14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz

Arno Fischer / Marcel Oesterreich /
Tobias Scheidat (Hrsg.)

14. Nachwuchswissenschaftler-konferenz ost- und mittel-deutscher Fachhochschulen (NWK 14)

Brandenburg an der Havel am 18. April 2013

Tagungsband

vwh
Verlag Werner Hülsbusch
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

A. Fischer / M. Oesterreich / T. Scheidat (Hrsg.):
14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz ost- und mitteldeutscher Fachhochschulen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter http://d-nb.de abrufbar.

© Verlag Werner Hülsbusch, Glückstadt, 2013

vwh Verlag Werner Hülsbusch
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

www.vwh-verlag.de

Einfache Nutzungsrechte liegen beim Verlag Werner Hülsbusch, Glückstadt.
Eine weitere Verwertung im Sinne des Urheberrechtsgesetzes ist nur mit Zustimmung der Autoren möglich.

Markenerklärung: Die in diesem Werk wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenzeichen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung geschützte Marken sein und als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

Erstellung Druckvorlage Tagungsband: ConfMaster.net, coniant gmbh, Halle (Saale)
Umschlag: Martina Kerzel, Göttingen
Druck und Bindung: SOWA Sp. z o.o., Warszawa

Printed in Poland

– Als Typoskript gedruckt –

ISBN: 978-3-86488-037-7

Schirmherrschaft

Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg

Konferenzleitung

Prof. Dr. Arno Fischer
Vizepräsident für Forschung und Technologietransfer der Fachhochschule Brandenburg

Programmkomitee

Prof. Dr. Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg

Prof. Dr. Wilfried Honekamp, Hochschule Zittau/Görlitz

Prof. Dr. Harald Loose, Fachhochschule Brandenburg

Dr. Knut Meißner, IAI GmbH

Prof. Dr. Christian Mieke, Fachhochschule Brandenburg

Prof. Dr. Jan Mugele, Hochschule Magdeburg-Stendal

Prof. Dr. Alexander Pfriem, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Prof. Dr. Ralph Schacht, Hochschule Lausitz

Prof. Dr. Alexandra Schmidt-Wenzel, Fachhochschule Potsdam

Dipl.-Kffr. Ursula Schwill, Fachhochschule Brandenburg

Prof. Dr. Thomas Seul, Fachhochschule Schmalkalden

Prof. Dr. Bruno Spessert, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Prof. Dr. Frieder Stolzenburg, Hochschule Harz

Prof. Dr. Ralf Vandenhouten, Technische Hochschule Wildau (FH)

Organisationskomitee

Bärbel Boritzki, Fachhochschule Brandenburg
Karolin Fischer, Fachhochschule Brandenburg
Christine Krüger, M. A., Fachhochschule Brandenburg
Karl Kümmel, M.Sc., Fachhochschule Brandenburg
Thekla Ludwig, B.Sc., Fachhochschule Brandenburg
Dipl.-Phys. Norbert Lutz, Fachhochschule Brandenburg
Tina Meißner, M.Sc., Fachhochschule Brandenburg
Marcel Österreich, Fachhochschule Brandenburg
Dipl.-Inform. Tobias Scheidat, Fachhochschule Brandenburg

Gutachter

Mirjam Bäse
Hochschule Magdeburg-Stendal

Annette Bölter
Universitätsklinikum Magdeburg

Silvio Bachmann
Fachhochschule Schmalkalden

Eberhard Beck
Fachhochschule Brandenburg

Udo Behn
Fachhochschule Schmalkalden

Frank Beier
Technische Universität Chemnitz

Frank Beneke
Fachhochschule Schmalkalden

Klaus Bergner
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Harald Beyer
Technische Hochschule Wildau (FH)

Katharina Bittorf
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Ingo Boersch
Fachhochschule Brandenburg

Jonas Brüstel
Fachhochschule Brandenburg

Hildegard Breig
Fachhochschule Schmalkalden

Reinhold Brummel
Fachhochschule Schmalkalden

Michael Brusch
Hochschule Anhalt

Andreas Carjell
Fachhochschule Schmalkalden

Eberhard Christ
Fachhochschule Schmalkalden

Steffen Döhler
Hochschule Merseburg

Torsten Döhler
Technische Hochschule Wildau (FH)

