports combinations of different meta-modeling approaches.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
bartz@gm.fh-koeln.de
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik

PROJEKT BETEILIGTE

Prof. Dr. Wolfgang Konen
Oliver Flasch
Patrick Koch

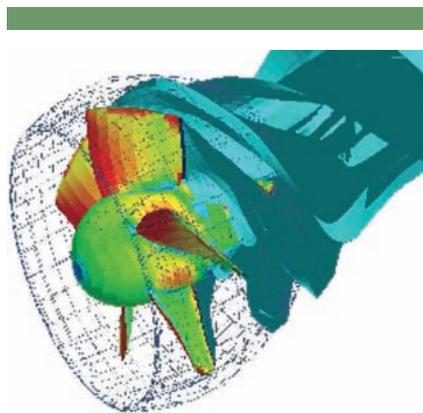


Abb. 1: Visualization of a linearjet propulsion system simulation. Due to symmetries, only a partial movement is simulated, and the water body is restricted to the parts in touch with the tube, rotor and stator. SPOT was used to optimize this model.

Model-based investigations are common approaches in simulation and optimization. The sequential parameter optimization (SPOT) package¹ for R is a toolbox for tuning and understanding simulation and optimization algorithms (Bartz-Beielstein et al., 2005; Bartz-Beielstein, 2010b). R is a freely available language and environment for statistical computing (R Development Core Team, 2008). SPOT was successfully applied to problems from theory and practice. It includes methods for interactive and automatic tuning. SPOT implements classical regression and analysis of variance techniques (Kleijnen, 1987, 2008); tree-based models such as CART and random forest (Breiman, 2001); Gaussian process models or Kriging (Sacks et al., 1989), and supports combinations of different meta-modeling approaches.

Strategic Decisions in the Tuning Process

SPOT uses a sequential tuning process, which can be divided into three major tasks:

1. Initial design
2. Meta modeling
3. Statistical analysis

Factorial designs or space-filling designs can be used to accomplish the initial design task. Meta modeling can be based on several models, like linear models, tree-based approaches (random forest), or Kriging. Finally, the statistical analysis can use simple tools from explorative data analysis: scatter plots, histograms, or modern tools from computational statistics. SPOT is used by several research groups around the world. Professor Konen and his team (research project SOMA) apply SPOT to develop a parameter-tuned data mining framework. Bartz-Beielstein (2010a) collects more than 100 publications related to the sequential parameter optimization.

Thomas Bartz-Beielstein

Acknowledgements

This work has been supported by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) under the grant FIWA (AiF FKZ 17N2309, Ingenieurwachstums) and by the Cologne University of Applied Sciences under the research focus grant COSA.

REFERENCES

- Bartz-Beielstein, T. (2010a): Sequential parameter optimization – an annotated bibliography. Technical Report 04/2010, Institute of Computer Science, Faculty of Computer Science and Engineering Science, Cologne University of Applied Sciences, Germany
- Bartz-Beielstein, T. (2010b): SPOT: An R package for automatic and interactive tuning of optimization algorithms by sequential parameter optimization. Technical Report arXiv:1006.4645. CIOPTECHNICAL REPORT 05-10. COLOGNE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Cologne University of Applied Sciences. Comments: Article can be downloaded from: <http://arxiv.org/abs/1006.4645>. Related software can be downloaded from <http://cran.r-project.org/web/packages/SPOT/index.html>
- Bartz-Beielstein, T.; Lasarczyk, C.; Preuß, M. (2005): Sequential parameter optimization. In: McKay, B. et al., editors, Proceedings Congress on Evolutionary Computation (CEC'05), Edinburgh, Scotland, volume 1, Piscataway NJ. IEEE Press, p. 773–780
- Breiman, L. (2001): Random forests. Machine Learning, 45(1):5–32
- Kleijnen, J. P. C., (1987): Statistical Tools for Simulation Practitioners. Marcel Dekker, New York NY
- Kleijnen, J. P. C., (2008): Design and analysis of simulation experiments. Springer, New York NY
- R Development Core Team (2008): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Rudolph, G.; Preuss, M.; Quadflieg, J.; (2009): Double-layered surrogate modeling for tuning metaheuristics. In: ENBIS/EMSE Conference “Design and Analysis of Computer Experiments”
- Sacks, J.; Welch, W. J.; Mitchell, T. J.; Wynn, H. P., (1989): Design and analysis of computer experiments. Statistical Science, 4(4):409–435

¹The toolbox is available as an R package via CRAN <http://cran.r-project.org>

Automatische Kategorisierung von Marktstudien

Automatische Textzusammenfassungen sind eine gängige Praxis, um den Kerninhalt eines Textes wiederzugeben. Das Hauptziel dabei ist die Themengebetszuordnung oder Kategorisierung eines Textes. Eine softwaregestützte automatische Textzusammenfassung unterstützt den Benutzer bei diesem Vorgang. Für das Marktstudienportal (www.markt-studie.de) und seine englisch- und spanischsprachigen Pendanten (www.reports-research.com oder www.estudio-mercado.es) sollte ein Weg gefunden werden, die Kategorisierung von Marktstudien zu unterstützen. Ziel war es, moderne Verfahren des Textdataminings und der Textextraktion zu verwenden, um den Zeitaufwand für die Marktstudienimporte mitsamt der Kategorienzuordnung zu verringern. Für die Textzusammenfassung eignet sich zum einen das statistische Verfahren nach Hans Peter Luhn¹ und zum anderen das Signalwortverfahren nach H.P. Edmundson.² Die vorhandenen Marktstudien werden nach einer Methode von Luhn und Edmundson zusammengefasst und anschließend automatisch kategorisiert. Für die semantischen Auszeichnungen der Textinformationen eignen sich die Semantic Web-Standards des W3C. Dazu wird eine vorhandene Kategorienwortliste genutzt. Alle Vorgänge können manuell unterstützt

und nachbearbeitet werden. Zusätzlich werden die zu kategorisierenden Marktstudien mittels des JENA-Frameworks in einer Web-Ontologie in OWL abgespeichert.

Überblick über die Gesamtanwendung

Die Gesamtanwendung ist als JAVA-Applikation implementiert und verläuft in folgenden Schritten, die in den nachfolgenden Abschnitten detailliert beschrieben sind:

1. Lese eine Marktstudie ein.
2. Erstelle unter Zuhilfenahme des Luhn-Analyzer oder des Edmundson-Analyzer einen Abstract und liste die im Abstract befindlichen Wörter auf.
3. Bestimmung des TF-IDF Werts je Wort in Relation zum Gesamtkorpus.
4. Übernehme alle Wörter, deren TF-IDF Werte gleich oder über dem vorher bestimmten Schwellenwert liegen.
5. Diese Wörter in der Kategorienwortliste nachschlagen.
6. Die gefundenen Kategorien als Vorschlag anzeigen.
7. Überführung der zu kategorisierenden Marktstudien in OWL.

¹Siehe [LUH58]

²Siehe [Edm68]

ABSTRACT

Automatische Textzusammenfassungen sind gängige Praxis, um den Kerninhalt eines Textes wiederzugeben. Für das Marktstudienportal (www.markt-studie.de) und seine englisch- sowie spanischsprachigen Pendanten (www.reports-research.com oder www.estudio-mercado.es) sollte ein Weg gefunden werden, die Kategorisierung von Marktstudien automatisch zu unterstützen. Ziel war es, moderne Verfahren des Textdataminings und der Textextraktion zu verwenden, um den Zeitaufwand für die Marktstudienimporte mitsamt der Kategorienzuordnung zu verringern.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Heide Faeskorn-Woyke
Prof. Dr. Edda Leopold
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik
heide.faeskorn-woyke@fh-koeln.de
edda.leopold@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTER

Dipl.-Inform. Ridzky Ridwan

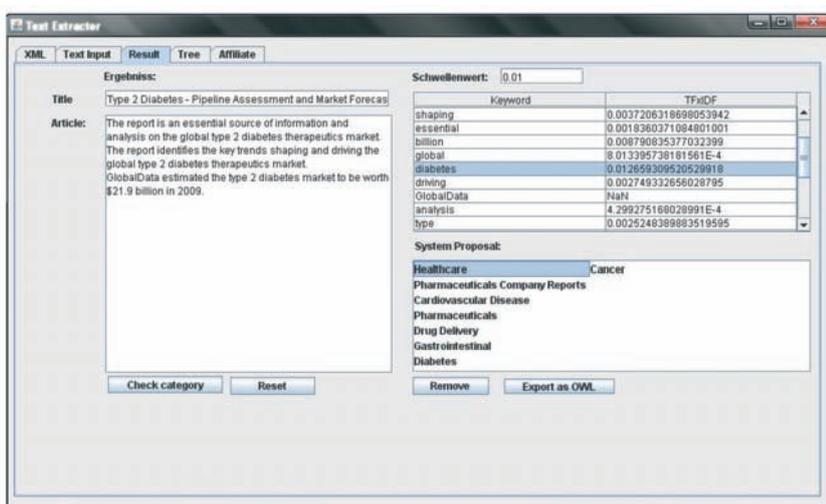


Abb. 1: Applikation zur Textextraktion



Die Methode von Luhn

Bereits im Jahre 1958 entwickelte der deutsche Informatiker Hans Peter Luhn eine Methode zur Textzusammenfassung, die er im IBM Journal/Ausgabe 1958 veröffentlichte. Beim Test dieser Methode verwendete Luhn ausschließlich Zeitungsartikel. Dreh- und Angelpunkt für eine erfolgreiche Zusammenfassung ist die so genannte Inventarliste. Darin befinden sich die signifikanten Wörter aus dem Text. Luhn empfahl, die Liste nur mit Wörter zu befüllen, die eine mittlere Häufigkeit aufweisen, Wörter mit hoher Frequenz, wie beispielsweise Stoppwörter, sollen genauso ausgeschlossen werden wie auch sehr selten vorkommende Wörter. Für die Identifizierung der Stoppwörter benötigt man lediglich eine so genannte Stoppwortliste³. Nach der Erstellung der Inventarliste wird die Berechnung der Satzsignifikanz vorgenommen. Für diese Berechnung wendet man folgende Formel an, wobei, Significance-Words = Anzahl der signifikanten Wörter innerhalb eines Satzes, All-Words = Anzahl der Wörter innerhalb eines Satzes und Sigfactor = Signifikanzfaktor des Satzes sind.

$$\text{Sig factor} = \frac{(\text{Significance Words})^2}{\text{All Words}}$$

Diese Formel beruht auf der Annahme, dass zwischen zwei relevanten Wörtern nicht mehr als vier oder fünf nichtrelevante Wörter stehen. Nach Luhn hängt die Signifikanz eines Satzes von folgenden Faktoren ab: der Häufigkeit, in der ein relevantes Wort vorkommt und der Position von relevanten Wörtern in einem Satz. Luhn's Methode ist satzorientiert und besteht aus folgenden Schritten:

1. Erstelle aus dem Text eine Inventarliste mit allen signifikanten Wörtern.
2. Kalkuliere zunächst die Anzahl aller Wörter inklusive Stoppwörter in einem Satz.
3. Nimm ein Wort aus einem Satz und vergleiche es mit der Inventarliste. Falls es zu einer Übereinstimmung kommt, Wortanzahl addieren.
4. Nimm nächstes Wort und wiederhole Schritt 3, fahre auf diese Weise fort, bis das Satzende erreicht ist.
5. Am Satzende die oben genannte Formel anwenden, um die Signifikanz des Satzes zu ermitteln, danach den Satz speichern.
6. Mit dem nächsten Satz fortfahren

und Schritte 3 bis 6 wiederholen, bis das Textende erreicht ist.
7. Am Textende alle gespeicherten Sätze ausgeben.

Ein wichtiger Aspekt bei der Implementierung von Luhn's Methode ist die richtige Auswahl eines Schwellenwerts. Es existieren zwei Arten von Schwellenwerten: Der Schwellenwert für die Satzsignifikanz und ein Schwellenwert für Wörter, die für die Inventarliste geeignet sind. Für die Satzsignifikanz wurde der Schwellenwert 1 festgelegt. Bei der Auswahl der Wörter für die Inventarliste bedarf es eines anderen Ansatzes: Zuerst sammelt man alle Wörter, ausgenommen die Stoppwörter, aus dem Text in eine Inventarliste, die anschließend in einem Reduzierungsprozess weiter verkürzt wird. Dabei wird pro Wort in der Inventarliste dessen Termfrequenz berechnet. Anschließend nimmt man nur diejenigen Wörter in die gekürzte Inventarliste auf, die eine bestimmte Termfrequenz aufweisen. Die Berechnung der Termfrequenz ist aus der Statistik bekannt, wobei $T F(w, d)$ die Termfrequenz, $h(w)$ die Häufigkeit eines Wortes im Dokument und $a(d)$ die Anzahl aller Wörter im Dokument ist.

$$TF(w, d) = \frac{\log_2(h(w))}{\log_2(a(d))}$$

Der Logarithmus sorgt für eine Eingrenzung des Ergebnisbereichs. Nach [SCH08] haben Wörter, die eine Mindesttermfrequenz von 0,2 besitzen, eine gute Signifikanz. Dieser Wert wird auch als Schwellenwert für die Auswahl der richtigen Wörter empfohlen.

Die Methode von Edmundson

Auf Grundlage von Luhn's Arbeit entwickelte Edmundson rund zehn Jahre später eine neue Methode zur Textabstraktion. Seine Arbeit wurde unter dem Titel „New Methods in Automatic Extraction“ veröffentlicht.⁴ Im Gegensatz zu Luhn benutzte Edmundson beim Test seiner Methode keine Zeitungsartikel, sondern naturwissenschaftliche Dokumente etwa aus dem Fach Chemie. Edmundson schlug in seinem Paper verschiedene Methoden zur Textzusammenfassung vor, hob jedoch besonders die so genannte „Cue-Method“ und das „Cue Dictionary“ hervor. Genauer betrachtet, beinhaltet die Cue

Dictionary alle Begriffe aus einem speziellen Fachgebiet und repräsentiert das gesamte Wissen und die Erfahrung einer Maschine oder eines Programms, das speziell für Textzusammenfassung ausgerichtet ist. Desweiteren klassifizierte Edmundson die Wörter in einem Text nach folgender Gewichtung:

- Bonuswörter: sind fachspezifische Wörter
- Stigmawörter: sind Wörter, die keine Relevanz in Bezug auf ein Fachgebiet besitzen
- Nullwörter: sind Wörter, die zu oft vorkommen, etwa auch Stoppwörter.

Die Einteilung ist wichtig für Auswahl und Berechnung der Satzsignifikanz. Der Cue Method-Algorithmus geht folgendermaßen vor:

1. Vergleiche jedes Wort eines Textdokuments mit den Wörtern aus dem Cue Dictionary.
2. Ermittle dabei die Bonus-, Stigma- und Nullwörter. Alle Bonuswörter werden mit $b > 0$ gewichtet, alle Stigmawörter mit $s < 0$ und alle Nullwörter mit $n = 0$.
3. Ermittle den Cue Weight pro Satz durch Addition der Wortgewichtungen von b , $s < 0$ und $n = 0$.
4. Liste alle Sätze nach ihrer Gewichtung in absteigender Reihenfolge auf.
5. Wähle diejenigen Sätze aus, deren Gewichtung über einem bestimmten Schwellenwert liegt: es sollten nur die Sätze ausgewählt werden, die eine positive Gewichtung besitzen.
6. Wähle alle Überschriften aus.
7. Vereinige die ausgewählten Sätze unter einem korrekten Titel.
8. Ausgabe des Titels, Autors und der Ergebnisse aus Schritt 7.

Ähnlich wie bei der Luhn-Methode muss bei der Berechnung der Satzgewichtung ebenfalls ein Schwellenwert bestimmt werden. Bei der Berechnung der Satzgewichtung nach Edmundson erhält man entweder einen positiven oder negativen Wert. Letztendlich sind nur diejenigen Sätze relevant, die eine positive Gewichtung besitzen und somit endgültig in die Zusammenfassung aufgenommen werden.

Die Textsegmentierung

Insgesamt geht es bei der Textextraktion um Analysen von Text. Allgemein betrachtet besteht ein Text oder Textartikel aus Sätzen und Wörtern. Ein Computer oder Programm betrachtet einen Text als eine bloße Aneinanderreihung von Wörtern oder Sätzen. Texte besitzen aus dieser Perspektive keine feste Struktur. Durch die Segmentierung eines

³Eine Stoppwortliste für die deutsche Sprache findet man z.B. in <http://www.unine.ch/info/clef/>
⁴Siehe [Edm68]

Textes nach Sätzen oder Wörtern erhält ein Text eine gewisse Struktur. Zum einen ist die Segmentierung des Textes nach Wörtern wichtig für die Erstellung einer Inventarliste oder eines Cue Dictionary, zum anderen ist die Segmentierung des Textes nach Sätzen essenziell für die Berechnung der Satzsignifikanz nach Luhn und Edmundson. Die Zerlegung eines Textes in einzelne Wörter ist relativ trivial. Wörter werden durch ein Leerzeichen abgegrenzt und anhand dieses Leerzeichens erfolgt letztendlich die Zerlegung des Textes in Wörter. Im Gegensatz zur Zerlegung in Wörter verfolgt die Segmentierung des Textes nach Sätzen einen anderen Ansatz. Ein Satzende wird durch einen Punkt gekennzeichnet. Ein Text wird anhand der Punkte (Satzzeichen) in Sätze aufgeteilt. Wobei hier beachtet werden muss, dass Abkürzungen nicht fälschlicherweise als Satzende interpretiert werden. Zur Umgehung dieses Problems wird zusätzlich zu einer Stoppwortdatei auch eine Datei benötigt, die alle gängigen Abkürzungen beinhaltet. Wenn ein Punkt an ein Wort anschließt und es sich hierbei nicht um eine Abkürzung handelt, wird dies als ein Satz interpretiert, der in einer Satzliste gespeichert wird. Die Prozedur wiederholt sich beim nächsten vorkommenden Punkt. Ein Satz muss nicht immer mit einem Punkt enden, auch Fragezeichen und Ausrufezeichen signalisieren ein Satzende. Auf diese Satzzeichen muss folglich auch geachtet werden.

Die Kategorienwortliste

Eine bloße Zusammenfassung des Textes reicht nicht für eine Kategorisierung aus. Die in der Zusammenfassung übrig gebliebenen Wörter müssen thematisch zugeordnet werden. Dafür eignet sich eine Kategorienwortliste, die bei der Kategorisierung eine zentrale Rolle einnimmt. Wichtigster Bestandteil für eine Erzeugung der kategorienbasierten Wortliste ist der so genannte Dokumentenkörper, der in diesem Fall durch die vorhandenen Marktstudien repräsentiert wird. Da Marktstudien stets einer Kategorie oder mehreren Kategorien zugeordnet sind, existieren eine Vielzahl an Kategorienkorpora. Zusätzlich dazu gibt es einen Gesamtkörper, der alle Marktstudien beinhaltet – einen Dokumentenkörper mit allen Marktstudien. Die Kategorienwortliste dient jedoch lediglich als eine Art Referenzdictionary. Ein Problem ist, dass in jeder Marktstudie etwa der Begriff „Market“ sehr oft auftaucht und somit in jede Kategorienwortliste vorkommt. Diese Problematik kann dazu führen, dass Marktstudien in

zu vielen Kategorien zugeordnet werden, da in der Zusammenfassung der Marktstudienbeschreibung der Begriff „Market“ immer auftaucht. Es muss folglich geprüft werden, wie sich ein Wort zum Gesamtkörper verhält, denn ein Wort erhält erst dann eine besondere Gewichtung oder eine höhere Bedeutung, wenn es in einigen Dokumenten besonders häufig, im Allgemeinen jedoch eher selten auftaucht. Die inverse Dokumentfrequenz liefert gemeinsam mit der Termfrequenz diese Einteilung.

Die TF-IDF Termfrequenz

Die Termfrequenz und inverse Dokumentfrequenz (TF-IDF) liefert für jedes Wort ein statistisches Maß für seine Relevanz. Grundsätzlich ist die Bedeutsamkeit eines Worts proportional zur Häufigkeit des Begriffes im Dokument und umgekehrt proportional zur Gesamtzahl der Dokumente, in denen der Begriff gefunden wurde. Folgende Formel veranschaulicht dies:

$$tf(w) = \frac{|w|}{N}$$

$$idf(w) = \log \frac{|d|}{|d : w \in D|}$$

$$tf-idf(w) = tf(w) \cdot idf(w)$$

Es sei d =das Dokument, w =das bestimmte Wort. N =Summe aller Wörter der Dokumentensammlung. Das Ergebnis der Formel indiziert die Gewichtung eines Worts im Gesamtkörper. Um geeignete Wörter herauszufinden, muss ein Schwellenwert definiert werden, ab dem ein Wort eine Relevanz in Bezug auf den Gesamtkörper besitzt. Je höher der TF-IDF-Wert ist, desto relevanter ist das Wort. Während der Arbeit wurden zu Testzwecken knapp 600 Marktstudien verwendet. Dabei stellte sich heraus, dass besonders Wörter mit einem Schwellenwert von mindestens 0,01 eine höhere Signifikanz in Bezug auf das Gesamtkörper besitzen. Dies bedeutet, dass die Bestimmung des Schwellenwertes abhängig ist von der Anzahl der Dokumente im Gesamtkörper.

Der OWL-Export

Für die semantische Auszeichnung der Marktstudien eignet sich die Web Ontology Language (OWL). Dieser letzte Schritt dient dazu, die Marktstudien in einer webbasierten Wissenrepräsentation zu hinterlegen. Für den Export in OWL wird das Jena Semantic Web-Framework verwendet. Dieses Framework verfügt über etliche Programmierschnittstellen wie etwa für SPARQL, RDF und die JENA Ontologie API. Letztere wird für die Überführung der Marktstudien in OWL

benutzt. Die Jena Ontology API verwendet man hauptsächlich für die Manipulation und Speicherung von Ontologien oder OWL.

Fazit

Die Algorithmen zur Lösung der Problematik wurden so entwickelt, dass sie flexibel eingesetzt werden können, was bedeutet, dass der Anwendungskern nicht an eine bestimmte Benutzeroberfläche gebunden ist. Folgende Kriterien muss die Benutzeroberfläche erfüllen: Es muss möglich sein, den Schwellenwert manuell einzugeben oder zu manipulieren, damit der Benutzer noch die Kontrolle über die Programmierungsergebnisse bekommt. Es muss ebenso möglich sein, die Quelldatei anzugeben, aus der die Daten zu den Marktstudien eingelesen werden. Ein eventueller Nachteil, den die Programmbibliothek mit sich bringt, liegt in der Tatsache, dass die Ergebniswerte der statistischen Berechnungen sowohl bei der Termfrequenz als auch bei TF-IDF nicht exakt sind. Die errechneten Werte sind eher Näherungswerte, auf deren Basis beispielsweise Schwellenwerte bestimmt werden können. Jedoch stellt die fehlende Exaktheit bei der statistischen Berechnung keine gravierende Schwäche der Programmbibliothek dar, da die Hauptaufgabe der Kernbibliothek darin besteht, dem Benutzer bei der Kategorisierung Vorschläge zu unterbreiten. Dadurch hat der Kategorisierungsprozess einen semi-automatischen Charakter.

Heide Faeskorn-Woyke/Edda Leopold

LITERATUR

- [DIC09] Dickonson, I. (2009): The Jena Ontology API. <http://jena.sourceforge.net/ontology/index.html> – Internet, abgerufen im Mai 2010
- [Edm68] Edmundson, H.P. (1968): New Methods in Automatic Extraction. In: MANI, Inderjeet (Hrsg.) ; MAYBURY, Mark (Hrsg.): Advance in Automatic Text Summarization. London: MIT Press, S. 23–42
- [HQW08] Heyer, G.; Quasthof, U.; Wittig, T. (2008): Text Mining, Wissensrohstoff Text. W3L
- [Luh58] Luhn, H.P. (1958): The Automatic Creation of Literature Abstracts. <http://www.di.ubi.pt/~jpaulo/competence/general/%281958%29Luhn.pdf>. Internet, abgerufen im April 2010
- [SCH08] Schulz, U. (2008): Die Nutzung der Worthäufigkeit zur Ermittlung geeigneter Indexate. http://www.bui.haw-hamburg.de/pers/ursula.schulz/astep/le6_step_3.html. – Internet, abgerufen im Mai 2010
- [SM83] Salton, G.; MCGILL, Mi. (1983): Information Retrieval – Grundlegendes für Informationswissenschaftler. McGraw-Hill-Texte



Industrial Usability - Mensch-Maschine-Interaktion in industriellen Anwendungen

ABSTRACT

Die Interaktion zwischen Mensch und Computer wird auch für industrielle Anwendungen immer selbstverständlicher – fast jede Produktionsmaschine verfügt heute über Bedienfelder mit grafischen Benutzeroberflächen. Der Gestaltung der Bedienoberflächen von Maschinen kommt daher sowohl aus ökonomischer und marketing-bezogener Sicht als auch aus funktionaler und ergonomischer Sicht eine immer größere Bedeutung zu. Usability kann damit zum Alleinstellungsmerkmal einer Maschine werden. Im Rahmen einer Kooperation mit dem Maschinenhersteller KAMPF wurde ein Usability-Konzept für intuitive und effiziente grafische Bedienoberflächen entwickelt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Frithjof Klasen
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Automation &
Industrial IT
frithjof.klasen@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Sarah Stevens, M.A., B.Sc.
Jannis Schäfer, B.Sc.

KOOPERATIONSPARTNER

KAMPF Schneid- und Wickeltechnik
GmbH & Co. KG, Wiehl,

Die Interaktion zwischen Mensch und Computer ist ein wichtiges Thema der IT-Branche und der elektronischen Unterhaltungsbranche. Auch in der Automatisierungswelt wird die intuitive Bedienbarkeit von Industrie-Maschinen immer bedeutsamer. Aus schlechten Bedienoberflächen können erhebliche negative Konsequenzen für ein Unternehmen resultieren: frustrierte Kunden, unmotivierte Mitarbeiter, Produktivität- und Umsatzverlust sowie Imageschäden. Um diese Konsequenzen zu vermeiden, ist eine detaillierte Kenntnis der Anforderungen, Bedürfnisse und Funktionalität für den individuellen Anwendungsfall notwendig. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der Kooperation mit dem in Wiehl ansässigen Hersteller von Schneid- und Wickelmaschinen, der KAMPF Schneid- und Wickeltechnik GmbH & Co. KG, ein Usability-Konzept für intuitive und effiziente grafische Bedienoberflächen entwickelt. Dazu wurde zunächst eine Usability-Studie durchgeführt, in der Bedürfnisse und Funktionalitäten mittels Probanden ermittelt wurden. Auf Basis der erhobenen Ergebnisse wurde ein Konzept zur intuitiven und effizienten Bedienung dieser Maschinen erarbeitet. Im Anschluss wurde ein Styleguide zur Entwicklung von grafischen Bedienoberflächen mit charakteristischen Merkmalen auch für die gesamte Corporate Identity erstellt.

Ausgangslage und Vorgehensweise

Als Ausgangsdaten diente die bislang von KAMPF eingesetzte Bedienoberfläche. Diese vorhandene Visualisierung wurde mit Hilfe der Maschinendokumentation sowie mit Hilfe von Usability-Tests analysiert. Die Usability-Tests wurden im unternehmens-eigenen Technikum durchgeführt. Dabei bedienten Anwender die Oberfläche „live“, während sie aufgefordert wurden, ihre Tätigkeit zu kommentieren. Der Anwender wurde bei der Durchführung gefilmt, um die Ergebnisse des Test detailliert auswerten zu können. Diese Usability-Test-Methode, genannt „Think Aloud“, offenbart bereits bei rund fünf Probanden nahezu alle Schwierigkeiten

einer Bedienoberfläche. Ferner lieferten Interviews mit weiteren Probanden aus einem breiten Spektrum von Technik, Vertrieb und Inbetriebnahme wertvolle Informationen. Die auf diese Weise erhobenen Daten wurden ausgewertet. Danach konnten die wesentlichen Merkmale für eine neue, intuitiv zu bedienende, Oberfläche extrahiert werden. Im Einzelnen sind dazu allgemein gültige Faktoren der Usability zu nennen wie:

- Erwartungskonformität
(Benutzeroberfläche entspricht Erwartungen und Gewohnheiten)
 - Konsistenz (einheitliche und wiederkehrende Symbolik und Farbgebung)
 - Aufgabenangemessenheit
(effektiv und effizient zum Ziel gelangen)
 - Steuerbarkeit
(Bedienung unter Kontrolle behalten)
 - Fehlertoleranz (Zielerreichung trotz fehlerhafter Eingaben)
 - Selbstbeschreibungsfähigkeit
(selbsterklärend und intuitiv bedienbar)
 - Lernförderlichkeit (Hilfestellung erhalten)
 - Aufmerksamkeit des Bedieners führen
(etwa durch Farbgebung)
 - Individualisierbarkeit
(an Fähigkeiten und Vorlieben anpassbar)
- zu nennen.

Darüber hinaus sind weitere spezielle Faktoren für den konkreten Einsatz in diesem industriellen Umfeld relevant wie beispielsweise:

- hohe Bediensicherheit durch strikte optische und räumliche Trennung von Navigation und Aktion
- Integration einer dreistufigen Hilfefunktion (1. ToolTips / 2. FAQ / 3. Dokumentation)
- schnelle Navigationsmöglichkeiten für Einsteiger (2-Klick) und Power-User (1-Klick)
- Unterstützung des schnellen Aufbaues eines mentalen Modells der Navigationsstruktur
- angemessene Farbumgebung
- Berücksichtigung des Kultur- und Bildungshintergrundes der Benutzer

Die genannten Merkmale dienen als Grundlage für die Konzeption einer neuen Visualisierung. Eine weitere Herausforderung bestand darin, die Visualisierung als

zusätzliches Instrument für die Verkaufsunterstützung des Vertriebs zu optimieren und ein unternehmenstypisches „Look & Feel“ zu erreichen. Das typische Look & Feel dient ferner als Alleinstellungsmerkmal im Wettbewerbsumfeld des Unternehmens. Deshalb wurde neben der eigentlichen neuen Visualisierung ebenfalls ein klickbarer Prototyp ausschließlich für Marketing- und Vertriebszwecke umgesetzt.

Ergebnis

Das erfolgreiche Ergebnis der Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Automation & Industrial IT und dem Unternehmen KAMPF Schneid- und Wickeltechnik aus Wiehl ist zum einen die Realisierung einer neuen Visualisierung und zum anderen die Ausar-

beitung eines Styleguides zur weiteren Entwicklung von grafischen Bedienoberflächen im Hause KAMPF. Die gewonnenen Erfahrungen bei der Analyse, Entwicklung und Implementierung von Visualisierungen werden bei zukünftigen Usability-Konzepten zum Einsatz kommen.

Fazit

Mit Hilfe einer intuitiv bedienbaren Oberfläche können vielfältige Ziele von ökonomischen über marketingbezogene bis hin zu technischen Zielen erreicht werden. Diese Interdisziplinarität stellt eine besondere Herausforderung im Hinblick auf die Komplexität des Forschungsgebiets „Industrial Usability“ dar.

Frithjof Klasen/Sarah Stevens



Abb. 1: Schneid- und Wickelmaschine mit Maschinenbedienfeld und Visualisierung



Abb. 2: Beispiel für die grafische Bedienoberfläche



Gestendaten klassifizieren mit Slow Feature Analysis

Slow Feature Analysis (SFA) [1] ist ein Verfahren der Neuroinformatik, um langsam variierende Funktionen aus einem sich schnell ändernden Eingangssignal zu lernen. In den vergangenen Jahren ist das Verfahren erstmalig für Klassifikationsaufgaben eingesetzt worden. In diesem Forschungsprojekt verwenden wir SFA, um beschleunigungs-basierte Gesten zu klassifizieren. Die Gesten für unsere Experimente sind mit einem Controller von Nintendo, dem so genannten Wiimote Controller, aufgenommen worden. Die erzielten Ergebnisse sind vergleichbar mit anderen State-of-the-Art Verfahren des Maschinellen Lernens, wie etwa Random Forest oder Hidden Markov Modellen. Es konnte allerdings erstmalig gezeigt werden, dass Probleme mit der Erkennung durch SFA auftreten können, falls zu wenige Trainingsbeispiele vorhanden sind.

Bluetooth versendet (Abb. 1). Insgesamt sind fünf verschiedene Gesten von zehn unterschiedlichen Personen mit dem Wiimote Controller aufgenommen worden. Zur Auswertung ist eine 10-fache Kreuzvalidierung angewandt worden, um ein stabiles Qualitätskriterium für den gelernten Klassifikator zu erhalten. Es zeigte sich, dass hohe Erkennungsraten möglich sind, sofern ausreichend Trainingsbeispiele vorhanden sind. Die Erkennungsraten lagen in diesem Fall bei rund 97 Prozent korrekt klassifizierter Beispiele bei zufällig gezogenen Samples (Tabelle 1). Damit erreicht das Verfahren ähnliche Erkennungsraten wie State-of-the-Art Klassifikationsverfahren wie Random Forest und sogar eine bessere Erkennung als etwa Hidden-Markov-Modelle. Eine Beobachtung war allerdings, dass ein starkes Overfitting bei SFA auftritt, sobald zu wenige Trainingsbeispiele vorhanden sind. Das Overfitting, also eine zu starke Anpassung an die Trainingsdaten, verhindert eine spätere Generalisierungsfähigkeit des Klassifikators für neue Daten. Deshalb ist der gelernte Klassifikator in der Praxis nicht sinnvoll einsetzbar. Deutlich zu sehen ist dieses Problem in Abbildung 2 (rechts), wo der Testfehler mit zu wenigen Trainingsdaten bei rund 80 Prozent liegt. Fügt man weitere Trainingsdaten hinzu (sofern vorhanden), sinkt der Fehler bis zu den in Tabelle 1 beschriebenen Werten.



ABSTRACT

Slow Feature Analysis (SFA) ist ein Verfahren der Neuroinformatik, um langsam variierende Funktionen aus einem sich schnell ändernden Eingangssignal zu lernen. In den vergangenen Jahren ist das Verfahren erstmalig für Klassifikationsaufgaben eingesetzt worden. In diesem Forschungsprojekt verwendeten wir SFA, um beschleunigungs-basierte Gesten zu klassifizieren. Es konnte erstmals gezeigt werden, dass Probleme mit der Erkennung durch SFA auftreten können, falls zu wenige Trainingsbeispiele vorhanden sind.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Wolfgang Konen
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik
wolfgang.konen@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Patrick Koch
patrick.koch@fh-koeln.de
Kristine Hein
kristine.hein@fh-koeln.de

Gestenerkennung mit Slow Feature Analysis

Slow Feature Analysis ist als Klassifikationsverfahren im Jahre 2005 erfolgreich zur Schriftenerkennung eingesetzt worden [2]. Kürzlich verwendeten Koch, Konen und Hein [3] das Verfahren zur Gestenerkennung. Die Gesten wurden mit einem Controller (Nintendo Wiimote) aufgezeichnet, der beschleunigungs-basierte Signale per



Abb. 1: Der Wiimote Controller von Nintendo. Das Gerät zeichnet beschleunigungs-basierte Daten in x, y, z Richtung auf. Die Daten werden drahtlos per Bluetooth übertragen und können mit herkömmlichen PC-Systemen ausgelesen werden.

| Klassifikator | Min. | Mittelw. | Max. | Std. Abw. |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| SFA ($n_{pp}=12$) | 2,37 | 2,82 | 3,21 | 0,25 |
| SFA ($n_{pp}=15$) | 1,68 | 2,03 | 2,24 | 0,18 |
| RF | 1,54 | 2,09 | 2,37 | 0,3 |
| Gauss | 13,55 | 14,02 | 14,39 | 0,22 |

Tabelle 1: Mittlerer Klassifizierungsfehler aus zehn Läufen und 10-facher Kreuzvalidierung auf zufällig gezogenen Trainingsdaten. Dargestellt sind zwei SFA-Varianten mit unterschiedlichen Eingangsdimensionen npp im direkten Vergleich mit dem Random Forest- (RF) und Gauss-Verfahren.

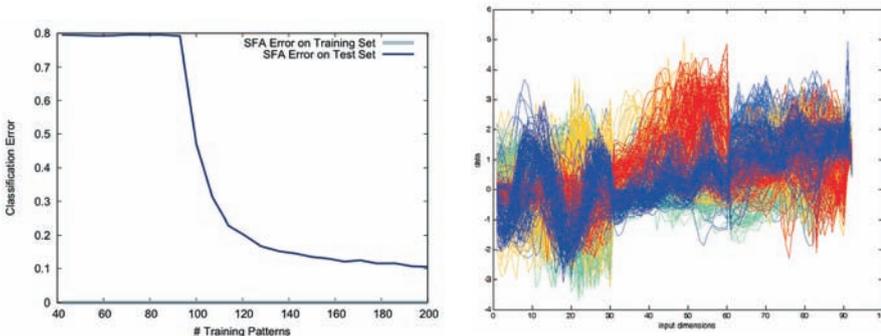


Abb. 2: Links: Die aufgenommenen Gesten als konkatinierte Zeitreihe dargestellt. Rechts: Klassifikationsfehler von SFA bei unterschiedlicher Anzahl von verfügbaren Trainingsbeispielen. Es ist ein deutliches Absinken des Fehlers erkennbar, sobald genügend Beispiele vorhanden sind.

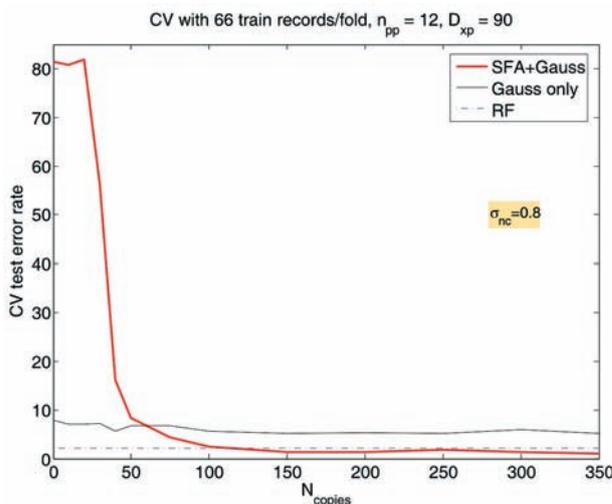


Abb. 3: Absinken des Klassifikationsfehlers bei Hinzufügen von Ncopies künstlichen Trainingspattern durch parametric bootstrap.

Koch, Konen und Hein [3] haben eine Möglichkeit aufgezeigt, dass mittels Hinzufügen neuer künstlich erzeugter Trainingsbeispiele die Generalisierungsfähigkeit des Klassifikators wieder hergestellt werden kann. Zum Erzeugen künstlicher Trainingsdaten wurden Methoden aus der Statistik, wie etwa das Verfahren parametric bootstrap nach Hastie, Tibshirani und Friedman [4] angewandt, bei dem künstliche Gesten durch Samplen der originalen Trainingsdaten erzeugt werden.

Dank

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Projektnamen SOMA (AIF FKZ 17N1009, Förderlinie „Ingenieurnachwuchs“) gefördert. Die Vorbereitungen zu diesem Projekt wurden von der Fachhochschule Köln im Rahmen des anerkannten Forschungsschwerpunkts COSA gefördert.

Zusammenfassung und weitere Arbeiten

Es hat sich gezeigt, dass mit SFA eine leistungsfähige Klassifikation von Gestendaten möglich ist. Wesentliche Vorteile des Verfahrens sind die sehr schnelle Erkennung der Gesten und der niedrige Speicherbedarf. In zukünftigen Arbeiten sollen weitere Varianten des parametric bootstrap Verfahrens untersucht werden. So sind etwa künstlich erzeugte Gestendaten denkbar, die auf Rotationen der vorhandenen Gesten basieren. Weitere Verbesserungen im Bereich der personenunabhängigen Erkennung sollen vorangetrieben werden – wenn alle Gestendaten einer bestimmten Person aus dem Trainingsdatensatz entfernt werden und anschließend auf Basis dieser Daten getestet wird. Ebenfalls soll eine automatische Trennung von Geste und Nicht-Geste ein Schritt in die Richtung der automatischen Gestenerkennung in Echtzeit ohne besonderen Eingriff des Benutzers ermöglichen. Derzeit wird durch Drücken eines Buttons angegeben, ob das Aufzeichnen einer Geste gestartet werden soll oder nicht. Eine automatische Detektion dieses Zustands ist eine sinnvolle Erweiterung des vorhandenen Klassifikators und interessant für praktische Anwendungen. Nicht zuletzt ist auch ein Einsatz in mobilen Geräten wie etwa Smartphones möglich, da in diesen oft ähnliche Sensoren wie in dem NintendoWii mote Controller verbaut werden.

Wolfgang Konen

LITERATUR

- [1] Wiskott, L. (1998): Learning invariance manifolds. In Proc. of the 5th Joint Symp. on Neural Computation, volume 8, University of California, San Diego, CA., p. 196–203
- [2] Berkes, P. (2005): Pattern recognition with slow feature analysis. Cognitive Sciences EPrint Archive (CogPrint) 4104, <http://cogprints.org/4104>
- [3] Koch, P.; Konen, W.; Hein, K. (2010): Gesture recognition on few training data using slow feature analysis and parametric bootstrap. In: Proc. of the IEEE World Congress on Computational Intelligence, Barcelona
- [4] Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, J. (2001): Elements of Statistical Learning. Springer



Optimierte Modelle zur Prognose von Füllständen in Regenüberlaufbecken

In der Wasserwirtschaft bedeuten aufgrund von starken Regenfällen verursachte Überläufe von Kanalnetzen eine hohe Belastung für Natur und Umwelt, da durch die Kontaminierung des Bodens mit Abwasser erhebliche Schäden in Pflanzen- und Tierwelt entstehen können. Durch die Installation von speziellen Regenüberlaufbecken sollen hohe Belastungen der Kanalnetze durch Regenfälle gesteuert und somit Überläufe verhindert werden. Seit der Einführung günstiger Online-Messsysteme ist eine solche Datenaufnahme kosteneffizient und mit einem hohen Genauigkeitsmaß möglich. Allerdings ist eine frühzeitige und möglichst genaue Prognose der zu erwartenden Füllstände bei gemessenem Regen erforderlich, um eine effiziente Kontrollstrategie des Abflusses der Regenüberlaufbecken zu erlauben. Mit der Entwicklung spezieller Modelle soll daher eine möglichst genaue Prognose der Füllstände in Regenüberlaufbecken ermöglicht werden. In den letzten Jahren sind hierfür bereits speziell angepasste Modelle erstellt worden, die mittels aufwändiger Differential- und Integralgleichungssysteme unter gegebener optimaler Parametrierung gute Prognosen der Füllstände erreichen können [1]. Leider sind diese Modelle nicht generisch einsetzbar und müssen für neue Anlagen erneut angepasst und eingestellt werden. Hierdurch entsteht durch die bestehende Modellkomplexität ein aufwändiger Prozess, der hohe Anforderungen an die Modell-Entwicklung zur Folge hat. In dem Forschungsprojekt Systematische Optimierung von Modellen für Informations- und Automatisierungstechnik (SOMA) werden daher Modelle entwickelt und optimiert, die einfach auf verschiedene Problemstellungen adaptiert werden können, wobei weitestgehend auf komplexe, speziell angepasste Modelle verzichtet werden soll. Mit dem Einsatz eines State-of-the-Art-Verfahrens aus dem Data Mining, den so genannten Support Vector Machines [2], konnte erstmals ein konkurrenzfähiges Modell für das Problem eingesetzt werden, welches einige Vorteile gegenüber den analytischen Modellen bietet. Zum einen ist das verwendete System leicht auf andere Problemstellungen übertragbar und erfor-

dert kein problemspezifisches Wissen. Zum anderen kann die Einstellung der Modell-Parameter mit dem statistischen Verfahren der sequentiellen Parameter Optimierung (SPO) [3, 4] gelöst werden, so dass das gesamte Modell als semi-automatischer Prozess erzeugt werden kann, der wenig Interaktion des Benutzers erfordert.

Support Vector Regression

Erstmalig haben Koch u. a. [5] für das Problem ein generisches Verfahren aus dem Data Mining, die so genannten Support Vector Machines angewendet. Support Vector Machines zählen zu den kernelbasierten Lernverfahren [6]. Es wird durch Zuhilfenahme von Trainingsdaten eine Hyperebene gelernt, die die spätere Funktion repräsentiert. Sobald die zu lernenden Trainingsbeispiele in einer direkten näheren Umgebung der Hyperebene liegen, terminiert das Verfahren. Die am weitesten von der Hyperebene entfernten Punkte bilden die so genannten Stützvektoren, die zur Repräsentation der Ebene notwendig sind. Ein Problem ist, dass die zu erlernende Funktion allerdings hochgradig nichtlinear sein kann, weshalb es erforderlich ist, vorab eine Transformation der Vektoren in einen üblicherweise höherdimensionalen Raum durchzuführen. Da eine solche Transformation je nach Anwendung ziemlich rechenaufwändig werden kann, wird die Berechnung nicht direkt ausgeführt, sondern nur indirekt über eine Kernelfunktion gesteuert. Support Vector Machines zählen zu den effektivsten Verfahren zur Regression und wurden in der Literatur bereits für eine Vielzahl anderer Probleme erfolgreich eingesetzt.

Modell-Evaluierung

Ein wichtiger Bestandteil bei der Optimierung von Modellen liegt in der Evaluierung erzeugter Modelle. Bei der Optimierung der Modellparameter wird oftmals außer Acht gelassen, dass die Daten bestimmten Fehlerquellen, wie etwa Rauschen unterliegen können, was ohne geeignete Evaluation zu einer fehlerhaften Modellanahme führen kann. Es wurde daher untersucht, wie stark sich die Optimierung auf das erlernte Modell

ABSTRACT

In der Wasserwirtschaft bedeuten Überläufe von Kanalnetzen eine hohe Belastung für Natur und Umwelt. Der Boden wird durch Abwasser kontaminiert, wodurch erhebliche Schäden in Pflanzen- und Tierwelt entstehen können. Durch die Installation von speziellen Regenüberlaufbecken sollen hohe Belastungen der Kanalnetze durch Regenfälle gesteuert und somit Überläufe verhindert werden. Mit der Entwicklung optimierter Modelle wird eine möglichst genaue Prognose der Füllstände in Regenüberlaufbecken angestrebt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Wolfgang Konen
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik
wolfgang.konen@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
thomas.bartz-beielstein@fh-koeln.de
Patrick Koch
Oliver Flasch

und die Anpassung an den Trainingsdatensatz auswirkt. Entgegen dem häufig in der Literatur zu findenden „Overfitting-Effekt“, der normalerweise durch ein zu komplexes Modell entsteht, welches zu stark an die Trainingsdaten angepasst ist, handelt es sich in diesem Fall um den so genannten „Oversearching-Effekt“: durch zu starke Optimierung der Modellparameter tritt eine Anpassung des Modells (aber kein komplexeres Modell) zu den Trainingsdaten auf. Es hat sich gezeigt, dass dieser Effekt auf die Auswertung des Modells bei der Parameter-Optimierung zurückgeführt werden kann. Es wird demonstriert, dass das Problem behoben werden kann, indem die Daten auf denen das Modell evaluiert wird, ausgetauscht werden.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass durch die Optimierung der SVM-Modelle eine sehr gute Approximation von Füllständen in Regenüberlaufbecken erreicht werden kann. Sie sind vergleichbar mit speziell angepassten analytischen Modellen. Eine notwendige Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass eine geeignete Datenvorverarbeitung mit einem zumindest generischen Operator für Zeitreihen genutzt wird und die Hyperparameter der SVM und der Datenvorverarbeitung optimiert werden. Ein spezieller Augenmerk sollte außerdem auf der Evaluation der Modelle liegen, da durch die Parameteroptimierung leicht ein Oversearching-Effekt auftreten kann.

Danksagung

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Projektnamen SOMA (AIF FKZ 17N1009, Förderlinie „Ingenieurnachwuchs“) gefördert. Die Vorbereitungen zu diesem Projekt wurden von der Fachhochschule Köln im Rahmen des anerkannten Forschungsschwerpunkts COSA gefördert.

Wolfgang Konen



Abb. 1: Regensensor



Abb. 1: Regenüberlaufbecken

LITERATUR

- [1] Konen, W.; Zimmer, T.; Bartz-Beielstein, T., (2009): Optimierte Modellierung von Füllständen in Regenüberlaufbecken mittels CI-basierter Parameterselektion. *At-Automatisierungstechnik*, 57(3): S.155–166
- [2] Drucker, H.; Burges, C.J.C.; Kaufman, L.; Smola, A.J.; Vapnik, V., (1997): Support vector regression machines. *Advances in neural information processing systems*, p. 155–161
- [3] Bartz-Beielstein, T., (2006): *Experimental Research in Evolutionary Computation – The New Experimentalism*. Natural Computing Series. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- [4] Bartz-Beielstein, T., (2010). SPOT: An R package for automatic and interactive tuning of optimization algorithms by sequential parameter optimization. Technical Report arXiv:1006.4645. CIOPT TECHNICAL REPORT 05-10. COLOGNE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES. Comments: Article can be downloaded from: <http://arxiv.org/abs/1006.4645>. Related software can be downloaded from <http://cran.r-project.org/web/packages/SPOT/index.html>.
- [5] Koch, P.; Konen, W.; Flasch, O.; Bartz-Beielstein, T., (2010): Optimizing support vector machines for stormwater prediction. In: Bartz-Beielstein, T.; Chiarandini, M.; Paquete, L.; Preuss, M., (editors): *Proceedings of Workshop on Experimental Methods for the Assessment of Computational Systems joint to PPSN2010*, number TR10-2-007, TU Dortmund
- [6] Smola, A.J.; Schölkopf, B., (2004): A tutorial on support vector regression. *Statistics and Computing*, 14(3):199–222



Parameter-Tuned Data Mining: A General Framework

How can we find good data mining models with a small amount of manual intervention? – The practitioner in data mining is confronted with a wealth of machine learning methods containing an even larger set of method parameters to be adjusted to the task at hand. In addition, careful feature selection and feature generation (constructive induction) is often necessary to achieve good quality. This increases even more the number of possible models to consider. It is the aim of the BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) funded research project SOMA (Systematic Optimization of Models for Automation and IT) to provide a general framework for constructing data mining models in a systematic, semi-automated or automated fashion: Tuned Data Mining (TDM) for applications in industry and science. This project shows first steps undertaken along this alley.

a recipe / template for a generic data mining process which works well on many data mining tasks. That is more specifically:

- Besides from reading the data and task-specific data cleansing, the template is the same for each task. This makes it well reusable for new tasks.
- Well-known machine learning methods like Random Forest (RF) [1, 2] or Support Vector Machines (SVM) [3, 4] available in R are reused within the R-based template implementation, and the template is open to the integration of new user-specific learning methods.
- Feature selection and/or feature generation methods are included in a systematic way within the optimization / tuning loop.
- Parameters are either set by general, non-task-specific rules or they are tuned by an automatic tuning procedure. We propose here to use SPOT (Sequential Parameter Optimization Toolbox) [5] in its recent R-implementation [6]. To our knowledge this is the first time that SPOT is used for systematic parameter tuning in data min-

ABSTRACT

Real-world data mining applications often confront us with complex and noisy data, which makes it necessary to optimize the data mining models thoroughly to achieve high-quality results. We describe in this contribution an approach to systematically tune the parameters of a model. The aim is to use one framework to solve a variety of tasks. We show that tuning has a large importance for benchmark tasks – Data Mining Cup: Tuned models achieve rank 2 or 4 in the ranking tables, while the untuned model had rank 21 out of 67.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Wolfgang Konen
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Informatik
wolfgang.konen@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Prof. Dr. Thomas Bartz-Beielstein
thomas.bartz-beielstein@fh-koeln.de
Patrick Koch
Oliver Flasch

Features of TDM

The goal of SOMA for classification or regression tasks can be formulated as follows: Find

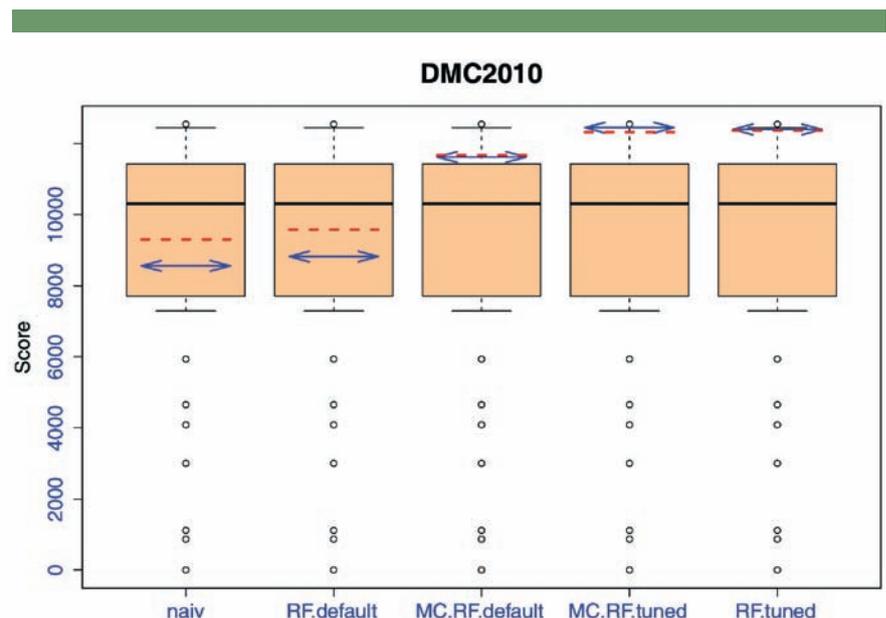


Figure 1: Results for the DMC-2010 benchmark: The boxplot shows the spread of score (gain) among the competition participants, the red dashed lines show the score of our models on the training data (10-fold cross validation), the blue arrows show the score of these trained models on the real test data

ing. The hyperparameters of SPOT are again either constant or set by general, non-task-specific rules.

- Tuning with SPOT gives a metamodel which can be used to show the user the sensitivity of parameters in a certain task.
- Special care is taken not to overfit / over-search: The quality of results, especially after parameter tuning, is checked on independent test sets and with independent test runs.

The interesting points from a learning perspective are: Is it possible to derive a data mining template together with an automated tuning procedure which achieves high-quality results on a variety of tasks? Which are the general rules that work well for many DM tasks? Further details concerning our methods can be found in [7].

Results

We applied our framework TDM to different DMC (Data Mining Cup) competitions [8] as benchmarks. These tasks with their realistic size (60000–100000 records, 25-50 input variables) provide interesting benchmarks as they go beyond the level of toy problems. Many comparative results from other teams participating in the Data Mining Cup allow to gauge the quality of our results achieved with the general template. As an example we consider the DMC-2010 task. DMC-2010 is a two-class, cost-sensitive classification task with the gain matrix shown in Tab. 1. The data consists of 32428 training records with 37 inputs and 32427 test records with the same inputs. Class 0 is with 81.34% of all training records much more frequent than the other class 1. Given this a-priori probability and the above gain matrix, there is a very naive model “always predict class 0” which gives a gain of $32428 \cdot (1.5 \cdot 81.34\% - 5 \cdot 18.66\%) = 9310$ on the training data. Any realistic model should do better than this. The data of DMC-2010 require some pre-processing, because they contain a small fraction of missing values, some obviously wrong inputs and some factor variables with too many levels which need to be grouped. This task-specific data preparation was done beforehand. The DMC-2010 contest had 67 participating teams whose resulting score distribution is shown in Fig. 1 as boxplots. Our results from different models are overlaid as horizontal lines and arrows in this diagram. We can learn from this:

- The base model RF.default is hardly better than the naive model. Indeed it behaves nearly identical to the naive model in an attempt to minimize the misclassification error.
- The new models of our TDM framework are MC.RF.default, MC.RF.tuned and RF.tuned. MC.RF is an implementation of the MetaCost algorithm [9] using RF as base method. MC.RF.default is already quite good (at the lower rim of the highest quartile), but both tuned models achieve considerably better results: They are at the upper rim of the highest quartile; within the rank table of the real DMC-2010 contest this corresponds to rank 2 and rank 4 for MC.RF.tuned and RF.tuned, resp.

Note that no modeling specific to the task DMC-2010 was necessary to achieve these results. We plan to compare our findings with results from other data mining frameworks with a similar scope like ClearVu Analytics [10], Gait-CAD [11], MLR [12], RapidMiner [13].

Wolfgang Konen

Acknowledgements

This work has been supported by the Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) under the grants SOMA (AIF FKZ 17N1009, Ingenieurwachstums) and by the Cologne University of Applied Sciences under the research focus grant COSA.