Gunnar Daugs
Fachhochschule Brandenburg

Claus Dießenbacher
Hochschule Anhalt

Christiane Edler
Universtität Hildesheim

Heike Fischbach
Hochschule Harz

Martin Fischer
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Ulrich Fischer-Hirchert
Hochschule Harz

Ursula Fissgus
Hochschule Anhalt

Andreas Foitzik
Technische Hochschule Wildau (FH)

Gabriele Helga Franke
Hochschule Magdeburg-Stendal

Lisa Freudenberger
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Sven Friedl
Fraunhofer IIS

André Göbel
Hochschule Harz

Sigurd Günther
Hochschule Harz

Carolin Gall
Universität Magdeburg

Gregor Gatomski
Technische Hochschule Wildau (FH)

Burghard Genz
Hochschule Magdeburg-Stendal

Waheed Aslam Ghumman
Hochschule Zittau/Görlitz

Benjamin Glosse
Hochschule Magdeburg-Stendal

Jens Goebel
Fachhochschule Schmalkalden

Sven-F. Goecke
Fachhochschule Brandenburg

Harald Goldau
Hochschule Magdeburg-Stendal

Martin Golz
Fachhochschule Schmalkalden

Daniela Gottschling
Hochschule Merseburg

Susann Gründler
Hochschule Magdeburg-Stendal

Jeannette Grüning
Westsächische Hochschule Zwickau

Jürgen Grimm
Westsächische Hochschule Zwickau

Martin Grimm
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Christina Groß
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Steffen Grunert
Hochschule Mittweida

Katja Gutknecht
Hochschule Magdeburg-Stendal

Michael Höding
Fachhochschule Brandenburg

Tino Höhndorf
Hochschule Merseburg

Lutz Haberland
Hochschule Zittau/Görlitz

Marco Hagemeister
Fachhochschule Brandenburg

Matthias Haupt
Hochschule Harz

Hannes Heimbach
Hochschule Merseburg

Christian Heinze
Fachhochschule Schmalkalden

Michael Herzog
Hochschule Magdeburg-Stendal

Constanze Hessler
Hochschule Merseburg

Uwe Heuert
Hochschule Merseburg

Theresa Hilse
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Benjamin Hoffmann
Fachhochschule Brandenburg

Kirstin Hoffmann
Westsächische Hochschule Zwickau

Mandy Hofmann
Technische Hochschule Wildau (FH)

Rona Hohlfeld
Hochschule Merseburg

Sabrina Hoppstock
Hochschule Harz

Mareike Hornung
Fachhochschule Schmalkalden

Pierre Ibisch
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Frank Irmler
Fachhochschule Brandenburg

Michael Jahr
Fachhochschule Brandenburg

Andreas Johannsen
Fachhochschule Brandenburg

Jürgen Köhler
Hochschule Magdeburg-Stendal

Holger Könnecke
Fachhochschule Brandenburg

Florian Kaiser
Hochschule Mittweida

Lutz Klimpel
Hochschule Merseburg

Florian Knobloch
Fachhochschule Brandenburg

Jörn Kreutel
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Maik Kunert
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Jörg Lässig
Hochschule Zittau/Görlitz

Markus Lahr
Technische Hochschule Wildau (FH)

Karl-Heinz Leicht
UMIT GmbH

Alexander Leube
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Kai-Henning Lietzau
Technische Hochschule Wildau (FH)

Roberto Lisker
Technische Hochschule Wildau (FH)

Thomas Lohr
Hochschule Harz

Ulf Müller
Hochschule Magdeburg-Stendal

Reiner Malessa
Fachhochschule Brandenburg

Tina Meißner
Fachhochschule Brandenburg

Peggy Meyer-Hansel
Hochschule Merseburg

Jürgen Mottok
Hochschule Regensburg

Schrader Nancy
Westsächische Hochschule Zwickau

Anika Nguyen
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

André Nitze
Fachhochschule Brandenburg

Katja Orlowski
Fachhochschule Brandenburg

Sachar Paulus
Fachhochschule Brandenburg

Oliver Punk
Hochschule Merseburg

Susanne Römer
Hochschule Zittau/Görlitz

Ulrike Rattunde
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Michael Reimschuessel
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Matthias Rost
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Florian Ruh
etamax space GmbH