REFERENCES

[1] Breiman, L. (2001): Random forests. *Machine Learning*, 45(1):5–32
 [2] Liaw, A.; Wiener, M. (2002): Classification and regression by randomForest. *R News*, 2:18–22, <http://CRAN.R-project.org/doc/Rnews/>.
 [3] Vapnik, V.N.: (1998): *Statistical Learning Theory*. Wiley-Interscience
 [4] Schölkopf, B.; Smola, A.J. (2002): *Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond*. MIT Press, Cambridge, MA, USA
 [5] Bartz-Beielstein, T. (2006): *Experimental*

Research in Evolutionary Computation – The New Experimentalism. Natural Computing Series. Springer, Berlin, Heidelberg, New York
 [6] Bartz-Beielstein, T. (2010): SPOT: An R package for automatic and interactive tuning of optimization algorithms by sequential parameter optimization. *arXiv.org e-Print archive*, <http://arxiv.org/abs/1006.4645>
 [7] Konen, W.; Koch, P.; Flasch, O.; Bartz-Beielstein, T. (2010): Parameter-Tuned Data Mining: A General Framework. In: Hoffmann, F.; Hüllermeier, E., edit. (2010): *Proc. 20th Workshop Computational Intelligence*, pages 136–150. Universitätsverlag, Karlsruhe
 [8] Kögel, S. (2010): *Data Mining Cup DMC*. www.data-mining-cup.de
 [9] Domingos, P. (1999): MetaCost: A general method for making classifiers cost-sensitive. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-99)*, pp. 195–215
 [10] Bäck, T.; Krause, P. (2010): ClearVu Analytics. <http://divis-gmbh.de/ClearVu>
 [11] Mikut, R.; Burmeister, O.; Reischl, M.; Loose, T. (2006): Die MATLAB-Toolbox Gait-CAD. In: Mikut, R.; Reischl, M., edit. (2006): *Proceedings 16. Workshop Computational Intelligence*, Karlsruhe, Universitätsverlag, pp.114–124
 [12] Bischl, B. (2010): The mlr package: Machine learning in R. <http://mlr.r-forge.r-project.org>
 [13] Mierswa, I. (2010): Rapid Miner. <http://rapid-i.com>

| DMC 2010 | | predicted | |
|----------|---|-----------|---|
| | | 0 | 1 |
| true (t) | 0 | 1 | 0 |
| | 1 | 5 | 0 |

Table 1: Gain matrix for the gain-sensitive task DMC-2010. A task is gain-sensitive if not all diagonal matrix elements are the same or if not all off-diagonal elements are the same.



Prof. Dr.-Ing. Christoph Pörschmann
Institut für Nachrichtentechnik
Fachhochschule Köln

Dr. Dieter Knauss
Inhaber der deBAKOM GmbH
Odenthal

Passgenaue Partnerschaft

Die deBAKOM GmbH entwickelt in Kooperation mit der Fachhochschule Köln Verfahren zur digitalen Geräuschanalyse – und damit letztlich zur Vermeidung – von Lärmemissionen. Auch für Ihr Unternehmen finden wir den passenden wissenschaftlichen Innovationspartner – so profitieren Sie von der InnovationsAllianz der NRW-Hochschulen.

www.innovationsallianz.nrw.de

Gefördert vom:

Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen



Und durch den: **InnovationsClub NRW**

e-on

WestLB



ALTANA

ComNetMedia
ad marginem präsentiert

QIAGEN



| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Michael Bongards Indirekte Messung organischer Säurekonzentration mittels UV/vis Spektroskopie | 130 | ITT Lars Ribbe Land Use and Climate Change Interactions in Central Vietnam | 168 |
| Softwareagenten regeln Kanalnetz in Emmerich | 134 | Hartmut Gaese Klimawandel, Landnutzung und natürliche Ressourcen im Küstenregenwald von Rio de Janeiro | 170 |
| Neuentwickelte Kanalnetzsteuerungen schützen empfindliche Gewässer | 138 | Lars Ribbe Optimierung der Wassernutzung im ländlichen Raum Oberägyptens | 171 |
| Zustandsbasierte Regelung von Kläranlagen | 144 | Sabine Schlüter Nachhaltige Bewässerungstechnik zur Bewirtschaftung kleinbäuerlicher Betriebe | 173 |
| Entwicklung eines Simulationsmodells für kommunale Membrankläranlagen | 147 | Lars Ribbe Small-scale producers' adaptation to climate risk in the Brazilian Amazon | 182 |
| Innovative Online-Messtechnik in Membrankläranlagen | 151 | | |
| Gerd Braun Hochdruck-Permeationsverhalten reiner Gase durch keramische Membranen | 155 | Astrid Rehorek Umwandlung von Methan in Kohlendioxid mit Hilfe von Bakterien in Rein- und Mischkultur | 175 |
| Johannes Goeke Eine neue Methode zur Bestimmung der Messunsicherheit von Volumenstrom | 160 | Katharina Besse / Thomas Rieckmann Prozessentwicklung zur technischen Herstellung von Biokohle | 179 |
| Messung von Phasenfrontgeschwindigkeit und Energiespeicherung von PCM-Compoundmaterialien | 164 | | |

Indirekte Messung organischer Säurekonzentration mittels UV/vis Spektroskopie

Fachhochschule Köln
Cologne University of Applied Sciences

FH D
Fachhochschule Düsseldorf
University of Applied Sciences Düsseldorf



NUI MAYNOOTH
Ollscoil na hÉireann Má Nuad

ABSTRACT

Organische Säuren spielen in anaeroben Vergärungsprozessen eine wichtige Rolle. Überwachung und Regelung dieser Prozesse wird durch die Entwicklung eines einfach zu handhabenden und preisgünstigen Online-Messsystems deutlich erleichtert. Dieser Beitrag beschreibt eine Methode zur indirekten Messung der organischen Säurekonzentration über UV/vis spektroskopische Sondentechnik.

PROJEKTLÉITUNG

Prof. Dr.-Ing Michael Bongards
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Automation & Industrial IT
michael.bongards@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Daniel Gaida, M.Sc.
Dipl.-Ing. Christian Wolf
Dipl.-Ing. Thomas Ludwig

PROJEKTPARTNER

Dr.-Ing. André Stuhlsatz
Fachhochschule Düsseldorf
Institut für Informationstechnik
Fachbereich Maschinenbau
und Verfahrenstechnik
Dr. Seán McLoone
National University of
Ireland Maynooth
Department of Electronic
Engineering, Co. Kildare
Maynooth, Irland

Organische Säuren beeinflussen zahlreiche Prozesse in verschiedenen industriellen Bereichen. Neben der hohen Bedeutung in der anaeroben Vergärung wird über die Konzentration von organischen Säuren auch die Qualität von Bier und Wein überwacht als auch der Verlauf von Kompostierungsprozessen bewertet [1–3]. Die hohe Relevanz der organischen Säuren im Bereich der anaeroben Fermentation beruht darauf, dass eine zu hohe Gesamtkonzentration zu einem Zusammenbruch des gesamten Prozesses führen kann. Das würde ihn irreversibel und damit sehr kostspielig machen. Um solche Extremsituationen rechtzeitig zu erkennen und zu verhindern, ist es von entscheidender Bedeutung, die Säurekonzentration möglichst in Echtzeit zu messen und den Prozess entsprechend zu regeln.

In der anaeroben Fermentation auf Biogasanlagen hat sich dazu der FOS/TAC Wert zur Beurteilung der Prozessstabilität durchgesetzt, welcher die Gesamtkonzentration organischer Säuren (FOS) zu der Pufferkapazität (TAC) ins Verhältnis setzt [4]. Bei einem Verhältnis von $\leq 0,3$ liegt dabei erfahrungsgemäß stets ein stabiler Prozess vor [5]. Auf industriellen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen erfolgt die Messung der Gesamtkonzentration organischer Säuren meistens noch manuell im Labor. Dies ist teuer und zeitaufwändig, so dass eine echtzeitfähige Beeinflussung oder Regelung des Prozesses nahezu unmöglich oder nur mit erheblichen Kosten realisiert werden kann. Mit der kapillaren Gaschromatographie und mit spektrofluorimetrischen Systemen gibt es bereits zwei Online-Messsysteme zur Bestimmung der Konzentration organischer Säuren auf dem Markt, welche vor allem in

der chemischen Industrie eingesetzt werden [6, 7]. Beide haben allerdings den Nachteil, dass die Messtechnik sehr komplex und störungsanfällig ist. Hinzu kommt, dass der Betrieb in hohem Maße Expertenwissen erfordert, wenn es um Probenaufbereitung und Wartung der Geräte geht. Dies kann in den meisten Fällen von Betreibern landwirtschaftlicher Biogasanlagen nicht geleistet werden, da der Anlagenbetrieb parallel zum Tagesgeschäft läuft. Aus diesen Gründen wird in diesem Artikel ein System vorgestellt, welches die Messung der Gesamtkonzentration der organischen Säuren indirekt über UV/vis Spektroskopie ermöglicht. UV/vis spektroskopische Systeme werden in der Abwassertechnik bereits seit vielen Jahren zur Messung des chemischen Sauerstoffbedarfs und von Nitratstickstoff eingesetzt [8]. Dort haben sie sich im Unterschied zu chemischen Analysatoren als wartungsarme Messsysteme bewiesen. Durch Langzeitmessung des UV/vis Spektrums des Presswassers einer Biogasanlage und durch gleichzeitige Bestimmung von dessen Säurekonzentration im Labor, wird durch Mustererkennungsmethoden ein Zusammenhang zwischen den beiden Messgrößen hergestellt. Die Validierung mittels neuer Messdaten zeigt, dass das gefundene Muster einen generellen Zusammenhang zwischen den beiden Messgrößen beschreibt. Somit kann in Zukunft durch Messung des UV/vis Spektrums des Presswassers die Gesamtkonzentration der organischen Säuren im Presswasser in Echtzeit bestimmt werden. Als Mustererkennungsverfahren werden verschiedene Methoden genutzt, wobei die meisten zu den aktuell leistungsfähigsten ihrer Klasse in der Mustererkennung zählen. Als Methoden werden Merkmalsextraktoren sowie Klassifizierungsmethoden genutzt (Tabelle 1).

| Merkmalsextraktoren | Klassifizierungsmethode |
|--|---|
| Lineare Diskriminanzanalyse (LDA) | Random Forest (RF) |
| Generalisierte Diskriminanzanalyse (Generalized Discriminant Analysis - GerDA) [9] | Künstliche Neuronale Netze: Multilayer Perceptron (MLP) |
| | Support Vector Machine (SVM) |

Tabelle 1: Mustererkennungsverfahren

Das Online-Messsystem

Die Messung der Konzentration organischer Säuren auf Biogasanlagen ist notwendig, um einen stabilen und effizienten Anlagenbetrieb zu ermöglichen. Da mit einem Anstieg der Säurekonzentrationen ein Abfall des pH Wertes einhergeht, wird die Lebensumgebung der Bakterien verändert. Eine Situation, an die sich vor allem die säureabbauenden Bakterien nur sehr schlecht anpassen. In der Folge werden diese Bakterien in ihrer Effektivität massiv gehemmt, was wiederum zu einem weiteren Anstieg der Säurekonzentration führt. Diese Kettenreaktion kann, wenn nicht rechtzeitig erkannt, zu einem vollständigen Kollaps des Prozesses führen, wie er in Abb. 1 zu sehen ist. Das Online-Messsystem zur Messung der Gesamtkonzentration organischer Säuren in einer Flüssigkeit, welches in diesem Artikel vorgestellt wird, nutzt das UV/vis Spektrum. Dieses liegt im Bereich der schwachen Ultraviolettstrahlung (200 nm–380 nm) und in einem Großteil des für den Menschen sichtbaren Teils des elektromagnetischen Spektrums (380 nm–750 nm). Als Messgerät, welches das UV/vis Spektrum aufzeichnet, wird ein S::CAN spectro:lyser genutzt. Laborversuche mit solch einem S::CAN spectro:lyser zeigen, dass die organische Säurekonzentration durch die Analyse des UV-Spektrums prinzipiell bestimmt werden kann, wie in Abb. 2 zu erkennen ist [10]. Die Kurven in Abb. 2 zeigen, dass sich bei steigenden Konzentrationen die maximale Absorption in Richtung höherer Wellenlängen verschiebt. Es ist jedoch auch zu erkennen, dass die Säuren untereinander nur schlecht anhand ihres Spektrums voneinander zu unterscheiden sind. Aus diesem Grund bietet sich eine Messung der

Konzentration der organischen Säuren als Summenparameter an. Da der Trockensubstanzgehalt auf landwirtschaftlichen und industriellen Biogasanlagen relativ hoch ist, wurde in einer Diplomarbeit [11] ein Probenahme- und Verdünnungssystem entwickelt (Abb. 3 a, b). Die Verdünnungseinheit wird dabei alle 30 Minuten mit 4 Litern Wasser gefüllt. Mit einer Schlauchpumpe werden 50 ml des Prozesswassers hinzugegeben, um ein Verhältnis von 1:80 zu erhalten, welches sich als optimales Verhältnis zwischen Probe und Wasser gezeigt hat. Aus den in der Verdünnungseinheit erzeugten, verdünnten Proben wird mit einem S::CAN spectro:lyser deren UV/vis Spektrum aufgezeichnet und zusammen mit der zeitgleich manuell gemessenen Säurekonzentration der Probe abgespeichert. Dieses Messsystem ist auf einer industriellen Biogasanlage im Oberbergischen installiert, so dass die im Folgenden genutzten Daten reale Prozessdaten dieser Biogasanlage sind.

Daten

Die $N = 4437$ in $[Abs/m]$ gemessenen Absorptionsspektren über $p \in \mathbf{N}$ Wellenlängen werden jeweils einzeln in den Merkmalsvektoren $\mathbf{x}_i \in \mathbf{X}$, mit dem Merkmalsraum $\mathbf{X} \subseteq \mathbf{R}^p$,

$i=1, \dots, N$, abgespeichert. Die zugehörigen Messwerte der organischen Säurekonzentration werden mit $c_{a,i} \in \mathbf{R}$ bezeichnet, welche in $C=5$ Klassen (werden für die Klassifizierung benötigt) eingeteilt werden. Die Klasse $\mathcal{G} \in \Theta$, zu welcher die i te Messung der organischen Säurekonzentration gehört, wird mit $\mathcal{G}_i \in \Theta$ bezeichnet, wobei $\Theta := \{1, 2, 3, 4, 5\}$ die Menge der Klassenlabel definiert. In Tabelle 2 wird die Verteilung der $N_T = 3326$ Trainings- und $N_V = 1109$ Validierungsdaten über die Klassen dargestellt. Die Einteilung in fünf verschiedene Konzentrationsklassen bietet in der Praxis vor allem für den Anlagenbetreiber zwei entscheidende Vorteile. Zum Einen wird die Übersicht erhöht, da einzelne Klassen mit den in Tabelle 2 aufgeführten Bezeichnungen mehr Informationsgehalt für den Anlagenbetrieb aufweisen als einzelne Werte. Und zum Anderen können die Klassen sehr gut für eine spätere Steuerung oder Regelung übernommen werden (Fuzzy-Regelung).

| Klasse $\mathcal{G} \in \Theta$ | Organische Säurekonzentration $c_a [g/l]$ | $N_{\mathcal{G}}$ | $N_{T,\mathcal{G}}$ | $N_{V,\mathcal{G}}$ |
|---------------------------------|---|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1 (niedrig) | 1,1, ..., 1,4 | 228 | 171 | 57 |
| 2 (niedrig bis normal) | 1,5, ..., 1,8 | 1528 | 1146 | 382 |
| 3 (normal) | 1,9, ..., 2,2 | 1880 | 1410 | 470 |
| 4 (normal bis hoch) | 2,3, ..., 2,6 | 731 | 549 | 182 |
| 5 (hoch) | 2,7, ..., 3,0 | 70 | 52 | 18 |

Tabelle 2: Definition der Klassenlabel und die Anzahl der Proben in jeder Klasse für den kompletten ($N_{\mathcal{G}}$), Trainings- ($N_{T,\mathcal{G}}$) und Validierungsdatensatz ($N_{V,\mathcal{G}}$)

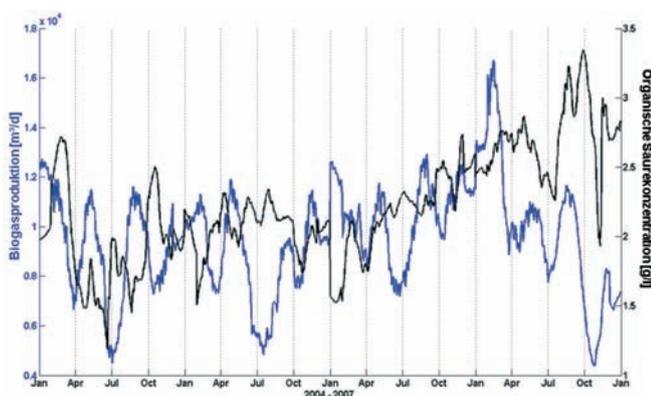


Abb. 1: Zusammenbruch der Biogasproduktion durch einen Anstieg der organischen Säurekonzentration auf einer industriellen Biogasanlage

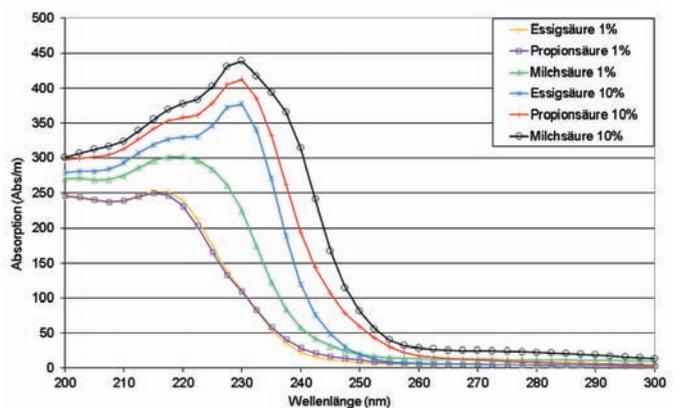


Abb. 2: Labormessung verschiedener organischer Säuren und Konzentrationen als S::CAN UV/vis Spektrum

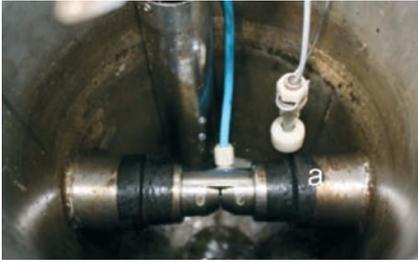


Abb. 3a: UV/vis-Sonde mit 1 mm Spaltbreite und Druckluftspülung



Abb. 3b: Gesamtaufbau des Messsystems

Methoden

In diesem Abschnitt werden alle Methoden kurz angeschnitten, eine ausführliche Beschreibung ist den genannten Quellen zu entnehmen.

Merkmalsextraktoren:

Merkmalsextraktoren versuchen durch eine Transformation der vorhandenen Daten zwei Ziele zu erreichen:

1. Die Transformation soll Messdaten, die zu unterschiedlichen Klassen gehören, räumlich trennen und solche, die zur selben Klasse gehören, näher zusammenschieben. Damit wird eine bessere Trennbarkeit der einzelnen Klassen erreicht.
2. Die Dimension der Daten wird zeitgleich reduziert, indem nicht oder in nur geringem Maße diskriminierende Merkmale, bezüglich der vorgegebenen Klassen, vernachlässigt werden.

Die „Lineare Diskriminanzanalyse“ sucht eine solche Transformation unter allen linearen Transformationen [12]. Die an der Fachhochschule Düsseldorf entwickelte Generalisierte Diskriminanzanalyse (GerDA) erweitert LDA dahingehend, dass sie eine geeignete Transformation in einem wesentlich größeren Raum sucht, der auch nichtlineare Transformationen enthält. Dieser Raum wird durch ein sogenanntes Deep Neural Network vorgegeben [9, 13]. Die Anwendung von Merkmalsextraktoren zur Dimensionsreduzierung der Eingangsdaten eignet sich besonders als Vorverarbeitungsschritt für Klassifizierungsalgorithmen. Neben der Dimensionsreduzierung, die zu einer erheblichen Performancesteigerung beiträgt, werden zudem die Daten durch eine Transformation verdichtet und deren Trennbarkeit erhöht. Dadurch ist die Auswertung der Daten mittels Klassifizierungsmethoden deutlich einfacher und schneller

Klassifizierungsmethoden:

Klassifizierungsmethoden versuchen ein Muster oder einen Zusammenhang zwi-

schen Eingangsdaten zu vorgegebenen Ausgangsdaten zu finden. Das Ziel ist, einen allgemeinen Zusammenhang zwischen den Daten zu finden, so dass in Zukunft aus neuen Eingangsdaten die zugehörigen (und unbekannt) Ausgangsdaten vorhergesagt werden können. Die Methode „Random Forest“ erzeugt einen so genannten „Wald“ aus vielen Entscheidungsbäumen, welche unabhängig voneinander ein Muster zwischen unterschiedlichen Teilmengen des Trainingsdatensatzes lernen. Durch einen Mehrheitsentscheid sind Random Forests robuste Klassifikatoren [14]. Darüber hinaus liefern die Verzweigungen der einzelnen Entscheidungsbäume Informationen über die Wichtigkeit der Eingangsvariablen und eignen sich somit ebenfalls zur Dimensionsreduzierung der Eingangsdaten. „Multilayer Perceptrons“ sind künstliche neuronale Netze, die aus mindestens drei Schichten bestehen und eine Vielzahl von Neuronen besitzen. Die Neuronen der einzelnen Schichten sind dabei vollständig miteinander verbunden. Dieser Aufbau des Neuralen Netzes eignet sich besonders für nicht-lineare Klassifikationen [15]. „Support Vector Machines“ sind Klassifikatoren, die über eine so genannte Kernelfunktion den originalen Merkmalsraum in einen neuen Merkmalsraum transformieren, in dem die sich ergebenden Merkmale unterschiedlicher Klassen besser durch Hyperebenen getrennt werden können [16]. Details zu den Methoden, deren Implementierung und Anwendung können in [17] nachgelesen werden.

Ergebnisse

Um die Klassifizierungsergebnisse der verschiedenen Methoden miteinander zu vergleichen und zu bewerten, kann das Maß der mittleren Falschklassifizierungsrate MCR (misclassification rate) genutzt werden:

$$\text{MCR} [\%] := 100 \cdot \left(1 - \frac{1}{N_V} \cdot \sum_{i=1}^{N_V} 1(\mathbf{x}_i) \right)$$

$$1(\mathbf{x}_i) := \begin{cases} 1 & \text{für } f_{\text{classifier}}(\mathbf{x}_i) = \mathcal{G}_i \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

mit dem durch die Abbildung $f_{\text{classifier}} : X \rightarrow \Theta$ gegebenen Klassifikationsalgorithmus. Da in unseren Experimenten die Zahl der Proben pro Klasse nicht gleichmäßig verteilt ist (vgl. Tabelle 2), werden die großen Klassen, wie etwa die Klassen 2 und 3, den mittleren MCR dominieren. Ziel ist jedoch, jede Klasse gleich gut zu erkennen, so dass die MCR keine gute Wahl ist. Ein besseres Maß ist die so genannte normalisierte Falschklassifizierungsrate NMCR (normalized MCR), welche die Performance der Methode für jede Klasse gleichgewichtet bewertet. Gegeben sei die Verwechslungsmatrix

$$\mathbf{K} := (k_{j,l}) \in \mathbf{R}^{C \times C} \quad \sum_{j=1}^C k_{j,l} = 100 \quad j = 1, \dots, C$$

dann wird der NMCR definiert als:

$$\text{NMCR} [\%] := 100 - \frac{1}{C} \cdot \sum_{j=1}^C k_{j,j}$$

In Tabelle 3 werden die Klassifizierungsergebnisse dargestellt, die über die beiden Kriterien NMCR und MCR bewertet werden.

Auswertung der Ergebnisse

Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass die Gesamtkonzentration organischer Säuren mit einer Genauigkeit von bis zu 88 Prozent über das UV/vis Spektrum bestimmt werden kann. Es zeigt sich allerdings auch, dass das gestellte Klassifizierungsproblem sehr komplex ist und somit leistungsfähige Methoden zur Lösung erfordert. Die beste Performance erzielt die Methode der „Support Vector Machines“ auf den Daten des

| Merkmalsextraktor | Klassifikator | NMCR [%] | MCR [%] |
|-------------------|---------------|----------|---------|
| LDA | linear | 34.0 | 35.7 |
| GerDA | linear | 12.8 | 13.1 |
| GerDA | RF | 12.1 | 12.4 |
| GerDA | MLP | 17.2 | 13.3 |
| | SVM | 12.0 | 12.0 |

Tabelle 3: Validierungsergebnisse der Methoden bewertet mit NMCR und MCR

originalen Merkmalraums. Die Versuche mit der Merkmalsextraktionsmethode „GerDA“ zeigen, dass diese sehr gute Merkmale generiert, wodurch die nachfolgenden Klassifikationsverfahren ein nur unwesentlich schlechteres Ergebnis erzielen (linear und RF). Die Qualität der von GerDA erzeugten Merkmale ist sehr gut in den Abbildungen 4 und 5 zu erkennen, in denen die durch LDA und GerDA generierten Merkmale dargestellt werden. Die in Abb. 4 dargestellten LDA Merkmale sind nur teilweise trennbar, da die Punktwolken der einzelnen Klassen teilweise überlappen, und damit keine lineare Trennung möglich ist. In Abb. 5 werden die GerDA-Merkmale dargestellt, die eine deutlich bessere Trennbarkeit der Klassen erlauben. Es sei angemerkt, dass die oben erzielten Ergebnisse für LDA und GerDA für eine Projektion in einem vierdimensionalen Raum erzielt wurden. Durch die Erweiterung des Merkmalsraums um die vierte Dimension, können die Klassen noch besser, als hier grafisch dargestellt, getrennt werden.

Michael Bongards

LITERATUR

- [1] Rodrigues, J.E.A.; Erny, G.L.; Barros, A.S.; Esteves, V.I.; Brandão, T.; Ferreira, A. A.; Cabrita, E.; Gil, A.M. (2010): Quantification of organic acids in beer by nuclear magnetic resonance (NMR)-based methods, *Analytica Chimica Acta*, vol. 674, pp. 166–175
- [2] Batista, L.; Monteiro, S.; Loureiro, V.B.; Teixeira, A.R.; Ferreira, R.B. (2010): Protein haze formation in wines revisited. The stabilising effect of organic acids, *Food Chemistry*, no. 122, pp. 1067–1075
- [3] Cheung, H.N.B.; Huang, G.H.; Yu, H. (2010): Microbial-growth inhibition during composting of food waste: Effects of organic acids, *Bioresource Technology*, no. 101, pp. 5925–5934
- [4] Voß, E.; Weichgrebe, D.; Rosenwinkel, H.H. (2009): FOS/TAC Herleitung, Methodik, Anwendung und Aussagekraft, in: Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009, S. 675–682
- [5] Weiland, P. (2007): Wichtige Messdaten für den Prozessablauf und Stand der Technik in der Praxis, in: Gülzower Fachgespräche: Messen, Steuern, Regeln bei der Biogaserzeugung, 2007, pp. 17–31
- [6] Diamantis, V.; Melidis, P.; Aivasidis, A. (2010): Continuous determination of volatile products in anaerobic fermenters by on-line capillary gas chromatography, *Analytica Chimica Acta*, no. 573–574, pp. 189–194
- [7] Palacio-Barco, E.; Robert-Peillard, F.; Boudenne, J.L.; Coulomb, B. (2010): Online analysis of volatile fatty acids in anaerobic treatment processes, *Analytica Chimica Acta*, no. 668, pp. 74–79
- [8] Bongards, M.; Hilmer, T.; Kern, P. (2007): Online-Konzentrationsmessung in Kanalnetzen – Technik und Betriebsergebnisse, Forschungsbericht der Fachhochschule Köln
- [9] Stuhlsatz, A.; Lippel, J.; Zielke, T. (2010): Discriminative Feature Extraction with Deep Neural Networks, Barcelona, Spain, Proceedings of the 2010 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)
- [10] Schmidt, H.; Rehorek, A. (2008): New Online-Measurement Methods for Biogas Plants, Diplomarbeit, Fachhochschule Köln
- [11] Etkorn, C. (2008): Modellierung, messtechnische Analyse und praktische Untersuchung des Fermentationsprozesses an industriellen und landwirtschaftlichen Biogasanlagen, Diplomarbeit, Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften, Fachhochschule Köln, Gummersbach
- [12] Duda, R.O.; Hart, P.E.; Stork, D.G. (2001): Pattern classification, 2nd ed. New York, NY: Wiley
- [13] Stuhlsatz, A.; Lippel, J.; Zielke, T. (2010): Feature Extraction for Simple Classification, Istanbul, Turkey, Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition (ICPR)
- [14] Breiman, L. (1999): Random Forests, *Machine Learning*, vol. 45, no. 1, pp. 5–32
- [15] Haykin, S.S. (1999): Neural networks: A comprehensive foundation, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- [16] Cortes, C.; Vapnik, V. (1995): Support-Vector network, *Machine Learning*, vol. 20, pp. 273–297
- [17] Wolf, C.; Gaida, D.; Stuhlsatz, A.; McLoone, S.; Bongards, M. (2010): Organic Acid Prediction in Biogas Plants Using UV/vis Spectroscopic Online-Measurements, in: LSMS / ICSEE 2010: CCIS 97, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, pp. 200–206

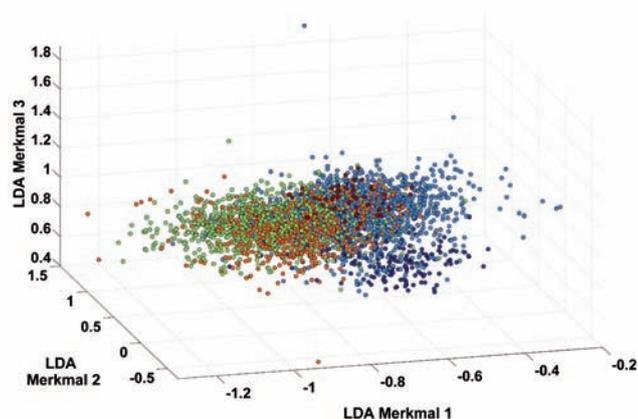


Abb. 4: Durch LDA erzeugte Merkmale in einem dreidimensionalen Merkmalsraum

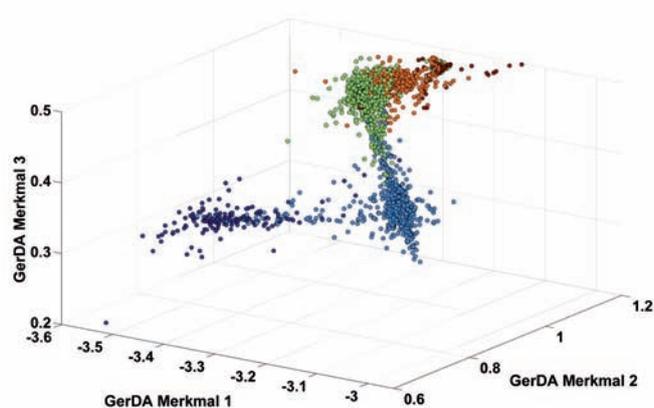


Abb. 5: Durch GerDA erzeugte Merkmale in einem dreidimensionalen Merkmalsraum



Softwareagenten regeln Kanalnetz in Emmerich

Die Technische Werke Emmerich am Rhein GmbH, eine Tochtergesellschaft der GELSENWASSER AG und der Stadt Emmerich am Rhein, ist für den Betrieb aller Abwasseranlagen der Stadt sowie deren Planung, Bau und Finanzierung verantwortlich. Die Kläranlage der Stadt Emmerich am Rhein hat eine Ausbaugröße von 195.000 Einwohnergleichwerten (EW) und eine aktuelle mittlere Frachtbelastung von rund 140.000 EW. An die Anlage sind zurzeit 30.000 Einwohner angeschlossen, rund 80 Prozent des Abwassers entstammen industriellen Einleitern. Das Einzugsgebiet der Stadt Emmerich am Rhein und der umliegenden Kommunen wird größtenteils im Mischsystem entwässert, das – auf Grund der topografischen Lage – einen sehr flachen Verlauf hat. Verschiedene Pumpwerke befördern das anfallende Abwasser aus den Teileinzugsgebieten direkt zur Kläranlage. Bedingt durch den Aufbau des Kanalnetzes steigt im Regenwetterfall der Zulauf zur Kläranlage innerhalb weniger Minuten um ein Vielfaches an – typisch sind Anstiege bis zum Dreifachen des Trockenwetterzuflusses. Obwohl die Kläranlage über ausreichende Kapazitäten verfügt, um die anfallenden Wassermengen zu verarbeiten, treten speziell zu Beginn eines Regenereignisses Betriebsprobleme auf. Ursachen hierfür können sowohl hydraulische als auch frachtbedingte Stoßbelastungen sein – etwa nach einer längeren Trockenperiode. Die signifikanten Änderungen der Zuflusssituation verringern die Betriebsstabilität deutlich. Diese Situation konnte im Laufe der letzten Jahre schrittweise verbessert werden. Im Jahr 2004 wurde damit begonnen, die Leit- und Steuerungstechnik auf der Kläranlage und den Außenstationen (Pumpwerke und Sonderbauwerke) zu erneuern. Seit Abschluss der Erneuerungen sind alle technischen Anlagen untereinander vernetzt, wodurch die Möglichkeit geschaffen wurde, Kanalnetz und Kläranlage online im Verbund zu betreiben und integriert zu betrachten.

Ziele des Forschungsvorhabens

In der Vergangenheit wurden die Außenstationen mit einem starren Programm gesteu-

ert, ohne den Belastungszustand der Kläranlage zu beachten. Dies führte dazu, dass das anfallende Abwasser sofort Richtung Kläranlage gefördert wurde, ohne das vorhandene Speichervolumen von Regenbecken und Kanalnetz zu nutzen. Mit Schaffung der technischen Randbedingungen für eine integrierte Betrachtung von Kanalnetz und Kläranlage wurden die Grundbedingungen für ein Kanalnetzmanagementsystem gelegt. Zukünftig sollten die freien Speicherkapazitäten – zur Vergleichmäßigung des Kläranlagenzulaufs – besser genutzt werden. Neben den ökologischen und betriebstechnischen Gesichtspunkten spielen auch die wirtschaftlichen Aspekte eine zentrale Rolle im Projekt. So werden hierbei die langfristig geplanten Neubau- und Modernisierungsmaßnahmen auch auf ihre Rentabilität untersucht. Das Kanalnetzmanagementsystem wird im Rahmen des Forschungsprojekts „Lernfähiges Prozesssteuerungssystem für Kanalnetz und Kläranlage“ entwickelt und im Betrieb getestet. Das Projekt wird durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW (MUNLV) gefördert. Die Durchführung erfolgt durch die Technische Werke Emmerich am Rhein GmbH in Zusammenarbeit mit dem Institut für Automation & Industrial IT an der Fachhochschule Köln/Campus Gummersbach sowie dem Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke.

Die Ziele des Pilotprojekts im Einzelnen:

1. Optimierung des Kläranlagenzulaufs und damit einhergehend eine Verbesserung der Betriebsstabilität der Kläranlage
2. Minimierung der Entlastungsereignisse und -mengen aus den Regenbecken
3. Minimierung der Stoffeinträge in die Vorfluter und – damit verbunden – der Schutz sensibler Vorfluter
4. Optimale Nutzung des vorhandenen Speichervolumens im Kanalnetz und in den Sonderbauwerken

Dabei wird eine Vielzahl von Ansprüchen an das neu zu entwickelnde Kanalnetzmanage-

ABSTRACT

Das Kanalsystem und die Kläranlage der Stadt Emmerich weisen ein spezifisches Problem auf: Bei Niederschlägen steigt die Schmutzwassermenge, die zur Kläranlage geführt wird, sprunghaft an und kann dadurch zu Instabilitäten beim Kläranlagenbetrieb führen. Aus diesem Grund bietet sich ein integrierter Steuerungsansatz an. In diesem Zusammenhang wurde von den Projektpartnern ein neuartiges, extrem flexibles und lernfähiges Regelungssystem auf Basis von Softwareagenten entwickelt, das sich bereits in ersten Praxiseinsätzen bewährt hat.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing Michael Bongards
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Automation & Industrial IT
michael.bongards@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Ing. Andreas Stockmann
Dipl.-Inform. Oliver Trauer

PROJEKTPARTNER

Technische Werke Emmerich am
Rhein GmbH (TWE)
Gelsenwasser AG
Institut für Umwelttechnik
und Management an
der Universität Witten
Herdecke GmbH

mentsystem gestellt: Es muss robust gegenüber Zustandsänderungen sein sowie eine hohe Lernfähigkeit und autoadaptive Eigenschaften aufweisen. Da geplant ist, dieses System auch in anderen Kommunen anzuwenden, stellen eine leichte Übertragbarkeit und Standardisierung der Vorgehensweise wichtige Grundlagen dar. Ein ebenfalls wesentlicher Aspekt ist die Nutzung von Standard-Industrieschnittstellen, wie etwa OPC. Im Zusammenhang mit dem Erreichen der Prozessziele wird erwartet, dass sich – neben den gewässerökologischen Vorteilen – auch erhebliche wirtschaftliche Vorteile erschließen lassen, wie etwa:

- Einsparung von Energie und Hilfschemikalien durch verbesserten Klärwerksbetrieb bei gleichzeitig verbesserter Klärwirkung
- Reduzierung von Spülvorgängen in Kanalnetz und Regenbecken und damit verbunden, eine Reduzierung des betrieblichen Aufwands.

Technische Voraussetzungen

Die TWE GmbH bewirtschaftet neben der biologischen Kläranlage ein Kanalnetz mit einer Länge von rund 228 Kilometer. Hiervon entfallen rund 139 Kilometer auf Freispiegelkanäle und etwa 76 Kilometer auf ein Druckentwässerungssystem mit mehr als 500 Kleinpumpstationen. In Abb. 1 ist eine Übersicht des Kanalnetzes mit den für das Projekt relevanten Sonderbauwerken zu sehen.

Umbaumaßnahmen

Regenrückhaltebecken „Ölkontor“

Einen zentralen Punkt im Forschungsprojekt stellt die veränderte Nutzung des Regenrückhaltebeckens „Ölkontor“ dar. Dieses

Becken, mit einem Speichervolumen von rund 4.200 m³, wurde in der Vergangenheit kaum genutzt. In Zukunft soll es als Puffer-Havariebecken genutzt werden, da es sich in unmittelbarer Nähe zur Kläranlage befindet. Zu diesem Zweck wurde ein Überleitungsbauwerk zwischen der parallel verlaufenden Hauptdruckleitung, die direkt auf die Kläranlage fördert, und diesem Becken gebaut. Dies bietet die Möglichkeit, bei einsetzendem Niederschlag und dem damit verbundenen Anstieg der Fördermenge im Pumpwerk „Rheinpromenade“ auf die dreifache Trockenwetter-Menge, einen Teil des zur Kläranlage fließenden Abwassers im Becken „Ölkontor“ gezielt zwischenspeichern.

Kanalnetzmanagementsystem

In einem ersten Schritt wurde der Istzustand des Kanalnetzes analysiert. Dazu wurden die historischen Messdaten der letzten Jahre sowie die technischen Randbedingungen des Kanalnetzes und der Sonderbauwerke untersucht. Darauf aufbauend wurde entschieden, welche Maßnahmen notwendig werden – wie etwa die Schaffung zusätzlicher Messstellen. Der nächste Schritt beinhaltet Aufbau und Kalibrierung eines hydrodynamischen Simulationsmodells des Kanalnetzes Emmerich. Mit Hilfe dieses Modells wurden verschiedene hydraulische Lastfälle simuliert und untersucht. Resultierend aus den Erkenntnissen der Analyse des Istzustands und den Simulationsergebnissen wurden verschiedene Regelszenarien entwickelt und hinsichtlich ihrer Umsetzungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung der Projektziele untersucht. Um diesen Zielen und den damit geforderten Eigenschaften

des Kanalnetzmanagementsystems gerecht zu werden, wurde ein für die Abwassertechnik innovativer und neuartiger Regelungsansatz gewählt: Das Managementsystem wurde auf Basis eines Software-Agentensystems aufgebaut, das nach marktwirtschaftlichen Prinzipien agieren sollte.

Teilregler Rückhaltebecken Ölkontor

Generell gilt, durch das Zusammenspiel der Pumpwerke im Einzugsgebiet steigt der Zulauf der Kläranlage wenige Minuten nach Beginn eines Niederschlagsereignisses um ein Vielfaches an. Dies führt gerade in den ersten 30–60 Minuten zu Schwierigkeiten in der Betriebsstabilität der Kläranlage. Um die in diesem Zeitraum aus dem Pumpwerk „Rheinpromenade“ zufließende Wassermenge gezielt im Becken „Ölkontor“ zwischenspeichern zu können, wurde für diesen Abschnitt ein Teilregler entwickelt. Dieser Teilregler besteht aus einem PT1-Glied (Proportional wirkende Zeitverzögerung 1. Ordnung), welches aus dem realen Ablauf des Pumpwerks „Rheinpromenade“ einen gedämpften Ablauf erzeugt. Die Differenz zwischen realem Ablauf und berechnetem Ablauf wird als Sollwert für den Regelschieber zum Überleitungsbauwerk vorgegeben, so dass die entsprechende Wassermenge im Becken zwischengespeichert wird. Da dieses Pumpwerk direkt in den Zulauf der Kläranlage fördert, entspricht die gedämpfte Ablaufkurve letztendlich dem Kläranlagenzulauf aus diesem Kanalstrang. Damit das Becken ausschließlich bei Regenereignissen mit entsprechend großer Niederschlagsintensität befüllt wird, wurde eine Überwachung der Niederschlagsintensität integriert. Erst wenn der gefallene Niederschlag der letzten 30 Minuten einen festgesetzten Schwellwert überschreitet, beginnt die Befüllung des Beckens.

Das Agentensystem

Softwareagenten stellen weitestgehend autonom arbeitende Computerprogramme dar, die heute üblicherweise für die Bewältigung von Aufgaben mit variierenden Randbedingungen, wie etwa Lagerverwaltung im Logistikbereich, eingesetzt werden. Man spricht von einem Softwareagenten oder Agentensystem, wenn ein Computerprogramm Eigenschaften aufweist, die es dem System ermöglichen, in einem gewissen Rahmen eigenständig zu handeln. Softwareagenten können Eigenschaften wie Lernfähigkeit – die Möglichkeit sich an zeitlich variierende Randbedingungen anzupassen –

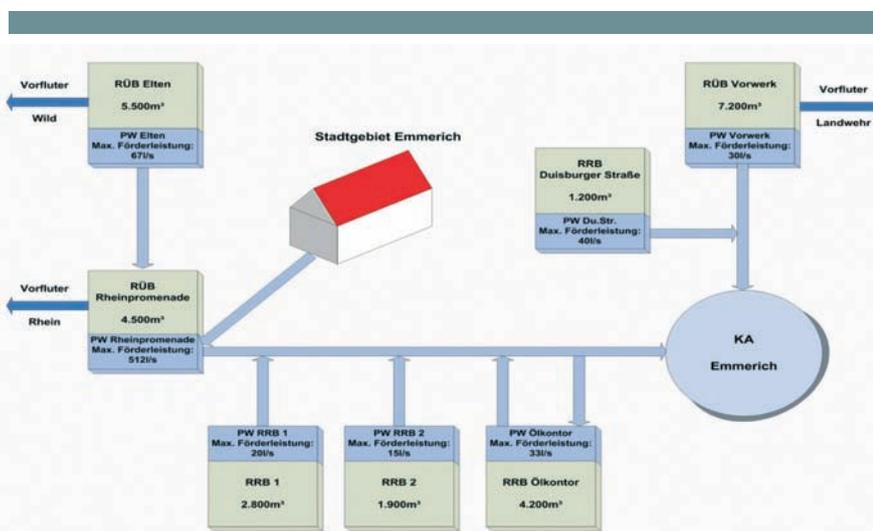


Abb. 1: Übersicht der relevanten Sonderbauwerke im Rahmen des Forschungsprojekts

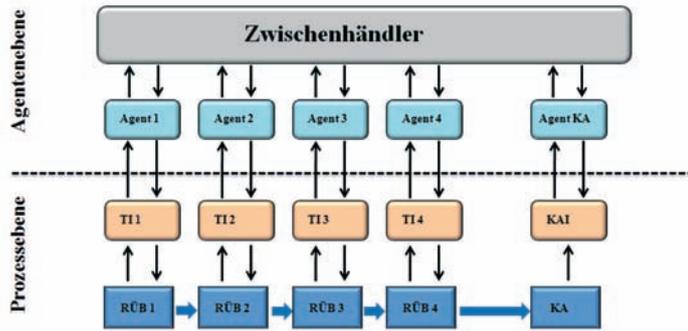


Abb. 2: Aufbau eines Softwareagentensystems zur Steuerung eines Kanalnetzes

oder die Fähigkeit zur Migration aufweisen, was einer Übertragung oder Duplizierung auf ein ähnliches System entspricht. Prinzipiell handelt es sich bei jedem Agenten, unabhängig welche der aufgeführten Eigenschaften er besitzt, um einen Prozess, der in einer definierten Umgebung stattfindet. Der Agent nimmt seine Umgebung durch Sensoren (etwa Messtechnik) wahr und sammelt so Informationen über die Umgebung und die dort vorherrschenden Zustände. Diese Informationen werden entsprechend der definierten Aufgabe verarbeitet. Dabei ist der Agent in der Lage, aus den gesammelten Informationen eigene Schlüsse zu ziehen und entsprechend darauf zu reagieren. Die Entscheidungen können dabei aufgrund von historischen Ereignissen, also Erfahrungswerten, oder auf Basis von vordefinierten Entscheidungsfunktionen getroffen werden. Im Projekt wurde ein Agentensystem entwickelt, welches auf marktwirtschaftlichen Prinzipien basiert. Dabei wird das Abwasser als Ware betrachtet, welche im virtuellen Markt gehandelt wird. Die Akteure in diesem Markt sind die den Becken und der Kläranlage zugeteilten Agenten. Die Beckenagenten stellen die Verkäufer am Markt dar. Das Abwasser hat – je nach Belastungssituation der einzelnen Becken – unterschiedliche Wertigkeiten, die einem Preisäquivalent entsprechen und sich aus folgenden Kriterien zusammensetzen: Vorhandenes Speichervolumen, Sensibilität des Vorfluters, Zusammensetzung des Abwassers aus dem Einzugsgebiet und Füllstand im Becken. Die aufgeführten Kriterien und Eigenschaften stellen die Randbedingungen eines Kanalnetzes dar, aus welchen für das Kanalnetz Emmerich die so genannte Preisfunktion für die Beckenagenten erstellt wird. Der darüber errechnete Verkaufspreis bildet die Basis für die Entscheidungen des Agentensystems. Da diese

Randbedingungen mit einfachen Mitteln zu konfigurieren sind, besteht eine hohe Flexibilität gegenüber Zustandsänderung. Der Kläranlagenagent stellt im Marktsystem den Käufer dar und besitzt eine Kaufkraft, der Art des Regenereignisses und der Belastung des Kanalnetzes abhängig ist. Die Lernfähigkeit des Systems wurde durch die Abbildung einer Qualitätsfunktion realisiert. Mit Hilfe dieser werden historische Entscheidungen hinsichtlich ihrer Effizienz analysiert und zukünftige Entscheidungen angepasst. In Abb. 2 ist ein vereinfachtes Agentensystem dargestellt. Der gesamte Handel erfolgt über den Unterhändleragenten. Er sammelt die Verkaufsgebote der Beckenagenten und das Ankaufsgebot des Kläranlagenagenten und bestimmt daraufhin, welcher Beckenagent den Verkaufszuschlag bekommt. Der Unterhändler ist der Agent mit dem größten Wissen im System. Die unterste Ebene der Kommunikation eines Agenten im System ist das Tank-Interface. Das Tank-Interface stellt die Schnittstelle zwischen dem Bauwerk und dem Beckenagenten dar und dient zum Austausch von Informationen zwischen Hard- und Software. Da das Kanalnetzmanagementsystem auf einem permanenten Austausch von Informationen basiert, muss eine ständige Kontrolle der Kommunikation zwischen Managementsystem und Außenstation erfolgen. Dies wird im Projekt über eine Checktakt-Überprüfung realisiert. Bei einem Ausfall des Managementsystems bekommt die Außenstation keinen Checktakt mehr und schaltet automatisch auf die lokale Steuerung um. Fällt etwa eine Außenstation aus, sind im Managementsystem feste Szenarien definiert, anhand derer entschieden wird, ob nur die Station aus der Regelung genommen wird oder das Agentensystem aus der Steuerung der Regenbecken aussteigt.

Projektstand und erste Ergebnisse

Seit Dezember 2009 ist der Teilregler für das Becken „Ölkontor“ aktiv und greift in den realen Prozess ein. Erreicht die Fördermenge des Pumpwerks Rheinpromenade bei einsetzendem Niederschlag einen definierten Schwellwert, berechnet der Teilregler „Ölkontor“ die einzustauende Abwassermenge. In Abb. 3 ist zu erkennen, wie die berechneten Sollwerte des Teilreglers durch die Regelstrecke am Becken „Ölkontor“ umgesetzt wurde. Abb. 4 zeigt einen Vergleich von gemessenem Zufluss der Kläranlage sowie dem berechneten, theoretischen Zufluss. Bei dem theoretischen Zufluss handelt es sich um die Wassermenge, die sich ohne Einstau im Becken „Ölkontor“ ergeben hätte. Obwohl nur rund 10 % des gesamten, zur Verfügung stehenden Volumens genutzt wurden, konnte der Kläranlagenzufluss um bis zu 1.000 l/s reduziert werden. Dies bedeutet eine erhebliche Entlastung in Bezug auf die hydraulischen Kapazitäten der Kläranlage. Zum aktuellen Projektzeitpunkt ist das Agentensystem auf die Vergleichmäßigung des Kläranlagenzulaufs konfiguriert, da im Beobachtungszeitraum nur Entlastungsereignisse registriert wurden, die durch extreme, nicht steuerbare Niederschlagsereignisse hervorgerufen wurden. Aus diesem Grund konnte noch keine Anpassung hinsichtlich der Minimierung der Entlastungsereignisse durchgeführt werden. In der Simulation werden dabei die Speichervolumen durch das Agentensystem so genutzt, dass eine deutliche Abflachung des Kläranlagenzulaufs bei einsetzendem Niederschlag erreicht wird. Diese Ergebnisse sind durch das Zusammenspiel der Pumpwerke im Einzugsgebiet und der damit verbundenen Komplexität des Kläranlagenzulaufs aber kaum quantifizierbar. Somit ist es nicht möglich, an dieser Stelle belastbare Ergebnisse zu präsentieren. Die Funktionalität des Agentensystems wurde anhand eines – durch eine Genehmigungsbehörde anerkannten – Kanalnetz-Simulationsmodells nachgewiesen. Bei dem Modell handelt es sich um die Abbildung eines realen Kanalnetzes. In diesem Fall wurde das Agentensystem mit der Zielstellung der Optimierung des Kläranlagenzulaufs konfiguriert. In Abb. 5 ist ein Regenereignis dargestellt, bei dem eine deutliche Vergleichmäßigung des Kläranlagenzulaufs gegenüber dem unregelmäßigen Zustand erreicht wurde.



Abb. 3: Niederschlagsereignis im November 2009



Abb. 4: Niederschlagsereignis im November 2009 – Zulauf KA

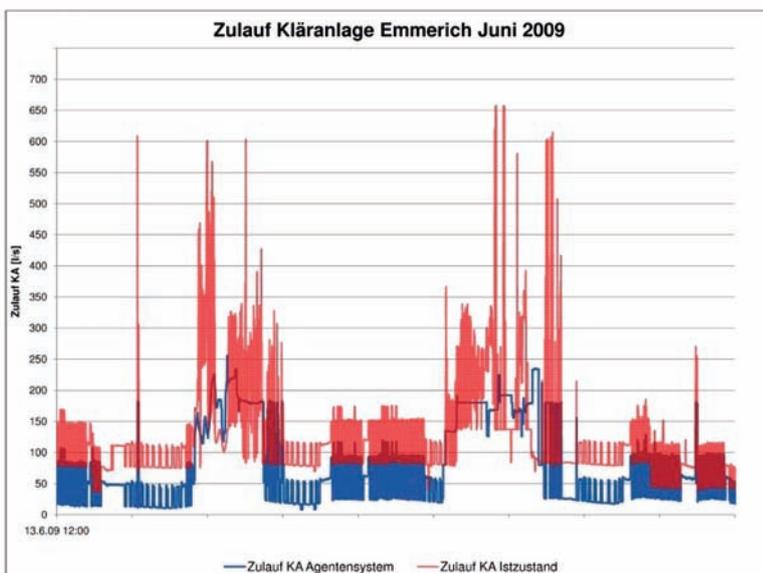


Abb. 5: Simulationsergebnisse Agentensystem

Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des Projekts wurde ein Verfahren entwickelt, das aufgrund seiner Flexibilität und einfachen Konfiguration eine effektive Möglichkeit darstellt, um Kläranlage und Kanalnetz integriert zu betrachten und entsprechend zu steuern. Nachdem die notwendigen technischen Vorarbeiten abgeschlossen wurden, konnte das vollständige Agentensystem im August 2010 in Betrieb genommen werden. Seitdem wird das Kanalnetz Emmerich erfolgreich durch das Softwareagentensystem geregelt. Zum aktuellen Projektzeitpunkt werden verschiedene Niederschlagsereignisse, während derer das Agentensystem aktiv in das Abflussverhalten des Kanalnetzes eingegriffen hat, ausgewertet. Die Funktionalität und Praxistauglichkeit eines Agentensystems zur Steuerung von Kanalnetzen, wurde – parallel zum Projektverlauf – mit Hilfe eines durch eine Genehmigungsbehörde anerkannten Simulationsmodells nachgewiesen. Der innovative Charakter dieser Systemlösung wurde auch extern anerkannt. Die Arbeit des Teams der Fachhochschule Köln wurde beim Ferchau-Innovationspreis 2009 mit dem dritten Platz prämiert.

Michael Bongards

LITERATUR

- [1] Murch, R.; Johnson, T. (2000): Agententechnologie: Die Einführung. Addison-Wesley
- [2] Hilmer, T. (2008): Wasser in der Gesellschaft – Integrierte Optimierung von Kanalisationssystemen und Kläranlagen mit Computational Intelligence Tools, Diss. Open Universität Heerlen, Niederlande
- [3] Kosslers, B. (2008): Agentenbasierte Optimierung von Regelungsstrategien. Diplomarbeit. TU Dortmund

Dank

Das Forschungsprojekt wird vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz (MUNLV) des Landes NRW gefördert.

Neuentwickelte Kanalnetzsteuerungen schützen empfindliche Gewässer



Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen



Kanalnetze werden auch heute noch meist mit festen Drosselwassermengen gesteuert, die nicht in der Lage sind, auf die natürlichen Schwankungen des Niederschlags-Abflussgeschehens mit einem flexiblen Betriebsverhalten zu reagieren [Hilmer 2008]. Eine ganzheitlich betrachtete Abflusssteuerung für kommunale Kanalnetze und die damit verbundenen Optimierungspotenziale sind ein wichtiger Aspekt für den aktiven Schutz der Gewässer. Dafür sind vernetzte Regelungssysteme erforderlich, die für einen erfolgreichen Einsatz die Nutzung moderner Online-Messtechnik und neue Verfahren der Computational Intelligence benötigen. Anhand des Forschungsvorhabens „KANNST – Entwicklung einer integrierten Steuer- und Regelungsstrategie für Kanalnetz und Kläranlage“, ein Gemeinschaftsprojekt der Fachhochschule Köln und des Aggerverbands, werden im Folgenden die Chancen und Risiken einer ganzheitlich betrachteten Abflusssteuerung erläutert.

Kanalnetzregelung in der Praxis

Im Projekt KANNST sollte mit Hilfe von neuer Steuerung und Regelung sichergestellt werden, dass Entlastungen an den Regenüberlaufbecken (RÜB) erst dann auftreten, wenn die hydraulische Kapazität des Netzes weitestgehend ausgeschöpft ist. Die damit erreichte bessere Nutzung der verfügbaren Kapazität eines Kanalisationsnetzes führt zu einem Rückgang der Entlastungen ins Gewässer, einer Vergleichmäßigung des Entlastungsverhaltens und möglicherweise zu kleineren RÜB-Volumina [Bongards & Hilmer 2006]. Im Vordergrund der Kanalnetzbewirtschaftung steht dabei der Gewässerschutz: Es soll so wenig ungeklärtes Abwasser wie möglich aus dem Kanal in die Gewässer gelangen. Die integrale Regelungsstrategie in KANNST basiert auf einem FUZZY-System mit vorgeschaltetem Zustandsgenerator. Die Regelung ist in ihrer Grundstruktur so aufgebaut, dass die Ablauf-Schieber der einzelnen RÜB in zwei miteinander verknüpften Kanal-

ABSTRACT

Das bestehende Regelungssystem im Kanalnetz Homburg-Bröl wurde in einem weiteren Schritt durch ein Jahreszeit abhängiges System ersetzt, wodurch einzelne Becken besser geschützt werden können. Diese Regelung ist stärker am Gewässerschutz orientiert, so dass etwa im Winterbetrieb der Salmoniden-Laich besser vor zu hohen Frachtbelastungen geschützt werden kann. Das neue System ist seit Juni 2009 erfolgreich im Einsatz.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing Michael Bongards
 Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften
 Institut für Automation & Industrial IT
 michael.bongards@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Dipl.-Ing. Daniela Brahm
 Dr. Tanja Haag

PROJEKTPARTNER

Aggerverband KöR, Gummersbach

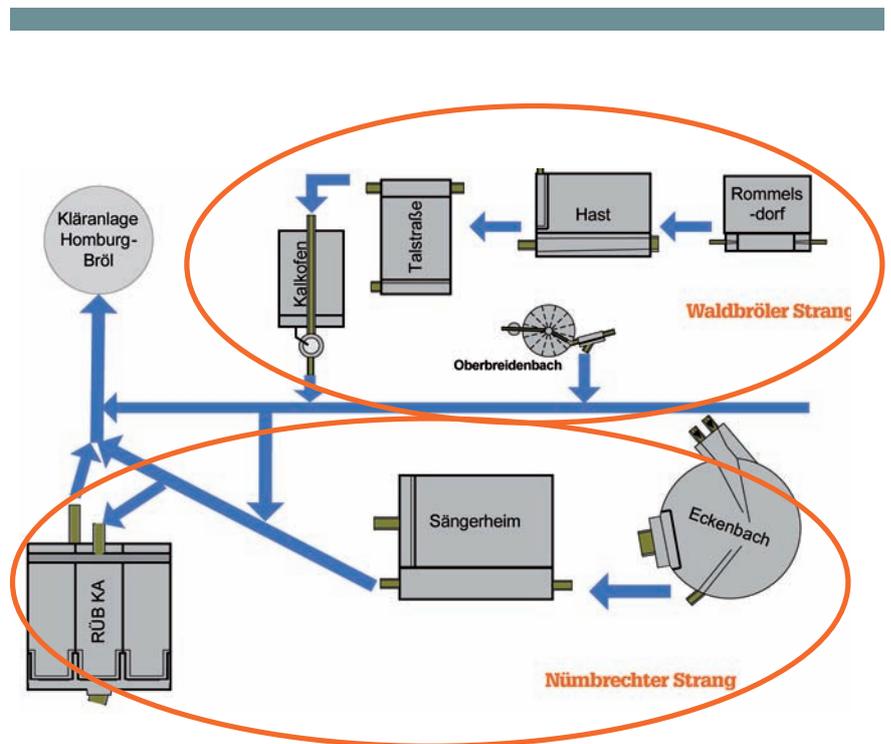


Abb. 1: Anordnung der RÜB im Kanalnetz Homburg-Bröl

Strängen das Wasser möglichst gleichmäßig auf die Becken verteilen, um die Gesamtentlastungsmenge zu minimieren. Das Kanalnetz im Projekt KANNST, Homburg-Bröl, setzt sich aus zwei Strängen zusammen, die vor der Kläranlage zusammenfließen (Abb. 1). Die festen Drosselwassermengen der Ablaufschieber an den einzelnen RÜB werden bei der Regelung durch Vorgaben des FUZZY-Systems ersetzt. Um eine gleichmäßige

Verteilung des Wassers im Kanalnetz zu gewährleisten, werden die für die Regelung erforderlichen Messdaten in den Strängen zentral erfasst und die berechneten Ausgabewerte an die einzelnen Schieber zurück gegeben (Abb. 2). Die Komplexität des Gesamtsystems machte es notwendig, die Regelung auf Grundlage des reinen FUZZY-Systems um einen übergeordneten Zustandsautomaten (Abb. 3) zu erweitern [siehe dazu

auch: Bongards, Hilmer: „Simulation und Regelung eines Kanalnetzes“ im Forschungsbericht der Fachhochschule Köln 2008]. Für jeden Zustand sind eigene, speziell angepasste FUZZY-Ausgabewerte hinterlegt. Der Zustandsgenerator erfasst den Zustand, in dem sich das Kanalnetz gerade befindet, schaltet dann die entsprechenden Ausgabewerte – die Drosselstellwerte – frei und sendet diese als Stellwertvorgaben an die einzelnen

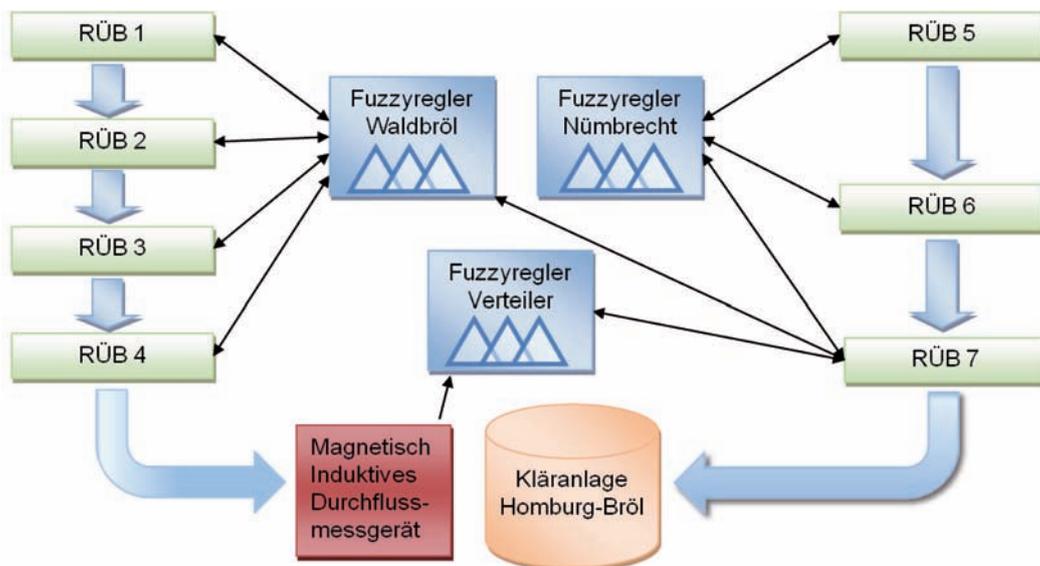


Abb. 2: Aufbau der KANNST-Regelung

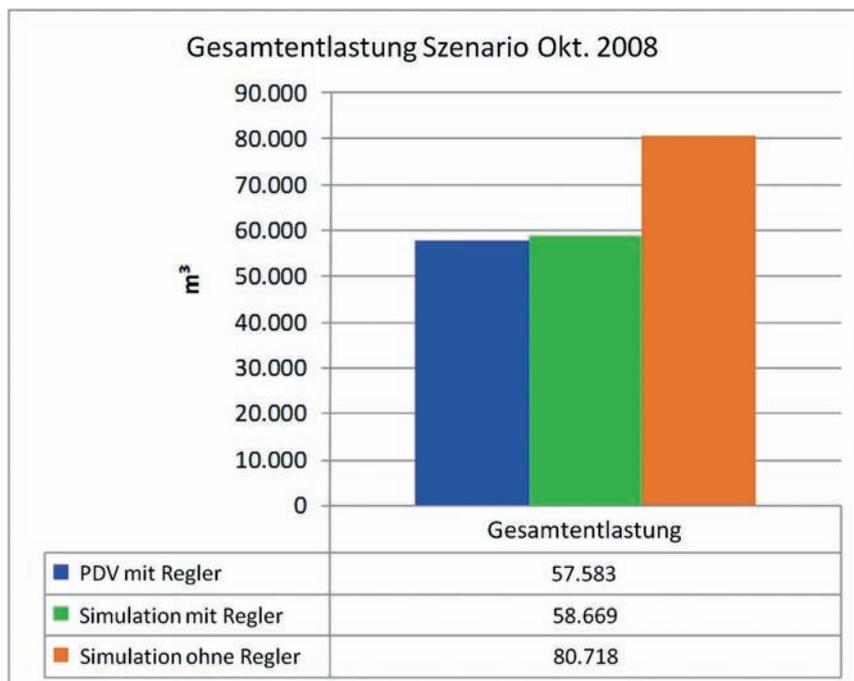


Abb. 4: Gesamtübersicht Einsparungen Entlastungsmengen

Zustandsgenerator Hydraulische Optimierung Kanalnetz Homburg-Bröl

November 2007

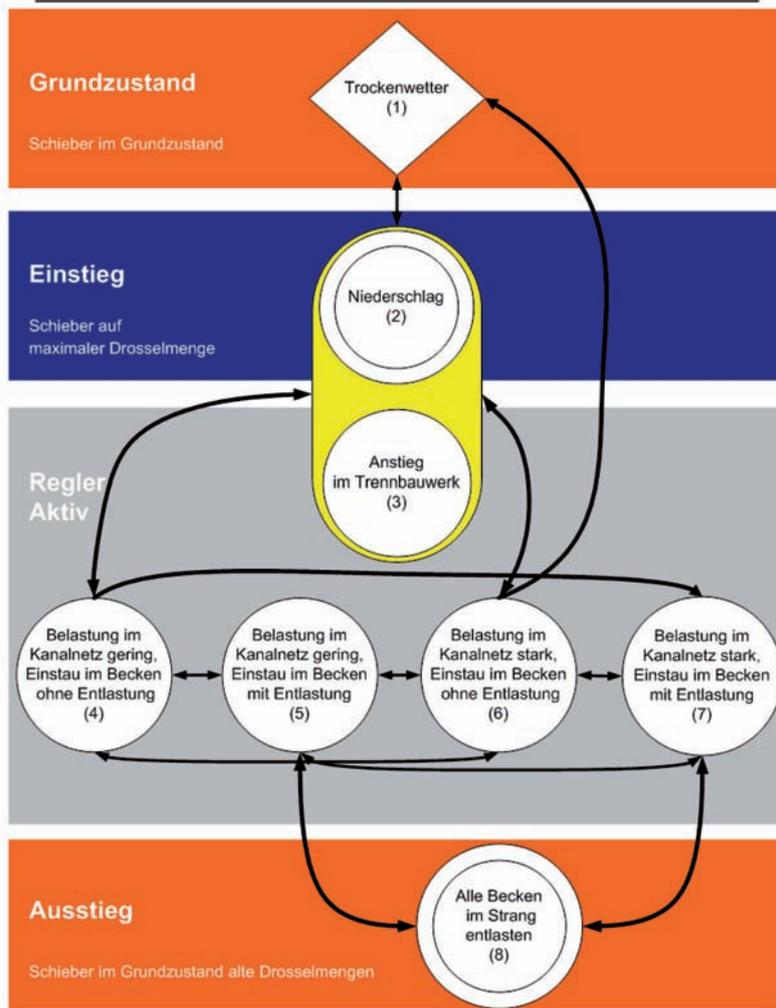


Abb. 3: Modell des Zustandsgenerators

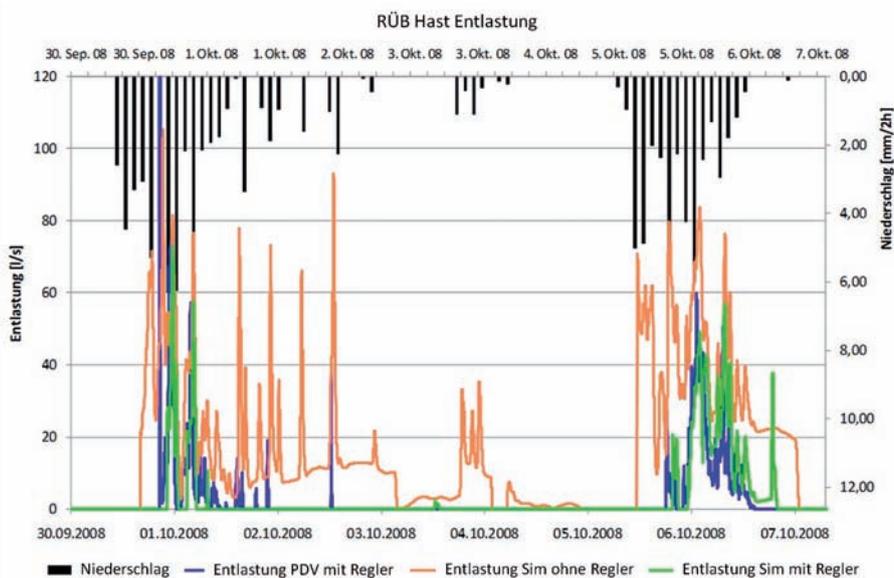


Abb. 5: Verlauf der Entlastung RÜB Hast

Schieber. Für den Zustandsgenerator wurden acht verschiedene Zustände definiert. Die Zustände richten sich nach der Wetterlage und der hydraulischen Belastung des Kanalnetzes. Es gibt dabei einen Grundzustand (Trockenwetter), aus dem die Regelung bei einsetzendem Niederschlag (Zustand 2 + 3) startet. Für die aktive Optimierungsphase sind vier Zustände (5 bis 7), in Abhängigkeit von der Belastung des Kanalnetzes, definiert. Der Ausstieg aus der Regelung erfolgt im Zustand 8, für den Fall, dass alle vorhandenen Volumina ausgeschöpft und alle RÜB zu rund 100 % gefüllt sind. Die Regelung erfolgt für beide Stränge separat: für den Nümbrechter und den Waldbröler Strang wurden jeweils eigenständige FUZZY-Systeme und Zustandsautomaten implementiert. Am Zulauf zur Kläranlage laufen diese Stränge zusammen. Um die maximale Zulaufmenge zur Kläranlage optimal zu nutzen, wurde nachträglich eine Strangregelung in Betrieb genommen. Sie sorgt dafür, dass das Wasser aus den Strängen – entsprechend der noch vorhandenen Kapazitäten – schneller weitergeleitet wird.

Auswertung der Regelung im Einsatz

Die KANNST-Regelungsstrategie ist seit Juni 2008 im Kanalnetz Homburg-Bröl im Einsatz. Mit Hilfe von modellbasierten Simulationen lassen sich die Auswirkungen der Regelung darstellen und auswerten. In der Testphase wurde dabei das gesamte Kanalnetz im Modell abgebildet. In einem ersten Schritt wurde das hydraulische Verhalten im Kanalnetz optimiert und anschließend die Abfluss-Regelung integriert. Auf diese Weise konnte für verschiedene Regenszenarien das voraussichtliche Verhalten des Wassers im Kanalnetz getestet werden. Die Auswertung der aktiv-geschalteten Regelung erfolgt ebenfalls in der Simulation. Für die Regenszenarien wird das Modell auf die online-Messdaten kalibriert. Dabei werden die Reglerausgaben als Stellwerte für die Drosselschieber verwendet. Für eine Vergleichssimulation werden im Modell wieder die festen, vor Einsatz der Regelung verwendeten Drosselmengen eingestellt. Die Simulation wird pro Regenereignis zweifach durchgeführt: einmal unter Einsatz der Regelung und ein weiteres Mal mit festen Drosselmengen. Die ausgegebenen Entlastungsmengen können dann als Erfolgskontrolle miteinander verglichen werden. Erwartungsgemäß konnte durch den Einsatz der Regelung die Entlastungsmenge in hohem Maße reduziert werden. Als Beispiel dient ein Regenereignis von Anfang Oktober

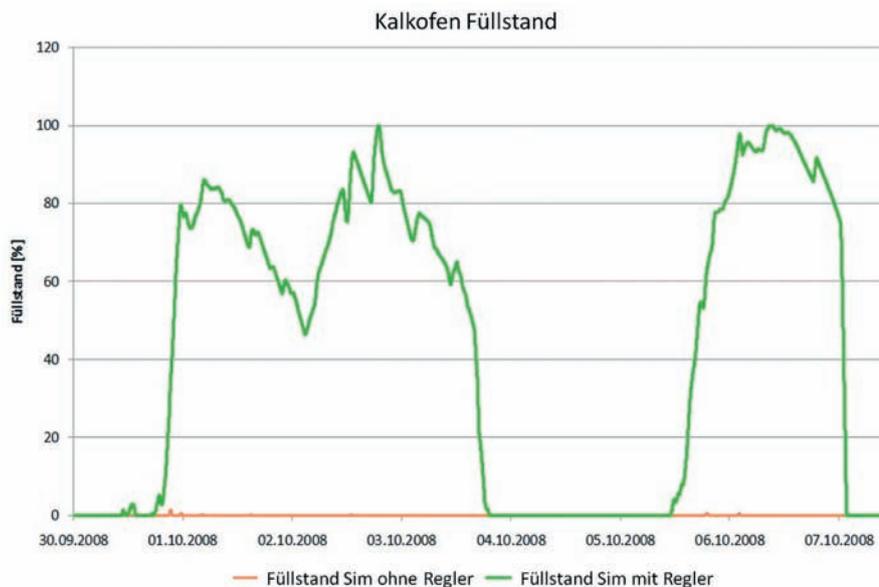


Abb. 6: Verlauf Füllstand RÜB Kalkofen

2008, bei dem etwa 29 Prozent Entlastungswasser eingespart wurden. Dazu zeigt Abb. 4 einen Vergleich der Gesamtentlastungsmengen aus den beiden Kanalsträngen. Dargestellt ist jeweils die Gesamtentlastungsmenge, die aus den hydraulischen Messdaten aus der Prozessdatenbank hervorgeht (blauer Balken), die nachgebildete Entlastungsmenge aus der Simulation (grüner Balken) und die Entlastungsmenge, die aus der Simulationsauswertung hervorgeht, bei der die Regler ausgeschaltet und statt dessen wieder feste Drosselmengen ausgegeben wurden (orangefarbener Balken). In Abb. 5 ist ein Entlastungsverlauf für dieses Regenergeignis dargestellt. Die blaue Kurve stellt den Verlauf der Entlastung dar, wie er aus den Messdaten der Prozessdatenbank hervorgeht. Dieser dient als Referenz für die nachgebildete Simulation mit Regler (grüne Kurve). Die orangefarbene Kurve stellt den durch Simulation ermittelten Verlauf ohne Reglereinsatz dar, wobei im Modell die Reglervorgaben durch die ursprünglichen, festen Drosselmengen ersetzt wurden. Damit lässt sich anzeigen, wie die Entlastung ohne den Reglereinsatz verlaufen wäre. Die bessere Verteilung des Wassers im Kanalnetz zielt darauf ab, bislang nicht genutztes Speicherpotenzial im Kanalnetz auszuschöpfen. Veranschaulicht ist dies in Abb. 6. Diese zeigt die Simulationsergebnisse für den Verlauf des Füllstands im Becken Kalkofen. Die grüne Kurve stellt den Füllstand dar, der sich unter Einsatz der Regelung ergibt, während die orangefarbene Kurve den Füllstand wiedergibt, der ohne Regelung aufgetreten wäre. Mit fest eingestellten Drosselwassermengen wurde in Kalkofen kein

Wasser zwischengespeichert. Dieses Becken wurde ohne Reglereinsatz also nicht genutzt.

Erweiterte Regelungsstrategie zum Gewässerschutz

In einem weiteren Schritt ist das Regelungskonzept in zwei alternativen Ausführungen für einen Sommer- und Winterbetrieb ausgelegt worden, um noch gezielter auf Schmutzstoff-Frachten (Priorität für den Winterbetrieb) und Stickstoffspitzen (Priorität für den Sommerbetrieb) reagieren zu können. Diese neue Strategie ermöglicht eine Verfahrensweise, die sich primär auf den optimalen Schutz des Gewässers, insbesondere den des Salmoniden-Laichs, konzentriert. So können die jahreszeitlichen Schwankungen in der Ökologie des nachgelagerten Gewässers besser berücksichtigt werden. Je nach Sommer- oder Winterbetrieb werden primär bestimmte Becken geschützt. Dabei wird zusätzlich berücksichtigt, ob die Becken nachgeschaltete Regenrückhaltebecken besitzen oder besonders hohe Frachteinleitungen an empfindlichen Stellen im Bachlauf zu erwarten sind. Diese Erweiterung konnte durch eine Verschiebung der FUZZY-Sets realisiert werden. Bei der vorherigen Zielsetzung der reinen Vergleichmäßigung waren die Sets weitgehend gleichmäßig angeordnet und alle Becken wiesen die gleiche Priorität auf. Für den Schutz bestimmter Becken wurden nun die Eingangssets in ihrer Gewichtung verändert. Abb. 9 zeigt ein Eingangsset für die Gewichtung der Füllstände eines Beckens bei dem hydraulisch vergleichsmäßigenden Regler. Die Eingänge, die die Füllstände „niedrig“, „mittel“ oder „hoch“ bewerten, sind gleich-

mäßig angeordnet. Dies gilt für alle Becken, so dass das Wasser im gesamten Kanalnetz möglichst gleichmäßig verteilt wird. Abb. 10 zeigt ein solches Set bei einem nicht zu schützenden Becken im Sommer- oder Winterbetrieb. Dieses soll mehr Wasser aufnehmen, weshalb der Füllstand länger als „niedrig“ bewertet wird. Im Vergleich dazu zeigt Abb. 11 die entsprechende Gewichtung bei einem zu schützenden Becken im Sommer- oder Winterbetrieb. Der Füllstand wird früher als „hoch“ bewertet, wodurch es langsamer Wasser aufnimmt und dieses schneller in Fließrichtung zur Kläranlage weiterleitet.

Bewertung

Für die integrale Betrachtungsweise wurden im Gesamtkonzept Chancen und Risiken, die im Folgenden aufgelistet werden, analysiert, ausgewertet und bestmöglich in das Projekt integriert [Hilmer 2008].

Chancen der integrierten Kanalnetzregelung:

- Verbesserung der Nutzung der vorhandenen RÜB und dadurch mögliche Vermeidung des Neubaus von zusätzlich benötigtem Stauraum
- Vermeidung von Frachstößen in das Gewässer und Harmonisierung der Ansteuerung der RÜB, so dass Entlastungen vom RÜB direkt nach einem Regenergeignis vermieden oder abgeschwächt werden
- Bessere Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte und Entlastungsraten von Kläranlage (KA) und Kanalnetz
- Schutz des Gewässers und des aquatischen Lebensraums

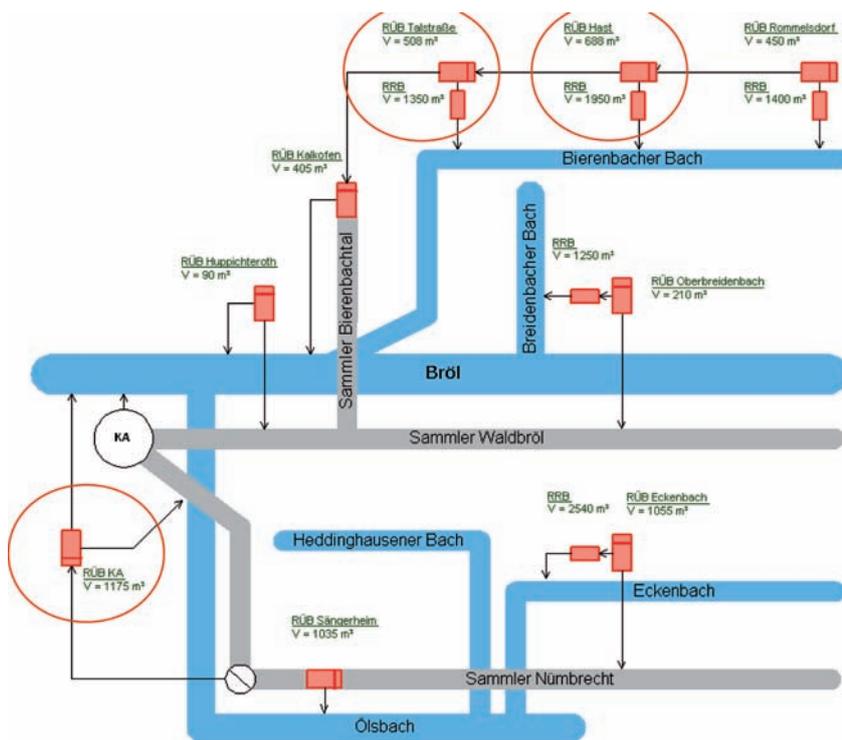


Abb. 7: Zu schützende Becken im Kanalnetz während des Sommerbetriebs

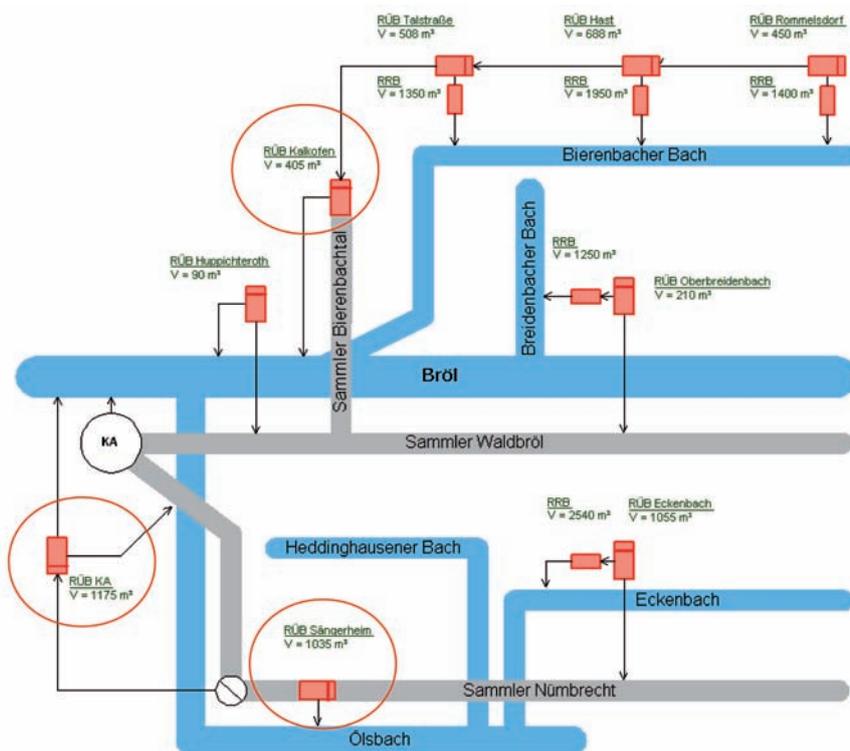


Abb. 8: Zu schützende Becken während des Winterbetriebs

- Risiken der integrierten Kanalnetzregelung:
- Überschreitung der verfügbaren Kapazitäten im Kanalnetz ist nicht zulässig
 - Überschreitung des maximal genehmigten Zulaufs zur KA muss definitiv vermieden werden
 - Überschreitung der vorgeschriebenen Jahreslastungsmengen darf nicht eintreten
 - Überschreitung der zulässigen Jahresentlastungsrate ist nicht zulässig
 - Grenzwerte der KA im Ablauf sind einzuhalten
 - Überstauhäufigkeit des Kanalnetzes darf nicht überschritten werden

Die folgende Tabelle zeigt eine Auswertung der Kanalnetzregelung im Kanalnetz Homburg-Bröl exemplarisch für einen Kanalnetzstrang. Aufgeführt werden die durch den Einsatz der Regelung verhinderten Entlastungen, hydraulischen Entlastungsmengen, Ammonium-Stickstoff (NH₄-N) Frachten sowie die Entlastungsraten. Dabei sind die erzielten Einsparungen an einzelnen RüB zwischen 25 Prozent und 67 Prozent deutlich erkennbar. Diese Ergebnisse basieren auf dem mehrjährigen Betrieb unter Einsatz der innovativen Regelung und einer Vergleichsrechnung mit dynamischer Simulation.

Ergebnisse und Diskussion

Mit Hilfe der vollständigen Modellierung und dynamischen Simulation des kommunalen Kanalnetzes im Einzugsgebiet der Kläranlage Homburg-Bröl wurde ein Regelungskonzept für die hydraulische Vergleichmäßigung des Abwassers im Kanal entwickelt. Die Auswertungen von Regenereignissen, seit Aktivierung der Kanalnetzregelung, weisen für die Entlastungen von Mischwasser aus dem gesamten Kanalnetz ins Gewässer eine Ersparnis von bis zu 29 Prozent gegenüber dem unregulierten Betrieb auf. Diese Optimierung des Abwassersystems bietet ein hohes ökologisches Potenzial und leistet einen aktiven Beitrag zum Schutz des Gewässers.

Fazit

Die vorliegenden Ergebnisse aus den Untersuchungen des Projekts KANNST haben die Möglichkeiten einer immissionsorientierten Regelungsstrategie aufgezeigt. Dabei konnte unter Einsatz moderner Messtechnik, der Simulation an Modellen und mit geeigneten Regelungsverfahren das zentrale umwelttechnische Ziel – der Schutz des Gewässers – erreicht werden. Diese Regelungsstrategie

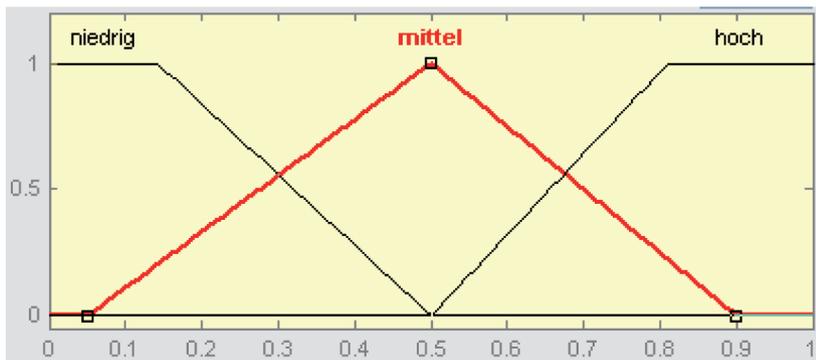


Abb. 9: Gewichtung des Beckenfüllstands beim hydraulischen Regler mit Einstellung für gleichmäßige Verteilung

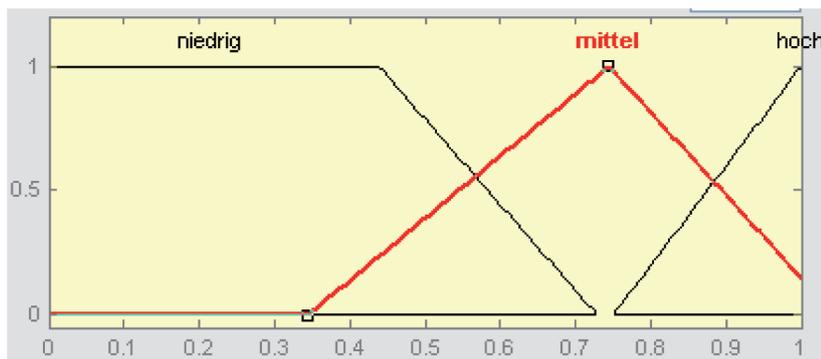


Abb. 10: Gewichtung des Beckenfüllstandes bei einem nicht zu schützenden Becken im Sommer- oder Winterbetrieb

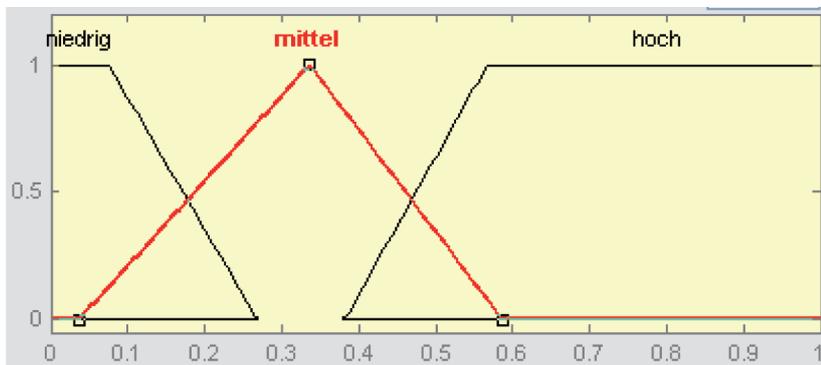


Abb. 11: Gewichtung des Beckenfüllstandes bei einem zu schützenden Becken im Sommer- oder Winterbetrieb

wurde unter weitestgehender Berücksichtigung aller Komponenten des Abwassersystems sowie der Abwägung von Chancen und Risiken umgesetzt.

Michael Bongards

Dank

Das Forschungsprojekt wird vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz (MUNLV) des Landes NRW gefördert

LITERATUR

Bongards M.; Hilmer T. (2006): Messung der Schmutzfrachten im Abwasserkanal – Vergleich von Online-Systemen. Forschungsbericht der Fachhochschule Köln
 Hilmer T. (2008): Water in Society – Integrated Optimisation of Sewerage Systems and Wastewater Treatment Plants with Computational Intelligence Tools. Mensch und Buch Verlag, ISBN 306644639, Berlin

| Auswertung von drei RÜB unter Einsatz der Kanalnetzregelung | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| | RÜB Talstraße | | RÜB Hast | | RÜB Rommelsdorf | |
| Verhinderte Entlastungen | 4 | | 5 | | 1 | |
| Juni 08 - März 10 Eingesparte Entlastungsmenge | 27.008 m ³ | 25% | 25.095 m ³ | 67% | 7.594 m ³ | 51% |
| Eingesparte Fracht NH4-N | 61 kg | | 90 kg | | 8 kg | |
| Entlastungsrate | erlaubt (Netzplan) | mit Regelung | erlaubt (Netzplan) | mit Regelung | erlaubt (Netzplan) | mit Regelung |
| Juni 08 – März 10 | 23 % | 7% | 23 % | 2 % | 24 % | 2,85 % |

Tabelle 1: Bilanzierung der Kanalnetzregelung

Zustandsbasierte Regelung von Kläranlagen

ummersbach Environmental
Computing Center



ABSTRACT

Steigende Energiekosten und höhere behördliche Anforderungen an die Reinigungsleistung erfordern laufend Verbesserungen im Betrieb von Kläranlagen, dies gilt nun auch immer mehr für mittlere und kleine Kläranlagen, die dieses bislang kaum leisten konnten. Die Fachhochschule Köln hat eine Regelung entworfen, die einen wichtigen Baustein für die Erfüllung dieser neuen Anforderungen darstellt. Sie wurde bereits in Kooperation mit einem industriellen Partner erprobt und auf mehreren Kläranlagen in Betrieb genommen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Michael Bongards
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Automation & IT
michael.bongards@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Daniel Gaida, M.Sc.
Dipl.-Ing. Peter Kern, M.Sc.
Dipl.-Ing. Thomas Ludwig
Dipl.-Ing. Christian Wolf

PROJEKTPARTNER

FH Köln - Institut für
Automation & Industrial IT
ADWASO® Advanced Water
Solutions Limited

Kläranlagen zählen in vielen Kommunen zu den größten Energieverbrauchern. Die damit verbundenen Kosten spiegeln sich letztendlich in den Abwassergebühren wieder. Die in den letzten Jahren stetig gestiegenen Energiekosten, bei gleichzeitig steigenden Anforderungen an die Reinigungsleistung, erzwingen den möglichst optimalen Betrieb der Anlagen. Dabei müssen verschiedene Punkte erfüllt sein. Einerseits soll möglichst wenig Energie für die Belüftung der Becken, Pumpen oder Rührwerke verbraucht werden. Andererseits muss der Betrieb der Anlage möglichst stabil laufen. Eine Besonderheit von Kläranlagen gegenüber verfahrenstechnischen Anlagen: Abwasser, das der Anlage zugeführt wird, muss unabhängig vom aktuellen Verschmutzungsgrad immer angenommen werden. Das bedeutet insbesondere im Regenfall, dass große Mengen an Wasser zusammen mit hohen Schmutzmengen – durch Auswaschung aus dem Kanal – verarbeitet werden müssen. Dabei muss die Anlage das Abwasser, ohne Überschreitung von Ablaufgrenzwerten, verarbeiten. Die Schwierigkeit besteht darin, die Anlage auf solche Fälle vorzubereiten, insbesondere da Art und Umfang von Regenereignissen nur schwer vorherzusagen sind. In der Vergangenheit wurde diese Problematik oft durch den Ausbau der Anlage gelöst. Größere hydraulische Kapazitäten erhöhen die Aufenthaltszeit in der Anlage und Stoßbelastungen können besser verarbeitet werden. Dies hat zwei grundlegende Nachteile: erstens ist der

Bau von Becken ausgesprochen kostenintensiv, zweitens ist die Anlage während des Normalbetriebs möglicherweise unterlastet. Das erschwert einen aus energetischer Sicht optimalen Betrieb. Der Ansatz der Fachhochschule Köln nutzt intelligente und innovative Regelungstechnik, oft die kostengünstige und schnelle Alternative zum kostspieligen und langwierigen Ausbau einer Anlage. Dabei basiert das Regelungssystem auf Methoden der Computational Intelligence (CI). Ziel ist es, für jeden Anlagenzustand den optimalen Betriebspunkt zu finden und die Sollwerte daraufhin anzupassen. Hierbei werden zusätzlich künstliche Neuronale Netze (KNN) eingesetzt, um das Verhalten der Anlage und der anstehenden Belastung in der nahen Zukunft zu prognostizieren. Auf diese Weise ist eine Vorbereitung der Anlage, etwa auf Stoßbelastungen, gezielt möglich.

Konzepte moderner MSR-Technik auf Kläranlagen

Klassische lineare Regelungssysteme, wie etwa der PID-Regler, haben sich in der Praxis zwar seit Jahrzehnten bewährt, haben aber verschiedene technische Nachteile: Sie müssen den dynamischen Veränderungen von Anlagen angepasst werden, was ein umfangreiches regelungstechnisches Fachwissen erfordert und aus diesem Grund oftmals nicht durchgeführt wird. Als Konsequenz arbeiten viele Anlagen mit nicht-optimierter MSR-Technik, was erhebliche Kosten verursacht. Die modernen, regelungstechnischen

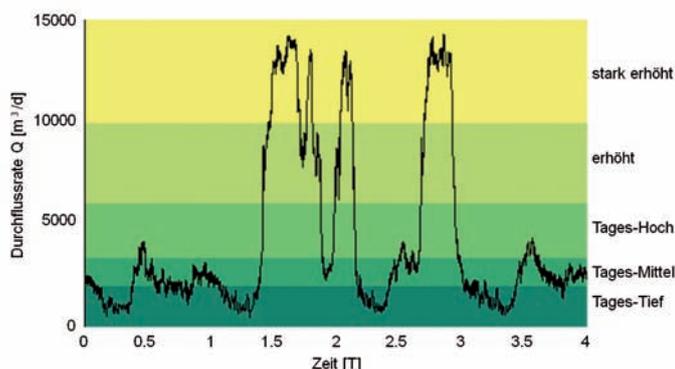


Abb. 1: Zulaufklassifizierung durch C-Means-Clustering

Konzepte überwinden diese Begrenzungen jedoch. Sie können sich problemlos an hochgradig nicht-lineare Prozesse anpassen und Systemzustände auch vorausschauend regeln [Olsson et al. 2005]. Die selbstlernenden und autoadaptiven Regler entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft. Mit Hilfe geeigneter mathematischer Simulationsmodelle sowie der Auswertung geeigneter Zeitreihen aus der Vergangenheit, können sie selbstständig lernen und sich den Betriebszuständen dynamisch anpassen [Ebel, Bongards & McLoone 2006]. In diesem Zusammenhang existieren mehrere Verfahren. Im Folgenden werden die eingesetzten Verfahren kurz vorgestellt. **State Machines.** Diese Systeme teilen den mehrdimensionalen Zustandsraum eines Regelungssystems in mehrere Bereiche auf und definieren Wege (Trajektorien), auf denen zwischen den Bereichen gewechselt werden kann. **Fuzzy-Regler** und **Neuronale Netze** können mit State Machines derart verbunden werden, dass für unterschiedliche Bereiche jeweils separate Regelungssysteme definiert sind. Typische Zustände können sein:

- längere Trockenphase
- mittleres Regenereignis nach längerer Trockenphase
- starkes Regenereignis nach kurzer Trockenphase

Mit Hilfe von Data-Mining-Verfahren können aus einer großen Menge von Daten (aktuelle Messwerte, historischen Daten und Prognosewerte) sogenannte Features, also symbolische Informationen wie etwa „Trockenwetter“, extrahiert werden. Diese können auf einzelne Zustände einer State Machine übertragen werden [Ebel 2009]. Abb. 1 zeigt exemplarisch das Ergebnis einer Fuzzy C-means-Clustering des Zulaufs einer Anlage. Der Zulauf wird dabei in verschiedene Bereiche eingeteilt: täglich niedrig, täglich mittel, täglich hoch, erhöht und stark erhöht. Die erkannten Features werden nun auf eine State Machine übertragen und die entsprechenden Trajektorien, auf Basis von Zustandsübergangsregeln, definiert (s. Abb. 2). Dem jeweiligen Zustand entsprechend ist die optimale Betriebsweise für die Anlage hinterlegt: Sauerstoffkonzentration oder Rücklaufschlammmenge. Ein weiterer Vorteil neben dem optimalen Betriebspunkt für jeden Zustand: durch die vorgegebenen Wege innerhalb der State Machine besteht bereits eine Art Modell der Anlage. Dadurch existiert ein Vorwissen, welche Zustände als nächste eintreten können. In der Folge kann die Anlage

Belastungsstöße besser auffangen, so dass Spitzenwerte der Ablaufkonzentrationen vermieden werden und die hydraulische Kapazität der Anlage besser ausgenutzt wird.

- Beispiele für typische Regelungsaufgaben:
- Regelung der Rezirkulation
 - Regelung des Rücklaufschlammes
 - Sauerstoffregelung in der Belebungsstufe
 - Fällmittel-Dosierung
 - Prozesswasser-Dosierung

Künstliche Neuronale Netze (KNN)

KNN sind Netze aus künstlichen Neuronen. Sie sind in der Lage, komplexe Zusammenhänge zwischen Daten zu erlernen und abzubilden. Aufgrund dieser Fähigkeit sind sie gut geeignet, um Prognosen für Kläranlagen zu erstellen. Hierbei werden Sie eingesetzt um die Stickstoff- und Phosphatkonzentrationen für die nächsten Stunden vorherzusagen. Aufgrund dieser Prognosen werden von der State Machine entsprechende Entscheidungen über die optimalen Regelparam-

ter getroffen. Abb. 3 zeigt die Prognose des Phosphatwerts im Ablauf einer Kläranlage über drei Stunden. Es ist zu erkennen, dass der Phosphatwert gut getroffen wird und insbesondere Peaks somit vorhergesagt werden können. Diese Prognose wird verwendet, um die Phosphat-Fällmitteldosierung einer Anlage in Hessen zu regeln. Es wurden bereits erhebliche Einsparungen (rund 30 Prozent) an Fällmittel erreicht.

Praktische Umsetzung

Für die praktische Umsetzung wurde von der GECO-C-Forschungsgruppe ein Regelungssystem entwickelt. Dieses besteht aus der Software iPCOIN und einem einfachen SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) System. iPCOIN (Abb. 4) stellt eine modulare Entwicklungsumgebung für Regelungssysteme dar. Es übernimmt den gesamten funktionalen Teil wie Kommunikation mit Datenbanken, Prognosen oder State Machines. Der modulare Aufbau von iPCOIN

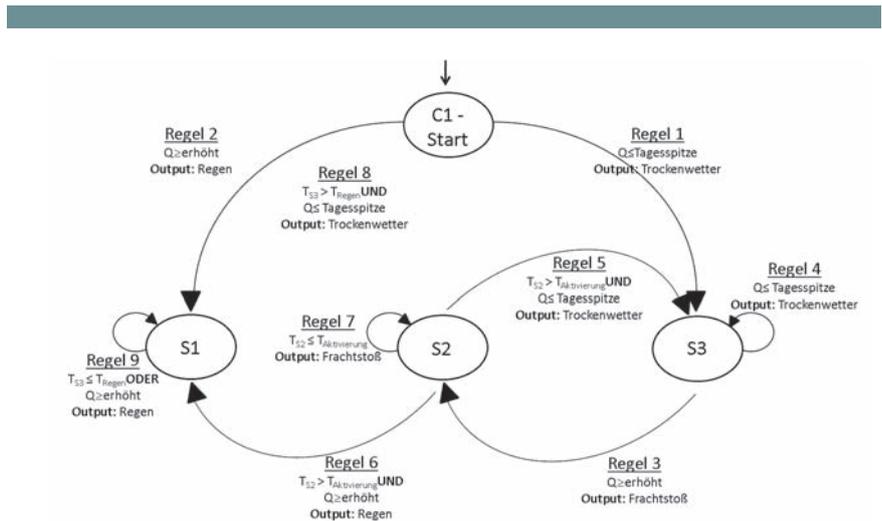


Abb. 2: State Machine zur Regelung einer Kläranlage

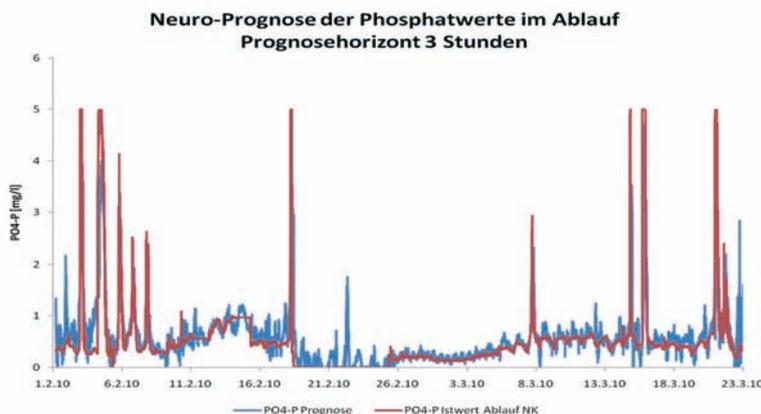


Abb. 3: Prognose der P-Ablaufkonzentration über ein neuronales Netzwerk

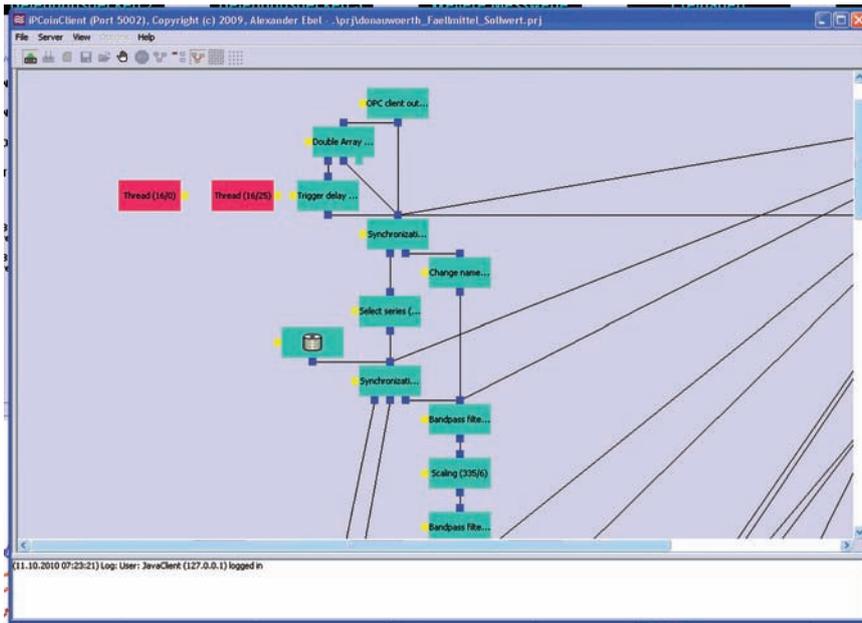


Abb. 4: Screenshot iPCoin Editor neuronales Netzwerk



Abb. 5: State Viewer – zur Visualisierung und Bedienung der Regelung entwickelt

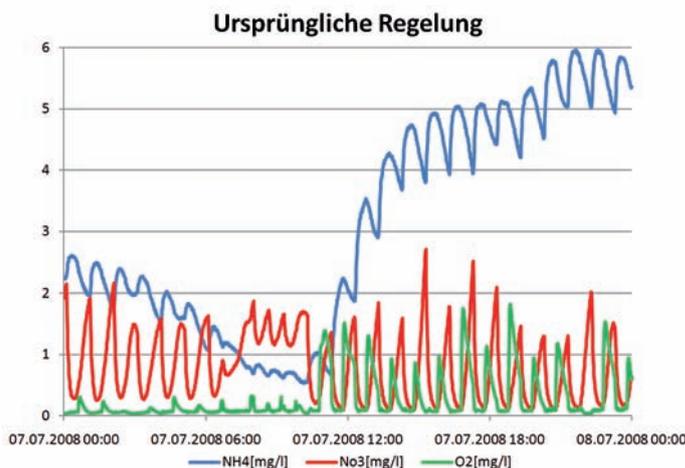


Abb. 6: Ursprüngliche Regelung einer Kläranlage in Hesser der Regelung entwickelt

erlaubt sehr individuelle Anpassungen an Kläranlagen, was oft notwendig ist, da die vorhandene Technik, wie Verdichter, Steuerung und Messtechnik von Anlage zu Anlage stark variiert. Während iPCOIN im Hintergrund läuft, wird der State Viewer aktiv vom Bediener zur Visualisierung von Zeitreihen, der Vorgabe von Sollwerten oder der Aktivierung des Reglers verwendet. Beide Komponenten kommunizieren sowohl über OPC (OLE for Process Control) als auch indirekt über eine SQL Datenbank. Der Vorteil hierbei ist eine möglichst große Trennung zwischen der eigentlichen Regelung der Anlage und der Visualisierung der Ergebnisse. Dies hat den Vorteil, dass selbst bei einer Fehlbedienung (Bediener schließt versehentlich den State Viewer), die Regelung der Anlage unbeeinträchtigt weiter funktioniert. Hier wird bereits seit längerem mit dem heute breit propagiertem Konzept des Cloud-Computings gearbeitet.

Praktische Ergebnisse

Die folgenden Ergebnisse stammen von einer Anlage mit rund 5000 angeschlossenen Einwohnern aus dem Süd-Westen Hessens. Ziel der Regelung waren zum einen das Einsparen von Energie sowie andererseits die Stabilisierung des Anlagenbetriebes. Abb. 6 zeigt den Betrieb der Anlage mit dem ursprünglich installierten Regler. Es ist zu erkennen, dass die Ammoniumkonzentration (NH₄) stark schwankt. Zusätzlich ist die Kurve mit einer schnelleren Schwingung überlagert, welche vom intermittierenden Betrieb der Anlage hervorgerufen wird. Beide Effekte führen zu nicht optimalem Betrieb. So kann zum einen nicht garantiert werden, dass keine Grenzwertüberschreitungen im Ablauf auftreten, und zum anderen werden die Aggregate vor Ort durch die relativ kurzen Schaltzeiten unnötig stark belastet. Abb. 7 zeigt den Betrieb der Anlage mit dem neuen Regler. Es ist zu erkennen, dass der Verlauf der Messwerte deutlich ruhiger geworden ist. Gleichzeitig ist der Zeitraum, in welchem belüftet wird, deutlich reduziert, was zu einem verringerten Energiebedarf führt. Durch die Verlängerung der Denitrifikationsphasen haben die Denitrifikanten zudem mehr Zeit, sich von der Sauerstoffatmung auf die Nitratatmung umzustellen. Ein Umstand, der an den niedrigeren Nitratwerten zu erkennen ist. Insgesamt konnte der Energiebedarf sowie der Gesamtstickstoff dieser Anlage erfolgreich reduziert werden. Mittlerweile ist das entwickelte Regelungssystem bereits auf sechs Anlagen in Zusammenarbeit mit einem örtlichen Ingenieurbüro erfolgreich in Betrieb genommen worden.

Michael Bongards

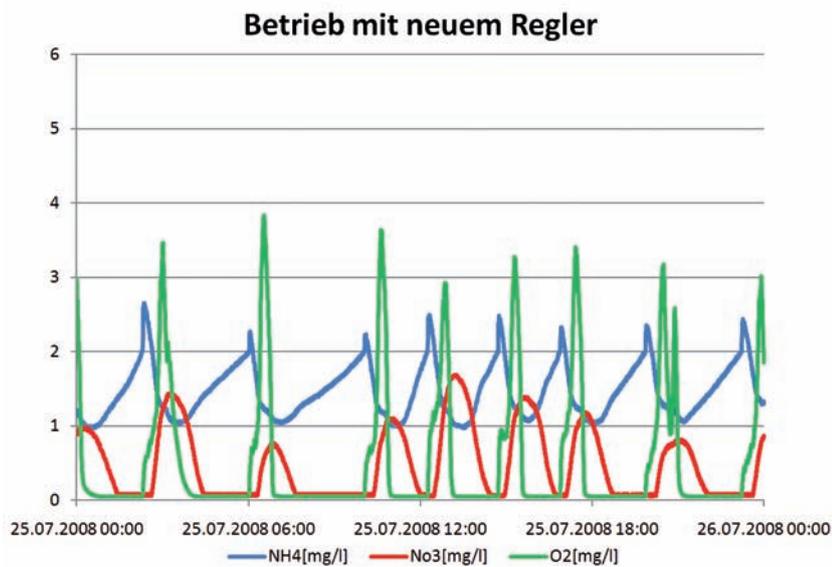


Abb. 7: Kläranlage in Hessen mit neuem Reglersender Regelung entwickelt

LITERATUR

- Ebel, A. (2009): Application of Computational Intelligence Techniques to Modelling, Control and Optimisation of Wastewater Treatment Plants. Doctoral Dissertation, Maynooth
- Ebel, A.; Bongards, M.; McLoone, S. (2006): State based control of wastewater treatment plants – Evaluation of the algorithm in a simulation study. 6th International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS 06) and the 4th Conference on Neuro-Computing and Evolving Intelligence (NCEI 06), IEEE computer society. Available from: <http://doi.ieeeecomputersociety.org/10.1109/HIS.2006.68>
- Olsson, G.; Nielsen, MK; Yuan, Z; Lynggaard-Jensen, A.; Steyer, J. (2005): Instrumentation, control and automation in wastewater systems, IWA, London

Entwicklung eines Simulationsmodells für kommunale Membrankläranlagen

Im Vergleich zu konventionellen Belebungsanlagen ist die Membrantechnik eine attraktive Alternative, denn sie erreicht eine bessere Reinigungsleistung und benötigt deutlich weniger Platz. Der Markterfolg dieser Anlagen wird heute noch durch vergleichsweise hohe Betriebskosten behindert, denn ihr Betrieb erfordert im Vergleich zur herkömmlichen Technik fast die doppelte Menge an elektrischer Energie [3]. Dabei ist die Filtration des Abwassers mit Hilfe der Membran bezüglich des Energieverbrauchs und der Effektivität der entscheidende Prozess. Wie in Abb. 1 gezeigt, stellt die Filtration des Abwassers mit Membranen den entscheidenden Prozess in Bezug auf Energieverbrauch und Effektivität dar. Üblicherweise benötigen diese Anlagen im Mittel elektrische Energie in Höhe von 70 kWh/E*a oder 1,6 kWh/m³ gereinigtem Abwasser [4]. Im Rahmen des Forschungsprojekts „Entwicklung eines allgemein nutzbaren Automatisierungssystems für Membranbelebungsanlagen“ (EnAM) wurde eine dynamische Simulation für Membranbelebungsanlagen entwickelt. Die

Simulation kann einen entscheidenden Beitrag zum wirtschaftlichen Betrieb von Membrankläranlagen leisten, denn unterschiedliche Betriebsparameter lassen sich in den Computersimulationen schneller und ohne Gefährdung der realen Anlage testen und optimieren. Auch der Einfluss der Betriebsparameter auf Durchsatz und Reinigungsleistung der Anlage ist per Simulation oft klarer zu identifizieren als im praktischen Versuch. In der hier beschriebenen Arbeit wurde das Simulationsmodell einer Membranbelebungsanlage, insbesondere die Membranstufe, entwickelt. Zur Ermöglichung der allgemeinen Simulation von Membrankläranlagen wurde das Simulationsmodell für die Membrankläranlage Seelscheid kalibriert und erfolgreich validiert, welche durch das kommunale Wasserver- und Entsorgungsunternehmen Aggervverband betrieben wird.

Simulationsmodell

Das Simulationsmodell, das im Rahmen des EnAM Projektes aufgebaut wurde, ist mit Hilfe der Software Matlab/Simulink mit der

ABSTRACT

Die Membrantechnologie ist in der kommunalen Abwasserbehandlung eine der bedeutendsten Schlüsseltechnologien, da sie im Vergleich zu konventionellen Systemen eine bedeutend bessere Abwasserreinigung erzielt. Um diese Anlagen zu optimieren, wird im Rahmen des Forschungsprojekts „Entwicklung eines allgemein nutzbaren Automatisierungssystems für Membranbelebungsanlagen“ (EnAM) ein Simulationsmodell entwickelt. Auf Basis dieses dynamischen Modells kann der Betrieb optimiert und die Effizienz dieser Anlagen gesteigert werden. Das Modell wurde erfolgreich für die Membrankläranlage Seelscheid kalibriert und liefert auch bei der Validierung gute Ergebnisse. Es wurde in Matlab [1] entwickelt und kann mit einem Activated Sludge Model (ASM) [2] kombiniert werden.