Christian Ryschka
Hochschule Zittau/Görlitz

Marcus Schöbel
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig

Stefan Schön
Fachhochschule Brandenburg

Helge Scheel
Fachhochschule Brandenburg

Tobias Scheidat
Fachhochschule Brandenburg

Nico Scheithauer
Hochschule Harz

Stefan Schildbach
Hochschule Mittweida

Sven Schirmer
Fachhochschule Schmalkalden

Ruben Schlutter
Fachhochschule Schmalkalden

Falk Schmidsberger
Hochschule Harz

Gabriele Schmidt
Fachhochschule Brandenburg

Jürgen Schmidt
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Sebastian Schmidt
Hochschule Zittau/Görlitz

Sindy Schmidt
Hochschule Lausitz

Stefan Schmidt
Fachhochschule Brandenburg

Christian Schminder
Fachhochschule Brandenburg

Thomas Schnupp
Fachhochschule Schmalkalden

André Seeliger
Hochschule Zittau/Görlitz

Mathias Seitz
Hochschule Merseburg

René Simon
Hochschule Harz

David Sommer
Fachhochschule Schmalkalden

Thomas Spangenberg
Hochschule Harz

Patrick Steglich
Technische Hochschule Wildau (FH)

Alexander Ströher
UMIT GmbH

Stephan Strocka
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Joachim Tanski
Fachhochschule Brandenburg

Angelina Thiers
Fachhochschule Brandenburg

Sonja Treppner
Hochschule Merseburg

Alexander Urban
Fachhochschule Brandenburg

Claus Vielhauer
Fachhochschule Brandenburg

Andreas Wenzel
Fachhochschule Schmalkalden

Manuela Wolf
Fachhochschule Schmalkalden

Marietta Spangenberg
Hochschule Zittau/Görlitz

Michael Spranger
Hochschule Mittweida

Sven Stissel
Technische Hochschule Wildau (FH)

Hermann Strack
Hochschule Harz

Michael Syrjakow
Fachhochschule Brandenburg

Laura Tetzlaff
Fachhochschule Brandenburg

Anika Thomas
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Markus Ullrich
Hochschule Zittau/Görlitz

Ute Urban
Hochschule Harz

Michael Wagenknecht
Hochschule Zittau/Görlitz

Ferenc Wenzel
Fachhochschule Schmalkalden

Grußwort der Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg

Sehr geehrte Teilnehmerinnen und Teilnehmer,

bereits bei Gründung seiner Fachhochschulen im Jahr 1991 hat das Land Brandenburg diese, damals bundesweit beachtet, mit wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für Forschung ausgestattet. Damit sollten forschungsstarke Fachhochschulen aufgebaut werden, die in der Lage waren, einen entscheidenden Beitrag zur Landesentwicklung zu leisten. Gleichzeitig entwickelten sich auf diese Weise, anders als in vielen anderen Bundesländern, ein akademischer Mittelbau an Fachhochschulen und damit interessante Karrierewege für den wissenschaftlichen Nachwuchs.

Startpunkt zu einer solchen Karriere ist die Promotion. Auch im Land Brandenburg besitzen allein die Universitäten das Promotionsrecht. Das Land ist jedoch bestrebt, die Promotion von Masterabsolventen der Fachhochschulen im Rahmen der kooperativen Promotion zu stärken.

Zur Stärkung der wissenschaftlichen Qualität der Promotionen von Fachhochschulmasterabsolventen fördern wir bereits seit einigen Jahren die strukturierte Doktorandenausbildung an Fachhochschulen, darunter das gemeinsame Graduiertenkolleg der Universität Potsdam und der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH) „Klimaplastischer Naturschutz“.

Die FH Brandenburg, Ihre diesjährige Gastgeberin, kooperiert mit der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg im vom Bundesforschungsministerium geförderten kooperativen Forschungskolleg „Digi-Dak+ Kolleg - Digitale Formspuren“.