Abb. 1: Prozentuale Verteilung des Energieverbrauchs auf Membrankläranlagen in Labor und Werkstatt

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Michael Bongards
 Fakultät für Informatik und
 Ingenieurwissenschaften
 Institut für Automation & IT
 michael.bongards@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Daniel Gaida, M.Sc.
 Dipl.-Ing. Peter Kern, M.Sc.
 Dipl.-Ing. Thomas Ludwig
 Dipl.-Ing. Christian Wolf

PROJEKTPARTNER

ATM Abwassertechnik
 Der Aggerverband
 Fachhochschule Köln – Institut für
 Anlagen- und Verfahrenstechnik
 Fachhochschule Köln – Institut für
 Automation & IT
 Klapp + Müller
 RWTH-Aachen - Institut für
 Siedlungswasserwirtschaft



speziell für die Kläranlagensimulation entwickelten Erweiterung Simba des Instituts für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg (ifak), umgesetzt worden. Das Kläranlagenmodell beschreibt die Prozesse vom Ablauf der Vorklärung bis einschließlich der Membranstufe. Dabei ist es grob in drei Abschnitte aufzuteilen: Der erste Abschnitt umfasst die Hauptbiologie, der zweite die Biologie im Membranbecken und der dritte Abschnitt die eigentliche Membranstufe. Abb. 2 bietet einen Überblick über die Modellstruktur der Membrankläranlage Seel-scheid. Die Membranstufe besteht aus drei Membranstrassen, die wiederum in vier Membraneinheiten oben, unten, links und rechts eingeteilt sind. Die drei Membranbecken besitzen insgesamt ein Volumen von 800 m³, in denen jeweils 13 Plattenmembranpakete (Typ EK 400) der Firma Kubota [7] installiert sind. Somit besitzt die Membrankläranlage eine Membranfläche von 12.480 m² und ist für eine Kapazität von 11.000 Einwohnern ausgelegt. Die Membranstufe wurde im Rahmen des Projekts entwickelt, wobei das Modell die dynamische Entwicklung der Permeabilität der Membran in Abhängigkeit von den gemessenen Prozessgrößen, wie etwa TS-Gehalt und Durchfluss simu-

liert. Aufgrund der Permeabilitätsberechnung wird der Transmembrandruck (TMP) bestimmt, welcher notwendig ist, um den Permeatvolumenstrom zu erzeugen. Bei der Entwicklung des allgemeinen Simulationsmodells wurden insbesondere folgende Aufgaben gelöst:

- Identifizierung der Prozessabläufe einer Membrankläranlage durch Installation der Messtechnik und deren Aufzeichnung sowie nachfolgende Analyse der Messwerte
- Allgemeine mathematische Formulierung der ermittelten Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen
- Umsetzung der mathematischen Formulierung in ein Simulationsmodell
- Kalibrierung der Parameter des Simulationsmodells
- Validierung des Simulationsmodells

Um die nichtlinearen, dynamischen Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen an der Membran darzustellen, sind umfangreiche mathematische Berechnungen notwendig, wodurch ein komplexes Simulationsmodell entstanden ist. So basiert die im Folgenden beschriebene Formel auf einer Vielzahl anderer Berechnungen, wie etwa dem Zeitpunkt der chemischen Reinigung

$$(1) \quad F(t) = \frac{\Delta p_{TM}(t)}{(R_M + R_{DS}(t) + R_F(t)) \cdot \eta(T(t))}$$

| | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| $\Delta p_{TM}(t)$ | Transmembrandruck | bar |
| $\eta(T(t))$ | Dynamische Viskosität | kg·m ⁻¹ ·s ⁻¹ |
| $F(t)$ | Permeatflux | l·m ⁻² ·h ⁻¹ |
| $R_{DS}(t)$ | Widerstand der Deckschicht | m ⁻¹ |
| R_M | Intrinsischer Widerstand | m ⁻¹ |
| $R_F(t)$ | Fouling Widerstand | m ⁻¹ |
| $T(t)$ | Temperatur | °C |

oder der Crossflow-Belüftung während der Relaxationszeiten. Die mathematische Formulierung des Permeatvolumenstroms pro Einheit Membranfläche, welcher auch als Permeatflux bezeichnet wird, verwendet als Basis das „Widerstand in Reihe“-Gesetz von Darcy (Gl. 1) [8]. Dieses Gesetz beschreibt den Permeatflux anhand des Transmembrandrucks in Abhängigkeit des gesamten Widerstandes an der Membran und der dynamischen Viskosität. Als die entscheidenden Einflussgrößen auf das „Widerstand in Reihe“-Gesetz, werden im Simulationsmodell die verschiedenen Größen angewendet: Trockensubstanz in der Membranstufe, Temperatur, Alter der Membran, Crossflow Belüftung während der Relaxationszeiten, Wasserpegel der Straße, Zeitpunkte der chemischen Reinigungen, Länge der Filtrations- und Relaxationszeiten. Hinzu kommt eine Reihe weiterer indirekter Parameter, die ihrerseits Einfluss auf die genannten Größen nehmen. Herauszustellen ist die Trockensubstanz (TS), die in der Membranstufe einen wesentlichen Einfluss auf den Deckschichtwiderstand und damit auf die Entwicklung des Filtrationsprozesses der Membrankläranlage besitzt. Der Vorteil dieser mathematischen Beschreibung durch die einzelnen Widerstände liegt in der Anpassungsfähigkeit. So können neu entdeckte Effekte an der Membran nachträglich hinzugefügt werden.

Modellkalibrierung

Grundsätzlich ist das Simulationsmodell so ausgelegt, dass es verschiedene Membrankläranlagen abbilden kann. Um zufriedenstellende Ergebnisse zu liefern, muss es jedoch auf die einzelne Anlage angepasst werden. Dies geschieht anhand einer Kalibrierung mit echten Messwerten der Anlage. Für die praktische Erprobung im Rahmen des EnAM-Projekts wurde die Membrankläranlage Seelscheid gewählt. Formal beschreibt die Kalibrierung ein Optimierungsproblem, das versucht, die Differenz zwischen gemessenen und mit dem zu kalibrierenden Modell simulierten Daten zu minimieren. In dieser Anwendung wird versucht, die Differenz zwischen den gemessenen und über das Darcy Gesetz simulierten Druckverläufen zu minimieren. Die Qualität dieser Minimierung wird über den Root Mean Squared Error (RMSE) bestimmt. Das Ergebnis dieser Optimierungsmethode wird in Abb. 3 illustriert. Aufgetragen ist der RMSE zwischen dem gemessenen und simulierten Druck für die jeweils vier Membraneinheiten pro Straße. Das Ergebnis zeigt, dass alle Straßen mit ähnlich gutem Erfolg kalibriert wurden. Bei Druckverläufen mit einer maximalen Differenz von 130 mbar ist ein RMSE von 10 mbar ein gutes Ergebnis.

Validierung des Modells

Während bei der Kalibrierung der optimale Parametersatz für ausgewählte Messdaten bestimmt wird, ist Ziel bei der Validierung, festzustellen, ob das durch die Kalibrierung parametrisierte Modell auch für neue Messdaten gute Ergebnisse liefert. Dazu wird wieder der RMSE zwischen dem simulierten und gemessenen Druck berechnet. Abb. 4 zeigt das Ergebnis dieser Validierung vom 11.04.2009 bis zum 28.04.2009. Es ist zu erkennen, dass der RMSE für Straße 1 etwas größer als der RMSE der anderen Straßen ist. Dadurch, dass Straße 1 mit einem höheren Transmembrandruck betrieben wird, ist der relative Fehler allerdings für alle Straßen in etwa gleich. Zur Veranschaulichung der Validierung wird in Abb. 5 der Druckvergleich für Straße 2, Membraneinheit links oben gezeigt. Es ist erkennbar, dass das kalibrierte Modell die Druckverläufe gut nachbilden kann. Die Simulationen der anderen Straßen zeigen qualitativ vergleichbare Ergebnisse. Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse der Kalibrierung und Validierung in Tabelle 1 aufgelistet. Wie gesehen werden kann, stimmt der RMSE zwischen der Kalibrierung und Validierung bei Straße 2 und 3 gut überein. Bei Straße 1 hingegen gibt es leichte Differenzen, die jedoch vernachlässigbar klein sind und ihre Ursache in der Messtechnik oder aufgrund der komplexen Verrohrung haben könnten.

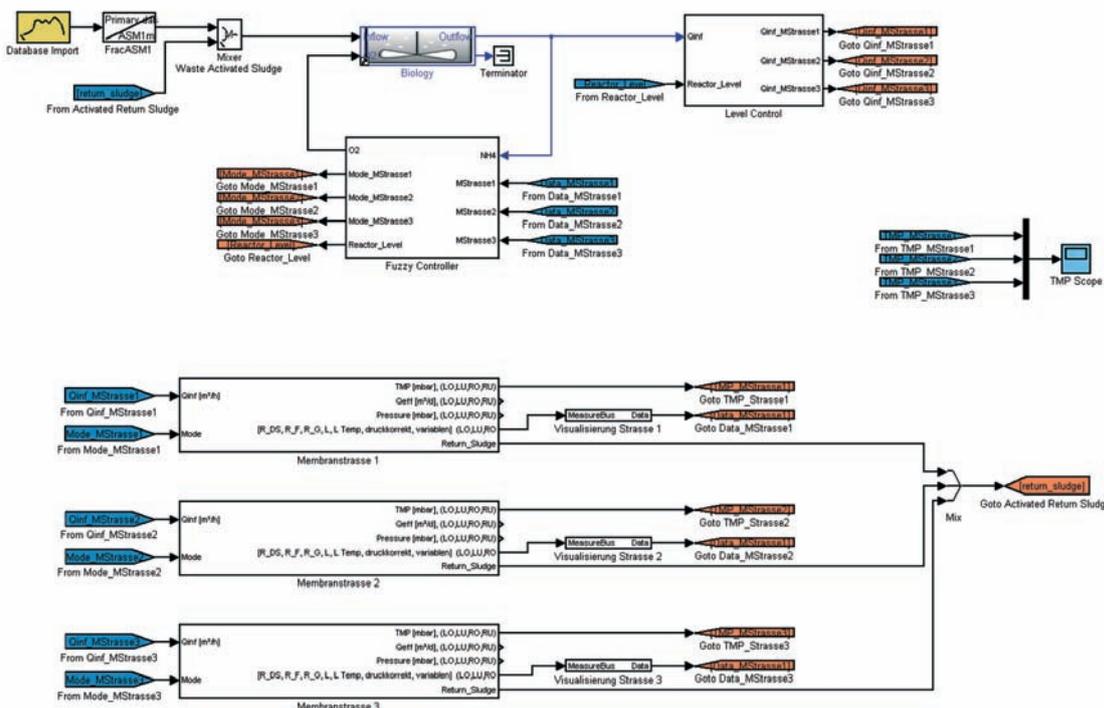


Abb. 2: Aufbau des Simulationsmodells

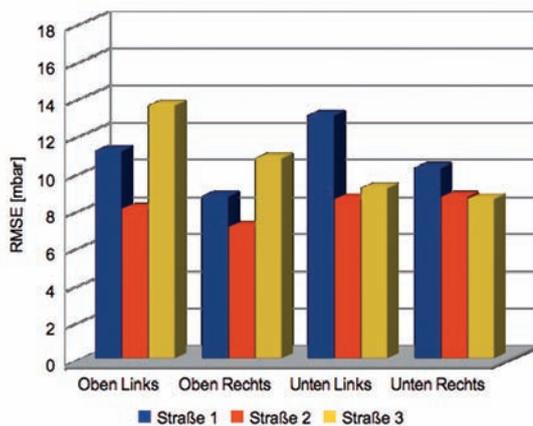


Abb. 3: Kalibrierung vom 05.03.2009 bis 11.04.2009

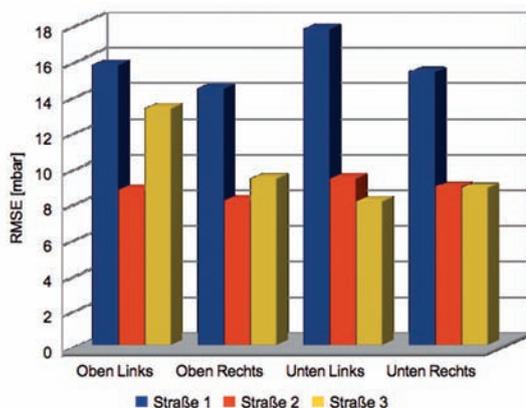


Abb. 4: Validierung vom 11.04.2009 bis 28.04.2009

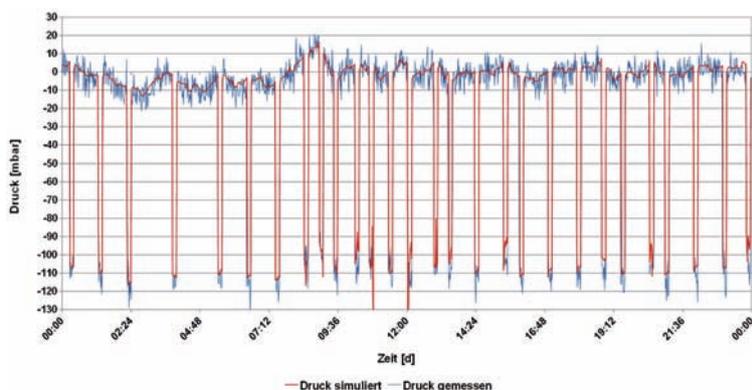


Abb. 5: Vergleich gemessener zu simuliertem Druck für StraÙe 2 links oben am 27.04.2009

| Position | StraÙe | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
| | 1 | | 2 | | 3 | |
| | mbar | | mbar | | mbar | |
| | Kalibrierung | Validierung | Kalibrierung | Validierung | Kalibrierung | Validierung |
| Oben Links | 11.17 | 15.79 | 8.09 | 8.75 | 13.64 | 13.64 |
| Oben Rechts | 8.76 | 14.43 | 7.11 | 8.15 | 10.78 | 9.42 |
| Unten Links | 13.09 | 17.77 | 8.61 | 9.43 | 9.20 | 8.09 |
| Unten Rechts | 10.28 | 15.38 | 8.74 | 8.94 | 8.62 | 8.86 |
| Mittelwert | 10.38 | 15.84 | 8.14 | 8.82 | 10.56 | 9.92 |

Fazit und Ausblick

Im Rahmen des Projekts konnte ein allgemeines Simulationsmodell für Membrankläranlagen entwickelt werden. Das Simulationsmodell wurde erfolgreich für die Membrankläranlage Seelscheid kalibriert und liefert auch bei der Validierung gute Ergebnisse. Im weiteren Verlauf des Projekts wird die Simulation weiter verfeinert und auf Basis des mathematischen Modells eine allgemeine Simulations- und Trainingssoftware für Membrankläranlagen zum Zwecke von Schulungen entwickelt.

Michael Bongards

Dank

Wir danken dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (MUNLV) für die finanzielle Unterstützung.

LITERATUR

- [1] Mathworks: MATLAB and Simulink for Technical Computing. URL: <http://www.mathworks.com>. Abrufdatum: 13.02.2010.
- [2] Henze, M.; Gujer, W.; Mino, T.; van Loosdrecht, L. (2000): Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3. IWA Scientific and technical report no. 9, London
- [3] Mueller, E. A.; Kobel, B.; Kuenti, T.; Pinnekamp, J.; Seibert-Erling, G.; Boecker, K. (1999): Handbuch Energie in Kläranlagen NRW, Düsseldorf
- [4] Pinnekamp, J.; Friedrich, H. (2006): Membrantechnik für die Abwasserreinigung, 2. Auflage, Aachen
- [5] Bentem, A.G.N.; Petri, C.P.; Schyns, P.F.T. (Hrsg.) (2007): Membrane bioreactors. Operation and results of an MBR wastewater treatment plant, London
- [6] Krause, S. (2005): Untersuchungen zum Energiebedarf von Membranbelebungsanlagen, Darmstadt
- [7] Kubota: KUBOTA Submerged Membrane Unit. www.kubota-membrane.com/product.htm. Abrufdatum: 20.04.2010
- [8] Choi, S.-W.; Yoon, J.-Y.; Haam, S.; Jung, J.-K.; Kim, J.-H.; Kim, W.-S. (2000): Modeling of the Permeate Flux during Microfiltration of BSA-Adsorbed Microspheres in a Stirred Cell. In: Journal of Colloid and Interface Science 228, 2, pp. 270–78

Innovative Online-Messtechnik in Membrankläranlagen

Mit der Bestimmung der Partikelgröße in dispersen Systemen können Veränderungen im Medium festgestellt und darauf reagiert werden. Nur wenn diese Zustände erfasst und verarbeitet werden, ist eine Regelung von komplexen Prozessen möglich. Dieser Artikel beschreibt den Einsatz moderner online-Partikelmess-technik, um die Größe von Schlammflocken und Kleinstpartikeln im Belebtschlamm einer kommunalen Membrankläranlage zu bestimmen. Die Membrantechnik ist ein physikalisches Trennverfahren für Stoffe. Hierbei sollte nach Möglichkeit ein konstanter Durchfluss durch die Membranen gegeben sein. Durch kontinuierliches Abtrennen von Belebtschlamm, setzen sich jedoch nach einiger Zeit die Membranplatten zu. Dies hat zur Folge, dass der Durchfluss und damit die Leistung einer kommunalen Kläranlage sinken und somit eine umfangreiche Reinigung der Membranen notwendig wird. Um diese Reinigung rechtzeitig durchzuführen und mögliche Ursachen für eine Verblockung der Membranen herauszufinden, ist eine permanente Überwachung der Partikelgrößen wünschenswert. Dabei unterscheidet man in der Partikelmess-technik zwischen zwei unterschiedlichen Messmethoden, der konventionellen und der in situ-Methode. Die konventionelle Methode ist eine Offline-Messung bei der sich das Messgerät in den meisten Fällen nicht vor Ort, d. h. nicht auf der Anlage, befindet. Aus diesem Grund können Stunden vergehen, bis die entnommene Probe gemessen werden kann. Die hier eingesetzte

Methode ist eine online-Messung. Dabei erfasst ein Sensor die Daten und leitet diese unmittelbar an die Auswerteeinheit weiter. Somit kann die Steuerung direkt in den Prozess eingreifen und zeitkritische Abläufe können umfassend erfasst und überwacht werden.

Vorstellung der 3D ORM-Technologie Messprinzip

Eine Lösung der online in situ-Partikelmessung ist die MTS 3D optische Rückreflexionsmessung (ORM) Technologie. Dabei wird das Licht einer 480 nm Laserdiode über einen Strahlteiler auf eine Linse geleitet. Die beiden gebrochenen Teilstrahlen werden auf eine zweite Linse weitergeleitet, an der das Licht ein zweites Mal gebrochen wird. Die zwei Teilstrahlen schneiden sich in einem Punkt, dem Fokus. Passiert ein Partikel den Fokus findet eine Reflexion statt. Das zurück gestreute Licht findet dann genau denselben Weg zurück in den Lichtwellenleiter und wird von einem Detektor erfasst, der das reflektierte Licht in ein elektrisches Signal umwandelt. Sollte sich ein Partikel im Messraum jedoch nicht im Fokus befinden, wie in Abb. 1 an den Punkten a und b zu sehen ist, so wird das zurück gestreute Licht nicht in den Lichtwellenleiter eingekoppelt. Um einen dreidimensionalen Messraum zu erhalten, findet eine permanente Rotation der Optik statt. Durch diese Rotation wird der Laserstrahl auf eine kreisförmige Bahn gebracht und durchläuft die Linsen an unterschiedlich dicken Bereichen, wodurch sich der Fokus vor und zurück bewegt. Die Rotation sowie die Vor- und Rückwärtsbewegung lassen eine

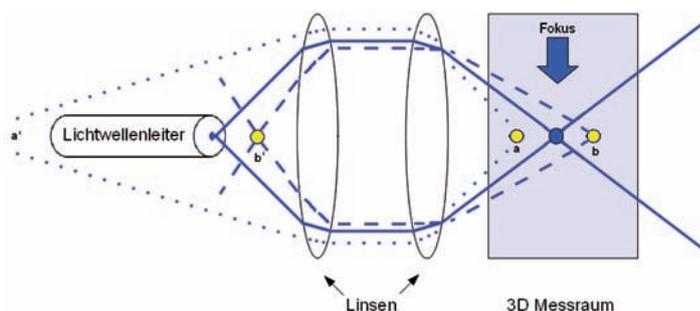


Abb. 1: Grundprinzip der 3D ORM Technologie



ABSTRACT

Online-Messsonden sind ein mögliches Werkzeug zur Bestimmung von Partikelgrößen im Belebtschlamm auf kommunalen Membrankläranlagen. Die dabei eingesetzte „optische Rückreflexionsmessung“ (3D ORM) bietet die Möglichkeit einer direkten Messung im Medium sowie einer integrierten statistischen Analysefunktion der gemessenen Werte. Über Schnittstellen der Software lassen sich die Daten auch problemlos exportieren, was eine weitere Datenverarbeitung mit anderen Programmen zulässt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing Michael Bongards
Fakultät für Informatik und
Ingenieurwissenschaften
Institut für Automation &
Industrial IT
michael.bongards@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Christian Bock
Dipl.-Ing. Christian Wolf

PROJEKTPARTNER

Der Aggerverband KÖR,
Gummersbach

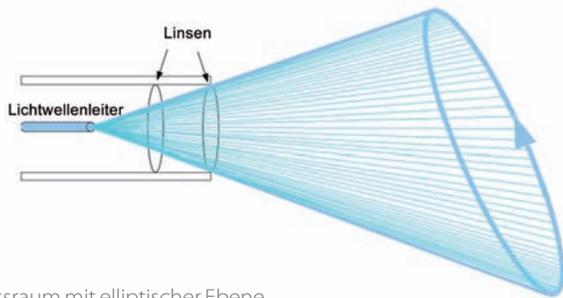


Abb. 2: 3D Messraum mit elliptischer Ebene

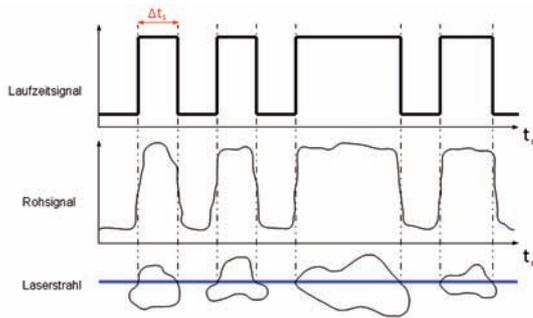


Abb. 3: Signaldetektion

elliptische Ebene, wie in Abb. 2 zu sehen ist, mit einer Neigung zur Sonde entstehen. Die Detektoren sind als Photomultiplier oder Avalanche Photodioden realisiert. In Abb. 3 sieht man den Zusammenhang zwischen den detektierten Partikeln, dem daraus resultierenden Rohsignal und dem eigentlichen Laufzeitsignal mit der Impulsdauer Δt_s .

Messaufbau

Der Messaufbau des MTS 3D ORM-Systems besteht aus einer Online-Sonde der XX7 Serie, einem Lichtwellenleiter, einer Elektronikeinheit, einer Datenleitung, einem Notebook sowie einem Kompressor und dem dazugehörigen Druckluftschlauch. Der Kompressor dient als Druckerzeuger für die Reinigung des Beobachtungsfensters der Sonde mit Druckluft. Dabei wird in Intervallen von 30 Minuten die Sonde für einen Zeitraum von fünf Minuten durch die Druckluft gereinigt. Da die Elektronikeinheit lediglich eine RS232-Schnittstelle besitzt und das Notebook nur über USB-Schnittstellen verfügt, muss ein Konverter dazwischen geschaltet werden. Abb. 4 verdeutlicht den schematischen Aufbau.

Versuchsaufbau

Der Versuchsaufbau dieser online-Partikelmessung war anfangs in einem Schulungsbecken der Membrankläranlage in

Neunkirchen/Seelscheid installiert, um die Partikelgröße der biologischen Stufe dieser Anlage zu messen. Das Schulungsbecken hat ein Volumen von rund 60 m³, „Crossflow“ als Filtrationsbetriebsart und Membranen vom Typ Kubota mit einer Porenweite von 0,2–0,4 µm. Die Versorgung des Schulungsbeckens mit Belebtschlamm erfolgt direkt aus der biologischen Stufe des Hauptbeckens. Der Ablauf wird wieder in das Hauptbecken zurück befördert, das Schulungsbecken nimmt keinen Einfluss auf den regulären Anlagenbetrieb. Der Messung liegt zugrunde, dass jeder Partikel als idealer Kreis angenommen wird und dessen Durchmesser in Klassen gespeichert wird. Durch diese Klasseneinteilung kann keine

Größe eines einzelnen, gemessenen Partikels bestimmt werden, sondern lediglich die Anzahl der entsprechenden Klasse erhöht. Nach den ersten Messungen wurde festgestellt, dass sich das Becken nicht für die Messungen eignete. Die Sonde lieferte eine viel zu geringe Anzahl an gemessenen (reflektierten) Partikeln, die in diesem Zusammenhang als „Counts“ bezeichnet werden. Nach einer Messzeit von zwei Minuten waren deutlich unter 150 Counts pro Messung gezählt worden, was weniger als 150 gemessenen Partikeln in zwei Minuten entspricht. Um eine ausreichende statistische Stabilität zu erreichen sollten jedoch mindestens 4000 Counts erzielt werden. Ein Problem stellte das Ausschalten der Belüftung dar. Nach einiger Zeit sedimentiert der Belebtschlamm, und es bildet sich eine klare Wasserschicht an der Oberfläche. Mit einer Gesamtlänge von 38 cm konnte die Sonde nur begrenzt tief in das Medium eingetaucht werden, und mit einem Eintauchwinkel von 45° verkürzte sich die mögliche Eintauchtiefe weiter. Hierdurch war die Messung des Belebtschlammes nur stark eingeschränkt möglich. Hinzu kam, dass die Anströmgeschwindigkeit des Sensors zu gering erschien, was dazu führte, dass die Messsonde letztendlich aus dem Becken ausgebaut wurde. Im nächsten Schritt stand die Erhöhung der gemessenen Counts im Vordergrund. Mit Hilfe eines Stativs, in dem die Messsonde befestigt wurde und einem hebenden Rührwerk sollte nun – unter Laborbedingungen – die Count-Rate erhöht werden. Das Wesentliche hierbei war, dass der Rührer in einem möglichst spitzen Winkel zur Sonde platziert wurde, damit durch seine hebende Wirkung möglichst viele Partikel vor die Linse befördert werden konnten. Die Messungen mit der originalen Konzentration im Belebtschlamm mit einem Trockensub-

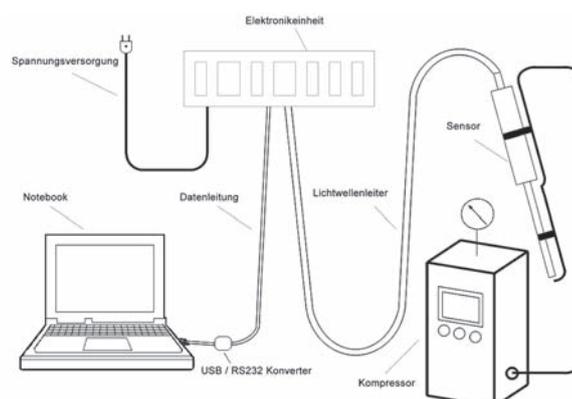


Abb. 4: Schematischer Messaufbau

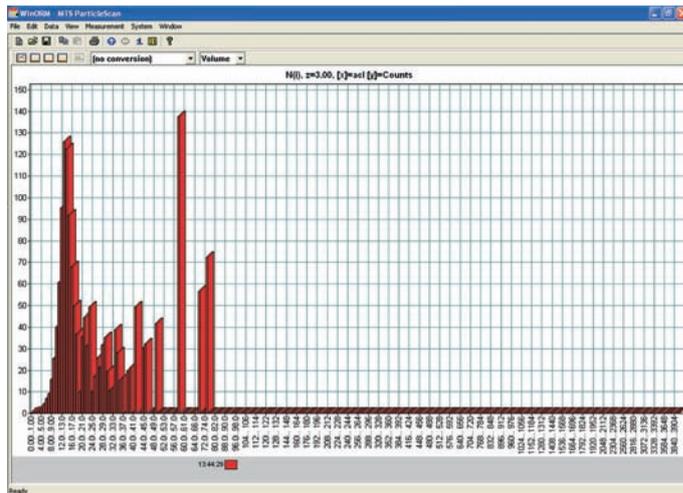


Abb. 5: Screenshot der mitgelieferten Software WinORM



Abb. 6: Mikroskopierter Kohlestaub



Abb. 7: Messsonde am Ausgang der biologischen Stufe

stanzgehalt (TS) von, was einer Konzentration von 1,2 Vol. %, entspricht, führten leider zu keiner Verbesserung. Daraufhin wurden weitere Messungen mit einer verdünnten Konzentration durchgeführt. Diese Verdünnung wurde dann schrittweise erhöht, bis hin zu einer Konzentration von 0,06 was zu einem Verhältnis von 0,5 % Belebtschlamm und 99,5 % Frischwasser oder zu einer Konzentration von 0,006 Vol. % führte. Ziel war, das optimale Mischungsverhältnis der Konzentration zu erhalten. Bei diesen Versuchsdurchführungen wurde die Grenze von 200 Counts in zwei Minuten nur geringfügig überschritten, was auch nicht als zufriedenstellend angesehen wurde. Um die richtige Funktion der Messsonde sicherzustellen, wurden Vergleichsmessungen mit anderen Stoffen, wie etwa Quarzsand, Bastelglitzer und Kohlestaub, in Frischwasser unter den gleichen Laborbedingungen durchgeführt. Die Ergebnisse überraschten, da nun über 2000 Counts bis hin zu 5000 Counts gemessen wurden. Um diese Ergebnisse zu verifizieren, wurden Proben der jeweiligen Vergleichsmessungen entnommen und

mikroskopisch untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Messung des Kohlestaubs die besten Ergebnisse lieferte. In Abb. 5 sieht man die Partikelverteilung als Screenshot der mitgelieferten Software „WinORM“. Im Gegensatz dazu zeigt Abb. 6 ein mikroskopisch aufgenommenes Bild des Kohlestaubs derselben Probe. Es ist ersichtlich, dass die Partikel in der Größenordnung bis 100 µm liegen, was die Grafik der Software gut widerspiegelt. Hierbei ist es wichtig zu wissen, dass nicht die Größe der einzelnen Partikel gespeichert wird, sondern eine Verteilung der Partikel in Klassen stattfindet. Diese Klassen werden auch als Kanäle bezeichnet, wobei jede Klasse durch eine Ober- und Untergrenze klar definiert ist. Damit konnte belegt werden, dass die Messsonde fehlerfrei funktionierte. Diese Ergebnisse waren auf das gute Reflexionsverhalten von Kohlestaub in dieser Anwendung zurückzuführen. Folglich musste eine Lösung gefunden werden, um das anscheinend mangelnde Reflexionsverhalten des Belebtschlammes zu verbessern. Es war anzunehmen, dass eine Kalibrierung der Sonde zu besseren Ergeb-

nis führen würde. Daher musste eine Kalibrierung direkt beim Hersteller „Messtechnik Schwartz GmbH“ in Düsseldorf stattfinden. Die ersten Messungen in unverdünntem Belebtschlamm im Labor vor Ort zeigten, dass eine Feinjustierung der Sonde zwingend erforderlich war, um zuverlässige Werte zu erhalten. Das Reflexionsverhalten des Belebtschlammes konnte durch eine Steigerung der Laserintensität deutlich verbessert werden, was dazu führte, dass nun in einer Messzeit von zwei Minuten zwischen 2000 und 6000 Counts gemessen werden konnten.

Daher wurde entschieden, die Messsonde nicht mehr in dem Schulungsbecken zu platzieren, sondern direkt im biologischen Becken. Der Hintergrund war, dass eine ausreichende Fließgeschwindigkeit des Wassers erzielt werden sollte. Die Messsonde wurde als erstes am Eingang in der biologischen Stufe nach dem Vorklärbecken montiert. Hier wurden – nach mehreren Messungen mit einer Messzeit von 5 Minuten – durchschnittlich 11.000 Counts gemessen. Dies schien im ersten Moment ein sehr guter Wert zu sein. Dabei muss jedoch bedacht werden, dass die Sonde während der Nitrifikationsphase starker Luftblasenbildung ausgesetzt war, was die erhöhten Messwerte im Bereich um 1000 µm erklären würde. Die Verlagerung des Einbauorts an den Ausgang der biologischen Stufe, sollte zum einen zu einer Reduktion von fehlerhaften Messungen führen und zum anderen brachte es eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit des Wassers – durch das stärkere Gefälle in die Membranstraßen – mit sich. Hierbei konnte zwar ein leichter Rückgang der gemessenen Partikel festgestellt werden, dennoch lag die Zahl von rund 7600 Counts in einer Messzeit von zwei Minuten in einem guten Bereich. Abb. 7 zeigt den aktuellen Einbauort.

Messergebnisse

Die folgenden Abb. 8 und 9 zeigen die Ergebnisse der Messungen am Eingang und Ausgang der biologischen Stufe. Auffällig dabei war, wie in den Abbildungen erkennbar, dass sich die Partikelanzahl und Verteilung ab einer Größenordnung von ca. 700 µm deutlich unterschiedlich darstellte. Dies ist darauf zurückzuführen, dass am Ausgang der Biologischen Stufe weniger Luftblasen gemessen werden als am Eingang. Aufgrund der guten Eignung des neuen Messorts wurde dort eine Langzeitmessung durchgeführt. Diese erstreckt sich über einen Zeitraum von acht Tagen. Während der ge-



Eingang Biologie

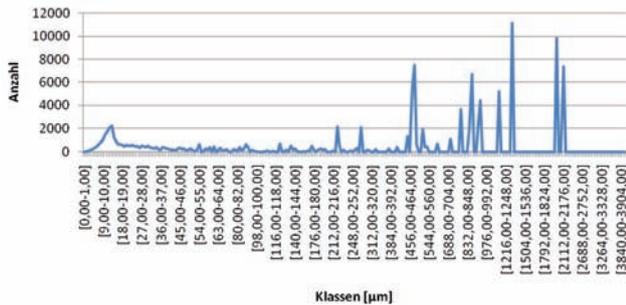


Abb. 8: Messzeit von 50 Minuten am Ausgang der biologischen Stufe

Ausgang Biologie

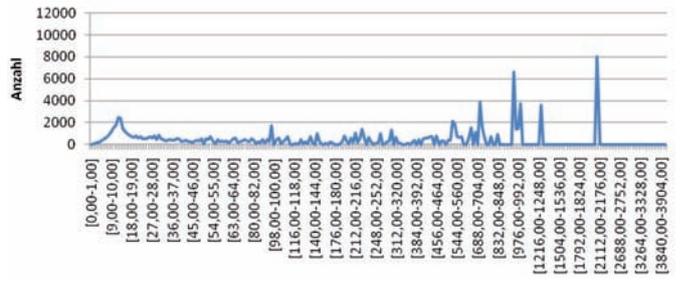


Abb. 9: Messzeit von 50 Minuten am Ausgang der biologischen Stufe

Mittelwert

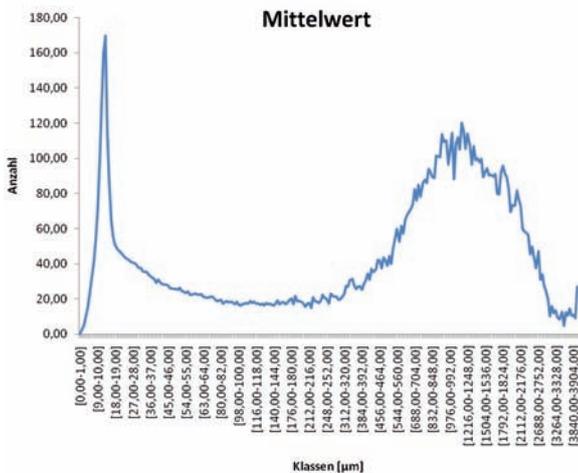


Abb. 10: Mittelwerte mit der jeweiligen Standardabweichung aller Klassen über acht Tage gemessen

gleitender Mittelwert

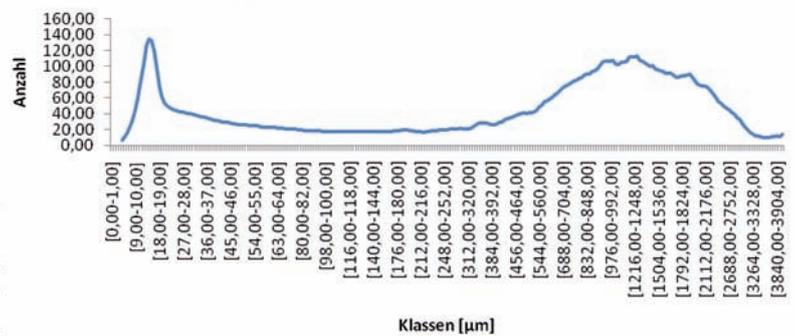


Abb. 11: Gleitender Mittelwert über acht Tage gemessen

samten Zeit wurde die Messsonde nicht aus dem Becken entfernt. Um sich ein erstes Bild von der Partikelverteilung machen zu können, wurden die Mittelwerte aller Klassen in einem Liniendiagramm dargestellt (Abb. 10). Mit einem gleitenden Mittelwert lässt sich das Diagramm wie folgt darstellen: Nach der Langzeitmessung wurde die Sonde aus dem Becken, zur optischen Überprüfung, ausgebaut. Dabei wurde festgestellt, dass sich Verunreinigungen in Form von Haaren an dem Gehäuse der Sonde verfangen hatten, wie in Abb. 12 zu sehen ist. Dies sollte die Messungen jedoch nicht beeinträchtigen, da die Linse frei von jeglicher Verschmutzung war. Die hier eingesetzte 3D ORM-Technologie zeigt, dass es möglich ist, in unverdünntem Belebtschlamm zu messen. Diese innovative Messtechnik ermöglicht eine online-Messung und liefert die Ergebnisse in der mitgelieferten Software WinORM. Dabei ist es möglich die Ergebnisse als .csv-Dateien zu exportieren und anderen Programmen, als Schnittstelle zu dem Sensor, zur Verfügung zu stellen. Nach anfänglichen Schwierigkeiten mit dem Reflexionsverhalten von Belebtschlamm ist es nach einer Kalibrierung

der Messsonde gelungen, dieses Verhalten deutlich zu verbessern. Dies hatte zur Folge, dass die Messungen unter Laborbedingungen und mit verdünnten Konzentrationen eingestellt werden konnten und man sich auf das Messen in der biologischen Stufe einer kommunalen Membrankläranlage konzentrieren konnte. Es galt nun, den richtigen Messort zu finden. Nach anfänglichen Messversuchen wurde ein geeigneter Platz

für die Sonde gefunden. Im Anschluss konnte mit der ersten Langzeitmessung begonnen werden. Aufgrund der guten Ergebnisse der ersten Langzeitmessung sind weitere Messungen geplant. Dabei sollen verschiedene Szenarien untersucht werden. Es gilt zu ermitteln, ob es Zusammenhänge zwischen Regen- und Trockenwetter sowie zwischen den einzelnen Wochentagen gibt.

Michael Bongards



Abb. 12: Verschmutzung der Messsonde

Hochdruck-Permeationsverhalten reiner Gase durch keramische Membranen

Membranen sind – vereinfacht ausgedrückt – dünne Schichten aus unterschiedlichen Materialien, die es erlauben, aus Gemischen einzelne Stoffe ähnlich einem Filter abzutrennen. Ein bekanntes Beispiel hierzu ist die Gewinnung von Trinkwasser aus Meerwasser, bei der das salzige Meerwasser unter Druck über eine Membrane strömt. Dabei wird das gelöste Salz nahezu vollständig von der Membran zurückgehalten und mit dem Konzentratstrom in das Meer zurückgeleitet. Der Teil des Wassers, der die Membrane passiert, kann als hochwertiges Trinkwasser verwendet werden.

Die Verwendung keramischer Membranen für die Trennung von Gasgemischen unter Hochdruckbedingungen stellt eine interessante und energieeffiziente Alternative gegenüber den konventionellen Trennverfahren dar. Als potentielle technische Anwendungsmöglichkeiten sind beispielsweise die Abtrennung des überkritischen CO_2 aus Hochdruckextrakten oder die Abtrennung und Gewinnung von Wasserstoff aus Synthesegasen und Raffinerieabgasen zu nennen. Zur Dimensionierung der jeweiligen Verfahren muss das Permeationsverhalten durch die Membranen sowohl für reine Gase als auch für Gasgemische unter hohem Druck untersucht und modelliert werden. Für reine Gase (auch als Einzelgase bezeichnet) wird das Permeationsverhalten durch die Permeanz beschrieben. Die Permeanz gibt an, wie viele Mole eines Gases pro Zeit und pro Fläche bezogen auf die wirksame Druckdifferenz durch die Membran strömen. Zur Trennung von Gasgemischen ist darüber

hinaus wichtig zu wissen, welches Gas bevorzugt durch die Membran permeiert, und wie groß die Trennfaktoren sind. Zu diesem Zweck wurden mehrere asymmetrische keramische Membranen getestet. Im Folgenden wird über die Ergebnisse berichtet, die mit einer mikroporösen TiO_2 -Membran mit einem Porendurchmesser von 0,9 nm erzielt wurden. Auf Basis der Messdaten wurde eine Analyse des Stofftransportmechanismus durchgeführt, die ergibt, dass keramische Membranen mit Poren unterhalb von einem Nanometer nicht mehr mit klassischen Porenmodellen für den Stofftransport beschrieben werden können. Es wird ein Ansatz für neues Transportmodell entwickelt, das als MAT-Modell (Micro-porous Adsorption and Transport-Modell) bezeichnet wird.

Einführung

Für den optimalen Einsatz von mikroporösen keramischen Membranen zur Hochdruck-Gastrennung ist ein genaues Verständnis des stattfindenden Stofftransports erforderlich. Dafür muss das Permeationsverhalten sowohl reiner Gase als auch der von Gasgemischen aus zwei oder mehreren Komponenten untersucht und modelliert werden, da es mit den derzeit verfügbaren Modellen nicht möglich ist, den Stofftransport selbst für Einzelgase ausreichend genau zu beschreiben. Die veröffentlichten Arbeiten beschränken sich auf experimentelle Untersuchungen, die nicht durch theoretische Betrachtungen gestützt werden können und wurden meistens im Niederdruckbereich bis maximal 10 bar durchgeführt [1–5]. Das Ziel dieser Untersuchung ist daher das Permeationsverhalten

ABSTRACT

Die Verwendung keramischer Membranen für die Trennung von Gasgemischen unter Hochdruckbedingungen stellt eine interessante und energieeffiziente Alternative gegenüber den konventionellen Trennverfahren dar. Als potentielle technische Anwendungsmöglichkeiten sind beispielsweise die Abtrennung des überkritischen CO_2 aus Hochdruckextrakten oder die Abtrennung und Gewinnung von Wasserstoff aus Synthesegasen und Raffinerieabgasen zu nennen. Zur Dimensionierung der jeweiligen Verfahren muss das Permeationsverhalten durch die Membranen sowohl für reine Gase als auch für Gasgemische unter hohem Druck untersucht und modelliert werden.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Gerd Braun
Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme
Institut für Anlagen- und Verfahrenstechnik
gerd.braun@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

HITK e.V.
AiF - Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.

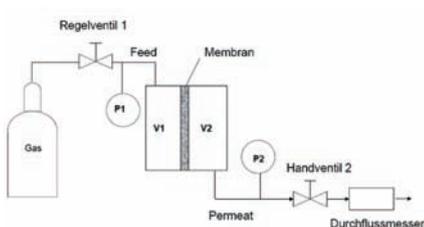


Abb. 1: Aufbau und Ansicht der Versuchsanordnung

von Einzelgasen unter hohem Druck durch mikroporöse keramische Membranen zu ermitteln. Auf Grundlage der experimentellen Ergebnisse wird eine Analyse des Stofftransportmechanismus durchgeführt.

Experimentelle Untersuchungen

Aufbau

Der Versuchsaufbau zum Messen der Permeanz von Einzelgasen ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Das Volumen der Anlage wird durch die Membran in zwei Volumen aufgeteilt. Das Gas strömt von Volumen 1 durch die Membran in das Volumen V_2 . Dabei werden die Drücke P_1 und P_2 mittels Druckmessumformern gemessen. Bei der statischen Messmethode ist das Handventil 2 geöffnet, die Drücke P_1 und P_2 werden konstant gehalten und der Gasvolumenstrom wird mit dem Durchflussmesser erfasst. Schließt man dieses Handventil, steigt durch die Gaszunahme im Volumen V_2 während der Messung kontinuierlich der Druck P_2 bis zum Druckausgleich (dynamische Methode). Der Permeatfluss kann aus dem Druckanstieg berechnet werden. Der große Vorteil der dynamischen Messmethode liegt darin, dass der gesamte Differenzdruckbereich mit einer Messung erfasst werden kann.

Untersuchte Membran

Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Ermittlung des Stofftransports durch eine mikroporöse TiO_2 -Membran, die vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) Institutsteil Hermsdorf (vormals Hermsdorfer Institut für Technische Keramik e.V. HITK) zur Verfügung gestellt wurde. Die Membran besitzt eine rohrförmige Geometrie (Gesamtlänge 250 mm, Innendurchmesser 7 mm). Die TiO_2 -Membran besteht aus mehreren Schichten, wobei die effektive Trennschicht einen mittleren Porendurchmesser von 0,9 nm aufweist. Dieser mehrschichtige Membran-aufbau schließt das Auftreten großer Porendefekte weitgehend aus. Zur Aufnahme der Membran wurde eine Testzelle entwickelt und gefertigt, die die Messung der Permeanz bei Drücken bis 300 bar und 180 °C erlaubt (Abb. 2). Der Vorteil der Testzelle besteht in ihrem robustem Aufbau und einfachen Handhabung. Das Gehäuse kann beliebig oft montiert und demontiert werden, und die Rohrmembran kann unbeschädigt gewechselt werden. Die Testzelle ist mit einer temperaturgeregelten Beheizung versehen, um isotherme Bedingungen zu gewährleisten.

Untersuchte Gase und experimentelle Bedingungen

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die untersuchten Gase und die experimentellen Bedingungen. Alle Gase stehen mit einem Reinheitsgrad von 5.0 in handelsüblichen Gasflaschen zur Verfügung. Die Experimente mit Kohlendioxid erfolgten an einer Hochdruckextraktions-Pilotanlage (siehe Abb. 5) mittels statischer Messmethode im Druckbereich von 60 bis 200 bar.

Darstellung und Diskussion der Ergebnisse Dynamische Permeationsmessungen an der TiO_2 -Membran

Ein Beispiel der dynamischen Permeationsmessung mit Stickstoff durch eine TiO_2 -Membran ist in Abb. 2 dargestellt. Aus der zeitlichen Zunahme des Permeatdruckes P_2 wird der Permeatfluss berechnet, der beispielhaft in Abb. 3 als Funktion der treibenden Druckdifferenz dargestellt ist. Die Abhängigkeit des Permeatflusses von der treibenden Druckdifferenz kann im Prinzip in zwei lineare Bereiche unterteilt werden (Abb. 3). Dieser Effekt ist besonders bei höheren Feeddrücken (ab 50 bar) sehr deutlich.

| Gas | Molekular-Masse $gmol^{-1}$ | Kinetischer Durchmesser A | Kritische Temperatur K | Kritischer Druck bar | Getesteter Druckbereich bar | Getesteter Temperaturbereich K |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| H ₂ | 2 | 2,89 | 33,3 | 12,97 | 10-100 | 20-100 |
| He | 4 | 2,58 | 5,3 | 2,29 | 10-100 | 20-40 |
| CH ₄ | 16 | 3,80 | 190,2 | 46,19 | 10-100 | 20-100 |
| N ₂ | 28 | 3,68 | 126,1 | 33,94 | 10-100 | 20-60 |
| Ar | 40 | 3,42 | 151,0 | 48,50 | 10-100 | 20-100 |
| CO ₂ | 44 | 3,30 | 304,2 | 73,75 | 10-100 | 20-80 |

Tabelle 1: Untersuchte Gase und experimentelle Bedingungen

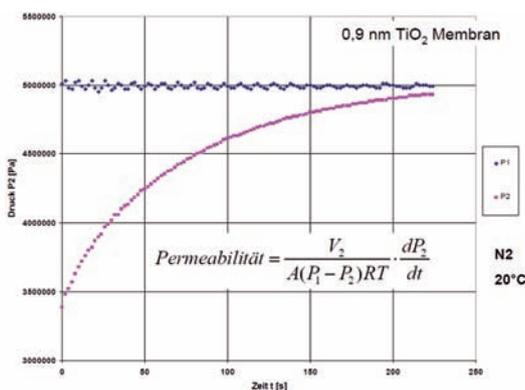


Abb. 2: Messergebnis dynamische Methode, Stickstoff, 20 °C

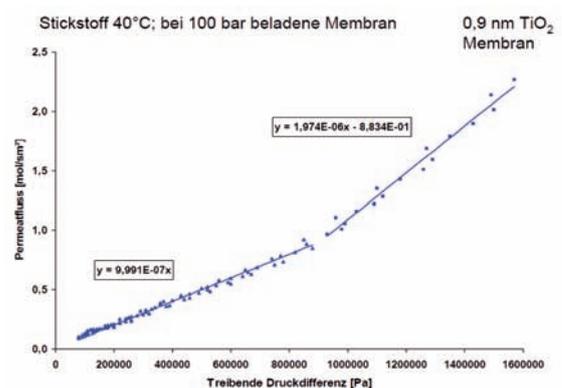


Abb. 3: Permeatfluss für Stickstoff, 40 °C, Membran bei 100 bar mit N₂ beladen



Abb. 4: Ansicht Testzelle mit Membranrohr



Abb. 5: Pilotanlage zur Hochdruckextraktion

Im ersten linearen Bereich (Regime 1) ist die Abhängigkeit des Permeatflusses vom treibenden Differenzdruck weniger stark als im zweiten linearen Bereich (Regime 2). Regime 2 weist zusätzlich eine stärkere Gesamtdruckabhängigkeit auf. Der Übergang zwischen den linearen Bereichen liegt bei allen Messungen zwischen 8 und 10 bar und ist ausgeprägter je höher der Druck ist. Da jedoch die meisten Publikationen Experimente beschreiben, die bei Drücken unterhalb von 10 bar durchgeführt werden, ist dieses Phänomen aus der Literatur bisher nicht bekannt. Das beobachtete Permeationsverhalten deutet auf den großen Einfluss der Adsorption und eine Änderung des Stofftransportmechanismus bei höheren Differenzdrücken hin. Eine Analyse möglichen Stofftransportmechanismen beider Regime wird im Folgenden durchgeführt.

Stofftransport durch poröse Medien

Die Stofftransportmodelle durch poröse Membranen unterscheiden sich je nach Eigenschaften des permeierenden Gases (Druck, Temperatur, Viskosität, mittlere freie Weglänge) und des porösen Feststoffs (Porengröße, Porengeometrie, Sorptionsneigung). Der Stofftransport durch eine homogene Membran mit großen Poren kann ausreichend genau durch Anwendung des Dusty-Gas-Modells (DGM) beschrieben werden [6]. Dieses Modell berücksichtigt sowohl Molekulare- und Knudsen-Diffusion als auch den Beitrag der viskosen Strömung. Für die Komponente i in einem binären Gemisch lautet die Transportgleichung [7]:

$$(1) \quad -\frac{P}{RT} \frac{dx_i}{dz} - \frac{x_i}{RT} \left(1 + \frac{B_0^e P_m}{D_{kn,i}^e \eta}\right) \frac{dP}{dz} = \frac{x_i J_i - x_j J_j}{D_0^e} + \frac{J_i}{D_{kn,i}^e}$$

Für die Einzelgaspermeation durch eine homogene Membran und unter Berücksichtigung der geometrischen Struktur durch die effektiven Parameter K_0^e und B_0^e reduziert sich das DGM zu:

$$(2) \quad J_i = -\frac{1}{RT} \left(\frac{4}{3} K_0^e \sqrt{\frac{8RT}{\pi M_i}} + \frac{B_0^e P_m}{\eta_i} \right) \frac{dP}{dz}$$

Der effektive Knudsen-Koeffizient K_0^e und die effektive Permeabilitätskonstante B_0^e sind unabhängig vom betrachteten Gas und hängen nur von der geometrischen Struktur des porösen Materials ab. Für zylindrische Poren und unter Berücksichtigung des Verhältnisses ε/τ besteht folgender Zusammenhang:

$$(3) \quad K_0^e = \frac{\varepsilon}{\tau} \cdot \frac{d_p}{4}$$

$$(4) \quad B_0^e = \frac{\varepsilon}{\tau} \cdot \frac{d_p^2}{32}$$

Der Ausdruck P_m/RT in Gleichungen (1) und (2) ist nur für ideales Gasverhalten gültig. Für Gase wie Kohlendioxid, zeigt ein Vergleich von P_m/RT und ρ_m schon bei Drücken von 5 bar eine starke Abweichung vom idealen Verhalten. In diesem Fall muss der Term P_m/RT in Gleichung (1) durch die molare Dichte ersetzt werden. Für asymmetrische Membranen, die aus Schichten mit verschiedenen geometrischen Parametern aufgebaut sind, kommt es in Abhängigkeit von der Anzahl und den Eigenschaften der einzelnen Schichten zur Ausbildung eines Druckprofils [2, 8]. Somit können unterschiedliche Mechanismen den Stofftransport in jeder Schicht bestimmen. Daher muss Gleichung (2) für jede Schicht einzeln aufgestellt werden. Bei bekannten Schichtparametern (d_p , τ , ε , z) sowie vorgegebenen äußeren Drücken können die Zwischendrücke sowie der Molenstrom durch die Lösung des nichtlinearen Gleichungssystems berechnet werden.

Stofftransportmechanismus durch die TiO₂-Membran

Diese verschiedenen Steigungen der Permeanz in Abb. 3 haben ihre Ursache in einer Änderung des Stofftransportmechanismus. Deshalb werden Regime 1 und Regime 2 im Folgenden unabhängig voneinander betrachtet. Die Werte der Permeanz von Regime 1 (Abb. 3) nehmen mit steigendem Feeddruk linear zu und verringern sich mit steigender Molekularmasse der unter-

suchten Gase. Die mittlere freie Weglänge der untersuchten Gase im getesteten Druck- und Temperaturbereich variiert von 0,3 bis 25 nm. Somit werden entsprechend dem Dusty-Gas-Modell Knudsen-Diffusion und viskoser Fluss erwartet. Vergleicht man jedoch die experimentellen Permeanzen mit den berechneten Werten, so ergibt sich, dass die experimentellen Werte nur etwa 1/20 den erwarteten Werten entsprechen. Diese Tatsache kann weder auf möglicherweise vorhandene Membrandefekte noch durch den Membranaufbau erklärt werden. Die Permeationsexperimente mit Kohlendioxid sind in Abb. 3 dargestellt. Die Permeanz von Kohlendioxid nimmt zunächst mit steigendem Druck zu, durchläuft ein Maximum und nimmt anschließend ab. Dieser charakteristische Verlauf und die Position des Maximums der Permeanz hängen von der kinematischen Viskosität des Kohlendioxids ab, welche ihrerseits eine Funktion der Temperatur und des Drucks ist. Nimmt man an, dass das Permeationsverhalten nur durch die Poiseulle'sche Gleichung beschrieben werden kann, so folgt, dass aus der experimentell ermittelten Permeabilität Q , der kinematischen Viskosität in der Gasphase ν bei den jeweiligen Bedingungen und der Molmasse M , ein Produkt gebildet werden kann, das nur von den Membraneometriedaten abhängig ist und somit konstant sein sollte:

$$(5) \quad Q\nu M = \frac{B_0^e}{\Delta z}$$

Diese Größe $Q\nu M$, gebildet aus experimentellen Permeanzen der getesteten Gase, ist als Funktion der Temperatur in Abb. 5 dargestellt. (Ein Wert von $Q\nu M = 10^{-14}$ m entspricht einem Porendurchmesser von ca. 0,5 nm). Aus Abb. 5 ist ersichtlich, dass die Werte für $Q\nu M$ in beiden Regimen jedoch nur für das jeweilige Gas eine Konstante ergeben. Außerdem ist bemerkenswert, dass die gebildete Größe $Q\nu M$ weitgehend unabhängig von der Temperatur ist. Diese Tatsache deutet auf das Adsorptionspotential nach Polany hin, das ebenfalls temperaturunabhängig ist. Darüber hinaus ist das Produkt $Q\nu M$ eine Funktion des Drucks. In Abb. 6 ist für Regime 1 der Zusammenhang zwischen dem Kehrwert des Produktes $Q\nu M$ und dem Druck dargestellt. Der Kurvenverlauf ist dem von Adsorptionsisothermen sehr ähnlich, wenn man den Kehrwert des Produktes $Q\nu M$ als proportional zu einer Beladung auffasst. Leichter kondensierbare Gase nehmen höhere Werte an, als Permanentgase. Eine weitere Analyse des Produktes

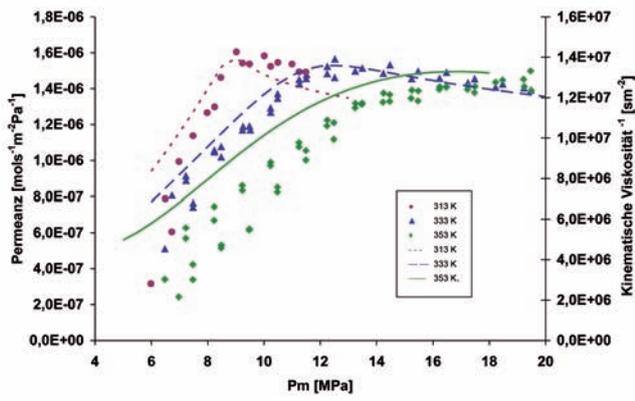


Abb. 3: Permeanz durch die TiO₂-Membran (Symbole) und Kehrwert der kinematischen Viskosität (Linie) von Kohlendioxid als Funktion des mittleren Druckes

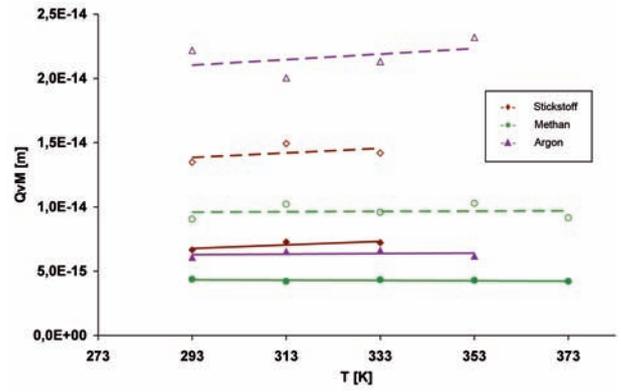


Abb. 5: Die experimentell ermittelten und nach Gleichung 5 umgestellten Permeabilitäten der untersuchten Gase als Funktion der Temperatur bei 9 MPa Feeddruck (TiO₂-Membran)

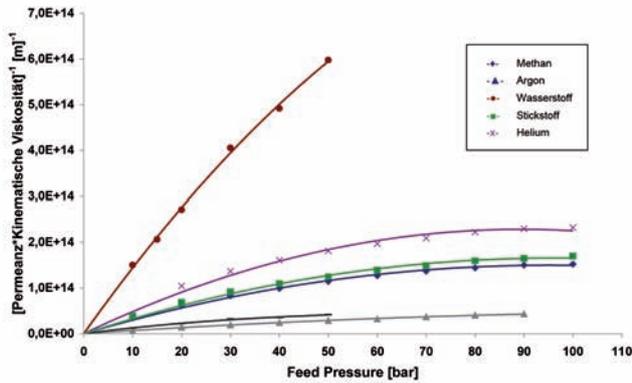


Abb. 6: Kehrwert des Produkts CvM der untersuchten Gase als Funktion des Druckes bei T=293 K, Regime 1, (TiO₂-Membran)

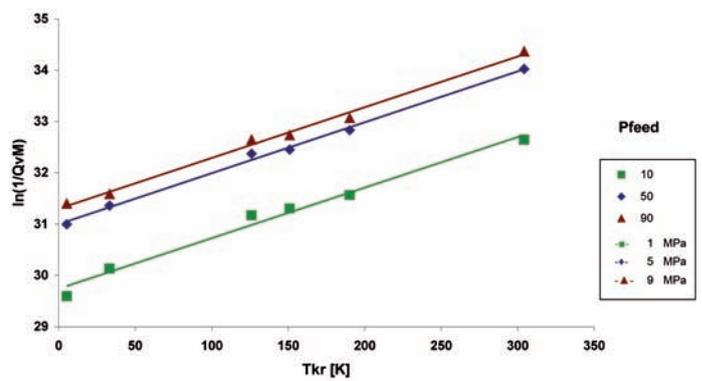


Abb. 7: Kehrwert des Produkts CvM der untersuchten Gase als Funktion der kritischen Temperatur bei T=293 K, Regime 1, (TiO₂-Membran)

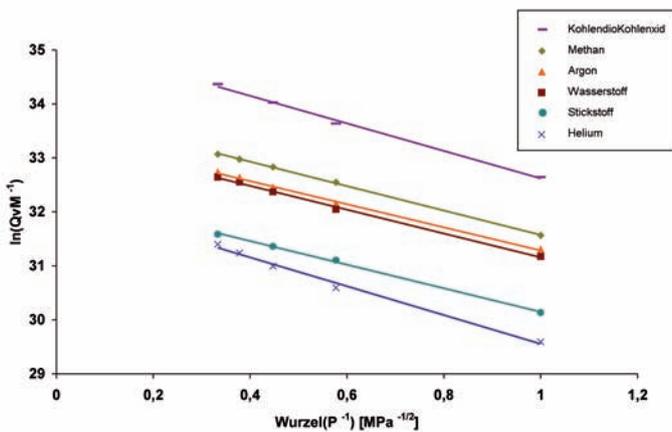


Abb. 8: Kehrwert des Produkts CvM der untersuchten Gase als Funktion des Druckes bei T=293 K, Regime 1 (TiO₂-Membran)

QvM für Regime 1 zeigt, dass die Werte exponentiell von der kritischen Temperatur (Abb. 7) und der Wurzel aus $(P-1)$ (Abb. 8) abhängig sind. Eine ähnliche Abhängigkeit von der kritischen Temperatur wurde von Ghosal et al. für den Löslichkeitskoeffizienten der Gase von glasartigen Polymermembranen, ermittelt [9]. Die untersuchte mikroporöse Membran weist also eine Struktur auf, die den glasartigen Polymermembranen durchaus ähnelt. Im Regime 2 sind die für Regime 1 charakteristische Gesetzmäßigkeiten nicht mehr gültig. Interessant für das Regime 2 ist jedoch nicht die absolute Permeanz, sondern die Differenz zur Permeanz in Regime 1. Nach der Adsorptionspotentialtheorie von Polanyi kann man den Adsorptionsraum über dem Adsorbens als eine Reihe von Äquipotentialflächen betrachten, jede mit einem bestimmten Adsorptionspotential A und dazugehörigem Volumen v , die kleiner werden, wenn der Abstand von der Oberfläche des Adsorbens abnimmt. Um eine Äquipotentialfläche in Bewegung zu bringen, muss eine Arbeit verrichtet werden, die in der Größenordnung des dazugehörigen Adsorptionspotenzials liegt. Im betrachteten Fall könnte diese Arbeit in Form des Differenzdruckes eingebracht werden, so dass ein Differenzdruck größer als 8–10 bar für die untersuchten Gase im getesteten Druck- und Temperaturbereich zu der beobachteten sprunghaften Erhöhung der Permeanz führt (Abb. 8).

Schlussfolgerung

Das gezeigte Verhalten der TiO_2 -Membran mit effektiven Porendurchmessern unterhalb von 1 nm kann mit keinem der zurzeit bekannten Stofftransportmechanismen umfassend beschrieben werden. Der Stofftransport wird durch Adsorptionseffekte dominiert. Die vorgestellten Berechnungen sollen den Ansatz für neues Transportmodell aufzeigen, das als MAT-Modell (Micro-porous Adsorption and Transport-Modell) bezeichnet wird. Um das MAT-Modell weiter zu entwickeln, ist die Messung der Adsorption von Gasen (z. B. N_2 , CO_2 , Ar) und Gasgemischen in der Trennschicht bei hohen Drücken notwendig. Die Ergebnisse einer solchen Adsorptionsmessung können mit den Messungen der Permeanz korreliert werden um ein besseres Verständnis für den adsorptiven Stofftransport zu erhalten. Dies würde sowohl einen erheblich effektiveren Einsatz der vorhandenen mikroporösen keramischen Membranen, als auch zielgerichtete Präparation der neuen Membranen ermöglichen.

Dank

Die Autoren bedanken sich bei der Firma HITK e.V. für die zur Verfügung gestellten, in dieser Arbeit verwendeten, Membranen sowie die fachliche Unterstützung. Für die finanzielle Förderung des Projektes bedanken wir uns bei der AiF, Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V.

Gerd Braun

LITERATUR

- [1] Markovic, A. et al. (2009) : J. Membr. Sci., 336 (1–2), 17–31. DOI:10.1016/j.memsci.2009.02.031
- [2] Thomas, S. (2004): Kontrollierte Eduktzufuhr in Membranreaktoren zur Optimierung der Ausbeute gewünschter Produkte in Parallel- und Folgereaktionen, Logos Verlag Berlin
- [3] Pakizeh, M. et al. (2007): Int. J. Hydrogen Energy 2007, 32, 2032–2042. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2006.10.004
- [4] Bakker, J.W. et al. (1997): AIChE Journal 1997, 43 (9), 2203. DOI: 10.1002/aic.690430907
- [5] Hanebuth, M. (2004): Vernetzte Transportpfade für die Simulation des Stofftransports durch Kompositmembranen des MFI-Zeolithtyps, Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg

Formelzeichen

| | | |
|------------|---|--|
| J | [$\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$] | Permeatfluss |
| Q | [$\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}\text{Pa}^{-1}$] | Permeanz |
| P | [Pa] | Druck |
| A | [m_2] | Membranfläche |
| T | [K] | Temperatur |
| R | [$\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$] | Universelle Gaskonstante |
| z | [m] | Membrandicke |
| d_p | [m] | Porendurchmesser |
| M | [gmol^{-1}] | Molekularmasse |
| ϵ | [-] | Porosität |
| τ | [-] | Tortosität |
| D | [m^2s^{-1}] | Diffusionskoeffizient |
| σ | [kgs^{-2}] | Oberflächenspannung |
| ρ | [kgm^{-3}] | Dichte |
| η | [Pas] | Dynamische Viskosität |
| ν | [m^2s^{-1}] | Kinematische Viskosität |
| θ | [-] | Kontaktwinkel zwischen Adsorptiv und Membranmaterial |
| r | [m] | Porenradius |

Eine neue Methode zur Bestimmung der Messunsicherheit von Volumenstrom

ABSTRACT

Die Bestimmung des Volumenstroms in Rechteckkanälen ist vielfach in der Literatur beschrieben worden. In der Vergangenheit wurden allerdings häufig große Messunsicherheiten größer 10 Prozent akzeptiert, um den Messaufwand gering zu halten. Wir wollen hier eine Methode vorstellen, um die Messunsicherheit bei der Bestimmung des Volumenstroms besser zu verifizieren und mathematisch nachvollziehbar zu dokumentieren. Wir nennen diese Methode das „Konzept der nächsten Nachbarn mit Randzonenkorrektur“. Diese Methode besitzt darüber hinaus den Vorteil einer eindeutigen Nachvollziehbarkeit der Messunsicherheit, die sich aus einem gestörten Strömungsprofil ergibt.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Johannes Goeke
 Fakultät für Anlagen,
 Energie- und Maschinensysteme
 Institut für Technische
 Gebäudeausrüstung
 johannes.goeke@fh-koeln.de

PROJEKTPARTNER

Howatherm, Zweibrücken
 Bayer, Leverkusen
 BHKS, Bonn

Die Bestimmung des Volumenstroms in Kanälen ist vielfach in der Literatur beschrieben worden [1–6]. Auch die DIN 12599 nimmt darauf Bezug, um die Leistungsfähigkeit von RLT-Anlagen zu bestimmen. In der Vergangenheit wurden allerdings häufig große Messunsicherheiten größer 10% akzeptiert, um den Messaufwand gering zu halten. Im Zuge der Überprüfung von Wärmerückgewinnungssystemen innerhalb von RLT-Anlagen ist die genaue Kenntnis der Luftmassenströme unerlässlich. Für Bestimmung von Rückwärmezahlen mit einer Messunsicherheit von maximal 5 % müssen alle beteiligten Parameter mit einer Messunsicherheit unterhalb von 3% gemessen werden. Für die heute eingesetzten Messdüsen liegt in der Regel keine größere Genauigkeit als 5 % für den Durchflusskoeffizienten oder den α -Wert vor. Daher stellen Netzmessungen der Volumenströme noch immer eine wichtige Kontrollinstanz dar. Wir wollen hier eine Methode vorstellen, um die Messunsicherheit bei der Bestimmung des Volumenstroms besser zu verifizieren, denn die Bestimmung der Unsicherheit nach DIN 12599 führt bei stark gestörten Profilen zu unverhältnismäßig großen Unsicherheiten. Mit der hier vorgestellten Methode wird ein Vergleich zwischen der Volumenstrommessung an der Messdüse und im angeschlossenen Kanal mit kleinerer Unsicherheit möglich. Wir nennen diese Methode das „Konzept der nächsten Nachbarn mit Randzonenkorrektur“. Diese Methode besitzt darüber hinaus den Vorteil einer eindeutigen Nachvollziehbarkeit der Messunsicherheit, welche sich aus einem gestörten Strömungsprofil ergibt.

Konzept der nächsten Nachbarn

Für den Fall, dass bei einer Netzmessung für die entsprechenden Teilflächen die zugehörigen Strömungsgeschwindigkeiten exakt bekannt sind, ist auch der Gesamtvolumenstrom exakt bekannt. Daher ist es wichtig, jede einzelne Teilgeschwindigkeit so exakt wie möglich zu messen und deren Ortsunsicherheit zu bestimmen. Wir werden im Laufe der Untersuchung die Begriffe Strömungsgeschwindigkeit und Geschwindigkeit gleichberechtigt verwenden. Zur Analyse des Problems betrachten wir einen Rechteckquerschnitt, der in gleiche quadratische Teilflächen aufgeteilt ist. Die Ortsunsicherheit der Geschwindigkeitsmessung, wird durch die Änderung zu seiner direkten Umgebung sowohl in der x-Richtung als auch in der y-Richtung bestimmt. Das neue Konzept trägt hier als Bezeichnung den Arbeitstitel „Nächste Nachbarn“. Diese Änderung ist als Differenzquotienten berechenbar. In Abb. 1 sehen wir einen Ausschnitt eines Rechteckkanals als Skizze mit den zugehörigen Messpunkten für die Geschwindigkeiten. Die Geschwindigkeitsmatrix ist beginnend mit v_{11} definiert und wir beziehen uns bei unseren Betrachtungen auf die exemplarische Geschwindigkeit v_{ik} . Die Indizes i und k sind der Matrixschreibweise angepasst mit n Zeilen und m Spalten. In Abb. 2 sehen wir einen Auszug aus dem Verlauf eines Strömungsprofils. Ausgehend von der Geschwindigkeit v_{ik} können wir die Differenzen den jeweiligen Nachbarn zuordnen. Wir erkennen, dass ein Messfehler vorliegt, wenn vom Messort selbst abgewichen wird und damit generell ein systematischer

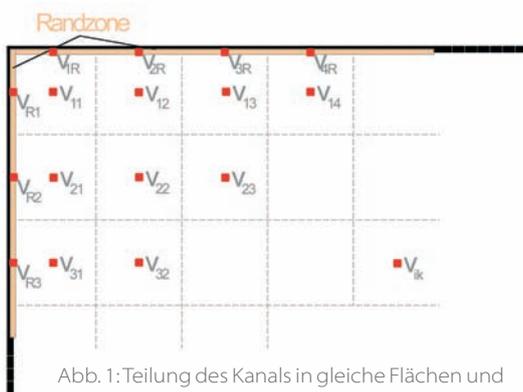


Abb. 1: Teilung des Kanals in gleiche Flächen und zugehörige Strömungsgeschwindigkeiten

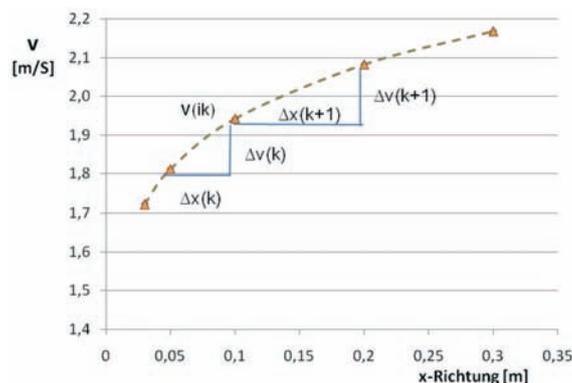


Abb. 2: Auszug aus dem oberen Strömungsprofil mit Differenzbildung

Fehler vorliegt. Die Geschwindigkeit ist in dem betrachteten Teilstück nicht konstant: es ist zunächst unklar, ob die gemessene Geschwindigkeit v_{ik} charakteristisch für dieses Teilflächenstück ist und somit den wahren Teilvolumenstrom repräsentiert. Aus diesem Grund ist es wichtig, für jede Teilgeschwindigkeit die Ortsunsicherheit anzugeben, um die gesamte Messunsicherheit der Messmethode nachvollziehbarer zu dokumentieren. Die Gleichung (1.1) definiert die Vorgehensweise, indem die einzelnen Differenzen miteinander verglichen werden.

$$(1.1) \quad \frac{\Delta v_{ik}}{\Delta x_{ik}} \leq \frac{\Delta v_{ik+1}}{\Delta x_{ik+1}} \quad \text{bei } \Delta x_{ik} = \Delta x_{ik+1}$$

Gilt
$$\Delta v_{ik} \leq \Delta v_{ik+1}$$

Wenn wir Abb. 3 betrachten, wird verständlich, was unter dem Konzept der „Nächsten Nachbarn“ verstanden werden soll. Nehmen wir dazu die zentrale Geschwindigkeit v_{22} und betrachten jeweils die einzelnen Differenzen. Zu den acht Nachbarn lassen sich jeweils die Geschwindigkeitsdifferenzen, hier exemplarisch durch Δv_{13} dargestellt, bilden. Diese Differenzen werden dann auf den Mittelwert aller neuen beteiligten Geschwindigkeiten bezogen. Als Nomenklatur legen wir fest, dass die ersten beiden Ziffern des In-

dex des betreffenden Flächenelements die zentrale Geschwindigkeit repräsentieren. Die beiden letzten Ziffern beziehen sich auf den Nachbarn, mit dem die Differenz gebildet wird, hier $\cdot_{22/13}$.

Messunsicherheit in einem Messpunkt

Zur Bestimmung der Messunsicherheit des Messortes benutzen wir die allgemeine Definition für die Fehlerfortpflanzung. Das bedeutet, jede einzelne Abweichung Δv trägt mit ihrem Quadrat zur Messunsicherheit bei. Mit der bereits festgelegten Bezeichnung erhalten wir:

$$(1.2) \quad u_{v(i22)} = \pm \frac{1}{n-1} \sqrt{\left(\frac{\Delta v_{22/11}}{\sqrt{2}\bar{v}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v_{22/12}}{\bar{v}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\Delta v_{22/33}}{\sqrt{2}\bar{v}}\right)^2}$$

Da die Abstände durch die Messsystematik klar festliegen, müssen sie nicht weiter berücksichtigt werden. Allerdings werden alle diagonalen Geschwindigkeitswerte aufgrund ihrer größeren Entfernung mit dem Faktor Wurzel 2 beaufschlagt. Dies entspricht ihrer geometrischen Lage.

$$(1.3) \quad \bar{v} = \sum_{i=i-1, k=k-1}^{i+1, k+1} v_{ik}$$

Da wir im Allgemeinen eine relative Größe bevorzugen, müssen wir auf eine mittlere

Geschwindigkeit normieren. Dazu bietet sich die mittlere Geschwindigkeit der betrachteten Gruppe an. Durch die Bildung der mittleren Geschwindigkeit mit Hilfe der nächsten Nachbarn, können die Abweichungen unmittelbar zu der Ortsunsicherheit beitragen. Dies geschieht viel unmittelbarer als nach dem Konzept der „Vier-Quadranten“ in der DIN 12599. Damit die Randzonen nicht eine zu große Abweichung verursachen, wird am Rand eine weitere Geschwindigkeit gemessen und zwar zum Beispiel v_{1r} . Diese bezeichnen wir als Randgeschwindigkeit. Die Messung erfolgt auf einem Fünftel des ursprünglichen Abstands zum ersten Messpunkt vom Kanalrand aus betrachtet. In der Regel sind 10 mm gut realisierbar. Diese Randgeschwindigkeit wird nicht zur Berechnung des Volumenstroms genutzt, sondern nur zur Berechnung der Ortsunsicherheit des ersten Messpunktes in x- oder y-Richtung.

Messunsicherheit der Randzonen

Im Allgemeinen wird der Gesamtvolumenstrom, der durch die Daten einer Netzmessung berechnet wird, höher ausfallen als der wahre Volumenstrom, da die Strömungsgeschwindigkeit am Rand den Wert Null annimmt. Der Verlauf des Profils gibt darüber Auskunft, wie stark der Abfall von einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit bis zu Null am Rand verläuft. Da die Vermessung des Profils im cm-Raster in der Praxis nicht geleistet werden kann, ist die Betrachtung der Ortsunsicherheit bei der Messung der Randgeschwindigkeiten, wie etwa v_{1i} und v_{k1r} , ein wichtiger Beitrag zur Angabe einer Gesamtunsicherheit. Mit dieser Einführung der Randgeschwindigkeiten¹ v_r lassen sich jetzt auch die Unsicherheiten der zum Gesamtvolumenstrom beitragenden Geschwindigkeitsmesspunkte angeben, welche dem Rand bisher am nächsten lagen. Wir wenden die Gleichung (1.2) an und beziehen die entsprechenden Randgeschwindigkeiten mit ein.

$$(1.4) \quad u_{v(i11)} = \pm \frac{1}{n-1} \sqrt{\left(\frac{\Delta v_{11/r1}}{\sqrt{2}\bar{v}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v_{11/r2}}{\bar{v}}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\Delta v_{11/22}}{\sqrt{2}\bar{v}}\right)^2}$$

Mit dieser zusätzlichen Messung der Randzonen Geschwindigkeiten können nun für alle Geschwindigkeiten individuelle Ortsunsicherheiten angegeben werden. Die Einbeziehung der Randzone, etwa nach dem

| Position [mm] | 20 | 95,8 | 287,5 | 479,2 | 670,8 | 862,5 | 1054,2 |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 20 | 4,83 | 5,08 | 5,13 | 5,04 | 5,04 | 5,13 | 5,27 |
| 91,7 | 5,08 | 5,35 | 5,40 | 5,30 | 5,30 | 5,40 | 5,55 |
| 275,0 | 5,13 | 5,40 | 5,05 | 4,95 | 4,90 | 5,10 | 5,30 |
| 458,3 | 4,66 | 4,90 | 4,45 | 4,25 | 4,35 | 4,60 | 4,95 |

Tabelle 1: Geschwindigkeitsmesswerte [m/s] des 1. Quadranten eines Rechteckkanals. Der Randbereich ist hier hellbraun markiert

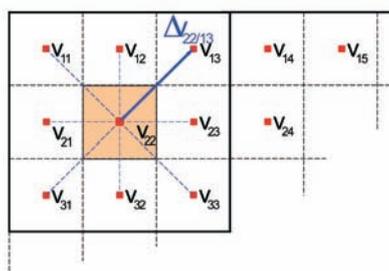


Abb. 3: Nachbarn des Geschwindigkeitsmesspunktes v_{22} und entsprechende Differenzbildung aus einer Gruppe von neuen Geschwindigkeiten

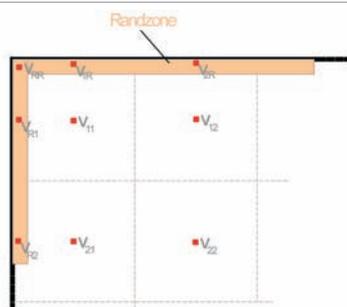


Abb. 4: Ausschnitt einer Randzone-Differenzbildung aus einer Gruppe von neuen Geschwindigkeiten

¹Auf die feinere Unterscheidung der Randpunkte in rechts, links, oben und unten wurde bewusst verzichtet

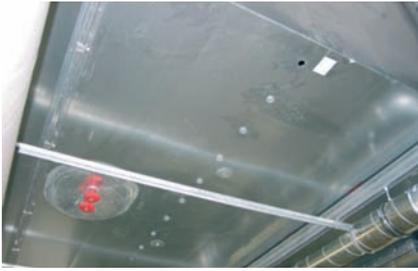


Abb. 5: Rechteckkanal mit Messbohrungen, Breite 2300 mm, Höhe 1100 mm neuen Geschwindigkeiten

Logarithmischen Wandgesetz, hat sich nicht als sinnvoll erwiesen. Die Messungen haben gezeigt, dass im Abstand von 20 mm vom Rand (0,8% Kanalbreite) die Abweichung weniger als 5 % vom letzten Messwert betragen. Erst wenige Millimeter am Rand ~0,1 % der Kanalbreite bzw. Kanallänge traten stark verringerte Strömungsgeschwindigkeiten auf.

Anwendung in der Praxis

Wir möchten die neue Form der Berechnung der Ortsunsicherheit an einem Beispiel verdeutlichen und mit dem Verfahren der DIN 12599 vergleichen. Dazu wurden Netzmessungen in einem Rechteckkanal von 2300 mm Breite und 1100 mm Höhe durchgeführt. Wir sehen auf dem unterem Bild einen Abschnitt des Kanals mit Messbohrungen. Zur Untersuchung der Abhängigkeit der Messunsicherheit von der Anzahl der Messstellen wurden auch die Unterteilungen in 48, 24, und 12 Teilflächen untersucht. Dabei wurde darauf geachtet, dass eine Unterteilung in vier Quadranten möglich war. Die Messung der Strömungsgeschwindigkeiten wurde in der Hauptsache mit einem Hitzdrahtanemometer durchgeführt und mit

einem Prandtlrohr überprüft. Die Genauigkeit der Messgeräte lag bei 1 %.

Strömungsprofil 1

Zur Beurteilung des neuen Verfahrens betrachten wir zwei unterschiedliche Strömungsprofile. Die durchströmte Fläche wurde in 72 quadratische Teilflächen unterteilt, deren Kantenlängen nur wenige Millimeter voneinander abwichen. Damit wollten wir von einer möglichst großen Genauigkeit ausgehen. Abb. 6 zeigt das stark gestörte Strömungsprofil, wie es sich nach Krümmer und Verzweigungen einstellt. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit betrug 4,6 m/s mit Abweichungen zwischen 3,8 m/s und 5,5 m/s. In der unteren Tabelle befinden sich die Messwerte der Strömungsgeschwindigkeiten inklusive der Randgeschwindigkeiten des ersten Quadranten gemäß der Definition nach DIN 12599. Mit diesen Messwerten wollen wir die Messunsicherheit für die Methode der „Nächsten Nachbarn“ und nach DIN 12599 berechnen. Die Messunsicherheit des Strömungsprofils wird gemäß DIN 12599 nach der Gleichung,

$$(1.5) \quad U = \frac{v_{\max} - v_{\min}}{2\bar{v}}$$

berechnet. v_{\min} und v_{\max} stehen dabei stellvertretend für den ganzen Quadranten, wobei sich die mittlere Geschwindigkeit auf alle Teilgeschwindigkeiten bezieht. Da die Gesamtfläche aus vier Quadranten besteht, wird die maximale wie minimale Geschwindigkeit der vier Quadranten herangezogen. Allerdings ist nicht eindeutig, warum auf die zweifache mittlere Geschwindigkeit normiert werden muss. In unserem Beispiel

gemäß Tabelle 1 beträgt die Ortsunsicherheit $U = 9,9 \%$ nach Gleichung (1.5) und die Messunsicherheit der Geschwindigkeit beträgt gemäß Tabelle G7 DIN 12599 nach Interpolation 2,6 %. Dies gilt nur bei annähernd drallfreier Strömung. In Tabelle 2 sehen wir die Messunsicherheiten berechnet für jede einzelne Geschwindigkeit nach der Gleichung (1.2) und (1.3). Die Abweichungen der Randgeschwindigkeiten betragen bis zu 5 % vom benachbarten Messwert der Randteilfläche. Das bedeutet, wir haben sehr kleine Randschichten von wenigen Millimetern, in denen die Strömungsgeschwindigkeit stark abfällt. Zur Berechnung der Ortsunsicherheit der Randflächen haben wir dann in allen Fällen einen um 5 % verminderten Geschwindigkeitswert gegenüber dem der Randteilfläche eingesetzt. In weiteren Arbeiten sollten hier verstärkt Messdaten erhoben werden, um die Randeffekte bei Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 2 m/s und 8 m/s noch besser beurteilen zu können. Theoretische Geschwindigkeitsverteilungen wie das Logarithmische Wandgesetz führen hier nicht weiter. Wir erhalten mit der Methode der „Nächsten Nachbarn“ eine mittlere Messunsicherheit von 2,6 %, welche eindeutig nachvollziehbar ist und keine Annahme zur Berechnung wie in der Gleichung (1.5) der DIN 12599 benötigt. Die Methode erlaubt eine klare und begründbare Aussage über die Messunsicherheit eines jeden einzelnen Messwertes. Darüber hinaus besitzen wir mit dem Verfahren eine klare und nachvollziehbare Ableitung der Messunsicherheit des Gesamtvolumenstroms. Die Stärke der Methode wird deutlicher, wenn man die Anzahl der Messungen verringert. Dies ist bei einer Messstellenzahl von 24 und 12 der Fall.

Unsicherheiten der Geschwindigkeit bezogen auf den nächsten Nachbarn [%]

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 1,86 | 1,98 | 1,82 | 1,82 | 1,90 | 2,07 | 2,62 |
| 3,50 | 3,07 | 3,31 | 3,13 | 2,82 | 2,45 | 2,26 |
| 3,27 | 3,79 | 3,63 | 3,29 | 2,99 | 2,18 | 2,11 |

Tabelle 2: Messunsicherheit nach dem Konzept der nächsten Nachbarn

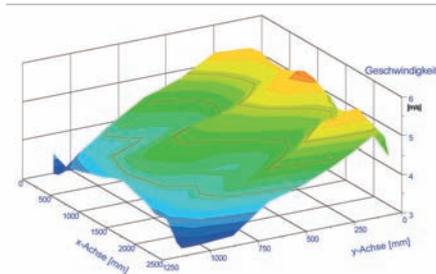


Abb. 6: Strömungsprofil 1 eines Zuluftkanals für 50.000 m³/h und einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 4,6 m/s

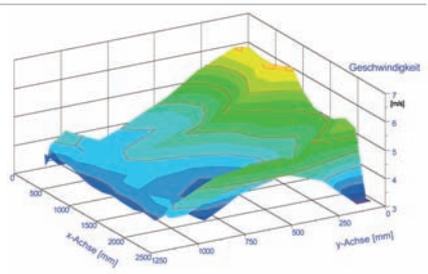


Abb. 7: Strömungsprofil 2 bei einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 4,5 m/s

Strömungsprofil 2

Betrachten wir im Gegensatz zum Strömungsprofil ein stärker gestörtes Geschwindigkeitsprofil, wie es in Abb. 7 zu sehen ist. Im ersten Quadranten treten Strömungsgeschwindigkeiten bis 6 m/s auf, während im vierten Quadranten kleinste Strömungsgeschwindigkeiten von 3 m/s auftreten. Hierbei beträgt die Ortsunsicherheit $U = 21,6 \%$ nach Gleichung (1.5) und die Messunsicherheit der Geschwindigkeit beträgt gemäß Tabelle G7 DIN 12599 nach Interpolation 4,5 %. Die starke Asymmetrie innerhalb der Strömung führt erwartungsgemäß zu größerer Unsicherheit des Profils und im Besonderen zu größeren Messunsicherheiten bei der Anwendung der DIN 12599.

Abhängigkeit der Messunsicherheit von der Zahl der Messstellen.

Betrachten wir die neue Methode der „Nächsten Nachbarn“ bei unterschiedlicher Messstellenzahl und vergleichen wir das Ergebnis mit den Resultaten der DIN 12599. Grundsätzlich erwarten wir einen Anstieg der Messunsicherheit hin zu kleinere Messstellenzahl. In Tabelle 3 sind die Daten im Einzelnen aufgetragen. Neben der Messunsicherheit ist die mittlere Geschwindigkeit aufgetragen, die sich nur unwesentlich ändert. In Abb. 8 sehen wir den Verlauf der Messunsicherheit bezogen auf die neue Methode (blau) und auf die Methode der DIN 12599 (orange). Die Übereinstimmung der Messunsicherheit beider Methoden bei 72 und 48 Messstellen

ist gut zu erkennen. Die Abweichung zwischen den beiden Verfahren wird bei 24 und 12 Messstellen sichtbar, ist allerdings nicht besonders gravierend. Der Anstieg der Messunsicherheit nach DIN 12599 fällt aufgrund der kleineren Messstellenzahl stärker aus. Tabelle 4 zeigt die Messunsicherheiten des zweiten stärker gestörten Strömungsprofils zusammen mit den mittleren Geschwindigkeiten. In Abb. 9 sind die Messunsicherheiten aus Tabelle 4 aufgetragen. Hier erkennt man deutlich wie die Messunsicherheit nach DIN 12599 sehr viel stärker ansteigt. Die Störung des Strömungsprofils nach DIN 12599 beträgt für dieses Beispiel bei 72 Messstellen 21,6%. In Abb. 9 sind die Messunsicherheiten für unterschiedliche Anzahl von Messstellen für beide

Methoden aufgetragen. Erstaunlich ist, dass die mittlere Geschwindigkeit bis auf eine Abweichung von 2% nahezu konstant bleibt und eine korrekte Aussage auch bei 12 Messstellen möglich ist. Gemäß DIN 12599 steigt die Messunsicherheit dann stark an. Berechnet man die Messunsicherheit nach dem Konzept der „Nächsten Nachbarn“, so steigt die Messunsicherheit weniger stark an. Dies liegt daran, dass nicht mehr der Geschwindigkeitsmittelwert des gesamten Quadranten zur Bestimmung der Messunsicherheit herangezogen wird. Die Methode wird ebenfalls durch die Konstanz der mittleren Geschwindigkeit gerechtfertigt.

Zusammenfassung

Durch Vergleich der Messunsicherheiten bei unterschiedlichen Strömungsprofilen gemäß DIN 12599 und nach dem neuen Konzept der „Nächsten Nachbarn“ konnten die Vorteile der neuen Methode herausgearbeitet werden. Es ist damit möglich, auch bei kleiner Messstellenzahl noch akzeptable Messunsicherheiten ohne Vertrauensverlust zu erreichen, wo die Methode der DIN 12599 bereits hohe Unsicherheiten aufweist. Eine größere Vertrauensbasis wiederum ist wichtig, wenn es in Zukunft darum geht, die Massenströme innerhalb von RLT-Anlagen so gut zu verifizieren, dass vernünftige und belastbare Aussagen über den Wirkungsgrad und die Rückwärmezahl von Wärmerückgewinnungsanlagen gemacht werden können.

Johannes Goeke

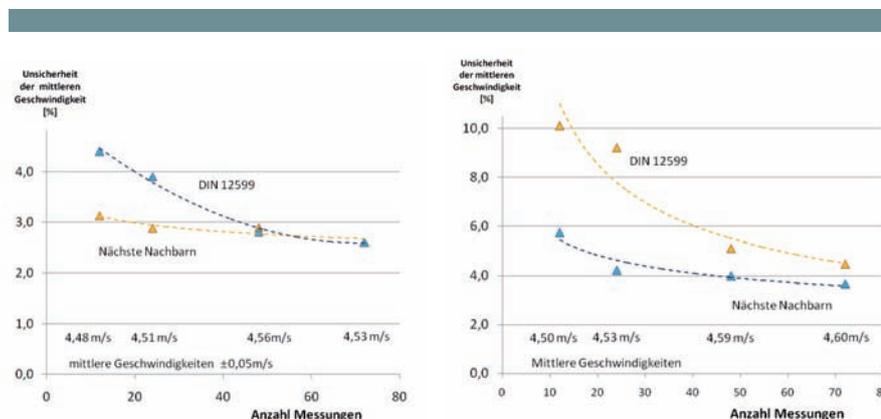


Abb. 8: Messunsicherheit der mittleren Strömungsgeschwindigkeit

Abb. 9: Messunsicherheit der mittleren Strömungsgeschwindigkeit im Vergleich der beiden Methoden nach DIN 12599 und Konzept der „Nächsten Nachbarn“

| Messstellenzahl | Mittlere Geschwind. | Messunsicherheit Nächste Nachbarn | Messunsicherheit DIN12599 [%] |
|-----------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 72 | 4,53 | 2,60 | 2,60 |
| 48 | 4,56 | 2,89 | 2,80 |
| 24 | 4,51 | 2,88 | 3,90 |
| 12 | 4,48 | 3,13 | 4,40 |

Tabelle 3: Messunsicherheiten der mittleren Geschwindigkeit des Strömungsprofils 1

| Messstellenzahl | Mittlere Geschwind. | Messunsicherheit Nächste Nachbarn [%] | Messunsicherheit DIN12599 [%] |
|-----------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 72 | 4,60 | 3,65 | 4,46 |
| 48 | 4,59 | 3,98 | 5,10 |
| 24 | 4,53 | 4,21 | 9,20 |
| 12 | 4,50 | 5,73 | 10,10 |

Tabelle 4: Messunsicherheiten der mittleren Geschwindigkeit Strömungsprofil 2

Dank

Ich danke der Bayer AG und dort besonders Herrn Roth, Herrn Hellweg bei der Bayer Technology Services und im Forschungszentrum Wuppertal Herrn Uferman für die stete Unterstützung der Messungen und ihr Interesse am Fortgang der Arbeit.

LITERATUR

- [1] Carolus, Th.; Felsch, K.-O. (1987): Instationäre Strömungsprobleme in Lufttechnischen Anlagen, HLH Bd 38, Nr.3, Seite 129
- [2] Richter, W. (1970): Volumenstrommessung in Leitungen mit Rechteckquerschnitt, HLH Bd. 38, Nr.4, S. 119
- [3] Krüger, W. (1972): Theorie der Volumenstrommessung in Rohren mit Rechteckquerschnitt, HLH Bd. 23, Nr. 4, S. 121
- [4] Renner, K. (1976): Zur Netzmessung in Rechteckquerschnitten, VDI-Berichte 254, S. 49–56
- [5] Renner, K. (1976): Berücksichtigung der Randzone bei der Durchführung von Netzmessungen, VDI-Berichte 254, S. 57–65
- [6] Renner, K.; Graumann, Kl.; Keilhofer, J. (1986): Netzmessung in Strömungsquerschnitten, BWK 38, S. 26–30

Messung von Phasenfrontgeschwindigkeit und Energiespeicherung von PCM-Compoundmaterialien

ABSTRACT

Der Einsatz von PCM-Materialien (Phase Change Material) ist vielfach erprobt. Allerdings begann man erst in den letzten Jahren, solche Materialien für die Klimatisierung von Gebäuden zu nutzen. Somit besteht für die spezielle Anwendung dieser Form von Energiespeichern noch ein Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der einen optimierten Einsatz nicht nur des PCM-Materials, sondern auch die Untersuchung des Zusammenwirkens von Wärmeaustauscher und PCM-Material notwendig erscheinen lässt. Wir wollen mit dieser Arbeit die Ergebnisse von Messungen zur Phasenfrontgeschwindigkeit vorstellen und insbesondere das Erstarrungsverhalten von Mischungen des PCM-Materials RT20 und metallischen Fäden diskutieren.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Johannes Goeke
Fakultät für Anlagen, Energie- und Maschinensysteme
Institut für Technische Gebäudeausrüstung
johannes.goeke@fh-koeln.de

PROJEKTPARTNER

Firma Dörken, Herdecke

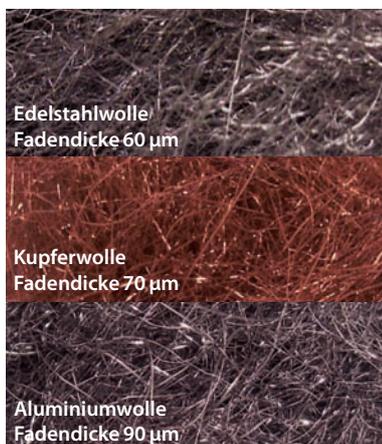


Abb. 1: Selbsttragende Matrix von Metallfäden Edelstahl, Kupfer, Aluminium

Der Einsatz von PCM-Materialien (Phase Change Material) ist bereits seit Jahren bekannt und vielfach erprobt [1, 2, 3, 4]. Allerdings begann man erst in den letzten Jahren solche Materialien für die Klimatisierung von Gebäuden zu nutzen [5]. Diese Tatsache ist bedingt durch zwei wesentliche Randbedingungen. Zur Energieentladung steht nur eine begrenzte Zeit kalte Nachtluft zur Verfügung. Weiterhin begrenzen die Tages- und Nachttemperaturen die verfügbare Temperaturdifferenz ΔT und damit den Wärmeübertrag. Somit besteht für die spezielle Anwendung dieser Form von Energiespeichern noch ein Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der einen optimierten Einsatz nicht nur des PCM-Materials, sondern auch die Untersuchung des Zusammenwirkens von Wärmeaustauscher und PCM-Material notwendig erscheinen lässt. Wir wollen mit dieser Arbeit die Ergebnisse von Messungen zur Phasenfrontgeschwindigkeit vorstellen und insbesondere das Erstarrungsverhalten von Mischungen des PCM-Materials RT20 und metallischen Fäden diskutieren.

PCM-Material

Bei der Anwendung von Speichertechniken zur Verwendung kalter Nachtluft zur Klimatisierung oder Kühlung von Gebäuden ist es notwendig, die Wärme aus den eingesetzten Speichern in wenigen Stunden vollständig zu entfernen. Diesen Vorgang der Energieentladung bezeichnen wir als Kältespeicherung. Da bei unseren Untersuchungen die Anwendbarkeit des Gesamtsystems im Vordergrund steht, wurde von Beginn an darauf Wert gelegt, dass nicht nur das Verhalten des PCM-Materials die Anwendbarkeit bestimmt, sondern vielmehr das Gesamtsystem von Material und Wärmeaustauscher. Es musste daher die Frage beantwortet werden, in welcher Zeit kann eine bestimmte Menge an Energie zu- oder abgeführt werden. Aus diesem Grund wurde versucht, den Wärmefluss innerhalb des PCM-Materials durch Zugabe von metallischen Fäden oder expandiertem Graphit zu erhöhen. Zur gebäudetechnischen Anwendung muss der Abstand zwischen den Tauscherrohren

und des am weitesten entfernten PCM-Segments so beschaffen sein, dass in einer vorgegebenen Zeit von rund sechs Stunden und einem verfügbaren ΔT von 10° Celsius der Speicher vollständig be- oder entladen werden kann. Diese Randbedingungen sind für den Einsatz in Raumlufttechnischen Anlagen unbedingte Voraussetzung. Dabei ist die Zugabe von expandiertem Graphit mittlerweile etabliert. Darüber hinaus wollten wir jedoch das Verhalten weiterer Compoundmaterialien prüfen.

Wärmeleitfähigkeiten der Compoundmaterialien

Da die Wärmeleitfähigkeit der hier benutzten Paraffinmischung RT20 durch Zugabe von Metallfäden verändert wird, versuchen wir eine Aussage über die Wärmeleitfähigkeit des Compounds zu machen. Dazu treffen wir die Annahme, dass in guter Näherung eine gleiche Verteilung der Stoffe untereinander gewährleistet ist. Demnach liegt hier eine homogene Mischung vor. Unter dieser Voraussetzung lassen sich in guter Näherung die beiden Wärmeleitfähigkeiten addieren, wenn sie vorher auf die beteiligten Volumenprozent normiert wurden. Die folgende Gleichung gibt diese Vorgehensweise wieder.

$$(1) \quad \lambda_{\text{com}} = \left[\lambda_{\text{RT20}} \frac{V_{\text{RT20}}}{V_{\text{ges}}} \right] + \left[\lambda_{\text{Zusatz}} \frac{V_{\text{Zusatz}}}{V_{\text{ges}}} \right]$$

In Abb. 1 sehen wir die verwendeten Metallfäden. Sie bilden in dem hier untersuchten Bereich und darüber hinaus bis zu 100 Litern eine selbsttragende chaotische Matrix. Untersuchungen an größeren Einheiten wurden nicht durchgeführt. Wir erkennen die langfädige Struktur des Materials, die einzelnen Fäden sind ineinander verstrickt, so dass eine selbsttragende Struktur entsteht. Das Material lässt sich bis zu 0,3% und kleiner des ausgefüllten Raumes verringern, ohne den Aufbau der Struktur zu beeinträchtigen. In Abb. 2 sehen wir die Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Compoundmaterialien bezogen auf den Volumenanteil im RT20 berechnet nach der Gleichung (1). Wir gehen bei unseren theoretischen Betrachtungen in erster Näherung von einer Gleichverteilung

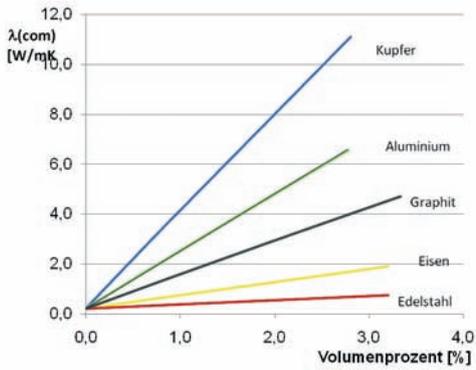


Abb. 2: Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit (Theorie) der Compoundmaterialien bezogen auf den Volumenanteil im RT20.

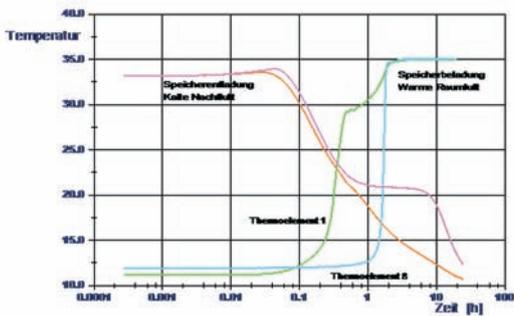


Abb. 3: Temperaturverlauf bei der Entladung – Abkühlung mit kalter Nachtluft und Beladung des Speichers mit warmer Raumluft

lung der Metallfäden im untersuchten Volumen aus. Dies ist durch die selbsttragende Struktur der Metallfäden auch hinreichend gegeben. Wir erkennen, dass aufgrund der geringen Wärmeleitfähigkeit von Eisen und Edelstahl dort nur eine mäßige Wirkung bei Compoundmaterialien zu erzielen ist. Während Kupfer und Aluminium eine starke Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit bewirken. Die Kurven verhalten sich nur zu Beginn annähernd linear, weil für ein feststehendes Volumen die beiden Materialien sich gegenseitig verdrängen. Bei höheren Metallanteilen laufen Sie gegen den Grenzwert der Wärmeleitfähigkeit der eingesetzten Metalle.

Phasenfrontgeschwindigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit ist allerdings nur ein mittelbares Kriterium für die Einsetzbarkeit des verwendeten Materials, denn das Speichermedium und die Konstruktion des Wärmeaustauschers sind entscheidend für den späteren Einsatz bei der Gebäudekühlung. Aus diesem Grund haben wir als Kriterium die Zeiten für die Beladung und Entladung des Speichers unter den beschriebenen Randbedingungen herangezogen. Denn die kalten Nachtstunden bleiben ein entscheidender Faktor beim Einsatz in der Gebäudetechnik. Aus den Zeiten für Be- und Entladung lassen sich für unseren Vergleich der einzelnen Materialien die Phasenfrontgeschwindigkeit ermitteln. Das bedeutet

mit welcher Geschwindigkeit pflanzt sich die Erstarrung oder die Verflüssigung im Material fort. Zum experimentellen Aufbau siehe Abb. 4. Der senkrecht zu den Thermoelementen verlaufende Wärmestrom trifft zuerst Thermoelement 1 und nach 70 mm Thermoelement 8. In Abb. 3 sehen wir ein typisches Verhalten einer Beladung und Entladung eines Speichers. Wir erkennen deutlich den großen Unterschied zwischen Beladung und Entladung. Die Beladung des Speichers vollzieht sich wesentlich schneller aufgrund der Wärmekonvektion der flüssigen Phase. Hier wird ständig Wärme vom Tauscherrohr zur festen Phase transportiert. Im Falle der Entladung findet dieser Vorgang nicht statt, das zeigt die lange Abkühlzeit deutlich. Damit erweist sich der Erstarrungsvorgang und dessen Gesamtzeit als das entscheidende

Kriterium. Um die Erstarrungsgeschwindigkeit zu bestimmen, benötigt man die Zeit Δt , bei der eine bestimmte Temperatur T erreicht wurde. Ist ebenso der Abstand Δx zwischen den Temperaturmessstellen bekannt, so lässt sich die Phasenfrontgeschwindigkeit entlang des Energiestroms berechnen.

$$(2) \quad v_{SF} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big|_{I = \text{konstant}}$$

**Versuchsdurchführung
Experimenteller Aufbau**

Da uns hier der zusätzliche Wärmeaustausch interessiert, haben wir zur Untersuchung keinen anlagentypischen Energiespeicher herangezogen, sondern ein kleineres Probengefäß. Ein vier Liter Edelstahlbehälter wird in ein Wärme- beziehungsweise Kältebad getaucht, um einen gleichmäßigen Wärmestrom von Außen nach Innen zu gewährleisten. In dieses zylindrische Gefäß ragten acht Thermoelemente (Typ J), um die Temperaturen aufzuzeichnen. Damit erhält man eine Kontrolle über den Verlauf einer Schmelzfront wie auch einer Erstarrungsfront. Die Kontrolle des äußeren Wärme-/Kältebades wurde mit einem PT100 durchgeführt. Bei der Platzierung und der Installation der Thermoelemente wurde sorgfältig auf die Vermeidung thermodynamischer Kurzschlüsse geachtet. Die Thermoelemente selbst waren kalibriert und besaßen eine Unsicherheit von $\pm 0,1$ K. Ihr Abstand im Medium betrug jeweils 10 mm. Siehe die Zeichnung in Bild 4. Damit ein von Außen nach Innen senkrecht zur Zylinderachse gerichteter Wärmestrom auftritt, wurde die Unterseite des Probenbehälters isoliert. Zur Aufzeichnung des Speicherverhaltens, wurde die Probenmischung aus RT20 und Metallfäden in einem separaten Wärmeschrank auf eine Ausgangstemperatur von ca. 35 °C aufgeheizt. Nach Erreichen des Gleichgewichtszustands wurde das Probengefäß in das auf 10 °C gekühlte Wasserbad

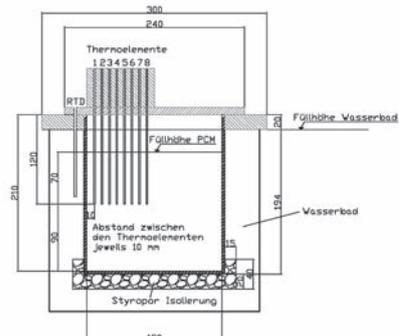


Abb. 4: Edelstahlbehälter mit Prüfmedium und bestückt mit 8 Thermoelementen

eines Kryostaten gesetzt. Die Kryostatenkapazität war so ausgelegt, dass keine merkliche Temperaturänderung des Wasserbades auftrat. Die Temperatur wurden mit Soft- und Hardware (CompactDAQ) der Firma National Instruments 24 h oder auch 48 h aufgezeichnet.

Messergebnisse: Temperaturverlauf und Wärmetransport

Die praktische Einsetzbarkeit eines Energiespeichers mit PCM-Material hängt wesentlich von der Schnelligkeit der Phasenumwandlung und damit von der Höhe des Wärmefflusses ab. Ein wichtiges Maß oder Kriterium lässt sich, wie bereits geschildert, aus der Geschwindigkeit der Phasenfront ableiten. Hier besitzen wir das entscheidende Kriterium, wann die Phasenumwandlung nach hohen oder tiefen Temperaturen hin abgeschlossen ist. Wir sehen in Abb. 5 den Temperaturverlauf einer Speicherabkühlung (Erstarrung) aller acht Thermoelemente mit einem Abstand von 10 mm für reines RT20. Wir sehen deutlich den Wärmestrom als Ausdruck der zeitlich gestaffelten Kurvenschar. Die logarithmische Darstellung arbeitet sehr anschaulich den raschen Temperaturabfall zu Beginn, die latente Phase und den anschließenden sensiblen Bereich heraus. Während das Material direkt am kalten Medium unmittelbar erstarrt und weiter abkühlt, wird das RT20 in 80 mm Abstand vom kalten Medium erst nach 8,5 Stunden fest. Die Badtemperatur bleibt dabei praktisch unverändert bei 10 °C. Es lässt sich mit Hilfe der Temperaturverläufe ausgehend von 35 °C sehr gut erkennen, wie die Wärme in das PCM-Material eindringt und wann der latente Bereich bei 21,2 °C wieder verlassen wird. Während bei der Messung der Erstarrungsfrontgeschwindigkeit von RT20 und Graphit nur ein Mischungsverhältnis aufgrund der Materialbeschaffenheit von expandiertem Graphit (GFC1200) gemessen werden konnte, haben wir für die Compounds RT20 mit Metallfäden auf 3 kg (4 l) RT20 jeweils 50 g, 100 g, 200 g und 300 g Metallfäden zugesetzt. Dies führte dann aufgrund der unterschiedlichen Dichte zu unterschiedlichen Volumenanteilen der jeweiligen Compounds. Bei expandiertem Graphit war nur eine komplette Füllung des Behälters mit Graphit und RT20 möglich. Das entsprach einem Volumenanteil von ca. 20 %. Als Vergleich sehen wir in Abb. 6 die Ergebnisse für den Temperaturverlauf an Thermoelement 8 aufgetragen 10 mm vom Probenzylinderzentrum entfernt. Es wurden jeweils die Mischungen mit 300 g Metallfäden und der Graphitfüllung zum Vergleich neben-

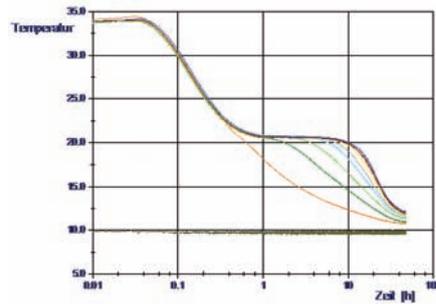


Abb. 5: Temperaturverlauf von acht Thermoelementen einer Abkühlphase in dem PCM-Material RT20

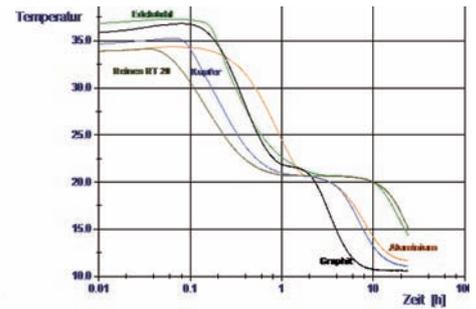


Abb. 6: Temperaturverlauf am Thermoelement 8 (80 mm) im Topfinnen für reines RT20 und Compounds mit 300 g Metall und Graphitfüllung

einander gestellt. Wir sehen aufgrund der gleichmäßigen homogenen Füllung des Behälters mit RT20 und Graphit erhalten wir hier den schnellsten Wärmetransport. Aluminium und Kupfer folgen in rund zwei Stunden, während sich der Verlauf von Edelstahl und RT20 kaum unterscheiden und eine Verzögerung von sechs Stunden gegenüber der Mischung von Graphit/RT20 aufweisen. Im unteren Bild 7 sehen wir die Temperaturmessungen von RT20 mit Kupferfäden zur Geschwindigkeitsanalyse aufgetragen. Hier wurde das Erreichen der Temperatur von 18 °C als Grenze angesetzt und die zeitlichen Abstände auf der y-Achse aufgetragen. Die Steigung der Geraden dokumentiert die entsprechende Geschwindigkeit zwischen reinem RT20 und dem Compound mit Kupferfäden. Die Darstellung macht deutlich, dass durch Zugabe von Metallfäden eine Verkürzung der Entladungszeit möglich ist. Eine Steigerung der Phasenfrontgeschwindigkeit durch weitere Zugabe von Metallfäden ist möglich. Wie bereits erläutert, lässt sich aus dieser Kurvenschar für eine feste Temperatur zwischen 19 °C und 16 °C eine Geschwindigkeit nach Gleichung (2) ermitteln. Diese Art der Messung wurde sowohl für reines RT20 als auch für die Mischungen von RT20 mit Kupferfäden, Aluminiumfäden, Edelstahlfäden und expandiertem Graphit durchgeführt. Die Auswertung zeigt Abb. 8. Wir sehen dort für die Temperatur von 18,0 °C die Zeiten auf der y-Achse aufgetragen bezogen auf den jeweiligen Temperaturmessort ausgehend von der Probenzylinderwand. Der Wärmestrom dringt von der äußeren Wand in das Material ein und kühlt es von einer Temperatur von 35 °C ab. Bei Erreichen der Temperatur von 18,0 °C wird jeweils die Zeit ermittelt und aufgetragen. Damit lässt

sich eine Geschwindigkeit v_{ST} der Erstarrungsfront des Materials nach Gleichung (2) bestimmen. Somit haben wir für die Anwendung des Compoundmaterials eine wichtige Bestimmungsgröße herausgearbeitet. Einzelne Materialien lassen sich mit Hilfe dieses Kriteriums beurteilen und einordnen.

Diskussion der Messergebnisse

Da uns in der Hauptsache das Fortschreiten der Erstarrungsfront von RT20 vom Rohr mit Kühlmittel bis zum entferntesten Punkt im Wärmeaustauscher interessiert, haben wir die Daten auf dieses Verhalten ausgewertet und beschrieben. Wir sehen in Abb. 9 die Geschwindigkeit der Erstarrungsfront für die unterschiedlichen Volumenanteile der Mischung RT20 mit Kupferfäden. Die Daten beziehen sich auf die Temperaturen von 20 °C und 18 °C. Bei einer Temperatur von 20 °C beginnt der Erstarrungsprozess. Diese Temperatur wird sehr viel schneller mit einer Geschwindigkeit von 31 mm/h im Maximum erreicht. Bei 18 °C hingegen befindet sich RT20 im latenten Bereich und es ist bereits sehr viel Material erstarrt. Daher erhalten wir eine geringere Geschwindigkeit mit 18,1 mm/h. Man kann davon ausgehen, dass die latente Phase bei einer Temperatur von 18 °C weitestgehend abgeschlossen ist. Diese Geschwindigkeitsdarstellung variiert mit der Bezugstemperatur und liefert deswegen nur eine beschränkte Aussage über den Energieinhalt, welcher in einem bestimmten Zeitintervall in einem Speicher mit RT20-Compound gespeichert werden kann. Aus diesem Grund findet sich in Abb. 10 eine Darstellung über die gespeicherte Enthalpie (Energie) in Abhängigkeit der Entladungszeiten. Ausgehend von einer Temperatur von 22 °C wurden die

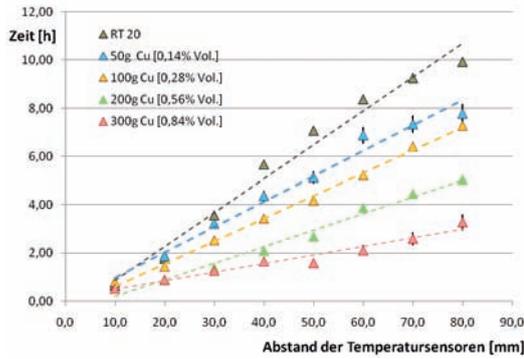


Abb. 7: Dauer bis zum Erreichen der Bezugstemperatur (18 °C) von RT20 mit Kupferfäden bezogen auf die Abstände der einzelnen Temperatursensoren

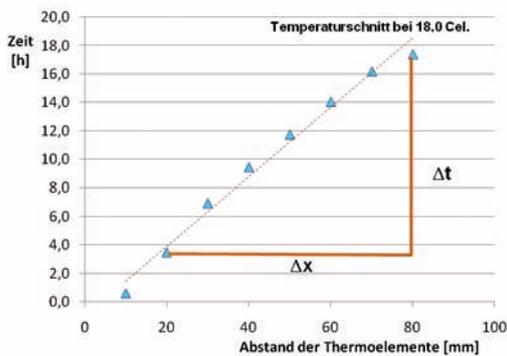


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf der Wärmewanderung durch die feste PCM Phase

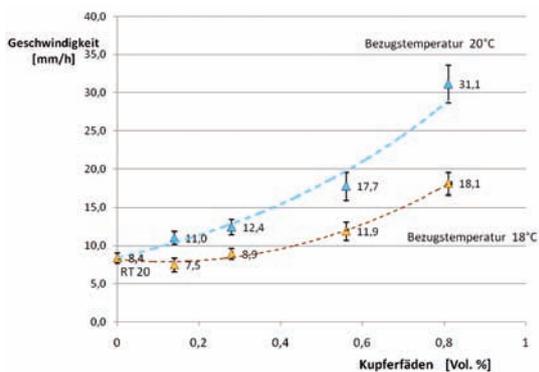


Abb. 9: Geschwindigkeit der Erstarrungsfront einzelner Compoundmaterialien bezogen auf den Volumenanteil im RT20

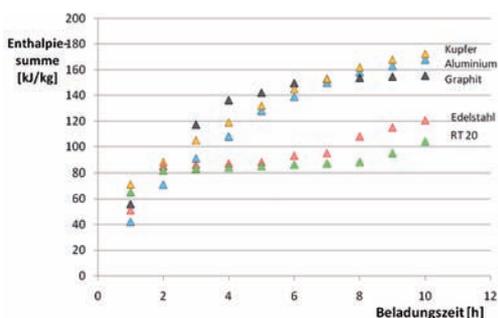


Abb. 10: Energieinhalt als Enthalpiesumme eines Speichers unterschiedlicher RT20-Compounds bezogen auf seine Beladungszeit

Enthalpierten aufgetragen und die entsprechende Zeit zugeordnet. Wir sehen, dass der mit Graphit gefüllte Speicher die schnellste Reaktionszeit aufweist, gefolgt von RT20 mit 0,84% Kupferanteil und kaum langsamerfolgt die Mischung mit Aluminiumfäden mit 2,8 % Volumenanteil. Nach sieben Stunden tritt ein Schnittpunkt der Kennlinien auf, weil durch 20 Vol. % Graphit die Gesamtenthalpie dieser Mischung 20 % geringer ausfällt. Weiterhin zeigt uns dieses Bild die Wirkung von Edelstahlfäden, die nur eine wenige bessere Speicherwirkung aufweisen wie das reine RT 20. Damit ist gezeigt, dass nur wirklich stark wärmeleitende Materialien zu einer akzeptablen Geschwindigkeitserhöhung führen und nicht jedes Material für den Einsatz bei Tag/Nachtwechseln in der Gebäudetechnik geeignet ist.

Zusammenfassung

Mit unseren Untersuchungen konnten wir zeigen, dass sich auch durch Zugabe von wenigen Volumenprozent Aluminiumfäden oder Kupferfäden in einer selbsttragenden Matrix die Entladungszeit eines mit RT20-Compound gefüllten Speichers erheblich steigern lässt. Damit wird diese Art der Materialien für den Einsatz in der Gebäudetechnik interessant, weil eine Speicherentladung mit kalter Nachtluft ohne weiteres in einem Zeitraum von rund fünf bis sechs Stunden möglich ist. Neben Graphit besitzen wir damit eine Alternative bei der konstruktiven Gestaltung von Latentwärmespeichern in der Gebäudetechnik. Eine Steigerung der Energieentladung lässt sich durch eine erhöhte Zugabe von Metallfäden noch weiter steigern. Dies hat großen Einfluss auf den Bau von Wärmeaustauscherkonstruktionen beim Einsatz von Latentwärmespeichern.

Johannes Goeke

LITERATUR

- [1] Hafner, S.; Schwarzer, K.: Improvement of Heat Transfer in Phase Change Material Storage, Solar Institut Jülich, Forschungsbericht-BMBF Nr. 1700297
- [2] Hiebler, S. (2007): Kalorimetrische Methoden zur Bestimmung der Enthalpie von Latentwärmespeichermaterialien während des Phasenübergangs, Dissertation TU München
- [3] Oettinger, O. (2004): PCM/Graphitverbundprodukte für Hochleistungswärmespeicher, ZAE-Symposium München
- [4] Mehling, H.; Cabeza, L.F. (2008): Heat and Cold Storage with PCM, Springer, Berlin
- [5] Detzer, R.; Boiting, B. (2004): PCM eröffnet neue Wege in der Raumlufttechnik, Luft- und Kältetechnik, Vol. 9, S. 350–352

Land Use and Climate Change Interactions in Central Vietnam

Vietnam is expected to belong to the most severely affected countries worldwide by climate change impacts and the awareness of the societal challenges which Climate Change may bring is high on agenda. Both the Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) and the Committee on Climate Change Mitigation and Adaptation (OCCA) of the Ministry of Agriculture and Development (MARD) – partners within this project – have the task to develop adequate strategies at national and regional level. Therefore there is an increased need for research providing a scientific base for future decision making especially related to the management of land and water resources. LUCCI catalyses interdisciplinary research of German and Vietnamese partners in close collaboration with the national institutions and the provincial and local stakeholders in order to improve the understanding of the interactions between natural resources, environmental services and climate in the context of land and water uses. The Vu Gia Thu Bon river basin (VGTB), located in the Southern Central Coast of Vietnam, will serve as case study and

will be investigated as a proxy for the whole Central Vietnamese region. The interdisciplinary research will apply both natural and social science approaches and focuses on analyzing the impacts of different land use systems and land cover on greenhouse gas (GHG) mitigation on the one hand and climate change impacts on existing land uses on the other. The research team includes the most renowned national and regional government and research institutions regarding CC and land management in Vietnam. Furthermore, relevant international institutions and NGOs like IRRI (CGIAR) and IUCN are forming part of the research team. The scientific basis for possible adaptation and mitigation options of Global Climate Change has been intensively reviewed in the recent past, for example in the 4th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In terms of region-specific climate change scenarios, however, only few cases have yet been investigated and the knowledge base on developing regions such as Central Vietnam are lacking any information on future climate. Existing evidence suggests that trends in both

ABSTRACT

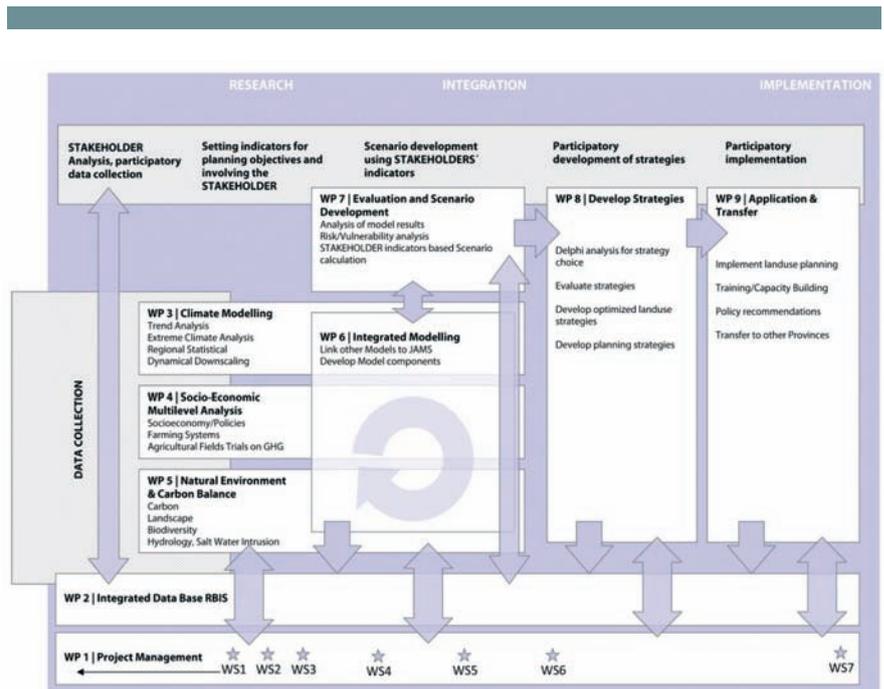
A major concern of future land use strategies is to balance the requirements of the local communities directly depending on natural resources with the demand of the international community to increase greenhouse gas (GHG) mitigation efforts. This is also the case in Central Vietnam, where land and water resources are being under pressure due to population growth, economic development and changing climatic conditions. The LUCCI project will develop strategies for sustainable Land and Water Management in Central Vietnam. Considering the regional socio-economic development, national planning elements, climate change predictions as well as potentials for mitigation and climate change adaptation.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Lars Ribbe
 Institut für Technologie und Ressourcen Management in den Tropen und Subtropen (ITT)
 lars.ribbe@fh-koeln.de

KOORDINATION

Alexandra Nauditt
 alexandra.nauditt@fh-koeln.de
 Dipl.-Volkswirt Rui Pedroso
 rui.pedroso@fh-koeln.de



climate and land use/cover change reinforce themselves in pushing ecosystems towards critical tipping points. However, most studies on climate-vegetation interactions ignore the determinants of land use decisions and the potential of secondary forest and agricultural landscapes in affecting climate-vegetation interactions. Moreover, few studies addressed the role of alternative composition of land use systems at landscape level impacting the hydrological processes that ultimately affect the resilience of ecosystems against external climate shocks, such as extreme rains and floods. LUCCL addresses these major knowledge gaps and goes beyond the business-as-usual research in the following aspects:

1. Integration of stakeholders in a multi-level approach for land use analysis and decision making
2. Newly developed regional climate change scenarios for the Vu Gia Thu Bon river basin by downscaling of regional climate patterns for providing climate information to relevant research partners and stakeholders

3. Integrated assessment and modeling of regional hydrological system response to global climate change and Land Use and Land Cover Change (LULCC)
4. Quantification of greenhouse gas (GHG) emissions from both, land use and land use change (LULUC)
5. Understanding the tradeoffs between agricultural growth and climate change mitigation in particular in the context of public private partnerships for implementing Reducing Emissions from Deforestation and Degradation (REDD) and the Clean Development Mechanisms (CDM)
6. Understanding relevant components of ecosystems to develop strategies for maintaining ecosystem services

Research concept

The three main phases of the project are showed in figure1 – research, integration and implementation – All the research phases are continuously accompanied by stakeholder involvement.

Lars Ribbe



Figure 1: Vu Gia Thu Bon estuary highly impacted by seawater intrusion (source: ITT)



Figure 2: Rice Landscapes (source: International Rice Research Institute, IRRI)



Figure 3: Rice fields and irrigation channel (source: International Rice Research Institute, IRRI)

GERMAN PARTNERS

Friedrich-Schiller-University of Jena
 Department of Geoinformatics,
 Hydrology and Modelling,
 Department of Geoinformatics,
 Earth Observation,
 Institute for Meteorology and
 Climate Research, Atmospheric
 Environmental Research, Karlsruhe
 Research Center (IMK) Institute of
 Environmental Engineering and
 Ecology, Faculty of Civil Engineering,
 Ruhr / University Bochum
 IHP/HWRP Secretariat, Federal
 Institute of Hydrology, Koblenz

VIETNAMESE MAIN PARTNERS

Vietnamese Academy of
 Water Resources (VAWR)
 HUE University of Agriculture
 and Forestry (HUAF)
 HUE College of Economics
 Ministry of Agriculture and
 Rural Development (MARD)
 Ministry of Natural Resources
 and Environment (MONRE)

INTERNATIONAL PARTNERS

International Rice Research
 Institute (IRRI)
 The International Union for
 Conservation of Nature (IUCN)

Klimawandel, Landnutzung und natürliche Ressourcen im Küstenregenwald von Rio de Janeiro

Das Projekt wurde von der Fachhochschule Köln in Zusammenarbeit mit der Universität Bonn, der Universität Leipzig und der Friedrich-Schiller-Universität Jena beantragt. Es wird in Zusammenarbeit mit zwei brasilianischen Institutionen, dem Nationalen Bodenforschungszentrum (EMBRAPA Solos) und dem Nationalen Forschungszentrum für Agrobiologie (EMBRAPA Agrobiologia) realisiert. Weiterhin besteht eine Kooperation mit verschiedenen externen Projektpartnern. Das Forschungsprojekt befasst sich mit der methodischen Verbesserung und der Anwendbarkeit der Ergebnisse als Entscheidungshilfe im Rahmen des Umweltmanagements und des wirtschaftlichen Fortschritts im brasilianischen Küstenregenwald. Als wesentlicher Impulsgeber für dieses Projekt diente die Evaluierung der aktuellen Ursachen und Prozesse des Landschaftswandels unter dem Einfluss des globalen Wandels, insbesondere zukünftige Klimaszenarien. Die Ergebnisse dieses Projekts werden sowohl für Brasilien als auch für Deutschland nützlich sein. Brasilianische Institutionen und Stakeholder werden Planungswerkzeuge und Entscheidungsunterstützungssysteme erhalten, welche auf innovativer und aktueller Forschung in den drei Aspekten der Nachhaltigkeit basieren, um Landschaftsplanung, landwirtschaftliche Produktionssysteme und Naturschutz zu optimieren. Die deutschen Antragsteller werden die Chance haben, grundlegende, angewandte und übertragbare Forschung im Bereich der Bewertung des Status und der Dynamik komplexer ökologischer Systeme, den Auswirkungen des Klimawandels auf natürliche

und landwirtschaftliche Systeme, der Analyse der Interaktion des Waldes und der landwirtschaftlichen Umgebung und der integrierten Modellierung auszubauen. Weiterhin ist die Verstärkung internationaler und fächerübergreifender Netzwerke in den jeweiligen Forschungsbereichen wesentlich, um das hohe wissenschaftliche Niveau der beteiligten Universitäten beizubehalten. Beide Länder werden auch von der Kapazitätenbildung der beteiligten Personen dieses wissenschaftlich anspruchsvollen internationalen Forschungsprogramms profitieren. In die Forschungsarbeiten des Projekts eingebunden sind bisher vier Postdoktoranden, acht Doktoranden sowie zwölf Masterstudenten. Die Arbeiten finden in Absprache und Zusammenarbeit mit den brasilianischen Institutionen und Stakeholdern statt und sind, neben dem Forschungsanspruch, ebenfalls auf den theoretischen sowie praktischen Nutzen für diese ausgerichtet. Erste wichtige Ergebnisse des Projekts sind die Charakterisierung der landwirtschaftlichen Systeme, die Installation von Geräten zur Messung meteorologischer (Klimastationen) und hydrologischer Daten (Wasserstandsmesser) sowie Abflussmessungen, Wasserprobenahmen und Analyse ausgewählter Wasserqualitätsparameter, Landnutzungsklassifikation mit Landnutzungswandel detektion, bodenkundliche und biologische Studien sowie Untersuchungen zur Biodiversität, die Implementierung einer Datenbank, welche ebenfalls für brasilianische Projektpartner zur Verfügung steht und sozioökonomische Studien.

Hartmut Gaese

ABSTRACT:

Das DINARIO-Projekt der Fachhochschule Köln wird von fünf deutschen und brasilianischen Forschungspartnern begleitet. Das Projekt befasst sich sowohl mit der methodischen Verbesserung des Umwelt- und Ressourcenmanagements in der Untersuchungsregion im Atlantischen Regenwald Brasiliens, als auch mit der Anwendbarkeit der Ergebnisse als Entscheidungshilfe für ansässige Regierungs- und Nichtregierungsorganisationen. Die Förderung des wirtschaftlichen Fortschritts dieser Region ist ebenfalls ein wichtiges Ziel des Projekts.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Hartmut Gaese
Institut für Technologie und Ressourcen Management in den Tropen und Subtropen (ITT)
hartmut.gaese@fh-koeln.de

PROJEKTKOORDINATION

Dr. Juan Carlos Torrico Albino
juan.torrico@fh-koeln.de

KOOPERATIONSPARTNER

Universität Leipzig
Universität Jena
University Bonn
Brazilian Enterprise of Agricultural Research (EMBRAPA)



Abb. 1: Kronenstrukturmessung



Abb. 2: Gesprengter Wollsack

Optimierung der Wassernutzung im ländlichen Raum Oberägyptens

Die Wüstenregion Oberägyptens ist ein menschenfeindliches Gebiet, in dem nur durch die Nutzung des Nilwassers eine Besiedlung möglich wird. Nach jahrtausendlanger Besiedlung der Ufer- und Deltaregion des Nils steht Ägypten heute angesichts eines nach wie vor starken Bevölkerungswachstums von 2,1 Prozent im Jahr vor dem Problem, mit dem zur Verfügung stehenden Nilwasser die Lebensgrundlage der Bevölkerung zu sichern. Im Großraum Kairo führt der Bevölkerungsdruck zu einer teils dramatischen Verschlechterung der Lebensbedingungen. Um diesem Druck entgegenzuwirken werden ländliche Gebiete für eine Besiedlung erschlossen; in Oberägypten sind dies neue Ansiedlungen in der Region Assuan und entlang des Nassersees. Bisherige Formen der Siedlung haben sich als ökologisch bedenklich oder für Siedler unattraktiv herausgestellt. Ökologisch besonders kritisch sind die permanenten (durch Fischerei) und saisonalen (durch den Anbau von Gemüse) Siedlungen im so genannten „Foreshore-Land“ – den in Abhängigkeit vom Wasserstand des Sees überschwemmten oder freiliegenden Flächen. Die Fischersiedlungen und die marktorientierte Gemüse- und Obstproduktion werden als Hauptverursacher für Stoffeinträge und eine dadurch bedingte Belastung des Nilwassers verantwortlich gemacht, so dass nach Vorgaben des Umweltministeriums

nur die Region jenseits der Hochwasserlinie besiedelt und landwirtschaftlich entwickelt werden darf. Erfahrungen mit bisherigen Besiedlungsaktivitäten, gefördert durch bauliche Maßnahmen des World Food-Programms (WFP), haben an verschiedenen Standorten unterschiedliche Schwächen aufgedeckt. Folglich sind für die weitere Ausdehnung der Besiedlung, ob gefördert oder ordnungspolitisch gesteuert, vielerlei Faktoren zu berücksichtigen, um akzeptable Lebensbedingungen für Siedler zu schaffen und Land- sowie Wasserressourcen nicht zu gefährden. Ländliche Siedlungen stellen auf der einen Seite ein enormes und unverzichtbares Potenzial für eine wirtschaftliche Regional- und Nationalentwicklung im stark landwirtschaftlich geprägten Ägypten dar, auf der anderen Seite zeigt sich ein kaum kontrollierbares, rasantes Siedlungswachstum, das sich unter anderem deutlich in den schlechten Wohn- und Arbeitsbedingungen und den ökologisch negativen Auswirkungen zeigt. Somit stellen sich folgende Fragen, aus denen sich die Forschungsziele dieses Projekts herleiten:

a) Wie kann unter den gegebenen ökologischen, sozioökonomischen und kulturellen Bedingungen eine adäquate, effiziente und kostengünstige Wasserver- und -entsorgung gewährleistet werden, so dass die Lebensbedingungen für die Siedler akzeptabel sind?

ABSTRACT

Das Forschungsprojekt OWARA will einen Beitrag zum nachhaltigen und optimalen Einsatz von Wasser in bäuerlichen Siedlungen in Oberägypten zu leisten. Wissenschaftler der Fachhochschule Köln beschäftigen sich sowohl mit Fragen der Wasser- und Energieeffizienz in der Bewässerung, als auch mit Fragen der Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung. Dabei werden standortspezifischer ökologische, kulturelle und soziale Faktoren berücksichtigt. Forschungsstandorte sind die Siedlungen Kalabsha und Garf Hussein in Oberägypten nahe dem Nasser-Staudamm.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Lars Ribbe
Institut für Technologie und Ressourcen Management in den Tropen und Subtropen (ITT)
lars.ribbe@fh-koeln.de

PROJEKTKOORDINATION

Dipl.-Volkswirt Rui Pedroso
rui.pedroso@fh-koeln.de

ÄGYPTISCHE PARTNER

Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR)
World Food Program (WFP)
Lake Nasser Development Authority (LNDA)
South Valley University (SVU)



Abb. 1: Bewässerungskanal in Garf Hussein



Abb. 2: Erste Anbaufelder in der Wüste



Abb. 3: Ziegeldächer von Garf Hussein

- b) Welche Kulturen, Anbaumethoden und Bewässerungstechnologien sind geeignet, bei beschränkten Ressourcen das Einkommen und eine angemessene Ernährung der Siedler langfristig zu sichern?
- c) Wie kann man die Umweltbelastungen aus Siedlung und Landwirtschaft minimieren, ohne die ökonomische Nutzung zu gefährden?
- d) Lässt sich die ökonomisch optimale Größe der bewässerten Fläche (Siedlung), unter Berücksichtigung der potentiellen Erträge, Bewässerungsinfrastruktur- und Bewässerungsbetriebskosten bestimmen?
- e) Wie können effiziente institutionelle Strukturen der Wassernutzung aufgebaut werden?

Die Projektziele basieren auf einer detaillierten Situationsanalyse der Projektregion, die im IWRM-Bericht „Integriertes Wasserressourcen-Management in der Nassersee Region, Oberägypten“ des Instituts für Tropentechnologie (ITT) zu finden ist (ITT 2005). Die Projektziele entsprechen darüber hinaus den strategischen Leitlinien des Assuan-Gorvenorate-Entwicklungsplans für die Nassersee-Region, (UNDP/MOP 2002). Aus den Erkenntnissen dieser Studien ergeben sich das Oberziel und die Arbeitsziele des Projekts für eine integrierte Forschung. Das Projekt ist in drei Arbeitsfelder mit folgenden spezifischen Zielen gegliedert:

Arbeitsfelder und spezifische Ziele

Arbeitsfeld 1: Ländliche Siedlung und Wasser

- 1. Konzept zur Wasserversorgung der dörflichen Siedlung in Oberägypten
- 2. Konzept zur Wasserentsorgung der dörflichen Siedlung in Oberägypten

Arbeitsfeld 2: Wasser und Landwirtschaft

- 3. Lösungen für eine gesteigerte landwirtschaftliche Produktivität und für gesteigertes Einkommen der Siedler unter minimalen Umweltbelastungen
- 4. Lösungen für eine gesteigerte Bewässerungseffizienz unter verbesserten Bewässerungstechnologien (Wasser- und Energieeffizienz)
- 5. Bestimmung der optimalen bewässerten Siedlungsfläche in Abhängigkeit von Ertragspotential, Wasserbedarf der Kulturen, Kapital und laufenden Kosten. Entwicklung eines Investitionsmodells (Kosten-Nutzen-Analyse)

Arbeitsfeld 3: Sozioökonomische, kulturelle und institutionelle Faktoren

- 6. Bestimmung von Entscheidungsparametern in Betrieb und Haushalt, die Einfluss auf die Annahme von Technologien/Ausprägung des Betriebssystems haben
- 7. Institutionelle Lösungen in der Bewässerungslandwirtschaft als Beitrag zur Optimierung von Bewässerungsmanagement.

Lars Ribbe

LITERATUR

Institute for Technology in the Tropics (ITT) (2005): Integrated Water Resource Management in the Lake Nasser Region, Upper Egypt. Cologne University of Applied Sciences

UNDP/MOP (2002): United Nations Development Program/Egyptian Ministry of Planning. Comprehensive Development Plan for Aswan and Lake Nasser. Final Report of the Lake Nasser Development Project with the Economic and Social Planning for Spatial Development. UNDP and MOP, Egypt



Abb. 4: Versuchsstation in der Wüste. Solarbetriebenes Niederdruckbewässerungssystem, Solar-Module und Pumpe-Wasserspeicher

Nachhaltige Bewässerungstechnik zur Bewirtschaftung kleinbäuerlicher Betriebe

Das Projekt konzentriert seine Aktivitäten in Oberägypten, Assuan, wo zurzeit kleinbäuerliche Siedlungen mit Unterstützung des UNO WFP-Programms implementiert werden. Wasserknappheit in Ägypten hat mehrere Dimensionen. Schon jetzt liegt die Pro-Kopf-Wassererfügbarkeit bei ca. 725 m³/a, was deutlich unter der Definitionsschwelle für Wasserknappheit liegt (Integriertes Wasserressourcen-Management in der Nassersee-Region, Oberägypten – Schlussbericht, ITT 2007). Trotz dieser physischen Wasserknappheit hat Ägypten in den letzten Jahren den Anbau der sehr wasserintensiven Kulturen Reis und Zuckerrohr gefördert, die nicht nur für den nationalen Konsum bedeutend sind, sondern Ägypten sogar zu wichtigen Exporteuren für diese Güter gemacht hat (GAP Sep/Oct 2009). Bisher spüren Landwirte in Ägypten noch nicht die prekäre Situation in der Wasserversorgung, und so dominieren nach wie vor hochgradig ineffiziente Methoden der Oberflächenbewässerung mit einer geschätzten Bewässerungseffizienz von 50 Prozent. Nach aktuellen Schätzungen wird der Wasserverbrauch die Wasserverfügbarkeit im Jahr 2017 übersteigen (GAP Sep/Oct 2009, Arabisch-Deutsche IHK). Die wichtigste Wasserquelle Ägyptens ist das Nilwasser, von dem Ägypten laut Vertrag mit dem Sudan aus den 50er Jahren 55,5 km³ zur Verfügung stehen. Weitere wichtige Wasserquellen sind Grundwasser mit 4,8 km³ und Entwässerungswasser sowie Versickerungswasser des Nils mit nochmals zusammen 4,7 km³ (http://icid.org/cp_egypt.html). Bedroht ist die bisherige Wasserverfügbarkeit durch internationalen politischen Druck. Anrainerländer des Nils, die im bisherigen Wasservertrag nicht berücksichtigt sind, melden ihren Wasseranspruch an. Angesichts eines drohenden Konflikts hat der neue Minister für Wasserressourcen und Bewässerung Mohamed Nasreddin Allam bekundet, die ägyptische Wasserpolitik anzupassen. Das Landwirtschaftsministerium stellt in Aussicht, 25 Prozent der Kosten für modifizierte Bewässerungstechnologie zu Wasser einsparung zu tragen, wenn Landwirte effizientere Bewässerungsmethoden einführen (Deutsch-Arabische IHK, GAT Sep/Oct. 2009). Auch internationale Projekte, unter anderem

Aktivitäten der GTZ und der USAID im West-delta des Nils, unterstützen die Umsetzung dieser Strategien, insbesondere die Schaffung administrativer Strukturen für die Dezentralisierung des Wassermanagements und die Etablierung von Wassernutzerorganisationen, die in anstehenden Zeiten der Wasserknappheit enorm wichtig sein werden.

1. Wie sieht eine technisch-wissenschaftliche Lösung für ein innovatives Tropfbewässerungssystem aus, das kleinbäuerlichen Betrieben in ariden Gebieten die Möglichkeit bietet, es ökologisch und ökonomisch nachhaltig anzuwenden?
2. Welche neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse können mit innovativen optischen Verfahren zur Erfassung der Wasserversorgung und Bioaktivität gewonnen werden? Sind diese ausreichend, um eine technisch-wissenschaftliche übertragbare Lösung für ein innovatives rentables Tropfbewässerungssystem für kleinbäuerliche Betriebe in ariden Gebieten zu entwickeln?
3. Wie sieht eine energieeffiziente kostengünstige und autarke Lösung zur Sicherstellung der Wasserversorgung unter Nutzung der Solarenergie für kleinbäuerliche Betriebe in ariden Gebieten aus?
4. Welche technologischen, wirtschaftlichen oder kulturellen Schwierigkeiten treten bei der Annahme der neuen Bewässerungstechnologie auf und welche Strategien können entwickelt werden, um etwa die wirtschaftlichen Grundlagen für den rentablen Einsatz alternativer Bewässerungssysteme zu schaffen?

Entwicklung innovativer Tropfbewässerungssysteme

Ziele:

1. Dimensionierung der abzugrenzenden Mikroareale.
2. Bestimmung des Optimums für den Einsatz von Steuerungstropfern/-ventilen: Wie viele ungesteuerte Tropfstellen können von einem Steuerungsventil in sinnvoller Weise bedient werden, wenn man die Streuungsunterschiede berücksichtigt?
3. Gewinnung der Kenntnisgrundlagen für die Herstellung der von Bodenfeuchte-Sensorik für Mikroarealsteuerung.

ABSTRACT

Die urbane und industrielle Entwicklung vieler Entwicklungsländer verstärkt die Konkurrenz um den Faktor „Wasser“ und stellt die Landwirtschaft vor große Probleme, insbesondere dort, wo Wasserknappheit bereits der Hauptgrund für stagnierendes Wirtschaftswachstum ist. Dem kann durch eine effiziente und nachhaltige Wassernutzung in der Landwirtschaft entgegengewirkt werden. Hauptforschungsschwerpunkt des Projekts ist die Erprobung von Niederdruckbewässerungssysteme als Alternative zu Druckanlagen, die oftmals Wasserverteilungsprobleme mit sich bringen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Sabine Schlüter
Institut für Technologie und Ressourcen Management in den Tropen und Subtropen (ITT)
sabine.schlueter@fh-koeln.de

PROJEKTKOORDINATION

Dipl.-Ing. Marc John angeben
marc.john@fh-koeln.de

ÄGYPTISCHE PARTNER

Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR)
World Food Program (WFP)
Ain Shams University (ASU)
South Valley University (SVU)



Abb. 1: Kameraplattform (teleskopisch) für die Erfassung der Wasserversorgung und Bioaktivität



Abb. 2: Solarbetriebenes Niederdruckbewässerungssystem mit Wassertanks für die Energiespeicherung

Optische Verfahren zur Erfassung der Wasserversorgung und Bioaktivität

Ziele:

1. Schaffung der technischen Grundlagen für die optische Erfassung von Bilddaten in Multispektralqualität der Versuchsfläche in Ägypten über den Versuchszeitraum durch eine möglichst vibrationsfreie Kameraplattform auf einem Y-Pylon.
2. Sicherung von kontinuierlicher Aufnahme durch Live-Streaming und/oder Datenarchivierung des Bildmaterials.
3. Zusammenstellung von aussagekräftigem Bild- und Zeitraffermaterial mit Hilfe von Bildauswertungssoftware.
4. Nachweis der Korrelation zwischen Bildmaterial und Bioaktivität, Blatttemperatur und Wasserversorgung sowie anderer Messdaten.

Messdaten für Klima-, Wasserverbrauch- und Bodeneigenschaften

Ziel:

1. Erprobung unter den lokalen klimatischen Bedingungen und Erkenntnisgewinnung über die Performance von innovativen Systemelementen, wie etwa die Verwendung einer Wasserpumpe mit integriertem MPP-Regler im selben Gehäuse. Es wird erwartet, dass durch das umgebende Wasser eine optimale Kühlung auch unter Wüstenbedingungen zu erreichen ist.
2. Erkenntnisgewinnung über die Performance von amorphen und polykristallinen Solarmodulen des gleichen Herstellers im direkten Vergleich. Dazu muss die Pumpe täglich wechselnd mit den entsprechenden Modulen verschaltet werden. Der Einsatz von amorphen Solarmodulen verspricht eine um bis zu 15 Prozent bessere elektrische Leistung der Pumpe, da die Solarmodule auch bei sehr hoher Umgebungstemperatur in der Leistung nicht nachlassen. Das Ergebnis des Vergleichs kann täglich am Wassermengenzähler direkt abgelesen werden.
3. Produktentwicklung, Koordination der Feldarbeiten und sozioökonomischen Analyse von innovativen Wasser- und energieeffizienten Bewässerungstechniken

Sabine Schlüter

Von der Theorie zur Praxis!

Zum 10. Mal Förderpreisverleihung des Aggerverbandes!



Zuverlässiger Partner der Fachhochschule Köln!

www.aggerverband.de

Umwandlung von Methan in Kohlendioxid mit Hilfe von Bakterien in Rein- und Mischkultur

Bei der Fermentation in Biogasanlagen entsteht Methan. Es ist in Blockheizkraftwerken (BHKW) gut verwendbar, um Wärme und Energie zu gewinnen. Der Methananteil im Biogas ist jedoch nicht immer auf einem konstanten Niveau. Das kann zu Problemen in den BHKW's führen, da bei einem Methananteil von unter 20 Prozent die Anlagen nicht mehr betrieben werden können. Bislang wurde das an Methan verarmte Biogas in die Atmosphäre abgegeben. Da dieses jedoch 23-mal klimaschädlicher ist als Kohlendioxid, soll mit den durchgeführten Untersuchungen auf biologischem Wege, mit methanotrophen Bakterien, das Methan in Kohlendioxid umgewandelt werden. Die Besonderheit des zu planenden Bioreaktors ist, dass es kein Festbettreaktor ist, sondern, dass die methanotrophen Bakterien in Lösung mit denitrifizierenden Bakterien sind.

Aufgabenstellungen und geplante Ergebnisse

Biologische Umwandlung methanhaltiger Abluft aus Fermentern

Methodik

- Kultivierung von *Methylocystis rosea* (MR)
- Kultivierung von denitrifizierenden Bakterien (Denis)
- Zusammenführung von MR und Denis zu einer funktionierenden Mischkultur
- Aufbau einer geeigneten Prozessanalytik
- Aufbau von Batch-Reaktoren zur Kultivierung der Bakterien
- Schaffung eines redundanten Systems zur Kulturerhaltung
- Betrieb eines Batch-Reaktors zur Durchführung von Experimenten mit der Reinkultur *Methylocystis rosea*
- Betrieb eines Batch-Reaktors zur Durchführung von Experimenten mit der stabilen Mischkultur aus denitrifizierenden Bakterien

Geplante Ergebnisse

- Nachweis des Abbaus von Methan in Rein- und Mischkultur
- Nachweis des Sauerstoffabbaus in

Rein- und Mischkultur

- Nachweis der Kohlendioxidbildung in Rein- und Mischkultur
- Nachweis des Abbaus von Nitrat in Rein- und Mischkultur
- Nachweis des Abbaus der C-Quelle mittels Summenparameterbestimmung
- Bestimmung der Abbaukinetiken

Theoretische Grundlagen

Im nun folgenden Abschnitt werden die eingesetzten Bakterien und Batch-Reaktoren vorgestellt.

Methylocystis rosea



Abb.1: *Methylocystis rosea* [1]
Durchmesser der Probe 200 µm

Methylocystis rosea (MR) ist ein Typ 2 Methanotroph, gram negativ, nicht sporenbildend, pink pigmentiert, polymorph und hat keine Fortbewegungsorganellen.

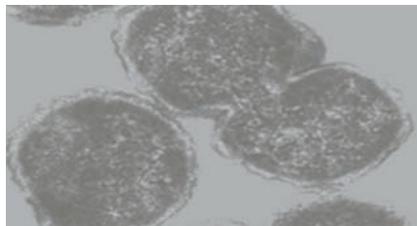


Abb. 2: *Paracoccus denitrificans*



Abb. 3: *Paracoccus denitrificans*

ABSTRACT

Die getesteten methanotrophen und denitrifizierenden Bakterien sind in Mischkultur lebensfähig und bei neu gefundenen Kulturbedingungen und einem optimierten Fütterungsrhythmus durchaus in der Lage, Methan abzubauen und gleichzeitig Kohlendioxid zu bilden. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die methanotrophen *Methylocystis rosea* allein in der Lage sind, Nitrat zu verstoffwechseln. Somit ist es möglich, sogar eine Reinkultur dieser Bakterien für einen späteren Technikumsreaktor einzusetzen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Astrid Rehorek
Forschungskompetenzplattform
STEPS: www.fh-koeln.de/STEPS
Fakultät für Angewandte
Naturwissenschaften
astrid.rehorek@fh-koeln.de

KOOPERATIONSPARTNER

Thomas Vögele
Geschäftsführer
Vögele Apparatebau GmbH
Heinz Fischmann
Beratung und Planung
von Abluft- und
Abwasserreinigungsanlagen
UmweltSchutz Systeme/
Ing. Büro Bonn

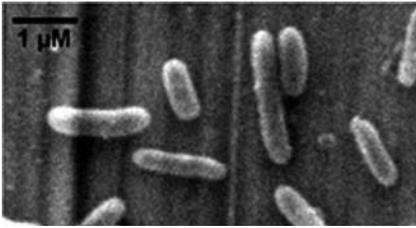


Abb. 4: Thiobacillus denitrificans



Abb. 5: Hyphomicrobium denitrificans

Denitrifikanten

Die Denitrifikanten sind fast alle stäbchenförmig, fakultativ anaerob, mesophil und haben ein pH-Optimum von 6–8. Sie haben bis auf Hyphomicrobium denitrificans keine Fortbewegungsorganellen. Besonders interessant ist Paracoccus denitrificans, da dieses Bakterium Kohlendioxid für seinen Baustoffwechsel nutzen kann.

Batch-Reaktoren

Batche mit Denitrifikanten



Abb. 6: Deni-S [6]



Abb. 7: Deni-G [6] Reaktoren zur Kultivierung der denitrifizierenden Bakterien

Die Bezeichnungen erklären sich durch die Herkunft der Schlämme. S steht für Sinzig, da der Schlamm aus der dortigen Kläranlage stammt, Deni-G steht für Gummersbach. Die Nährstoffversorgung wurde auf die Bakterien abgestimmt und bestand aus Fleischextrakt und Kaliumnitrat. Beim Deni-G wurde Online-Messtechnik installiert, um den Schlamm mit den wichtigsten Parametern (pH-Wert, Leitfähigkeit, Sauerstoff, Temperatur) zu überwachen. Beim Deni-S geschah die Überwachung mittels nicht festinstallierter Geräte. Außerdem wurden Schlammvolumen und Trockensubstanz gemessen um die Schlammstabilität zu überwachen.

Der Reinkulturreaktor Batch RKMR

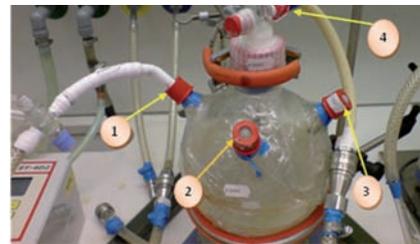


Abb. 8: Batch RKMR [6]

- 1 → Gas Zu- oder Ableitung
- 2 → Befüllung und Probenahme
- 3 → Reserve für Stutzen 2
- 4 → Anschluss für Druckmessgerät

Batch RKMR → Reinkultur Methylocystis rosea. Die Nährstoffversorgung erfolgte mittels spezieller Nährlösung für die Bakterien. Das Methan stammt aus einer Erdgas-Luftmischung. Der Reaktor verfügt über Inline- und Offline-Messtechnik. Die Inline-Meßtechnik besteht aus dem Extox Biogasmessgerät, die Offline-Messtechnik besteht aus der GC-MS und der Messung von Summenparametern mittels Hach Lange Schnelltests.

Der Mischkulturreaktors Batch MKMRD



Abb. 9: Batch MKMRD [6]

- 1 → Gas Zu- oder Ableitung
- 2 → Befüllung und Probenahme
- 3 → Anschluss für Druckmessgerät

Batch MKMRD → Mischkultur Methylocystis rosea und denitrifizierende Bakterien
Die Nährstoffversorgung erfolgt über Nährlösungen abgestimmt auf die Bedürfnisse der Bakterien (Fleischextrakt, Kaliumnitrat und Nährlösung für die Methylocystis Rosea). Das Methan stammt ebenfalls aus einer Erdgas-Luftmischung. Die Inline-Messtechnik des Batch RKMR ist durch die Bajonettverschlüsse auch am Batch MKMRD einzusetzen.

Ergebnisse

Batch MKMRD

- Mittlere Methan-Abbaurrate
-0,140 mmol/h
±0,210 mmol/h
- Mittlere Kohlendioxid-Bildungsrate
0,00136 mmol/h
±0,0033 mmol/h
- Mittlere Sauerstoff-Abbaurrate
-0,227 mmol/h
±0,1378 mmol/h

Batch RKMR

- Mittlere Methan-Abbaurrate
-0,381 mmol/h bzw. -0,688 mmol/h
±0,377 mmol/h
- Mittlere Kohlendioxid-Bildungsrate
0,00305 mmol/h
±0,0033 mmol/h
- Mittlere Sauerstoff-Abbaurrate
-0,310 mmol/h
±0,532 mmol/h

- RK empfindlicher bei Änderungen des Fütterungsrhythmus
- Denitrifikanten heben den pH-Wert über das pH-Optimum der Roseas, dann wird der CH₄-Abbau unterbrochen
- Abbau von CH₄ in RK 2,72 x so hoch wie in MK
- Abbauleistung in Abhängigkeit von Bakteriendichte und pH-Wert
- Bindung von CO₂ gegebenfalls durch Paracoccus denitrificans

Nitrat-Abbauraten

- Deni-G: -0,07 mg/h
- Batch RKMR: -0,85 mg/h
- Batch MKMRD: -1,62 mg/h

MR verstoffwechseln Nitrat, späterer Technikkumsreaktor nur mit RK möglich!

CSB-Abbauraten

- Deni-G: -1,81 mg/h
- Batch RKMR: -35,95 mg/h
- Batch MKMRD: -14,86 mg/h

| | CH ₄ | | CO ₂ | | O ₂ | |
|----------------------|-----------------|-----------|-----------------|----------|----------------|--------|
| | GC-MS | Extox | GC-MS | Extox | Extox | |
| MKMRD | -2,72E-05 | -1,28E-02 | 4,87E-05 | 2,55E-03 | -1,29E-02 | k[1/h] |
| RKMR | -7,02E-05 | -1,53E-02 | 1,02E-04 | 3,69E-03 | -1,00E-02 | k[1/h] |
| Abweichung MK von RK | -61,25 | -16,34 | -52,25 | -30,89 | 29,00 | % |

Kinetik

- Annahme von Reaktionen erster Ordnung
- Große Abweichungen zwischen GC-MS und Extox Biogasmessgerät
- Extox höhere Messauflösung, da Inline-Messung mit direkter Messdatenerfassung
- K-Werte der Reinkultur MR höher als Mischkultur

Ergebnisinterpretationen

Es konnten wesentliche und unerwartete neue Ergebnisse erzielt werden:

1. Die methanotrophen Bakterien und die denitrifizierenden Bakterien sind in Mischkultur unter entsprechenden Bedingungen durchaus in der Lage, Methan abzubauen und gleichzeitig Kohlendioxid zu bilden. Das erfordert neu gefundene Kulturbedingungen und einen optimierten Fütterungsrhythmus. Die zugegebene Nährlösung ist eine besonders wichtige Einflussgröße, da sie in Mischkultur auf die Stoffwechsel beider Arten abgestimmt sein muss und möglichst konstant gehalten werden sollte.
2. Den Bakterien der Gattung *Methylocystis rosea* ist es durchaus möglich, auch zusätzlich und allein Nitrat zu verstoffwechseln. Ob diese neue Erkenntnis mit der Ausprägung bestimmter Eigenschaften der Bakterien über den Versuchszeitraum zu erklären ist, oder ob dies über andere Einflussgrößen geschieht, muss weitergehend mikrobiologisch untersucht werden.
3. Die Abbauraten konnten über den Versuchszeitraum gesteigert werden. Wurden ursprünglich 0,057 mmol/h verstoffwechselt, so konnte diese Rate im Mittel über alle Batchversuche in der Reinkultur auf 0,38 mmol/h und 0,14 mmol/h in der Mischkultur angehoben werden.
4. Das wichtigste Ergebnis war der Nachweis des Abbaus von Methan in der Reinkultur *Methylocystis rosea*. Die Bakterien zeigten im Mittel eine gute Abbauleistung, die höher lag als in der Mischkultur. Der Sauerstoffabbau und die Kohlendioxidbildung sind ebenfalls positiv zu werten. Der

Batch-Reaktor RKMR erwies sich über den gesamten Versuchszeitraum als effizient, was den Abbau von Methan, Sauerstoff und gleichzeitig die Bildung von Kohlendioxid anging.

5. Durch die Veränderung der Methodik in der Mischkultur mit den denitrifizierenden Bakterien konnte der Nachweis erbracht werden, dass diese ebenfalls Methan abbauen kann. Die Abbauleistung liegt jedoch mit 0,14 mmol/h 63 % unter der der Reinkultur. Mit einer verbesserten pH-Wert-Regelung ist es möglich, diesen Wert zu steigern. Dieser Vorschlag stützt sich auf die Erkenntnis, dass die denitrifizierenden Bakterien mit ihren Stoffwechselprodukten den pH-Wert innerhalb des Reaktors auf einen Wert über 8 anheben und somit den Methanabbau der MR hemmen könnten.
6. Die Kohlendioxidbildung in der Mischkultur ist 44 Prozent geringer als die der Reinkultur. Jedoch ist dies möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Bakterien der Gattung *Paracoccus denitrificans* das Kohlendioxid für ihren Baustoffwechsel verwenden. Daher ist der Nachweis von *Paracoccus denitrificans* in der Mischkultur mit den Werkzeugen und Methoden der Mikrobiologie noch zu erbringen.
7. Der Nitratabbau funktionierte erwartungsgemäß in der Mischkultur über den gesamten Versuchszeitraum sehr gut. Besonders interessant ist die im ersten Abschnitt bereits erwähnte Tatsache, dass *Methylocystis rosea* ebenfalls in der Lage war, Nitrat zu verstoffwechseln. Somit ist es möglich, sogar eine Reinkultur dieser Bakterien für einen späteren Technikumsreaktor einzusetzen.
8. Das Wachstum der Bakterien hat sich in Rein- und Mischkultur über den betrachteten Zeitraum kontinuierlich fortgesetzt.
10. Die Bakterienmenge hat sich – gemessen an der optischen Dichte – in der Reinkultur fast versiebenfacht. In der Mischkultur kam es zu einer Verdoppelung.

9. Die Bestimmung des CSB zeigte, dass die Verstoffwechslung der C-Quelle erfolgreich verlief und sich die gewählten Nährlösungen als geeignet herausstellten. Bei der Bestimmung der Kinetik zeigte sich, dass es sich bei den Abbauprozessen um Reaktionen erster Ordnung handelte. Bei den Halbwertszeiten zeigte sich, dass die Daten der GC-MS-Untersuchungen deutlich von denen des ExTox Gerätes abweichen können, was auf methodische Aspekte zurückzuführen ist. Die Gasproben können auf dem Weg vom Reaktor bis zum Messgerät durch Diffusion mit Luft kontaminiert werden. Die Auswertung ist ungenauer, da mit der GC-MS-Methodik weit weniger Messpunkte aufgenommen werden konnten, als mit dem Inline-Messgerät der Firma ExTox.

Recherchen zur kohlendioxidhaltigen Abluftreinigung

Technische Möglichkeiten

- Absorption (Aminwäsche → Monoethanolamin (MEA))
- Adsorption (Druckwasserwäsche)
- Membranen

Biologische Möglichkeiten

(Cyanobakterien / Algen oder Purpurbakterien)

- Design ähnlich einer Photovoltaikanlage
- Photobioreaktor mit homogener Nährstoffversorgung (Licht, CO₂)
- *Chlorella hamburgensis* [7]

Darstellung einer Pilotanlage der Firma E.ON

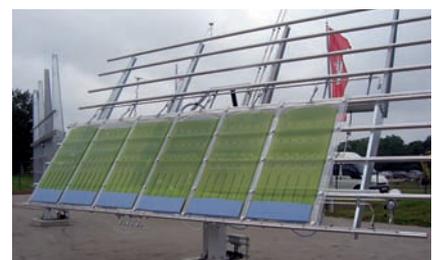
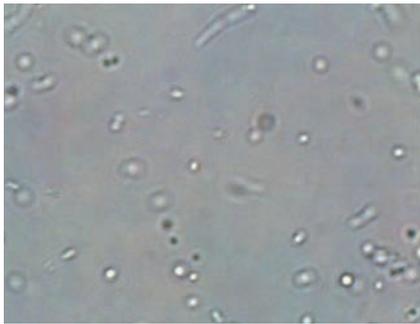


Abb. 10: E.ON Versuchsanlage [7]



Start: Keine Verunreinigung mit anderen Bakterien, 1250x Vergrößerung



Probe mit Algen versetzt: Algen und MR bilden Kolonie, Fütterung mit Nährlösung und Methan



Drei Wochen nach Start: Algenkonzentration stark vermehrt, MR kaum noch vorhanden

Hypothese zur Kombination von Algen und *Methylocystis rosea*

Im Zuge der Recherchen wurde überlegt, ob es möglich wäre, eine Mischkultur aus *Methylocystis rosea* und Algen anzulegen, da die MR Sauerstoff aufnehmen und Kohlendioxid abgeben. Algen jedoch nehmen Kohlendioxid auf und geben Sauerstoff ab. Wünschenswert wäre eine sinnvolle Symbiose. Daher wurde eine Bördeleküvette, die *Methylocystis rosea* enthielt, mit Algen versetzt und mikroskopisch untersucht.

Ausblick

Im Verlauf der Experimente ergab sich die Frage, ob es bei denitrifikationsgekoppelter Methanoxidation auch möglich ist, die dabei entstehende kohlendioxidhaltige Abluft im CO₂-Gehalt zu senken. Die diesbezüglich durchgeführten Recherchen legen das Ziel nahe, nach Möglichkeiten zu suchen, eine Kombination aus den bestehenden Reaktoren und einem Photobioreaktor mit einer entsprechenden Algenkultur anzustreben. Da Algen für ihren Stoffwechsel Kohlendioxid benötigen und Sauerstoff/Wasserstoff abgeben, wäre dies eine interessante Möglichkeit der Weiterentwicklung für die Abluftreinigung.

Astrid Rehorek

LITERATUR

- [1] [Online-Zitat vom: 10.11.2009] <http://ijs.sgmjournals.org/cgi/content/full/56/3/541>
- [2] [Online-Zitat vom: 13.05.2010] <http://microbewiki.kenyon.edu/index.php/File:P31.jpg>
- [3] [Online-Zitat vom: 14.05.2010] <http://microbewiki.kenyon.edu/images/b/b5/Empseudo.jpg>
- [4] [Online-Zitat vom: 13.05.2010] <http://genome.jgi-psf.org/thide/thide.home.html>
- [5] [Online-Zitat vom: 19.05.2010] http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000000/pic/st002_76.jpg
- [6] Decker, A. (2010): Diplomarbeit, FH Köln
- [7] Spiegel Online. [Online-Zitat vom: 15.05.2010] <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/0,1518,575028,00.html>

Prozessentwicklung zur technischen Herstellung von Biokohle

In der modernen Landwirtschaft stellen Auswahl und Einsatz von Düngemitteln wichtige Punkte in der Versorgung der Pflanzen mit den nötigen Nährstoffen und damit zur Sicherung eines ausreichenden Ertrags dar. Diese Präparate weisen jedoch häufig einen hohen Preis aufgrund der hierzu notwendigen Herstellungsverfahren auf. Die Verwendung von so genannter Biokohle kann ein entscheidender Schritt zur Deckung des Nährstoffbedarfs bei der Herstellung von pflanzlichen Produkten sein. Biokohle wurde aus der so genannten „Terra Preta“ (portugiesisch für: schwarze Erde) entwickelt. Terra Preta stellt eine Bodenart im Amazonasgebiet dar, die reich an Kohlenstoffstrukturen ist. Aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften verfügt sie über große Fruchtbarkeit. Pflanzen, die auf diesem Boden wachsen, weisen häufig einen bis zu 100 Prozent größeren Ertrag gegenüber herkömmlichen Böden auf. Die Herstellung einer solchen Struktur, unter Berücksichtigung spezifischer Eigenschaften wie Oberflächenbeschaffenheit und Porenstruktur, kann die Grundlage für eine biologische Landwirtschaft darstellen. Durch die Verwendung von Biokohle kann auch eine Verminderung des Treibhausgasausstoßes erfolgen – zum einen, da bei geschickter Prozessführung bei der Pyrolyse weniger Kohlendioxid frei wird, als durch das Wachstum der Pflanzen gebunden wurde, und zum anderen, da durch den Einsatz von Biokohle auf die Verwendung von Stickstoffdüngern verzichtet werden kann. Eine Überdüngung wird so unterbunden und das durch den Abbau des Düngers entstehende Lachgas vermieden. Mit einer Kohlenstoffstruktur wie der Biokohle ist es also möglich, die Bodenbeschaffenheit zu verbessern, Wasser und Nährstoffe zu speichern sowie Treibhausgase zu mindern. Durch Untersuchungen der Terra Preta konnte bewiesen werden, dass die Stabilität der Kohlestruktur groß ist, da die betrachteten Terra Preta Böden ein Alter von durchschnittlich 1000 Jahren aufweisen. Unterschiedliche Prozesse zur Herstellung von Biokohle wie die hydrothermale Karbonisierung und diverse Pyrolyseverfahren wurden und werden von den

verschiedensten Forschungsgruppen untersucht. Die konkrete Umsetzung eines solchen Prozesses zur industriellen Herstellung von Biokohle ist jedoch noch nicht gelungen. Daher kann festgehalten werden, dass die Herstellung von Kohle aus lignocellulosem Material zwar schon seit der Eisenzeit erfolgt, die Optimierung der Prozessparameter auf das Produkt Biokohle jedoch noch einigen Forschungsaufwand bedarf. Der Ansatzpunkt des Instituts für Anlagen und Verfahrenstechnik liegt in der Entwicklung eines Verfahrens zur Nutzung lignocelluloser Materialien als Rohstoffe zur Produktion von Biokohle. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt in der Entwicklung einer Kinetik der Pyrolyse als Grundlage der Verfahrensentwicklung sowie der Entwicklung eines mobilen Prozesses zur Herstellung von Biokohle.

Forschungsversuche

Vor der Verfahrensentwicklung wurden diverse Experimente zur Ermittlung des kinetischen Verhaltens einiger lignocellulosehaltiger Materialien durchgeführt. Untersucht wurden als standardisierte Proben Buchenholzrundstäbe und das so genannte „Räuchergold“. Mit der Verwendung dieser Proben können leichter Vergleiche zu den experimentellen Ergebnissen anderer Forschungsgruppen angestellt werden. Außerdem wurden Experimente mit Weizenstroh und Rapsstroh durchgeführt. Beide Stroharten sind in Deutschland weit verbreitete landwirtschaftliche Restprodukte, die als Ausgangsmaterialien zur Produktion von Biokohle dienen können. Diese Materialien wurden mit Hilfe einer Thermoanalysewaage (TGA) bei verschiedenen isothermen Temperaturen und unter unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen pyrolysiert. (Der Begriff „Pyrolyse“ bezeichnet die thermische Umsetzung organischer Verbindung unter Ausschluss von gasförmigem Sauerstoff.) Dabei wurde das folgende Temperaturprogramm verwendet: Zunächst wurde die Probe auf eine Temperatur von 110 °C aufgeheizt und dieser Wert 90 Minuten gehalten, um eine gleichmäßige Konditionierung der Probe zu realisieren. Anschließend erfolgte das Aufheizen auf die gewünschte

ABSTRACT

Durch die Verknappung an Rohstoffen wird nach Lösungen gesucht, wie die unterschiedlichsten Reststoffe in Wertstoffe umzusetzen sind. Die Produktion von Biokohle ist eine Möglichkeit, land- und forstwirtschaftliche Reststoffe sinnvoll zu verwerten. Hierzu wird diese Biomasse bei geringer Temperatur pyrolysiert, so dass eine Kohlestruktur entsteht, die in den Boden eingebracht, die Bodenstruktur verbessert und die Nährstoffzufuhr der Pflanzen unterstützt. Dadurch kann der Verbrauch an mineralischen Düngemitteln reduziert und die Umwelt geschont werden.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr.-Ing. Thomas Rieckmann
Fakultät für Anlagen, Energie- und
Maschinensysteme
Institut für Anlagen und
Verfahrenstechnik
thomas.rieckmann@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

M.Eng. Katharina Besse

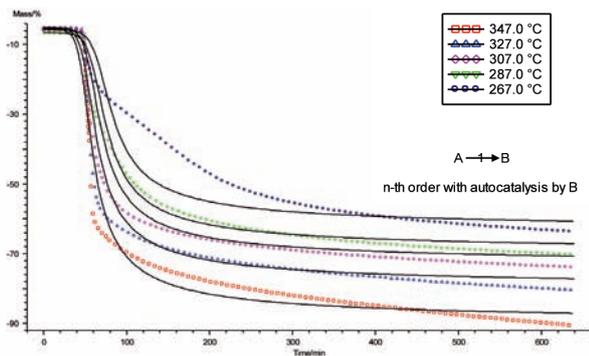


Abb. 1: Ergebnisse der Kinetikbestimmung

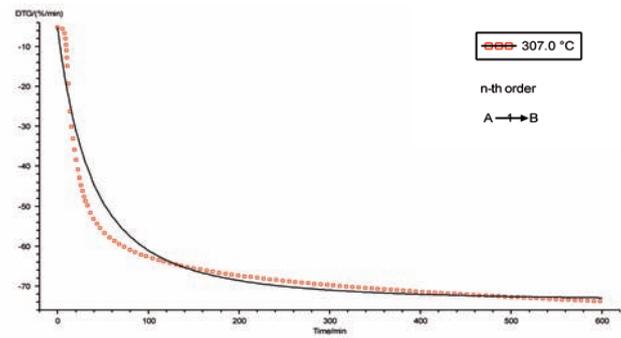


Abb. 2: Modellierung der kinetischen Beschreibung der Pyrolyse

Pyrolysetemperatur, zwischen 260 °C und 350 °C, mit einer Aufheizgeschwindigkeit von 10 K/min. Diese Temperatur wurde 10 Stunden gehalten. Anschließend erfolgte die Abkühlung der Probe. Das Ergebnis einer isothermen thermoanalytischen Messung ist die Massenänderung der Probe, aufgetragen über der Versuchszeit. Da als chemischer Vorgang eine Pyrolyse untersucht wurde, kann die Masse nur geringer werden, sodass nur eine Massenabnahme beobachtet werden kann. Neben der Variation der Temperatur erfolgte in einer weiteren Versuchsreihe die Variation der atmosphärischen Bedingungen der die Probe umgebenden Gasphase. Hier wurden Helium, Kohlendioxid, technische Luft und Vakuum eingesetzt. Des Weiteren erfolgte bei der Verwendung von Helium eine Untersuchung der Massenabnahme der Probe abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit des Gases. In einer abschließenden Versuchsreihe wurde der Einfluss der Feuchte des Pyrolyseguts auf die Reaktion bestimmt. Die Experimente unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Temperaturen, bei einem Heliumvolumenstrom von 12 L/h, wurden mit allen drei genannten Proben durchgeführt und dienen der experimentellen Ermittlung der Kinetik der Pyrolyse. Die übrigen Untersuchungen wurden ausschließlich mit Buchenholz durchgeführt. Dies gewährleistet die Vergleichbarkeit zu Pyrolyseversuchen anderer Arbeitsgruppen.

Ergebnisse

Für die Ermittlung der kinetischen Beschreibung der Pyrolyse der genannten Biomassen wurde das Programm Thermokinetics verwendet. Die Berechnungen erfolgen mit Hilfe der Methode der kleinsten Fehlerquadrate. In Abb. 1 sind die Ergebnisse der Untersuchungen dargestellt. Die Messdaten sind farbig, die entsprechende mögliche kinetische Beschreibung schwarz dargestellt.

Der waagerechte Signalverlauf zu Beginn stellt die Masse nach erfolgter Trocknung dar. Generell kann festgestellt werden, dass die Massenabnahme mit zunehmender Temperatur zunimmt. Des Weiteren folgt die Massenabnahme der geringsten Temperatur von 267 °C einem anderen Mechanismus, als bei den höheren Temperaturen. Bei der Ermittlung der kinetischen Beschreibung wurde ein einfaches Modell mit nur einer Reaktion zu Grunde gelegt. Die beste Darstellung der Pyrolyse aller Temperaturen unter Autokatalyse des Produkts erreicht werden. Jedoch ist auch diese Beschreibung noch nicht ausreichend exakt, da die Signalverläufe unzureichend wiedergegeben werden und teilweise Abweichungen von bis zu 20 Prozent auftreten. Aus den Untersuchungen lässt sich daher ableiten, dass eine einheitliche Kinetik bezüglich des gesamten Temperaturbereichs nicht möglich ist. Zwischen den einzelnen Temperaturniveaus kommt es zu Mechanismenwechseln, sodass die Beschreibung nur für definierte Prozessbedingungen erfolgen kann. Aufgrund dessen kann die Beschreibung der Kinetik der Pyrolyse von Biomasse nur für eine festgelegte Temperatur, Atmosphäre und Partikelgröße durchgeführt werden. Es ist aber möglich, eine formalkinetische Beschreibung eines einzelnen Versuchs durchzuführen. Dabei können etwa die folgenden kinetischen Parameter ermittelt werden: Unter der Verwendung einer Reaktion n-ter Ordnung ohne Autokatalyse ergibt sich die beste Beschreibung durch einen Frequenzfaktor von 7,9 1/s, einer scheinbaren Aktivierungsenergie von 124,9 kJ/mol sowie einer Reaktionsordnung von 1,5. Eine Darstellung der Ergebnisse erfolgt in Abb. 2. Die Experimente der übrigen Proben führten zu ähnlichen Ergebnissen. Diese Art der mathematischen Beschreibung hat leider für die Auslegung eines Prozesses einen gerin-

gen Nutzen, da eine vollständige Beschreibung des Temperatur/Zeit-Verhaltens für alle Parameterkombinationen mit einem solch einfachen formal-kinetischen Modell nicht erfolgen kann. Es ist jedoch möglich, den Fortschritt der Reaktion und damit das physiko-chemische Verhalten des Prozesses aus der Massenabnahme während der Reaktion abzulesen. Somit ist die Auslegung eines Prozesses mit Hilfe der gewonnenen Informationen möglich. Aus den übrigen Versuchen können Aussagen über mögliche Prozessparameter getroffen werden. So ist festzuhalten, dass bei einer Pyrolysetemperatur von 307 °C die Oberfläche der entstehenden Kohle die beste Struktur für die Verwendung als Biokohle aufweist. Trotz der geringen Temperaturen und dem damit einhergehenden geringeren Massenverlust, besitzen die Poren eine solche Größe, dass Bakterien, die im Boden enthalten sind, sich an der Kohle ansiedeln können und so einen Teil zur Nährstoffversorgung der Pflanzen beitragen. Die vorliegenden Bakterien sind stickstofffixierende Mikroorganismen, die atmosphärischen Stickstoff binden und in eine für die Pflanzen verwertbare Form verstoffwechseln. Abb. 3 zeigt die Porenstruktur bei den genannten Prozessbedingungen.

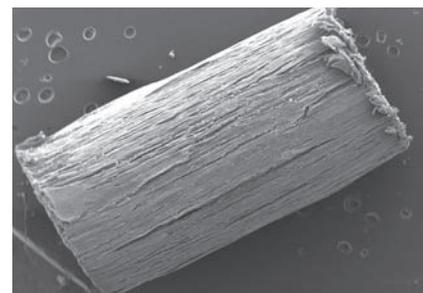


Abb. 3: Bei 307 °C unter Vakuum pyrolysiertes Buchenrundstab

Die Aufnahme wurde mit Hilfe eines Rasterelektronenmikroskops gemacht. Bei der Verwendung höherer Temperaturen kommt es zu einer immer stärkeren Entfernung der funktionellen Gruppen von der Oberfläche. Dies führt dazu, dass sich eine hydrophobe Oberfläche ausbildet. Diese stellt keine geeignete Struktur für das Fixieren von Mikroorganismen dar. Der Vergleich der diversen Trägergase bedingt die Erkenntnis, dass jedes zu anderen Reaktionen und somit auch zu unterschiedlichen Massenabnahmen führt. Die isotherme Haltephase zur Trocknung wurde beim Vergleich der Messungen als Nulllinie verwendet. Bei der Versuchsdurchführung mit technischer Luft erfolgt die größte Massenabnahme, da es durch den gasförmigen Sauerstoff zu einer zusätzlichen Oxidation der Probe kommt. Die Versuchsdurchführungen unter Vakuum und der oben beschriebenen Heliumatmosphäre führten zu ähnlichen Ergebnissen, sodass eine Prozessführung unter Vakuum bei der technischen Realisierung möglich ist.

Verfahrensentwicklung

Bei der Verfahrensentwicklung soll ein Prozess im Vordergrund stehen, der es erlaubt, die Pyrolyse der land- und forstwirtschaftlichen Reststoffe möglich ortsnahe durchzuführen. Hierfür ist eine mobile Anlage denkbar, die auf einem Tieflader mittels zweier Container untergebracht werden kann. Der schwierigste Punkt der Auslegung ist die Bereitstellung der benötigten Energie. Um diesen Punkt weiter zu betrachten, ist es jedoch notwendig, weitere Untersuchungen bezüglich der entstehenden Anteile gasförmiger, flüssiger und fester Stoffe durchzuführen. Nur so kann eine Auslegung der

benötigten zusätzlichen Apparate, wie einem Dieselbrenner und der entsprechenden Wärmeübertrager durchgeführt werden. Bei der Prozessentwicklung wurde die Verwendung von Stroh als Rohstoff für die Pyrolyse angenommen. Hierdurch ist eine ausreichende Versorgung mit Material über weite Teile der landwirtschaftlich genutzten Flächen gewährleistet. Das Stroh wird über eine mantelbeheizte Schnecke auf die Pyrolysetemperatur von etwa 307 °C aufgeheizt und anschließend in einen adiabaten (kein Wärmeverlust an die Umgebung) gehaltenen Behälter gefördert, in dem das Material eine Stunde reagiert, bevor es abgekühlt und dem Behälter entnommen wird. Hierdurch entsteht aus dem Reststoff Stroh der Wertstoff Biokohle. Die Biokohle kann anschließend direkt auf das Feld ausgebracht werden. Ein Fließbild des Prozesses ist in Abb. 4 dargestellt.

Zusammenfassung

Eine formalkinetische Beschreibung ist mit einfachen Modellen für die verwendeten Betriebszustände nicht mit der notwendigen Güte möglich. Eine Teilbeschreibung ist jedoch möglich, was zu einem deutlichen Informationsgewinn führt. Für die Festlegung der Prozessbedingungen ist die Verwendung der ermittelten Massenabnahmen in Abhängigkeit von der Prozesszeit und der Temperatur ausreichend. Durch die anderen Versuche gestützt, kann eine Pyrolyse unter Vakuum bei einer Temperatur zwischen 300 und 310 °C als optimal angesehen werden. Die Aufheizrate sollte dabei 8–14 K/min betragen.

Ausblick

Für die technische Realisierung dieses Prozesses ist es unerlässlich, eine Miniplant oder nachfolgend eine Pilotanlage zu betreiben, um weitere Informationen bezüglich des Reaktionsverhaltens der Biomasse zu erhalten. Das hier entwickelte Verfahren zur Herstellung der Biokohle ist in der Lage, einen Massenstrom von 100 kg Stroh pro Stunde zu verarbeiten. Hierfür muss jedoch zum Aufheizen der Anlage zu Beginn und zum Betrieb eine definierte Menge Energie zugeführt werden, da nicht der gesamte Bedarf durch den Prozess selbst gedeckt werden kann. Um die Dimensionierung der Apparate und die Energierückgewinnung zu optimieren, sind noch weitere Untersuchungen bezüglich des Pyrolyseverhaltens notwendig. Wichtig ist es vor allem, die Gas- und Flüssigkeitsanteile sowie die genaue Gaszusammensetzung zu ermitteln. Nur so ist es möglich, den Prozess vollständig zu beschreiben und ausreichend auszulegen. Im Weiteren müssen die Bodenverträglichkeit der Biokohle, die Langzeitstabilität im Boden sowie die benötigte Menge pro Hektar Land ermittelt werden. Diese Informationen sind notwendig, um eine bestmögliche Versorgung der Pflanzen zu gewährleisten. Diese Untersuchungen müssen jedoch interdisziplinär durchgeführt werden, um alle wichtigen Parameter zu erfassen und die Versuche entsprechend gestalten zu können. Um das Produkt auf dem Feld ausbringen zu können, ist die mechanische Stabilität zu überprüfen. Nur so kann eine Weiterverarbeitung mit herkömmlichen Methoden gewährleistet werden. Der Einsatz einer mobilen Pyrolyseanlage ist eine Möglichkeit zur Realisierung dieses Prozesses. Die Nachfrage nach Biokohle wird mit der Zeit weiter steigen. Dies kann aus der Rohstoffverknappung und den positiven Eigenschaften dieses Produkts abgeleitet werden. Es sind daher Konzepte zu entwickeln, mit denen die land- und forstwirtschaftlichen Reststoffe bestmöglich verarbeitet werden können. Eine Kombination aus mobilen Anlagen und einem Netz an dezentralen Kleinanlagen ist hierfür eine Möglichkeit. Nur durch eine effektive Nutzung der vorhandenen Reststoffe kann eine Versorgung der landwirtschaftlichen Betriebe mit diesem innovativen Produkt erfolgen.

Katharina Besse/Thomas Rieckmann

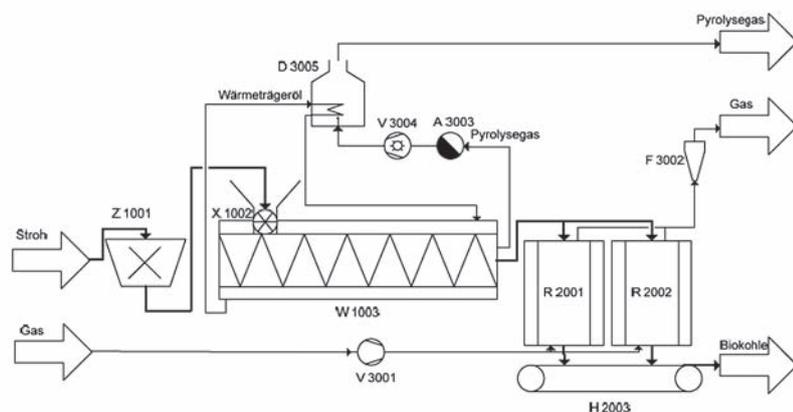


Abb. 4: Verfahrensfliessbild einer mobilen Anlage zur Herstellung von Biokohle aus land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen

Small-scale producers' adaptation to climate risk in the Brazilian Amazon

ABSTRACT

The general objective of the project is to provide local policy makers and the German-Brazilian technical cooperation with tools and recommendations to assess potential climate change scenarios for the design interventions that reduce the vulnerability of the rural population and their economy in the Calha Norte region. The focus is on the value chains of key products from the three economic sectors that represent the main income sources of the rural population in the Calha Norte, like fishery, agriculture and forest extraction.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Lars Ribbe
Institut für Technologie und Ressourcen Management in den Tropen und Subtropen
lars.ribbe@fh-koeln.de

KOORDINATION

Dipl.-Volkswirt Rui Pedroso
Rui.pedroso@fh-koeln.de

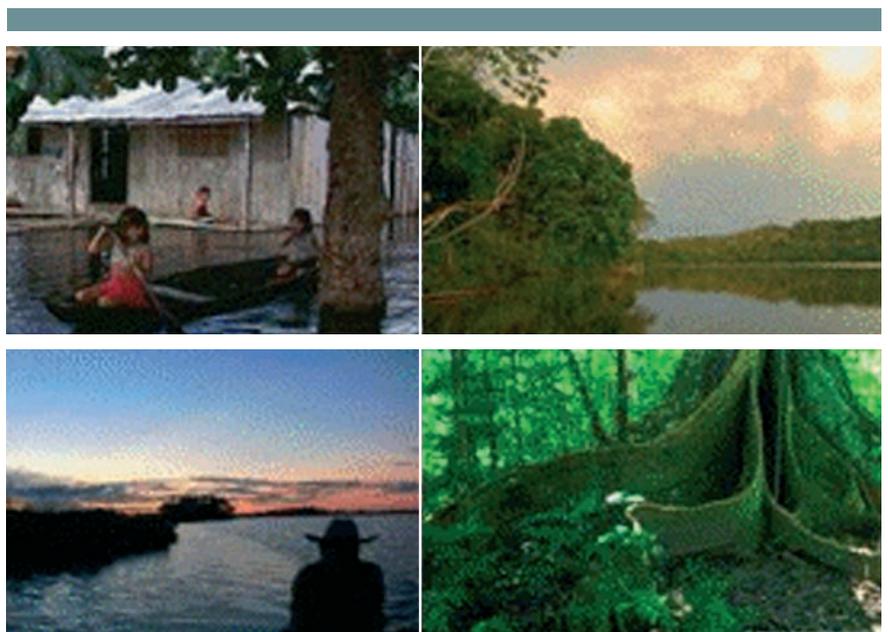
PROJECT PARTNERS

Amazon Initiative (IA) /
International Center for Tropical Agriculture (CIAT) /
Center for International Forestry Research (CIFOR) /
Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) /
Universidade Estadual do Pará /
Universidade Federal do Pará
Associação de Universidades Amazônicas

Climate change is happening and the rural poor are expected to be most adversely affected. Global and regional climate models consistently predict higher frequency of extreme weather events in the Amazon. Deforestation accelerates such changes and may result in savannization effects. The 2005 drought in the Amazon region has demonstrated the vulnerability of the local economies that have developed under conditions of water abundance. Apart from transport and hydro-energy sectors, rural communities that depend on fishery and agriculture are hit hardest by prolonged and more intense dry seasons. Moreover, accidental forest fires have been shown to degrade ten times more forests in dry years (2.6 million hectares in 1998) than in normal years. Droughts and increasing fire susceptibility also affect smallholder forest activities in the Brazilian Amazon's increasing number of community controlled territories. However, local and regional climate projections do not provide sufficient basis for designing adaptation strategies at local level. To do so, local policy makers need quick and reliable answers to two key questions. First, given more frequent extreme climate (and weath-

er) events in the near future, which sectors of the local economy are most severely affected by climate variability and which are least prepared to auto-adapt? Second, what are the ingredients of promising adaptation strategies for vulnerable sectors in the local economy? In this pilot-project, we propose a new partnership to develop simple and replicable tools to answer these two questions in the context of the rural local economy in three municipalities located in the study region Calha Norte, Northern Pará, Brazil. The municipalities Monte Alegre, Alenquer and Obidos represent north-south transects, in which small-scale fishery, agriculture and forest product extraction coexist. The Environmental Secretariats of the local governments in these municipalities count with the support of the project partner German Technical Cooperation Agency (GTZ) within the Amazonian Subprogram "Territorial Planning and Regional Development". This program will use the tools developed in this project and disseminate them to other parts of the Amazon in and beyond Brazil.

Lars Ribbe



Source: Vanesa Rodriguez



Rolf Franken

Komplexe Dienstleistungsbündel
durch Netzwerkorganisationen 184

Erich Hölter

Zeit und Management in Deutschland und Russland 188

Friedrich Klein-Blenkers

Miet- und Pachtrecht aktuell 191

Stefan Materne

Projekte des Forschungsschwerpunkts Rückversicherung 193

Harald Sander

Auswirkungen von Währungsunionen und Finanzkrisen
auf globale Bankaktivitäten 195

DIENSTLEISTUNGEN IM GESELL- SCHAFTLICHEN, WIRTSCHAFTLICHEN UND TECHNOLOGISCHEN WANDEL



Komplexe Dienstleistungsbündel durch Netzwerkorganisationen

Der Entwicklungstrend von der industriellen Wirtschaft zur Dienstleistungsökonomie schreitet unaufhaltsam fort. Die „Tertialisierung“ der Wirtschaft zum Dienstleistungssektor, der 2005 bereits rund 70 Prozent der Bruttowertschöpfung der Bundesrepublik Deutschland darstellte und im Bereich der unternehmensbezogenen Dienstleistungen einen Anstieg der Beschäftigung auf ebenfalls rund 70 Prozent entspricht, verdeutlicht die Notwendigkeit der Kombination des materiellen Produkts oder der Sachleistung mit der immateriellen Dienstleistung hin zum integrierten hybriden Dienstleistungsprodukt als kundenspezifische Problemlösung. Dennoch wird die Dienstleistung noch im Kontext von industrieller Produktion und in Abgrenzung zu dieser definiert.¹ Der Wandel zum Lösungsanbieter in der Praxis ist gezeichnet durch das Scheitern an den organisatorischen Herausforderungen der hybriden Leistungserstellung. Der Forschungsstand des Managements hybrider Leistungserstellung ist zudem unzureichend². Die Erstellung marktorientierter, integrierter, hybrider Leistungsbündel kann durch den Zusammenschluss von Unternehmen zur Netzwerkorganisation und der damit verbundenen Synergieeffekte und Wettbewerbsvorteile abgerundet werden und erfordert ebenfalls weitere Forschung.

Ressourcen nicht folgt. Die Versorgung und Betreuung der älteren Generation und pflegebedürftiger Menschen muss zunehmend von Dienstleistungseinrichtungen übernommen werden. Die Bedürfnisse dieser Menschen bilden die Nachfrage für komplexe Dienstleistungsbündel, die individuell um die Betroffenheit und den Lebensort der Menschen gestaltet und auch jederzeit zu vertretbaren Kosten in der erforderlichen Qualität verfügbar gemacht werden müssen. Das derzeitige Dienstleistungsangebot für alternde Menschen und/oder Menschen mit Behinderung ergibt sich einerseits aus dem medizinisch-pflegerischen Angebot und aus Produkten und Angeboten für den unterstützenden persönlichen Bedarf im Bereich der haushaltsnahen Dienstleistungen. Deutlich wird der Bedarf nach dieser Angebotspalette am Beispiel eines Menschen namens Alfred im Zeitraffer: 2030 Alfred ist 65 Jahre alt und wohnt mit seiner Frau Lara im eigenen Haus. Lara und er haben Zeit. Sie gehen einkaufen und frühstücken täglich ausgiebig – sie lieben es, ihren Start in den Tag so genussvoll zu begehen. Eigentlich müssten sie die Küche renovieren, da der Ofen, die Waschmaschine, die Spülmaschine viel zu tief liegen und der Kühlschrank mit dem Gefrierfach viel zu hoch ist, der Griff zur Schublade geht auf den Rücken und die Knie schmerzen – aber es geht noch, der letzte Bandscheibenvorfall ist überstanden. Wenn Alfred darüber nachdenkt, wünscht er sich eine neue Küche. Die Küche zu renovieren kostet Zeit und Nerven, aber die hat Alfred. Vor dem Aufbau könnte die Küche auch noch in einem warmen Gelb gestrichen werden. Ergonomische Möbel wünscht er sich auch. Die Möbel bekommt er im Möbelladen, den Handwerker sucht er in den Gelben Seiten, so Alfreds Plan. Im Möbelladen findet er ein ausgiebiges Angebot an modernen Möbeln für junge Leute, die Anpassung an seine Bedürfnisse kostet einen Aufpreis.

ABSTRACT

Der demografische Wandel wird in den nächsten Jahrzehnten zu gravierenden sozialen, wirtschaftlichen und politischen Problemen führen. Die Zahl pflegebedürftiger Menschen, die ein selbständiges und selbstbestimmtes Leben auf Basis ihrer ihnen bekannten Lebenswelten führen wollen, wächst in einem Maße, dem die Verfügbarkeit materieller und personeller Ressourcen nicht folgt. Die Bedürfnisse dieser Menschen bilden die Nachfrage für komplexe Dienstleistungsbündel, die individuell um die Betroffenheit und den Lebensort der Menschen gestaltet und auch jederzeit zu vertretbaren Kosten in der erforderlichen Qualität verfügbar gemacht werden müssen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Rolf Franken
Fakultät für
Wirtschaftswissenschaften
Institut für Betriebswirtschaftslehre
rolf.franken@fh-koeln.de

PROJEKTBETEILIGTE

Udo Inden
Olivia Macolic

Der demografische Wandel als Basis für den Bedarf nach komplexen Dienstleistungsbündeln

Der demografische Wandel wird in den nächsten Jahrzehnten zu gravierenden sozialen, wirtschaftlichen und politischen Problemen führen. Die Zahl pflegebedürftiger Menschen, die ein selbständiges und selbstbestimmtes Leben auf Basis ihrer ihnen bekannten Lebenswelten führen wollen, wächst in einem Maße, dem die Verfügbarkeit materieller und personeller

¹ Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung: „Innovationen mit Dienstleistungen“, Berlin, 2009

² Vgl. Böhmann, Tilo; Krömer, Helmut: „Produkte: Merkmale und Herausforderungen, aus: Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen, Hrsg: Bruhn, M; Stauss, B., Gabler, Wiesbaden, 2007, S. 241.

Er macht sich auf die Suche nach einem geschmackvollen Design. Er sucht in Katalogen und vergleicht Preise. Aber welchen Handwerker soll er beauftragen, welcher ist kompetent und macht ihm einen guten Preis? Welcher Anbieter hat Erfahrungen mit dem Umbau altersgerechter Küchen? Wohin mit der alten Küche? Wer baut den Kamin für die Abzugshaube? Wenn Alfred den brandsicheren Ceran-Herd anschließt, verliert er den Versicherungsschutz – er braucht einen Elektriker. Und wohin mit Alfred und Lara, wenn im Haus der Staub aufgewirbelt wird? Kann man den Handwerkern vertrauen? Am liebsten würde Alfred alle diese Aufgaben und Entscheidungen an eine Person weitergeben, der er vertrauen kann, die alle Probleme in seinem Sinne löst und mit Lara in den Urlaub fahren. Aber er muss zuhause die Handwerker suchen, auswählen und koordinieren. 2030 könnte die Welt anders aussehen: Ein Unternehmen aus einem Unternehmensnetzwerk mit Kompetenzen aus beliebigen Bereichen macht Alfred ein Angebot für sein Problem, koordiniert es aus einer Hand und schickt Alfred mit Lara während der Arbeiten im Haus in den Urlaub. Ein individuelles Problem, ein Ansprechpartner, eine Rechnung, die gewünschte Leistung – alles aus einer Hand. 2040 Alfred ist 75, Lara wird immer vergesslicher. Alfred geht allein einkaufen und bereitet das Frühstück für beide vor. Das decken des Tisches wird immer atemraubender. Die Teller zu fassen ist eine sportliche Aufgabe. Ins Heim möchte sie noch nicht – er träumt vom Reisen und will noch viel erleben. Lara braucht permanente Pflege. Albert möchte Lara gerne pflegen – schafft es aber körperlich nicht. Beide brauchen Unterstützung im Haushalt, und Lara braucht Pflege. Einkaufen, Waschen, Putzen, Rasenmähen können Lara und Alfred nur bedingt, Fernsehprogramme einzustellen wird immer komplizierter, das Internet ist gefährlich. Bahnfahren ist ein Abenteuer, Ausgehen ins Konzert wird immer schwieriger – ans Reisen nicht zu denken. Alfred und Lara wünschen sich jemanden, der alles aus einer Hand für sie organisiert und vertrauenswürdig ist. Jemand, der die Brötchen morgens mitbringt und vielleicht sogar schmiert, der die Wäsche macht, putzt, der Lara unterstützt und sich mit dem Internet auskennt. Jemand, der Zeit für sie hat, ihre Not und die Verbindung zur Welt herstellt. Auch diese Bedürfnisse können von Unternehmensnetzwerken als Dienstleistung aus einer Hand erbracht werden. Alfred ruft bei einem Netzwerk-

unternehmen an, schildert sein Problem und bekommt seine maßgeschneiderte Dienstleistung. Auch hier gilt: ein individuelles Problem, ein Ansprechpartner, eine Rechnung, die gewünschte Leistung – alles aus einer Hand. Die Transparenz über das mannigfaltige und stark ausdifferenzierte Pflegeangebot aus ambulanten und stationären Pflegeorganisationen auf Basis von drei abrechnungsfähigen Pflegestufen im Sinne des SGB XI soll mittelfristig durch die Einrichtung von Pflegestützpunkten als zentrale Anlaufstellen für Betroffene bei Beratungsbedarf gefördert werden. Seit dem 01.01.2008 hat jeder Pflegebedürftige einen einklagbaren Rechtsanspruch auf Hilfe und Unterstützung durch PflegeberaterInnen.³ Die Pflegestützpunkte sollen dabei Auskunft und Beratung leisten, die regionalen Versorgungsangebote und Unterstützungsangebote koordinieren und die Vernetzung abgestimmter pflegerischer Versorgungs- und Betreuungsangebote ermöglichen.⁴ Diese individuelle und koordinierte Pflegeberatung stärkt die ambulante Pflege, die Menschen sollen solange wie möglich selbst bestimmt in ihrer vertrauten Umgebung leben können. Es gilt der Grundsatz „ambulant vor stationär“.⁵

Die Umsetzung der Koordination und der Beratung des Case-Managements im Pflegefall wird derzeit getestet und ist problematisch, da in einem Stützpunkt alle individuellen Bedürfnisse mit dem betreffenden Angebot abgestimmt, gemonitort werden sollen und dies mit den personellen und technischen Mitteln nur bedingt leistbar ist. Unter haushaltsnahen Dienstleistungen werden Leistungen verstanden, die notwendig sind, um den Alltag in privaten Haushalten zu bewerkstelligen, jedoch von Nichthaushalts-

mitgliedern gegen Entgelt erbracht werden.⁶ Dazu zählen Hausarbeitstätigkeiten, Betreuungs- und Pflegeaufgaben und einfache Reparatur- und Instandhaltungstätigkeiten.⁷ Etwa 95 Prozent der haushaltsnahen Dienstleistungen erfolgen derzeit überwiegend intransparent über den Schwarzmarkt.⁸ Dem wachsenden Bedarf der genannten Dienstleistungen steht jedoch noch eine geringe Zahlungsbereitschaft der potenziellen Kunden gegenüber, da derzeit nur selten aufeinander abgestimmte Problemlösungen und innovative Geschäftsmodelle angeboten werden.⁹ Es kann davon ausgegangen werden, dass die zahlungswillige Nachfrage nach ganzheitlichen Lösungen mit flexibel gestaltbaren, individuellen Leistungen zunehmen wird, wenn ein entsprechendes Angebot verfügbar ist.

Klassische Unternehmensstrukturen sind jedoch zu komplex und zu schwerfällig zur Überwindung der Angebotslücke in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen, es fehlen Hilfsmittel für die Unterstützung der Koordination verteilter Leistungseinheiten. Diese Situation auf dem Dienstleistungssektor muss langfristig zu Gunsten ganzheitlicher, präventiver, komfortabler Lösungen mit flexiblen und gleichzeitig komplexeren Dienstleistungsbündeln aus einer Hand weiterentwickelt werden.

Notwendigkeit komplexer Dienstleistungsbündel

Die Bundesregierung fordert in ihrer High-tech-Strategie 2010 für Deutschland Dienstleistungsinnovationen für den demografischen Wandel unter dem Titel „Im hohen Alter ein selbstbestimmtes Leben führen“. Der Handlungsbedarf wird wie folgt beschrieben: „Der demographische Wandel verändert

³Bundesministerium für Gesundheit: Pflegestützpunkte, www.bmg.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DE/AZ/P/Glossarbereich-Pflegest_C3_BCtztzpunkt.html (01.10.2010)

⁴Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste: Die Pflegestützpunkte des Pflege-Weiterentwicklungsgesetzes, Nr. 20/08 (30.04.2008)

⁵Die Bundesregierung – Magazin für Verbraucher. Pflegereform mehr Leistung und Beratung, www.bundesregierung.de/Content/DE/Magazine/MagazinVerbraucher/003/t2-pflegereform-mehr-leistung-und-beratung.html (01.10.2010)

⁶Vgl. Eichhorst, W.; Tobsch, V. (2007): Familienunterstützende Dienstleistungen. Internationale Benchmarking-Studie. BMFSFJ, Berlin

⁷Vgl. Steiner, M. (2008): Familienunterstützende Dienstleistungen – Förderung haushaltsnaher Infrastruktur, BMFSFJ, Berlin

⁸Vgl. Die Bundesregierung. Dienstleistungen rund um den Haushalt, www.bundesregierung.de/nn_774/Content/DE/Archiv16/Artikel/2008/04/2008-04-08-staerkung-familienunterstuetzender-dienstleistungen.html (01.10.2010)

⁹Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST: STADIWAMI – Standards für Wohnbegleitende Dienste, www.isst.fraunhofer.de/Images/FraunhoferISST_StadiWami_Produktblatt_012010_tcm81-41200.pdf (01.10.2010)



unsere Gesellschaft: Die Menschen werden älter und bleiben länger aktiv. Sie wollen auch im Alter ein selbstbestimmtes Leben führen. Unser traditionelles Verständnis des Alterns muss angesichts der Folgen des demographischen Wandels für Gesellschaft, Wirtschaft und soziale Sicherungssysteme auf den Prüfstand. Um die künftigen Herausforderungen zu bewältigen und die Lebensqualität älterer Menschen zu verbessern, brauchen wir Innovationen.“¹⁰

Zur Überwindung der sogenannten „Dienstleistungslücke“ ist es erforderlich, „eine Dienstleistungswissenschaft zu etablieren, welche die spezifischen Know-how-Bedarfe von wissensintensiven Organisationen zum Programm der wissenschaftlichen Arbeit macht. Die Dienstleistungswirtschaft braucht eine zugehörige Innovationsbasis, um im internationalen Ideenwettbewerb mithalten zu können. Deshalb gilt es, schnell eine profilierte Dienstleistungswissenschaft aufzubauen, die ihre Leistungsstärke aus der engen Kooperation zwischen Praxis (Dienstleistungsanbietern) und Theorie (Wissenschaftseinrichtungen) bezieht.“¹¹ Konkrete Handlungsfelder werden vom Bundesministerium unter anderem in der „Kundenorientierung der Unternehmen“ gesehen, die sich einer neuen Form der Leistungserstellung von hybriden Produkten als Symbiose von Produkterstellung und Dienstleistung widerspiegelt.¹²

„Hier müssen neue Verfahren und Geschäftsmodelle für Produktentwicklung und Geschäftsmodelle für Produktentwicklung, Vermarktung sowie neue Formen der Kundenbeziehung bzw. -bindung entwickelt werden, wenn sich Unternehmen erfolgreich am Markt behaupten wollen.“¹³ Ein weiteres Zukunftsprojekt der Bundesregierung für 2020 fokussiert die „Arbeitswelt und -organisation von morgen“, „die Rahmenbedingungen für Beruf und Privatleben zu verbessern und dadurch auch die Teilhabe am Arbeitsleben bis zum 67. Lebensjahr sicherzustellen.“¹⁴ Einerseits können ältere Menschen im Haushalt unterstützt werden, um länger am gesellschaftlichen Leben aktiv und selbstbestimmt partizipieren zu können, andererseits schaffen sie die Nachfrage für entsprechende haushaltsnahe und pflegerische Dienstleistungen. Im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunktes werden zahlreiche Forschungsvorhaben zum Thema „Technologie und Dienstleistungen im demografischen Wandel“¹⁵ „GemNet- Vernetzung und Steuerung des betrieblichen

Gesundheitswesens“ gefördert¹⁶ sowie die Implementierung von Pflegestützpunkten¹⁷ und Agenturen für Haushaltsnahe Dienstleistungen.¹⁸ Die von der Bundesregierung geforderte Weiterentwicklung der Dienstleistungsgesellschaft ist nur durch die Standardisierung von Dienstleistungen möglich. Für den Dienstleister bringt die Standardisierung Transparenz hinsichtlich des Leistungsergebnisses, der Kundenanforderung, des Prozesses, der Ressourcen, der Kosten, des Leistungsangebotes und ist für die Entwicklung von Softwaresystemen zur Unterstützung der kollaborativen Erstellung hybrider Dienstleistungsbündels in Kooperation mit anderen Dienstleistern notwendig.

Überwindung von Dienstleistungslücken durch integrierte komplexe Dienstleistungen am Beispiel INKLUSIV/P

Einen konstruktiven Ansatz zur Überwindung der dargestellten Lücke im Dienstleistungsangebot bilden Angebotsstrukturen auf Basis von Netzwerkorganisationen, die hybride Leistungen aus einer Hand mit standardisierter Qualität und Transparenz erstellen. Für den Menschen „50 plus“ und den Menschen mit Behinderung soll im Rahmen der Forschungsarbeit ein ganzheitliches hybrides Leistungssystem gestaltet und gesellschaftlich implementierbar gemacht werden, das Pflege, Prävention und Komfort berücksichtigt und den Menschen ein selbstbestimmtes und lebensweltnahes Leben ermöglicht. Die Dienstleistungserstellung durch die Netzwerkorganisation soll dabei technologisch durch intelligente Agentensysteme unterstützt und gesteuert werden. Konkrete Vorgehensweise zur Modellierung des Beispiels GenerationenCenter e.G. als Zusammenschluss von Dienstleistern und Handwerkern:

- Durch eine breit angelegte bundesweite Befragung einerseits und eine in die Tiefe gehende Marktstudie auf dem schon ansatzweise erschlossenen Markt des GenerationenCenter e.V. im Raum Dortmund sollen die Hypothesen über die zu erwartende Nachfrage untermauert und inhaltlich spezifiziert werden.
- Für die Umsetzung auf der Angebotsseite sollen tragfähige marktorientierte Geschäftsmodelle für Dienstleistungnetzwerke in Form von übertragbaren Musterlösungen auf Geschäfts-, Prozess- und Systemebene entwickelt und ihre Praxistauglichkeit in Zusammenarbeit mit dem GenerationenCenter e.V. überprüft werden. Zu diesen Geschäftsmodellen gehört auch die Integration notwendiger Managementinstrumente wie Netzwerkcontrolling, Instrumente zur Verbesserung der Vertrauensgrundlage im Netzwerk oder Qualitätsmanagementsysteme. Die Auswahl und Gestaltung dieser Instrumente soll in der praktischen Arbeit mit dem GenerationenCenter e.V. erarbeitet werden. Eine begleitende Einbeziehung verschiedener politischer Interessenvertretungen (etwa die BAG Selbsthilfe) und anderer im Pflege- und Dienstleistungssektor tätiger Institutionen (etwa die Caritas) dienen der politischen Rückkopplung und der Disseminierung der Ergebnisse.
- Die Entwicklung einer Konzeption und partiellen Demonstration eines „intelligenten“, kontextsensitiven, lernenden Unterstützungssystems für die in der Praxis ermittelten Netzwerkprozesse soll einerseits der Schaffung einer wissenschaftlichen Anschlussfähigkeit und langfristig der besseren Umsetzung des Gesamtansatzes in der Praxis dienen.

¹⁰Bundesministerium für Bildung und Forschung: Ideen. Innovation. Wachstum. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland, Bonn, Berlin 2010, S. 7

¹¹Bundesministerium für Bildung und Forschung: Innovationen mit Dienstleistungen, Berlin, 2009, S. 8

¹²Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung: Innovationen mit Dienstleistungen, Berlin, 2009, S. 9

¹³Bundesministerium für Bildung und Forschung: Innovationen mit Dienstleistungen, Berlin, 2009, S. 9

¹⁴Bundesministerium für Bildung und Forschung: Ideen. Innovation. Wachstum. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland, Bonn, Berlin 2010, S. 7

¹⁵Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V.: Technologie und Dienstleistung im demografischen Wandel, 2. Auflage, Saarbrücken, Januar 2010

¹⁶Gemnet: Projektbeschreibung, www.gemnet.de/projektbeschreibung.html (01.10.2010)

¹⁷Bundesministerium für Gesundheit: Pflegestützpunkt, www.bmg.bund.de/SharedDocs/Standardartikel/DE/AZ/P/Glossar/begriff-Pflegest_C3_BCtzpunkt.html (01.10.2010)

¹⁸AHA: „Für Sie da!“, www.saarland.de/SID-3E724395-6B1918AA/1950.htm (01.10.2010)

Der Fokus des Forschungsvorhabens INKLUSIV/P – Intelligente Kooperationen Lokaler, Umfassender Services zur Individuellen Versorgung Pflegebedürftiger Menschen – Prävention inklusive, ist die Ermittlung konkreter Marktsegmente, für die ein hybrides Bündel aus Dienstleistung und Handwerk durch ein Unternehmensnetzwerk erstellt werden kann. Die Innovation liegt nicht in der einzelnen bestehenden Dienstleistung, sondern in der Bündelung gemäß kundenindividueller Zusammenstellung und der Bereitstellung der Dienstleistungen aus einer Hand – dem Dienstleistungsnetzwerk. Diese Netzwerke sollen konzeptionell und technisch unterstützt werden. Diese Perspektive wird in den bisher angedachten Forschungsprojekten nicht untersucht.

Einordnung in bisherige Projekte

Die Durchführung des beantragten Projekts soll im Rahmen des Research Center for Applications of Intelligent Systems RCAIS (Leitung Prof. Dr. Rolf Franken, Dipl. Oec. Udo Inden) erfolgen. Zentrales Forschungsthema des RCAIS ist das „Management von hybriden Produktionsnetzen“. Es sollen Konzepte für die Produktion von hybriden Produkten – insbesondere Dienstleistungen – in Netzwerken unabhängiger Unternehmen entwickelt und die Umsetzung der Konzepte in die Praxis untersucht werden. Zur Unterstützung der Netzwerke soll eine intelligente, multiagentensystembasierte Informationstechnologie entwickelt werden, die in der Lage ist, die komplexen Produktions- und Geschäftsprozesse in einem durch die moderne IKT (Multisensornetze, UMTS,...) hoch entwickelten Umfeld zu unterstützen.

Die Basis für die Arbeit wurde durch zwei Projekte gelegt:

iC-RFID (2007 bis 2010)

Das Verbundprojekt „iC-RFID – Intelligent Catering mittels Radio Frequency Identification“ [Förderkennzeichen: 01MT06001A, Projektträger DLR. Konsortialpartner waren Airbus Deutschland, EADS, die Fraunhofer Institute IAO und PYCO, sowie die KMU autoID-Systems, MGS und B&W-Engineering] wurde gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Im Rahmen dieses Projekts wurde ein Simulations- beziehungsweise Planungs- und Steuerungssystem entwickelt, das in der Lage ist, die detaillierten Informationen, wie sie von Sensorsystemen wie RFID, GPS oder Temperaturmessung geliefert werden, in die Produk-

tionsplanung und -steuerung aufzunehmen, diese anzupassen, die beteiligten Produktionseinheiten neu aufeinander abzustimmen und gegebenenfalls Sonderaktionen zu veranlassen. Dieses Konzept soll erweitert werden für die Produktion in Netzwerken.

ONE Organisations- & Netzwerk-Entwicklung (2009 bis 2011)

ONE ist ein interdisziplinäres Forschungsprojekt der Fachhochschule Köln, in dem Beteiligte aus den Fakultäten für Angewandte Sozialwissenschaften, Fahrzeugsysteme und Produktion sowie Wirtschaft gemeinsam Netzwerke in profitorientierten Unternehmen und sozialen Einrichtungen untersuchen und Methoden und Instrumente für ihre Unterstützung erarbeiten. Es werden die realen Bedingungen für das Funktionieren von Netzwerken durch Befragungen sowie durch detaillierte Fallstudien und ihre vergleichende Analyse ermittelt. Neben diesen beiden thematisch besonders nahen Projekten hat sich das RCAIS an weiteren Forschungsprojekten beteiligt. In Kooperation mit der Fachhochschule Bielefeld wurde beispielsweise eine internationale Situationsanalyse zum Status quo der Innovationsfähigkeit von KMU durchgeführt und das Projekt „Silver Innovation – Steigerung der Unternehmensintelligenz von KMU durch demografieorientierte Strategien“ beim BMBF beantragt. Die IK-technologische Unterstützung ebenso wie die wirtschaftliche und die soziale Orientierung spielen bei der Entwicklung von Netzwerken eine große Rolle. Sie sind nur als Einheit zu betrachten und bestimmen als solche die weiteren Forschungsaktivitäten des RCAIS. Das RCAIS arbeitet derzeit an weiteren Forschungsprojekten, die parallel bearbeitet werden sollen: Durch EU-Projekte im Rahmen des FP7-Programms sollen die Möglichkeiten der technologischen Unterstützung von Netzwerken weiter ausgearbeitet werden. Es geht darum, die Unterstützungsmöglichkeiten der Produktionsplanung und -steuerung in einem informationsbezogenen High-Resolution-Umfeld und unter „Real-Time“-Bedingungen für Netzwerke und alle ihre Geschäftsprozesse weiter zu entwickeln. Dies erfolgt auf der Basis von Multiagenten-

systemen, die nach dem Grundprinzip der Modellierung und Simulation der relevanten realen Welt aufgebaut sind und daher besonders flexibel reagieren können. Für diese Entwicklungsarbeit wurde inzwischen ein umfangreiches Netzwerk von Universitäten, Forschungsinstituten (Fraunhofer Institute) und namhaften Unternehmen (etwa EADS, Airbus, Boeing, Knowledge Genesis (RUS), Almende (NL), Flughäfen (Köln und Frankfurt)) aufgebaut, welches gemeinsam an entsprechenden Anträgen arbeitet. Zu den universitären Partnern in diesen Projekten zählen auch die Wirtschaftsuniversität Wien und die University of Manchester, über die auch Promotionsverfahren möglich sind. Das Projekt INKLUSIV/P soll für die bisher primär im Sektor Logistik oder der Luftfahrtindustrie angesiedelten technologischen Arbeiten einen neuen Anwendungsbereich erschließen und umgekehrt die Erfahrungen aus dem hochgradig zeitbestimmten Luftfahrtsektor für die Koordination von Dienstleistungen nutzbar machen.

Ausblick in die Zukunft integrierter hybrider Dienstleistungsbündel

2008 umfasste der Dienstleistungssektor 69 Prozent der Bruttowertschöpfung in Deutschland.¹⁹ Zielgruppen für haushaltsnahe Dienstleistungen sind derzeit insbesondere Familien mit erwerbstätigen Eltern sowie Seniorenhaushalte, deren stärkere Nachfrage nach haushaltsnahen Dienstleistungen vor allem an den bislang hohen Kosten, hohem Such- und Organisationsaufwand und fehlenden oder nicht bekannten Angeboten scheitert. Diese Hindernisse auf dem Weg zur Dienstleistungsgesellschaft müssen gemäß Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend durch ein abgestimmtes Handlungsprogramm beseitigt werden, „bei dem eine Verbesserung der steuerlichen Förderung der Nachfrage nach haushaltsnahen Dienstleistungen flankiert wird durch Maßnahmen zur Förderung der Angebotsinfrastruktur sowie zur Qualifizierung von Arbeitskräften und zur Existenzgründung.“²⁰ Die Generation 50plus wird mit ihrer Kaufkraft zukünftig die Nachfrage bestimmen. Bereits heute stammt jeder zweite Euro, der

¹⁹destatis: Bruttowertschöpfung: Dienstleistungssektor, www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Internationales/InternationaleStatistik/Thema/Tabellen/Basistabelle__BWWertschoepfung,templateId=renderPrint.psml (01.10.2010)

²⁰Prognos AG für Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Familienunterstützende Dienstleistungen – Förderung haushaltsnaher Infrastruktur, Berlin, 2008, S. 31



in Deutschland privat ausgegeben wird, von dieser Anspruchsgruppe.²¹ Jeder dritte Euro, der in Deutschland privat ausgegeben wird, wird von einem Menschen über 60 Jahre ausgegeben. Die Rürup-Kommission geht von 3,4 Millionen pflegebedürftigen Menschen im Jahr 2040 aus.²² Das Deutsche Institut für Wirtschaft prognostiziert, dass bis zum Jahr 2050 die Ausgaben der Seniorinnen und Senioren auf 386 Millionen Euro wachsen und damit 41 Prozent der Gesamtausgaben in Deutschland betragen werden. Zwei Drittel aller Seniorinnen und Senioren sind bereit, haushaltsnahe Dienstleistungen in Anspruch zu nehmen.²³ Aus den Umfrageergebnissen einer aktuellen Studie des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSJF) geht hervor, dass derzeit ein Nachfragepotenzial nach Haushaltshilfen von 36 Prozent aller Haushalte besteht.²⁴ Etwa 95 Prozent der haushaltsnahen Dienstleistungen erfolgen derzeit überwiegend intransparent über den Schwarzmarkt. Die Nachfrage ist da und wird steigen. Darüber hinaus muss das Dienstleistungsangebot zu einem guten Preis-Leistungs-Verhältnis bei hoher Qualität auf starker Vertrauensbasis angeboten werden und über den ersten Arbeitsmarkt realisiert werden, damit dem Leistungsangebot auf dem Schwarzmarkt²⁵ entgegengewirkt werden kann. Neben der Zielgruppe 50 Plus und pflegebedürftiger Menschen kann das hybride Dienstleistungsbündel auch analog

für Familien mit und ohne Kinder angeboten werden, was zu einer besseren Work-live-Balance und zur Entlastung und Stärkung der Familien führt. Die Ergebnisse des Projekts INKLUSIV/P werden einen wichtigen Schritt zur Entwicklung konstruktiver Lösungen für Unternehmensnetzwerke sein. Die Muster, die für den Markt für Services zur individuellen Versorgung pflegebedürftiger Menschen entwickelt werden, lassen sich auch auf andere Märkte übertragen oder zur Entwicklung von Geschäftsmodellen für bisher nicht existierende Dienstleistungsangebote nutzen. Die dazu entwickelten Ideen reichen von einer Serviceplanung rund um Mobilitätsbedürfnisse bis zur Notfallplanung bei Unfällen. Die zu entwickelnden Bausteine werden vielfältig für weitere wissenschaftliche Arbeit und ökonomische Verwertung einsetzbar sein. Wie schon angedeutet, sollen die Ergebnisse des Projekts in die Konzi-

pfung weiterer Projekte zur Entwicklung der notwendigen Unterstützungssysteme einfließen. Es ist geplant, bei einem positiven Ergebnis, die Modelle für die Entwicklung eines Multiagentensystems zur Simulation und Steuerung hybrider Produktionsnetzwerke zu nutzen, welches auf verschiedene Anwendungsbereiche übertragbar ist. Ein Vergleich der ermittelten Anforderungen an ein System zur Steuerung von Pflegedienstleistungen mit den schon vorliegenden Erfahrungen aus dem Airline Catering und der Logistik würden wichtige Rückschlüsse auf die Verallgemeinerbarkeit der bisher eingesetzten Konzepte und Algorithmen zulassen. Das Projekt liefert einen wichtigen Input im Rahmen der Forschungsstrategie des RCAIS.

Rolf Franken/Udo Inden/Olivia Macolic

²¹Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Potentiale Nutzen – die Kundengruppe 50 plus, Berlin, 2010, S. 6

²²Deutscher Bundestag, Wissenschaftliche Dienste: Die Pflegestützpunkte des Pflege-Weiterentwicklungsgesetzes, Nr. 20/08 (30.04.2008)

²³Vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Wirtschaftsfaktor Alter, www.wirtschaftsfaktor-alter.de/wa/fuer-unternehmen/brancheninfo/haushaltsnahe-dienstleistungen.html (01.10.2010)

²⁴Prognos AG für Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend: Familienunterstützende Dienstleistungen – Förderung haushaltsnaher Infrastruktur, Berlin, 008, S. 31

²⁵Vgl. Die Bundesregierung. Dienstleistungen rund um den Haushalt, www.bundesregierung.de/nn_774/Content/DE/Archiv16/Artikel/2008/04/2008-04-08-staerking-familienunterstuetzender-dienstleistungen.html (01.10.2010)

Zeit und Management in Deutschland und Russland

Die Erweiterung der wirtschaftlichen Grenzen, die Entdeckung neuer Absatzmärkte und die Entstehung internationaler Kooperationspartnerschaften sind Merkmale fortschreitender industrieller Globalisierung. Nicht immer jedoch führen die internationalen Kooperationspartnerschaften zu wirtschaftlichem Erfolg. Schätzungen zufolge scheitern etwa 40 bis 70 Prozent aller internationalen Projekte. Eine Studie von Fink & Meyerevert (2004) legt nahe, dass sich mehr als die Hälfte der in Joint Ventures zwischen westeuropäischen und russischen Unternehmen auftretenden Konflikte am unterschiedlichen Umgang mit dem Faktor „Zeit“ entzündet. Der zeitlichen Strukturierung von Arbeitsabläufen

kam bereits zu Beginn der Industrialisierung eine hohe Bedeutung zu, auf dem globalen Markt ist „Zeit“ zu einem der wichtigsten Wettbewerbsfaktoren geworden. Zahlreiche Konzepte zur Verbesserung des Zeitmanagements wurden entwickelt, so etwa Time Based Management, Just-in-time-Prinzip, Speed Management, Quick Response Management oder Fast Cycle Management. Die wirtschaftlichen Schwierigkeiten vieler Joint Ventures zeigen aber, dass sich keines dieser Konzepte als generelles Erfolgsrezept bewährt hat. Am Beispiel der japanischen Managementliteratur wird dies am deutlichsten sichtbar: Die Erfolge des japanischen Managements werden zwar auch im Westen gewürdigt, gleichzeitig hat man aber

auch erkannt, dass die in Japan entwickelten Methoden nicht in gleichem Maße in westlichen Betrieben funktionieren (vgl. Hölter, 2005; Schroll-Machl & Lyskow-Strewe, 1999).

„Stumme Sprache“ bestimmt das Arbeitsleben

Offensichtlich hat eine einfache Übernahme von Strategien, die in einem bestimmten kulturellen Kontext entwickelt wurden, nicht die erwünschten Konsequenzen in einem anderen Umfeld. Ein wesentlicher Grund dürfte darin liegen, dass den unterschiedlichen Strategien auch kulturelle Unterschiede im Bewusstsein zu Grunde liegen. Erfolg scheint sich nur dann einzustellen, wenn die organisatorischen Zeitstrukturie-

rungen und –normierungen im Einklang mit den individuellen Empfindungen bezüglich der Zeit stehen. Diese Empfindungen treten häufig nicht offen zutage, eher folgen sie ungeschriebenen Regeln – auch als „stumme Sprache“ bezeichnet (Hall & Hall, 1990), die aber das Arbeitsleben maßgeblich bestimmen, indem sie sich in der Art, wie wirtschaftliche Entscheidungen getroffen werden, und in der Art, wie auftretende Probleme gelöst werden, niederschlagen (vgl. Strohschneider, 2006). Die Unkenntnis dieser ungeschriebenen Regeln gibt in internationalen Geschäftsbeziehungen zu vielen Missverständnissen und Friktionen Anlass (vgl. Brislin & Kim, 2003).

Dimensionen des Zeitumgangs

Für das Management und das Arbeitsleben sind drei Dimensionen des Zeitumgangs von Bedeutung, die auf einem Kontinuum vom Denken zum Handeln angeordnet werden können: der Zeithorizont, die Zeiteinteilung und das Tempo. Die drei Dimensionen sind nicht als orthogonal zu betrachten, sondern können sich wechselseitig beeinflussen.

Zeithorizont:

Situationsauffassungen und Handlungsplänen liegen Zeitvorstellungen zugrunde, die die Gegenwart mit der Zukunft und auch mit der Vergangenheit verbinden. Sie werden als „Zeithorizont“ oder auch als „Zeitperspektive“ bezeichnet. Bezogen auf die Zukunft beinhaltet der Zeithorizont Ziele, die relativ zur Gegenwart nah (proximal) oder fern (distal) angesiedelt sein können. Bei der Erreichung der Ziele lässt sich eine eher personen- oder ergebnisorientierte von einer eher personen- oder prozessorientierten Herangehensweise unterscheiden.

Zeiteinteilung:

Bei der Ausführung von Arbeitstätigkeiten lässt sich eine eher monochrome mit einer eher polychronen Arbeitsweise kontrastieren. Bei ersteren besteht eine Präferenz zur sukzessiven Abarbeitung von Einzeltätigkeiten sowie eine Tendenz zur strikten Einhaltung einmal gesetzter Termine, während bei letzteren meistens mehrere Tätigkeiten gleichzeitig ausgeführt und Termine flexibel gehandhabt werden.

Tempo:

Entscheidungen im Arbeitsprozess können eine unterschiedliche Dauer in Anspruch nehmen, und Arbeitshandlungen können in unterschiedlicher Geschwindigkeit durch-

geführt werden. Auf das Arbeitsergebnis bezogen lassen sich beide Facetten unter den Begriff Tempo subsumieren.

Zeitumgang und Kultur

Kulturvergleichende Untersuchungen haben gezeigt, dass Zeithorizont, Zeiteinteilung und Tempo historisch-gesellschaftlich verankert sind mit der Konsequenz, dass Zeitmanagementpraktiken nicht einfach von einer Kultur in andere übertragbar sind. Entsprechend dem Kulturmodell von Hofstede (2001) sind es vor allem zwei Dimensionen kultureller Verschiedenheit, die mit Unterschieden im Umgang mit der Zeit einhergehen: die Dimension „Individualismus-Kollektivismus“ und die Dimension „Machtdistanz“. In kollektivistischen Kulturen ist man im Vergleich zu individualistischen Kulturen stärker personen- als aufgaben-zentriert, und die Aufrechterhaltung sozialer Harmonie wird den eigenen Bedürfnissen vorangestellt (vgl. Triandis, 1995). Der Faktor „Kollektivismus“ ist nicht völlig unabhängig vom Faktor „Machtdistanz“: kollektivistische Kulturen neigen tendenziell eher zu höherer und individualistische Kulturen tendenziell eher zu geringerer Machtdistanz. In Kulturen mit hoher Machtdistanz sind vertikale, also hierarchisch strukturierte, Beziehungen wichtiger als horizontale, also Beziehungen unter gleichrangigen Partnern, während in Kulturen mit geringer Machtdistanz horizontale Beziehungen dominieren und Hierarchieunterschiede eine wesentlich geringere Rolle spielen.

Ausgehend von den noch aus der Sowjetunion tradierten gesellschaftlichen Normen ist Russland tendenziell dem kollektivistischen Pol auf der Individualismus-Kollektivismus-Dimension und auf der Machtdistanz-Dimension eher dem vertikalen Pol, der hohen Machtdistanz zuzuordnen (vgl. Arzenowskij et al., 2000). Deutschland ist demgegenüber stärker durch eine horizontal-individualistische Kultur geprägt. Die Zeitmuster horizontal-individualistischer Kulturen unterscheiden sich deutlich von den Zeitmustern vertikal-kollektivistischer Kulturen. Allerdings scheinen die kulturellen Unterschiede in hohem Maße auch von der jeweiligen Wirtschaftsform geprägt oder gar überlagert zu sein. Nach der Perestrojka und dem Zusammenbrechen des sowjetischen Systems findet in Russland eine Wendung der wirtschaftlichen Organisationsformen in Richtung einer Marktwirtschaft nach westlichem Muster statt.

ABSTRACT

Im Rahmen dieses Projekts wird untersucht, inwieweit sich die in Deutschland und Russland jeweils vorherrschenden kulturellen Orientierungen im individuellen Zeiterleben niederschlagen. Eignen sich etwa die subjektiven Zeiterlebensmuster als Prädiktoren für die Art und Qualität von wirtschaftlichen Entscheidungen? An jeweils einer Stichprobe deutscher und russischer Probanden werden drei Dimensionen kulturell geprägter Zeit erfasst: Zeithorizont, Zeiteinteilung und Tempo. Zur Ermittlung der Art und Qualität wirtschaftlicher Entscheidungen dienen simulierte wirtschaftliche Szenarios, innerhalb derer die Probanden allein oder in Gruppen und unter Variation unterschiedlicher Randbedingungen bestimmte Aufgaben lösen müssen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Dr. h.c. (rus) Erich Hölter
Fakultät für
Wirtschaftswissenschaften
Institut für Betriebswirtschaftslehre
erich.hoelter@fh-koeln.de
Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. (rus)
Hede Helfrich
Technische Universität Chemnitz
Philosophische Fakultät
Lehrstuhl für Interkulturelle
Kommunikation
hede.helfrich@phil.tu-chemnitz.de
Dr. Igor Arzenowskij
Institut für Wirtschaft,
Recht und Management,
Universität für Architektur
und Bauwesen
Nishnij Nowgorod, Russland
arzenowskij@yahoo.de

PROJEKT BETEILIGTE

Dina Khokhleva, M.A.

FÖRDERNDE INSTITUTION

Karf-Vossloh Stiftung, Werdohl



Durch die damit verbundene wirtschaftliche Instabilität ist sicherlich nicht zu erwarten, dass die für vertikal-kollektivistische Kulturen typischen Zeitmuster in Reinform zu erwarten sind. Bisherige Forschungen zum Zeitgebrauch legen nahe, dass horizontal-individualistische Kulturen ein Zeitmuster aufweisen, für dessen Charakterisierung die Metapher von der „linearen Zeit“ geprägt wurde. Prototypisch für das horizontal-individualistische Zeitmuster ist eine ergebnisorientierte Ausrichtung auf langfristige Ziele, eine monochrome Arbeitsweise mit genauer Termineinhaltung und ein hohes Arbeitstempo. Dieses Zeitmuster spiegelt die „protestantische Arbeitsethik“ im Sinne Max Webers wider und scheint in besonders hohem Maße für das Arbeitsleben in Deutschland charakteristisch zu sein.

Nicht im selben Maße einheitlich sind die Zeitmuster, die als typisch für vertikal-kollektivistische Kulturen erachtet werden. Hier scheinen deutliche Unterschiede zwischen ostasiatischen und osteuropäischen Kulturen zu bestehen. Sie treten am stärksten in der Art der angesteuerten Ziele zutage, die in den ostasiatischen Gesellschaften – entsprechend der „konfuzianischen Ethik“ – eher langfristig sind, während sie in den osteuropäischen Gesellschaften – entsprechend der wirtschaftlichen Instabilität – eher kurzfristig sind. Unterschiede scheinen aber auch in der Einhaltung von Terminen sowie in der Geschwindigkeit von Arbeitshandlungen zu bestehen.

Ähnlichkeiten zeigen sich dagegen in der Art, wie Ziele verfolgt werden, in der Art der Arbeitsweise sowie in der Dauer von Entscheidungen. Vertikal-kollektivistische Kulturen scheinen dadurch charakterisiert zu sein, dass die Ziele – entsprechend der kollektivistischen Orientierung – eher personenorientiert in polychroner Arbeitsweise verfolgt werden und Arbeitsentscheidungen – wegen der hohen Machtdistanz – eine lange Zeitdauer in Anspruch nehmen.

Zeitumgang und wirtschaftliche Entscheidungen

Die unterschiedlichen Zeitmuster sollten sich auch im wirtschaftlichen Handeln niederschlagen. In bisherigen Untersuchungen wurde herausgefunden, dass die Art der Herangehensweise an Entscheidungs- und Problemlösesituationen stark vom kulturellen Kontext beeinflusst ist (vgl. Strohschneider, (2006). Bisher wurde aber kein

systematischer Zusammenhang zwischen dem Zeitumgang einerseits und der Art und Qualität von Entscheidungen andererseits hergestellt. Hierbei ist nicht notwendigerweise anzunehmen, dass der Zeitumgang entsprechend dem linearen Muster oder der protestantischen Arbeitsethik unter allen Bedingungen am effektivsten sein muss. Nicht nur im Zusammenhang mit ost-westlichen Wirtschaftsbeziehungen, sondern auch im innerwestlichen Bereich wird das lineare Zeitkonzept neuerdings in Frage gestellt. Kern der Kritik ist, dass es bei den mit dem Einzug moderner Informationstechnologien verbundenen Veränderungen von Arbeitsstrukturen und in Zeiten wirtschaftlicher Instabilität nicht flexibel genug ist, um sich an kurzfristige Änderungen anzupassen (vgl. Brislin & Kim, 2003). Bei zu gründlicher zeitlicher Strukturierung der Arbeitshandlungen führen selbst kleine Störungen der lang- und kurzfristigen Planung leicht zu Frustrationen, die ihrerseits die Arbeitserledigung stark behindern. Umgekehrt können kollektivistische Zeitmuster durch die mit ihnen verbundene soziale Unterstützung dazu beitragen, durch Termindruck und Arbeitstempo hervorgerufene Belastungen abzufedern.

Generelle Vorgehensweise und Untersuchungsstichprobe

Die generelle Versuchsanordnung wird nach Art eines quasi-experimentellen Designs gestaltet (Helfrich, 2003). Kernpunkt bilden Unternehmensplanspiele oder volkswirtschaftliche Simulationsspiele, in denen von den Teilnehmern entweder allein oder in der Gruppe bei Vorgabe unterschiedlicher Umweltbedingungen unternehmens- und wirtschaftspolitische Entscheidungen getroffen werden müssen. Als unabhängige Variablen dienen die Nationalität (Deutsche versus Russen), die soziale Situation (allein versus in der Gruppe), Art und Umfang der bereitgestellten Informationen sowie Art der marktwirtschaftlichen Konstellationen oder Ereignisse. Hierbei handelt es sich bei der Nationalität um einen quasi-experimentellen Faktor, während die übrigen unabhängigen Variablen experimentelle Faktoren darstellen. Die abhängigen Variablen bilden die Art der Lösungswege, die Dauer der einzelnen Lösungsschritte und die Qualität der getroffenen Entscheidungen. Zur Ermittlung des Zusammenhangs zwischen kultureller Orientierung, Zeitmuster und Entscheidungsverhalten werden zusätzlich die Personvariablen erhoben, die die individuelle kulturelle Orientierung (Individualismus-Kol-

lektivismus und Machtdistanz) sowie das individuelle Zeitmuster (Zeithorizont, Zeiteinteilung und Tempo) erfassen. Die Untersuchung soll an Studierenden der Betriebswirtschaft sowie Mitarbeitern von mittelständischen Firmen in Deutschland (Region Köln und Region Chemnitz) und Russland (Region Nishnij Nowgorod) durchgeführt werden. Die Gesamtstichprobe soll je 150 deutsche und russische Probanden umfassen.

Erhebung der Persönlichkeitsvariablen

Drei Variablen des individuellen Zeitmusters werden erhoben: der Zeithorizont, die Zeiteinteilung und das Tempo. Bei der Erfassung dieser Variablen wird auf etablierte Fragebogenverfahren (etwa Bluedorn, 2002; Kaufman-Scarborough & Lindquist, 1999; Zimbardo & Boyd, 1999) zurückgegriffen, deren transkulturelle Äquivalenz jedoch in einer Voruntersuchung abgesichert oder hergestellt wird. Zur Ermittlung der individuellen Ausprägung auf den Kulturdimensionen „Individualismus-Kollektivismus“ und „Machtdistanz“ soll der von Triandis (1995) entwickelte Fragebogen zum Einsatz kommen. Er erlaubt, den jeweiligen Grad der Ausprägung auf den vier Skalen „horizontal-individualistisch“, „vertikal-individualistisch“, „horizontal-kollektivistisch“ und „vertikal-kollektivistisch“ zu bestimmen.

Praktische Implikationen

In Zeiten der Globalisierung werden viele Geschäftsleute mit kulturellen Andersartigkeiten im Zeitumgang und in den zeitlichen Normen konfrontiert. Wie eine Vielzahl gescheiterter Joint Ventures zeigt, ist eine einfache Übertragung von Zeitstrategien aus einem bestimmten Kulturkreis in einen anderen offenbar nicht hinreichend. Erfolg scheint sich nur dann einzustellen, wenn die organisatorischen Zeitstrukturierungen und -normierungen im Einklang mit den individuellen Empfindungen bezüglich der Zeit stehen. Deren Beachtung kann zu einer entscheidenden Determinante des Geschäftserfolgs werden, da eine alle Teilnehmer befriedigende zeitliche Koordination von Handlungen eine wichtige Voraussetzung für Kooperationen darstellt. Im geplanten Projekt sollen aus den erhaltenen Kenntnissen über kulturelle Unterschiede und deren Implikationen Schlussfolgerungen hinsichtlich der Gestaltung der Zusammenarbeit in deutsch-russischen Firmen gezogen werden.

Erich Hölter

LITERATUR

- Arzhenowskij, I.W.; Helfrich, H.; & Romanova, N.T. (2000): Sozial'nyje deistwija w meshkulturnom sravnenii. In: A.S. Makarycheva (Ed.), Analititscheskije materialy „Meshdunarodnye odnoschenija w XXI weke: regional'noje w global'nom, global'noje w regional'nom“, Nishnij Nowgorod: NGLU, pp. 194–24
- Bluedorn, A.C. (2002): The human organization of time: Temporal realities and experience. Palo Alto, CA: Stanford University Press
- Brislin, R.; & Kim, E. (2003): Cultural diversity in people's understanding and use of time. *Applied Psychology: An International Review*, 52, pp. 363–382
- Fink, G.; Meyerevert, S. (2004): Issues of time in international, intercultural management. East and Central Europe from the perspective of Austrian managers. *Journal for East European Management Studies*, 9, pp. 61–84
- Hall, E.T.; Hall, M.R. (1990): Understanding cultural differences: Germans, French and Americans. Yarmouth: Intercultural Press
- Helfrich, H. (2003): Methodologie kulturvergleichender Forschung. In: A. Thomas (Hrsg.), *Kulturvergleichende Psychologie*, 2. Auflage, Göttingen: Hogrefe, S. 111–139
- Hölter, E. (2005): Zeithorizont in Planung und Kontrolle – Ein Vergleich zwischen Deutschland und Japan. *Forschungsbericht: Fachhochschule Köln*
- Hofstede, G. (2001): Lokales Denken, globales Handeln: Interkulturelle Zusammenarbeit und globales Management. 2. Auflage, München: Deutscher Taschenbuch-Verlag
- Kaufman-Scarborough, C.; Lindquist, J. D. (1999): Time management and polychronicity. *Journal of Managerial Psychology*, 14, pp. 288–312
- Schroll-Machl, S.; Lyskow-Strewe, V. (1999): Interkulturelle Kompetenz im Transformationsprozeß. In: Höhmann, H.-H. (Hrsg.): Eine unterschätzte Dimension? Zur Rolle wirtschaftskultureller Faktoren in der osteuropäischen Transformation, Bremen: Temmen, S. 113–130
- Strohschneider, S. (2006): Kulturelle Unterschiede beim Problemlösen. In: J. Funke (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Denken und Problemlösen*. Bd. 8, Göttingen: Hogrefe, S. 549–618
- Triandis, H. C. (1995): Individualism and collectivism. Boulder: Westview Press.
- Triandis, H. C. (2000): Culture and conflict. *International Journal of Psychology*, 35, pp. 145–152
- Zimbardo, P.G.; Boyd, J.N. (1999): Putting time in perspective: A valid, reliable individual-differences metric. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, pp. 1271–1288

Miet- und Pachtrecht aktuell

Mit dem Gesetz zur Neugliederung, Vereinfachung und Reform des Mietrechts hat der Gesetzgeber das Miet- und Pachtrecht im Jahr 2001 neu gegliedert und wieder weitgehend im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) zusammengefasst. Das Gesetz zur Modernisierung des Schuldrechts hat kurz darauf weitgehende Änderungen des Allgemeinen Teils des BGB und des Schuldrechts mit sich gebracht. Angesichts dessen hat der Deutsche Anwaltverein bereits im Jahr 2005 erstmals die Konsequenzen aus diesen Änderungen in einem neuen fünfbandigen Kommentar, dem „Nomos Kommentar BGB“, erfasst und so der Praxis besser zugänglich gemacht. Der Kommentar sollte ein verlässlicher Wegweiser durch die Reformen sein. Ziel des Vorgängerprojekts von 2004 war es dementsprechend, Miet- und Pachtrecht unter Einschluss des Rechts der Unternehmenspacht neu zu kommentieren – und zwar orientiert an den Bedürfnissen des praktizierenden Rechtsanwalts und zugleich ohne Erfassung des Wohnraummietrechts. Das Ergebnis war eine systematische Darstellung des neuen Miet- und Pachtrechts, die Einordnung und Wertung erster gerichtlicher Entschei-

dungen zum neuen Recht sowie eine Kommentierung der Übergangsvorschriften im Einführungsgesetz zum Bürgerlichen Gesetzbuch (EGBGB).

Neukommentierung des Miet- und Pachtrechts

Fünf Jahre sind seit dem Vorgängerprojekt vergangen. Während damals primär Urteile der Oberlandesgerichte, der Landgerichte und der Amtsgerichte existierten, hat der Bundesgerichtshof, der seit dem Jahr 2002 zunehmend auch für das Miet- und Pachtrecht zuständig ist, seitdem zahlreiche grundlegende Entscheidungen zum Thema getroffen. Das nunmehrige Projekt greift rund 300 dieser Entscheidungen des Bundesgerichtshofs auf und passt sie in das Bisherige ein. Zugleich werden Konzept und Grundlinien des Miet- und Pachtrechts auf der Basis der Erkenntnisse der vergangenen Jahre neu dargelegt. Die Neukommentierung umfasst 200 Seiten. Im Mittelpunkt stehen das allgemeine Mietrecht, die Geschäftsraummiete, das allgemeine Pachtrecht, das Recht der Landpacht und das Recht der Unternehmenspacht. Das Recht der Wohnraummiete, welches zahlreiche

ABSTRACT

Das Mietrecht und das Pachtrecht einschließlich des Unternehmenspachtrechts sind in der juristischen Praxis von zentraler Bedeutung. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts wurden die grundlegenden Entscheidungen, die der Bundgerichtshof in den vergangenen Jahren angesichts neuer Zuständigkeiten gefällt hat, aufgearbeitet und auf dieser Grundlage Konzeption und Grundlinien des Miet- und Pachtrechts neu gezeichnet. Zugleich gibt die Neukommentierung Antworten auf die zentralen, die Praxis beschäftigenden Fragen. Vorschläge zur Vertragsgestaltung sowie, partiell, de lege ferenda ergänzen die Überlegungen.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. jur. Friedrich Klein-Blenkers
Fakultät für
Wirtschaftswissenschaften
Institut für Betriebswirtschaftslehre
friedrich.klein-blenkers@fh-koeln.de
www.klein-blenkers.de



Besonderheiten aufweist, wird, wie bereits beim Vorgängerprojekt, nur allgemein behandelt. Da die praxisperechte Anwendung des Miet- und Pachtrechts nur gelingen kann, wenn man das Zivilrecht als Ganzes ins Auge fasst, erfasst die Kommentierung zugleich das BGB als Ganzes sowie Verbindungen zu nahe liegenden Rechtsgebieten.

Einzelne Ergebnisse des Projekts

Dabei hat sich gezeigt, dass zwar Bereiche des Miet- und Pachtrechts in den vergangenen Jahren streckenweise geklärt worden sind. Die Tagesnachrichten zu Entscheidungen des Bundesgerichtshofs zu Wohnraumformularmietverträgen, zur Überwälzung von Heizkosten auf den Mieter oder zur Zulässigkeit von Schönheitsreparaturvereinbarungen zeigen dies. Gleiches gilt für Konkurrenzverbote bei Geschäftsraummietverhältnissen, für die Folgen von Zugangshindernissen, wie sie sich auch beim Bau der Kölner U-Bahn gezeigt haben oder für die Möglichkeit, Miet- oder Pachtverhältnisse für eine bestimmte Zeit zu schließen. Beim Pachtrecht hat sich das Recht der Unternehmenspacht als für die Praxis zentral erwiesen. Mittelständische Unternehmen, bei denen eine Nachfolge ansteht, werden zunehmend verpachtet. Die Pacht von Unternehmen kann einen Weg zur Existenzgründung, Vorstufe eines Unternehmenskaufs oder einen Weg zum Zusammenschluss von Unternehmen darstellen. Die Unternehmenspacht findet sich zwischen verbundenen Personen und bei der Betriebsaufspaltung. Dementsprechend sind hier Fragen des Vertragsschlusses, der Durchführung und der Beendigung einer Unternehmenspacht von zentraler Bedeutung. Andererseits haben sich Befürchtungen, dass zentrale Fragen, etwa in Hinblick auf die Zulässigkeit der Untervermietung, die Möglichkeit von Kündigungsverzichten oder den Umgang mit Mietsicherheiten, vom Gesetz nicht oder nicht klar beantwortet werden, bestätigt. Häufig ist eine Orientierung im Gesetz nur schwer möglich. Der Schutz des Wohnraummieters kann teils als zu weitgehend, die Regelung der übrigen Mietverhältnisse als zu knapp angesehen werden. Das Recht der Geschäftsraummietverhältnisse führt wie bereits vor der Mietrechtsreform ein Schattendasein, was seiner praktischen Bedeutung nicht gerecht wird. Ziel des Gesetzgebers war es, einen ausgewogenen Interessenausgleich zwischen Mietern und Vermietern herzustellen, wobei die sozial-, wohnungs-, wirtschafts- und umweltpoli-

tische Bedeutung des privaten Mietrechts berücksichtigt werden sollten. Rechtssicherheit und Rechtsfrieden sollten vermehrt, die Zahl der Mietprozesse verringert sowie Mobilität, umweltbewusstes Verhalten durch Energiesparanreize sowie der Mietwohnungsbau gefördert werden. Dieses Ziel ist, wie auch die jüngsten Untersuchungen zu Mietsteigerungen in Großstädten und die weiter hohe Zahl von Mietprozessen zeigen, allenfalls zum Teil erreicht worden.

Interdisziplinarität, Praxis- und Lehrbezug

In der Neukommentierung waren die Fragen, die sich beim Miet- und Pachtrecht stellen, regelmäßig mit Blick auf alle relevanten Rechtsbereiche zu beantworten. Zwar sind primäre Ausgangspunkte für das Mietrecht die §§ 535 ff. BGB und für das Pachtrecht die §§ 581 ff. BGB. An zahlreichen Stellen nehmen diese Vorschriften jedoch Bezug auf das allgemeine Zivilrecht. Ebenso waren Implikationen des Steuerrechts, des Zivilprozessrechts und des Insolvenzrechts zu berücksichtigen. Erst die Zusammenschau dieser Aspekte führt zu zutreffenden Vertragsempfehlungen und zu zutreffenden Antworten auf sich stellende Fragen. Für die Praxis bietet die Neukommentierung aktuelle Vertragsempfehlungen und ebensolche Antworten auf sich im Miet- und Pachtrecht stellende Fragen. Deren Relevanz bestätigt der Blick auf die hohe Zahl der neu eingehenden Streitigkeiten bei den Gerichten ebenso wie die zahlreichen Anfragen bei den Vereinen der Mieter oder der Haus- und Grundeigentümer. Im Rahmen von zwei Seminaren mit studentischer Beteiligung zu Geschäftsraummiets- und Unternehmenspacht als Instrumente zur Existenzgründung sowie einer Vorlesung zum Unternehmensrecht sind diese Aspekte bereits in den Lehrbetrieb eingeflossen.

Friedrich Klein-Blenkers

LITERATUR

Miet- und Pachtrecht, in: Nomos Kommentar BGB; Nomos Verlag (Baden-Baden), 2. Auflage 2011, geb., ISBN 978-3-8329-3440-8

Projekte des Forschungsschwerpunkts Rückversicherung

Der Ereignisbegriff in Haftpflicht- Erstversicherung und Haftpflicht-Rückversicherung

Rückversicherte Haftpflichtportfolios beinhalten Risiken, die in der Erstversicherung unterschiedliche Versicherungsfalldefinitionen aufweisen. So können Risiken aus der betrieblichen Haftpflichtversicherung, mit dem so genannten Schadenereignisprinzip, aus der Versicherung für Umweltschäden mit dem so genannten Feststellungsprinzip oder aus der Vermögensschadenhaftpflicht mit dem so genannten Verstoßprinzip in einem Portfolio überwiegend mit Schadenexzedentenverträgen pro Ereignis rückversichert sein. Für die Haftung aus einem solchen Vertrag wird vertraglich eine Haftstrecke pro Ereignis festgelegt und eine Ereignisdefinition verwendet, bei der häufig Bezug genommen wird auf die Versicherungsfalldefinition unter der Originalpolice. Der Ereignisbegriff oder die Versicherungsfalldefinition ist grundsätzlich für zwei entscheidende Punkte im Rahmen der Deckung unter einem Versicherungsvertrag von Bedeutung. Im Bereich Erstversicherung wird anhand der Versicherungsfalldefinition beurteilt, ob das den Versicherungsfall auslösende Ereignis zeitlich in den im Vertrag festgelegten versicherten Zeitraum fällt. Darüber hinaus wird mit Serienschadenklauseln beurteilt, wie viele Versicherungsfälle im Einzelfall vorliegen. Dabei geht es auch um die Fragen, ob ein Selbstbehalt einmal oder mehrmals in Abzug gebracht werden kann oder ob etwaige Einzelschäden kumuliert eine vereinbarte begrenzte Entschädigungshöhe erreichen oder nicht. Diese beiden Dimensionen sind letztlich auch für die Beurteilung des entsprechenden Schutzes durch den Rückversicherungsvertrag von Bedeutung. Auch bei der Rückversicherung eines Haftpflicht-Portfolio des Erstversicherers muss in zeitlicher Hinsicht geprüft werden, ob ein (rück-)versichertes Ereignis in den Deckungsbereich des Rückversicherungsvertrages fällt. Noch wichtiger ist die Frage der Beurteilung, ob ein oder mehrere Ereignisse (»Rückversicherungsfälle«) vorliegen, da dies Auswirkungen auf die Höhe der Haftung hat. So muss geklärt werden,

ob die vereinbarte Priorität ein- oder mehrmals in Abzug gebracht werden kann und ob eine Unter- oder Überschreitung der vereinbarten Haftstrecke des Rückversicherers vorliegt. Folglich kann durch die Kumulierung von Schäden in verschiedenen Haftpflichtzweigen der Haftpflicht-Erstversicherung die vereinbarte Haftstrecke des Rückversicherers überschritten werden, wenn ein Ereignis zugrunde gelegt wird und die einzelnen Schäden aufaddiert werden. Umgekehrt können aber kleinere Schäden, die für sich genommen in die Priorität des Erstversicherers fallen würden, kumuliert wiederum in die Haftstrecke des Rückversicherers fallen, wenn diese durch ein Ereignis ausgelöst wurden. Über den Deckungsumfang beim Eintritt solcher Kumulschäden oder über die Frage, wann Einzelschäden aggregiert werden können und wann nicht, scheint es zwischen den beteiligten Erstversicherern und Rückversicherern nicht immer übereinstimmende Vorstellungen zu geben. Im Rahmen von Interviews bei Erst- und Rückversicherungsunternehmen und einem Rückversicherungsmakler konnten zwei Grundtendenzen beobachtet werden. Einerseits kommen die Beteiligten gänzlich ohne Definition aus und verlassen sich bei Unklarheiten auf die Herbeiführung einer Verhandlungslösung. Dabei existiert ein gewisses Marktverständnis über die Auslegung des Begriffs „Ereignis“. Allerdings kann dieses Verständnis keine Rechtssicherheit im Einzelfall bieten. Daher wird andererseits versucht, klare und rechtssichere Definitionen im Schadenexzedentenvertrag zu verwenden und einzuführen. Allerdings bestehen auch hier noch diverse Bedenken, dass abschließende Rechtssicherheit hergestellt werden kann. Was letztlich unter einem Ereignis zu verstehen ist, sollte im Idealfall bei Vertragsschluss für beide Parteien feststehen, damit im Schadenfall ein Konflikt vermieden werden kann.

Verbriefung von Versicherungs- risiken – alternativer Risikotransfer für Industrieunternehmen?

Bei dem Risk-Sponsor einer Verbriefungstransaktion, also der Partei, die das Risiko in den Kapitalmarkt transferiert, handelt es sich

ABSTRACT

Der Forschungsschwerpunkt Rückversicherung hat es sich zur Aufgabe gemacht, auf dem Gebiet der Rückversicherung Marktentwicklungen zu erfassen, zu dokumentieren und Forschungsergebnisse zu publizieren. Im Jahr 2010 konnten verschiedene Projekte mit entsprechenden Publikationen abgeschlossen werden.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Stefan Materne
Forschungsschwerpunkt
Rückversicherung
stefan.materne@fh-koeln.de
RA Thomas Seemayer, M.A., FCII
Kai-Olaf Knocks, B.A.
Ilker Camuz, B.A.



in der Regel um (Rück-)Versicherungsgesellschaften. Es wurden jedoch in den letzten Jahren auch einige Transaktionen durchgeführt, die direkt von Industrieunternehmen initiiert wurden. Hier sind vor allem Energieversorger in Frankreich und den USA zu nennen, aber auch die Eigentümergesellschaft des Disneyland Tokio und die East Japan Railway Company. In einem gemeinsamen Projekt mit dem Deutschen Versicherungsschutzverband wurden diese Verbriefungen auf eventuelle Vorteile für die Corporates gegenüber einem konventionellen Versicherungsschutz untersucht. Neben der Mehrjahresdeckung, die zur besseren Planbarkeit beiträgt, bietet dieser alternative Risikotransfer den Unternehmen vor allem den Vorteil, Risiken für die ein konventioneller Versicherungsschutz nur sehr schwer oder sogar gar nicht erhältlich ist, in Deckung zu geben. Außerdem handelt es sich bei der Verbriefung nicht „nur“ um das Versprechen eines (Rück-)Versicherers im Schadenfall Leistungen zu erbringen, sondern es stehen mit dem Collateral Kapitalanlagen in ausreichender Höhe ausschließlich für den möglichen Schadenfall zur Verfügung. Des Weiteren wurden im Rahmen des Projekts die aktuellen Entwicklungen auf dem Verbriefungsmarkt untersucht. Durch den Ausfall von Lehman Brothers als Swap-Counterparty hatte sich bei vier Transaktionen das Forderungsausfallrisiko, das bisher bei der Verbriefung von Versicherungsrisiken immer als vernachlässigbar angesehen wurde, zumindest zum Teil realisiert. Bei den Cat Bonds die seitdem emittiert wurden sind zwei wesentliche Entwicklungen zu erkennen, um dieses Risiko zu vermeiden oder zu vermindern. Bei einigen Transaktionen wurden die Kapitalanlagevorschriften für das Collateral massiv verschärft. Andere wurden hingegen so strukturiert, dass sie ganz ohne einen Total Return Swap auskommen, indem in Wertpapiere investiert wurde, die speziell für die Transaktion gestaltet wurden.

7. Kölner Rückversicherungs-Symposium

Am 1. Juli 2010 fand das 7. Kölner Rückversicherungs-Symposium des Instituts für Versicherungswesen (IVW) der Fachhochschule Köln unter dem Titel „Finanzkrisen, Solvency II – Quo vadis, Rückversicherung?“ statt. Das große Interesse an diesen Themen verdeutlichte die im Vergleich zum Vorjahr gesteigerte Besucherzahl von 530 Teilnehmern. Nach der Begrüßung ging Professor Stefan Materne (Lehrstuhl für Rückversiche-

rung) in seinem Vortrag auf die Praktiken eines speziellen Hedge Fonds in der Finanzkrise ein. Des Weiteren sprach er über das sehr aktuelle Thema des Einmalbeitragsgeschäfts in der Lebensversicherung sowie über Schätzungen der versicherungstechnischen Ergebnisse im K-Markt. Außerdem wurden die Schäden durch das Erdbeben in Chile und Deepwater Horizon thematisiert. Nach diesem Vortrag sprach Professor Dr. Thorsten Polleit (Chief German Economist, Barclays Capital) im Interview mit Professor Materne über die Ursachen der Finanzkrise und auch der aktuellen Krise in der Eurozone. Seiner Ansicht nach liegt das Problem in der Geldordnung, in der durch Kreditvergabe immer größere Geldmengen geschaffen werden, was zu einem Anstieg der Inflation führen wird. Das Problem ließe sich auch nicht durch eine verschärfte Regulierung lösen, sondern es bedarf seiner Meinung nach einer Neuordnung des Geldwesens. Die Rückversicherer stehen laut Professor Dr. Polleit auch nach der Finanzkrise noch gut da und haben ein Geschäftsmodell mit Zukunft, da sie eine wichtige volkswirtschaftliche Leistung erbringen. Es werden allerdings große Veränderungen auf die Branche zukommen.

Teilnehmer

Achim Bosch (Vorstand, Gen Re), Dr. Torsten Jeworrek (Vorstand, Munich Re), Dr. Arno Junke (Vorsitzender des Vorstands, Deutsche Rück), Denis Kessler (Chief Executive Officer, SCOR), Mark Meyerhoff (Geschäftsführer Munich Branch, Mapfre RE), Jan-Oliver Thofern (Chairman & CEO, Aon Benfield Rückversicherungsmakler), Dr. Wolfgang Weiler (Sprecher des Vorstands, HUK-COBURG)

Die Podiumsdiskussion unter der Leitung von Herbert Fromme (Financial Times Deutschland) begann mit aktuellen Einschätzungen zur Marktlage. Des Weiteren wurden Themen wie die Finanzkrise, Solvency II und der Verdrängungswettbewerb im K-Markt diskutiert. Die These, die Finanzkrise sei überwunden, wollte keiner der Teilnehmer voll unterstützen. Man befinde sich erst am Anfang des Prozesses der „Entschuldung“. Im weiteren Verlauf ging es auch um die Fragen, ob Solvency II zur Konsolidierung unter Erstversicherern führen wird, aber nicht zum Kauf von mehr Rückversicherung, oder ob durch immer größer werdende Erstversicherer, die Rückversicherer an Bedeutung verlieren könnten. Ein Schwerpunkt bildete dabei die Diskussion um mehr Re-

gulierung und um Solvency II. Es kam zur Sprache, dass die Umsetzung der Solvency II Regelungen gerade im Falle einer Inflation zu schweren Turbulenzen führen können. Zwar seien die Regelungen grundsätzlich zu befürworten, allerdings sei die praktische Umsetzung zweifelhaft und unverständlich.

Stefan Materne

LITERATUR

- Seemayer, T. (2010): Der Ereignisbegriff in Schadenexzedentenverträgen in der Rückversicherung von Haftpflichttrisiken, Schriftenreihe des Instituts für Versicherungswesen der FH Köln, Verlag Versicherungswirtschaft
- Seemayer, T.; Materne, S.: Viele Ereignisse verderben die Haftpflicht-Rückdeckung, in: VW 2010, S. 356 ff.
- Materne, S.; Knocks, K.-O. (2010): Verbriefung von Versicherungsrisiken – Alternativer Risikotransfer für Industrieunternehmen?, in: Die Versicherungs Praxis, Heft 1, S. 4 ff.

Auswirkungen von Währungsunionen und Finanzkrisen auf globale Bankaktivitäten

Im Rahmen des GeoBank Projektes, finanziert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, wurde ein Basismodell zur Analyse von grenzüberschreitenden Bankaktivitäten entwickelt, das empirisch mit exklusiv zur Verfügung gestellten Daten bilateralen Finanzbeziehungen zwischen Länderpaaren geschätzt und validiert wurde. Dieses Modell wird nun zur Analyse der Rolle von Währungsverbänden und der Auswirkungen von Finanzkrisen auf die globalen Bankenmärkte eingesetzt.

Teilprojekt 1: Die Rolle von Währungsunionen auf die Integration der Bankenmärkte

In diesem Teilprojekt wird gezeigt, wie Währungsverbände und insbesondere die europäische Gemeinschaftswährung, der Euro, die Integration der Bankenmärkte befördern kann. Es zeigt sich dabei, dass der Euro diese „Aufgabe“ bei den grenzüberschreitenden Bankeinlagen viel effektiver erfüllt als bei grenzüberschreitenden Kreditvergabe, die viel wesentlicher von der EU-Mitgliedschaft als von einer Mitgliedschaft am Euro-Währungsraum abhängt. Die Ergebnisse haben daher wichtige Implikationen für die Bewertung der Vor- und Nachteile von Währungsunionen und die Abschätzungen möglicher Folgen eines Auseinanderbrechens des Euro-Währungsraums.

Teilprojekt 2: Die Auswirkungen von Finanzkrisen auf die Integration der Bankenmärkte

In diesem Projekt wird auf eine Datenbank zurückgegriffen, die weltweit Finanzkrisen danach kategorisiert, ob es sich um Bankenrisiken, Währungsrisiken, Schuldenrisiken oder um eine Kombination aus diesen Krisentypen handelt. Da diese Krisen sorgfältig terminiert sind, können wir in unseren Analysen herausfiltern, ob und wie weit diese Krisen bereits im Vorfeld zu Verwerfungen auf den internationalen Bankenmärkten geführt haben und wie lange nach Überwindung der Krise die Auswirkungen noch spürbar sind. Es zeigt sich, dass Finanzkrisen nachhaltige und gravierende Folgen für die internationale Kreditvergabe und das grenz-

überschreitende Einlagengeschäft haben. Dabei wird auch deutlich, dass bisherige Finanzkrisen längerfristig die Internationalisierung der Bankenaktivität vorangetrieben haben. Eine interessante offene Frage ist jetzt, ob dieser Mechanismus auch für und nach der globalen Finanzkrise greifen wird oder ob es zu einem nachhaltigen Rückschlag in der Bankenglobalisierung kommt.

Harald Sander

LITERATUR

Heuchemer, S.; Kleimeier, Stefanie; Sander, Harald (2009): The Determinants of Cross-Border Lending in the Euro Zone, in: Comparative Economic Studies 51(4) 51(4), S. 467–499

Heuchemer, S.; Kleimeier, S.; Sander, H. (2009), The Geography of European Cross-Border Banking: The Impact of Cultural and Political Factors. GLOBUS Working Paper 01/2009, Cologne University of Applied Sciences (www.fh-koeln.de/globus/research/publications)

ABSTRACT

Die grenzüberschreitenden Bankaktivitäten haben in den letzten Jahren stark zugenommen, allerdings sind deren Determinanten und Dynamik noch nicht hinreichend erforscht. Das durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft über zwei Jahre geförderte GeoBank Project untersucht die grundlegenden Integrationsbarrieren und Bestimmungsgründe der Dynamiken der grenzüberschreitenden Bankaktivitäten. Nach der Grundlagenarbeit 2009 stehen nun zwei wichtige Teilprojekte im Vordergrund. Zum einen werden die Auswirkungen von Währungsverbänden auf die Bankenintegration untersucht und zum anderen werden die Auswirkungen von Banken- und Währungskrisen auf die globalen Bankenaktivitäten analysiert.

PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Harald Sander
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Institut für Betriebswirtschaftslehre
harald.sander@fh-koeln.de

PROJEKT BETEILIGTE

Prof. Dr. Sylvia Heuchemer
Fachhochschule Köln
Prof. Dr. Stefanie Kleimeier
Universität Maastricht



FACTS & FIGURES

Die Fachhochschule Köln ist die größte Hochschule für angewandte Wissenschaften in Deutschland. An vier Standorten (Campus Südstadt, Campus Deutz, Campus Gummersbach und Campus Leverkusen) werden rund 15.000 Studierende von 420 Professorinnen und Professoren betreut. Elf Fakultäten bieten ca. 70 Studiengänge aus den Ingenieurwissenschaften und den Geistes- bzw. Gesellschaftswissenschaften an; das Fächerspektrum umfasst die Bereiche Architektur und Bauwesen, Informatik / Informations- und Kommunikationstechnologie, Ingenieurwesen, Kultur und Gesellschaft, Information und Kommunikation, Medien, Wirtschaft und Angewandte Naturwissenschaften.

Die Fachhochschule Köln versteht sich als forschende Hochschule für angewandte Wissenschaften; dies spiegelt sich sowohl im Drittmittelvolumen als auch in ihrem Forschungsprofil. Mit Drittmittelannahmen von mehr als elf Millionen Euro steht die Fachhochschule Köln an

der Spitze der Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen und in ganz Deutschland. Ihre Forschungs- und Entwicklungskompetenz ist gebündelt in 20 Forschungsschwerpunkten, vier Forschungsbereichen und drei Kompetenzplattformen, viele davon sind inter- und transdisziplinär angelegt und ermöglichen eine fächerübergreifende Herangehensweise an komplexe Fragestellungen. Zu den Markenzeichen der Fachhochschule Köln gehört außerdem der enge Bezug zur Praxis. Rund 70 Prozent der Projekt- und Abschlussarbeiten an der Fachhochschule Köln entstehen in Zusammenarbeit mit Unternehmen.

Die Fachhochschule Köln ist auch in Forschung und Wissenstransfer eng vernetzt. Sie gehört dem Verbund forschungsstarker Hochschulen UAS7 an und ist Gründungsmitglied der InnovationsAllianz der Hochschulen und Transfereinrichtungen in Nordrhein-Westfalen. Die Fachhochschule Köln ist zudem Vollmitglied in der Vereinigung Europäischer Universitäten (EUA).

Forschungsprofil der Fachhochschule Köln

Cluster 1: Angewandte Sozialwissenschaften

Elternkurse/Kindererziehung
Migration, interkulturelle Bildung und Organisationsentwicklung
Sozial + Raum + Management
Wirkung virtueller Welten

Cluster 2: Messen, Kommunikation, Design

Corporate Architecture
Forschungskommunikation
Köln International School of Design
Terminologie und Sprachtechnologie

Cluster 3: Baudenkmalpflege und Restaurierung

Angkor Vat - Tempelanlage
Art Materials in Medieval Cologne
Archäologische Bestanderhebung
historischer Stadtkerne/Denkmäler
Sichtbarmachung unsichtbarer Schriften
Restaurierung der Weltkarte von Ptolomäus

Cluster 4: Interdisziplinäre Fahrzeugsystementwicklung

Fahrzeugakustik
Fahrzeugsystemtechnik
Mechatronik
Verbrennungsmaschinen
SAVE (Sound and Vibration Engineering)
Virtuelle Produktentwicklung

Cluster 5: Informations-, Medien- und Kommunikationstechnologie

ALICE/CERN
DISPA (Innovative Digital Signal Processing und Applications)
Autonome Assistenten
Live Staging of Media Events
Medizintechnik

Fortsetzung Cluster 5: Informations-, Medien- und Kommunikationstechnologie

Next Generation Services in Heterogeneous Networks
Optische Technologien
Regelungstechnik
Voice-over-IP

Cluster 6: Computational Services and Software Quality

Digitales Schriftarchiv – Hebräische Typographie
BTME (Business Transactions in Mobile Environments)
Computational Intelligence, Optimierung und DataMining (CIOP)
COSA (Computational Services in Automation)
Software Quality

Cluster 7: Wasser – Energie – Umwelt

ANABEL (Analyse, Bewertung und Behandlung von Belastungen in Kanalisationen, Kläranlagen und Gewässern)
Dezentrale Energiesysteme
Energieoptimiertes Bauen
Hydroforming von Miniaturbauteilen
Integriertes Wasserressourcenmanagement
Nachwachsende Rohstoffe
Smart Building
STEPS (Sustainable Technologies and Computational Services in Environmental and Production Processes)

Cluster 8: Dienstleistungen im gesellschaftlichen,

Wirtschaftlichen und technologischen Wandel
Banking and Finance/Versicherungswesen
Information und Wissensmanagement
Medienrecht und Medienwirtschaft
Rückversicherung
FaRis: Forschungsstelle aktuarielle
Modelle & Methoden im Risikomanagement



Forschungsbereiche und -schwerpunkte

Forschungsbereiche

Kölner Forschungsstelle für Medienrecht
Forschungsstelle für Versicherungsrecht
Computational Intelligence, Optimierung und DataMining (CIOP)
Forschungsstelle aktuarielle Modelle & Methoden im Risikomanagement (FaRis)

Forschungsschwerpunkte

ANABEL – Analyse, Bewertung und Behandlung von Belastungen in Kanalisationen, Kläranlagen und Gewässern
Art Materials in Medieval Cologne
Baudenkmalpflege und -dokumentation
Business Transactions in Mobile Environments (BTME)
Computational Services in Automation (COSA)
Corporate Architecture
Innovative Digital Signal Processing and Applications (DiSPA)
Excellence in Automotive Systems Engineering – Interdisziplinäre Fahrzeugsystementwicklung
Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM)
Interkulturelle Kompetenz durch Personal- und Organisationsentwicklung
Medizintechnik/HLT (Hochfrequenz- und Lasertechnik)
Next Generation Services in Heterogenous Network Infrastructures (NEGSIT)
Rückversicherung

Smart Building
Software-Qualität
Sozial • Raum • Management
(Management von Planung und sozialer Arbeit im Sozialraum)
Verteilte und mobile Applikationen (FSPVMA)
Wirkung virtueller Welten
Wissensmanagement

Kompetenzplattformen

Kompetenzplattform Migration, Interkulturelle Bildung und Organisationsentwicklung
Kompetenzplattform STEPS (Sustainable Technologies and Computational Services for Environmental and Production Processes)
Kompetenzplattform Sound And Vibration Engineering (SAVE) – gemeinsam mit der Fachhochschule Düsseldorf und der Fachhochschule Aachen

Kompetenzplattformen

Migration, Interkulturelle Bildung und Organisationsentwicklung STEPS (Sustainable Technologies and Computational Services for Environmental and Production Processes)
SAVE (Sound and Vibration Engineering) mit der FH Aachen und FH Düsseldorf

Ihre Ansprechpartner im Referat Forschung und Wissenstransfer



Prof. Dr. Klaus Becker
Vizepräsident
Leitung



Frauke Schmidt
Tel.: 02 21/82 75 – 31 37
frauke.schmidt@fh-koeln.de
Leitung
Ansprechpartnerin für nationale Förderprogramme, Kooperationen



Alexandra Wacker
Tel.: 02 21/82 75 – 36 79
Fax: 02 21/82 75 – 7 36 79
alexandra.wacker@fh-koeln.de
Sekretariat



Dr. Stephanie Grubenbecher
Tel.: 02 21/82 75 – 30 86
stephanie.grubenbecher@fh-koeln.de
Patentscout



Tanja Jurcevic
Tel.: 02 21/82 75 – 36 78
tanja.jurcevic@fh-koeln.de
Forschungsreferentin
Ansprechpartnerin für Nachwuchsförderung und EU-Programme

Register

Professorinnen und Professoren

| | |
|--|------------------------------|
| Aliguliyev, Elschan – Cluster 5 | 65 |
| Bartz, Rainer – Cluster 5 | 65, 75 |
| Bartz-Beielstein, Thomas – Cluster 6 | 110, 111, 113, 114, 116 |
| Bärwolff, Hartmut – Cluster 5 | 67, 70, 71 |
| Becker, Klaus – Cluster 4 | 56 |
| Bongards, Michael – Cluster 7 | 130, 134, 138, 144, 147, 151 |
| Braun, Gerd – Cluster 7 | 155 |
| Büchel, Gregor – Cluster 5 | 73 |
| Cousin, René – Cluster 5 | 77 |
| Faeskorn-Woyke, Heide – Cluster 6 | 117 |
| Fischer, Gregor – Cluster 5 | 79 |
| Franken, Rolf – Cluster 8 | 21, 184 |
| Fritz, Jürgen – Cluster 1 | 6 |
| Fuchs, Robert – Cluster 3 | 48 |
| Gaese, Hartmut – Cluster 7 | 170 |
| Goeke, Johannes – Cluster 7 | 160, 164 |
| Grebe, Andreas – Cluster 5 | 83, 90 |
| Hartl, Christoph – Cluster 5 | 77 |
| Hartung, Georg – Cluster 5 | 73 |
| Henrichfreise, Hermann – Cluster 4 | 58 |
| Heydenreich, Gunnar – Cluster 3 | 44, 46 |
| Hölter, Erich – Cluster 8 | 189 |
| Kaminski, Winfred – Cluster 1 | 11 |
| Klasen, Frithjof – Cluster 6 | 120 |
| Klein-Blenkers, Friedrich – Cluster 8 | 191 |
| Klocke, Heiner – Cluster 5 | 105 |
| Knospe, Heiko – Cluster 5 | 187 |
| Konen, Wolfgang – Cluster 6 | 122, 124, 126 |
| Leisen, Hans – Cluster 3 | 48 |
| Leitner, Sigrid – Cluster 1 | 12, 14 |
| Leopold, Edda – Cluster 6 | 117 |
| Materne, Stefan – Cluster 8 | 193 |
| Oßwald, Achim – Cluster 2 | 36 |
| Ottersbach, Markus – Cluster 1 | 26, 27, 29, 30 |
| Pörschmann, Christoph – Cluster 5 | 87 |
| Rehorek, Astrid – Cluster 7 | 175 |
| Reidenbach, Hans-Dieter – Cluster 5 | 94 |
| Reinke, Uwe – Cluster 5 | 97 |
| Ribbe, Lars – Cluster 7 | 168, 171, 182 |
| Rieckmann, Thomas – Cluster 7 | 179 |
| Ruschitzka, Christoph – Cluster 4 | 60 |
| Ruschitzka, Margot – Cluster 4 | 60 |
| Sander, Harald – Cluster 8 | 195 |
| Schlüter, Sabine – Cluster 7 | 173 |
| Schubert, Herbert – Cluster 1 | 16, 18, 19, 21, 23 |
| Schulte Herbrüggen, Helmut – Cluster 1 | 21 |
| Siegemund, Jochen – Cluster 2 | 37 |
| Thielig, Lothar – Cluster 5 | 99 |
| Thimmel, Andreas – Cluster 1 | 30, 31, 33 |
| Torrent-Lenzen, Aina – Cluster 2 | 39 |
| Vogt, Carsten – Cluster 5 | 83 |
| Waentig, Friederike – Cluster 3 | 51 |

Kooperationspartner

| | |
|--|---------------|
| ADWASO® Advanced Water Solutions Limited | 144 |
| Aggerverband KöR, Gummersbach | 138, 148, 151 |
| AiF - Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. | 155 |
| Ain Shams University (ASU) | 173 |
| AIT und KAMPF Schneid- und Wickelmaschinen, Wiehl | 120 |
| Amazon Initiative (IA) | 182 |
| Anglo-German-Foundation | 14 |
| APSARA National Authority Kambodscha | 48 |
| Associação de Universidades Amazônicas | 182 |
| ATM Abwassertechnik | 148 |
| Auswärtige Amt der Bundesrepublik Deutschland, Referat Kulturerhalt | 48 |
| Bayer, Leverkusen | 160 |
| Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM), Köln | 94 |
| BHKS, Bonn | 160 |
| Brazilian Enterprise of Agricultural Research (EMBRAPA) | 170 |
| Bundesanstalt für Arbeitsschutz u. Arbeitsmedizin BAuA), Dortmund | 94 |
| Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) | 111 |
| Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen u. Jugend | 31 |
| Bundesministerium für Migration und Flüchtlinge | 26 |
| Center for International Forestry Research (CIFOR) | 182 |
| CETECOM ICT Services GmbH, Saarbrücken | 90 |
| Cranfield University (UK) | 110 |
| Deutsche Forschungsgemeinschaft | 195 |
| Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (DKJS), Berlin | 19 |
| Deutsches Jugendinstitut e.V. (DJJ), München | 30 |
| Deutsch-Französisches Jugendwerk (DFJW), Guilhem Zumbaum-Tomasi, Borris Diederichs | 27 |
| Dörken, Herdecke | 164 |
| Dortmund Intelligence Project GmbH | 110 |
| Electronic Arts Deutschland, Köln | 6, 11 |
| Europäische Kommission | 12 |
| Europäische Union (Europäischer Integrationsfonds) | 26 |
| Fachhochschule Düsseldorf | 56, 130 |
| Fachhochschule Kiel, Fachbereich Soziale Arbeit u. Gesundheit | 16 |
| GAG Immobilien AG, Köln | 37 |
| Gelsenwasser AG | 134 |
| Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) | 182 |
| Hans-Böckler-Stiftung | 16 |
| HITK e.V. | 155 |
| Howatherm, Zweibrücken | 160 |
| HUE University of Agriculture and Forestry (HUAF) | 169 |
| IAI (An-Institut an der Universität des Saarlandes) | 97 |
| IHP/HWRP Secretariat, Federal Institute of Hydrology, Koblenz | 169 |
| Ingenieurbüro für Umweltschutz, Rita und Heinz Fischmann | 175 |
| Institute for Meteorology and Climate Research, Atmospheric Environmental Research, Karlsruhe Research Center (IMK) | 169 |



| | | | |
|--|----------|---|--------|
| Universität Bochum, Institute of Environmental Engineering and Ecology, Faculty of Civil Engineering, Ruhr | 169 | Universität zu Köln, Institut für vergleichende Bildungsforschung und Sozialwissenschaften, | |
| International Center for Tropical Agriculture (CIAT) | 182 | Prof. Dr. Wolf-D. Bukow | 29 |
| International Rice Research Institute (IRRI) | 169 | Vietnamese Academy of Water Resources (VAWR) | 169 |
| International Union for Conservation of Nature (IUCN) | 169 | Vodafone D2 GmbH, Eschborn | 83, 90 |
| Jacobs Foundation, Zürich | 19 | Vögele Apparatebau GmbH | 175 |
| Karf-Vossloh Stiftung, Werdohl | 189 | World Food Program (WFP) | 173 |
| Katholische Fachhochschule Nordrhein-Westfalen, Fachbereich Sozialwesen in Köln | 18 | | |
| Klapp + Müller | 148 | | |
| Lake Nasser Development Authority (LNDA) | 171 | | |
| Landesjugendring Nordrhein-Westfalen e.V. | 33 | | |
| Ludwig-Maximilians-Universität München, Historisches Seminar | 105 | | |
| Ministerium für Generationen, Familie, Frauen und Integration (MGFFI) des Landes Nordrhein-Westfalen | 26, 33 | | |
| Ministerium für Umwelt und Naturschutz (MUNLV) des Landes Nordrhein-Westfalen | 137, 143 | | |
| Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR) | 173 | | |
| Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) | 169 | | |
| Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) | 169 | | |
| National University of Ireland Maynooth | 130 | | |
| Nintendo Deutschland | 6 | | |
| Politecnico di Milano | 110 | | |
| Quaesta Capital GmbH | 110 | | |
| RAA Köln, Dr. Beate Blüggel, Rosi Loos | 26 | | |
| RAA Leverkusen, Andreas Deimann | 26 | | |
| RheinEnergieStiftung Jugend/Beruf, Familie | 18 | | |
| RheinEnergieStiftung Jugend/Beruf, Wissenschaft | 29 | | |
| Ruhr-Universität Bochum | 169 | | |
| RWTH Aachen - Institut für Siedlungswasserwirtschaft | 148 | | |
| SDL/Trados | 97 | | |
| South Valley University (SVU) | 171, 173 | | |
| Stadt Köln, Medienstabsstelle | 11 | | |
| Stadt Mülheim a. d. R., Sozialamt | 23 | | |
| Technische Universität Berlin, Prof. Dr.-Ing. Oliver Paschereit | 56 | | |
| Technische Universität Chemnitz | 189 | | |
| Technische Werke Emmerich am Rhein GmbH (TWE) | 134 | | |
| T-Mobile Deutschland | 83 | | |
| UNESCO | 48 | | |
| Universidade Estadual do Pará | 187 | | |
| Universidade Federal do Pará | 187 | | |
| Universität Bochum, Institute of Environmental Engineering and Ecology, Faculty of Civil Engineering | 169 | | |
| Universität Bonn | 170 | | |
| Universität für Architektur und Bauwesen Nishnij Nowgorod, Russland | 189 | | |
| Universität Jena | 169, 170 | | |
| Universität Leipzig | 170 | | |
| Universität Maastricht, Associate Professor Dr. Stefanie Kleinmeier | 195 | | |
| Universität Metz, Prof. Dr. Ahmad Boubeker, Dr. Pierro Galloro | 27 | | |
| Universität Witten Herdecke GmbH | 134 | | |

Impressum

HERAUSGEBER

Der Präsident der Fachhochschule Köln

SITZ

Claudiusstr. 1, 50678 Köln
www.fh-koeln.de

POSTANSCHRIFT

Gustav-Heinemann-Ufer 54, 50968 Köln

KONZEPT/LAYOUT

Referat Kommunikation und Marketing
Sybille Fuhrmann/Monika Probst

REDAKTION

Susanne Osadnik

KOORDINATION

Referat Kommunikation und Marketing
Andrea Fröhlich
Referat Forschung und Wissenstransfer
Frauke Schmidt

SATZ

hazel
Bettin, Mohr GbR
www.hazel-design.de

DRUCK

Joh. Heider Verlag GmbH
Heider Druck GmbH
51465 Bergisch Gladbach