Im Rahmen der Gesamtnovellierung des Brandenburgischen Hochschulgesetzes ist vorgesehen, dass bei kooperativen Promotionen Doktoranden auch an Fachhochschulen eingeschrieben sein können und Fachhochschulprofessoren zu Gutachtern und Prüfern bestellt werden sollen.

Außerdem wird ab Sommer 2013 die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg neue Wege zur gleichberechtigten Betreuung von Doktoranden und Begutachtung der Dissertationen gehen können. In der sich zum 1. Juli diesen Jahres neu gründenden Universität gehen die Hochschule Lausitz (FH) und die Brandenburgische Technische Universität Cottbus auf. Die für die neue Universität vorgesehene Graduate Research School wird auch der Zusammenarbeit von Fachhochschul- und Universitätsprofessoren in der Forschung neue Impulse geben.

Unser Ziel ist die Verstärkung von kooperativen Promotionsverfahren - wobei hier unterschiedliche Kooperationsmodelle mit Universitäten auch außerhalb der Landesgrenzen ebenso wie gemeinsam mit anderen Fachhochschulen denkbar sind.

Die Schirmherrschaft der 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz ost- und mitteldeutscher Fachhochschulen habe ich sehr gern übernommen. Denn diese Konferenz ermöglicht Absolventen, Doktoranden und wissenschaftlichen Mitarbeitern sich durch die Vorstellung ihrer Forschungsergebnisse vor einem breiten wissenschaftlichen Publikum weiter zu qualifizieren und mit anderen Nachwuchswissenschaftlern zu vernetzen und damit erfolgreiche Schritte für ihre weitere Karriere zu tun.

Der Konferenz wünsche ich einen erfolgreichen Verlauf!

Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur
des Landes Brandenburg

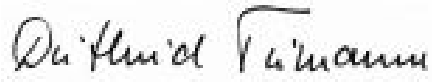
Grußwort der Oberbürgermeisterin der Stadt Brandenburg an der Havel

Die Stadt, die dem Bundesland Brandenburg den Namen gab, freut sich, in diesem Jahr junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus ost- und mitteldeutschen Fachhochschulen zur 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz begrüßen zu können. Unsere vor zwei Jahrzehnten gegründete Fachhochschule Brandenburg bietet mit ihren modern ausgestatteten Lehr- und Forschungseinrichtungen auf dem parkähnlichen Campus ideale Bedingungen für diesen wissenschaftlichen Gedanken- und Erfahrungsaustausch. Darüber hinaus schafft diese Konferenz auch die Möglichkeit, Brandenburg an der Havel nicht nur als sich schnell entwickelnden Wissenschaftsstandort in unmittelbarer Nähe zu Berlin und Potsdam zu entdecken, sondern auch als eine lebens- und liebenswerte Stadt mit einem hervorragenden Freizeit-, Kultur-, und Sportangebot und einer wasserreichen Umgebung.

Die Fachhochschule Brandenburg öffnet sich mit dieser interessanten Veranstaltung nicht nur dem wissenschaftlichen Nachwuchs in unserer Region, sondern weit über die Grenzen unserer Stadt und des Bundeslandes Brandenburg hinaus. Damit ist letztlich auch die Hoffnung verbunden, dass noch mehr junge Nachwuchskräfte aus dem Osten und der Mitte Deutschlands den Studienort Brandenburg an der Havel als gute Alternative zu den großen Metropolen begreifen.

Unsere Hochschule verfolgt mit der Konferenz auch das Ziel, den Netzwerkgedanken zu vertiefen. Durch diese Art von Veranstaltungen können neue Beziehungen zu anderen Hochschulen geknüpft, bestehende Kooperationen ausgebaut und das Niveau des wissenschaftlichen Austausches weiter erhöht werden. Die größere Intensität und steigende Qualität haben über die Anwendungsorientierung direkten Einfluss auf Unternehmen vor Ort und helfen beim weiteren wirtschaftlichen Aufschwung in unserer Region. Und ein stärkerer Zuzug junger Wissenschaftlicher hat schließlich auch positive Auswirkungen auf die demografischen Entwicklungen.

Ich wünsche den Organisatoren und Teilnehmern der diesjährigen Nachwuchswissenschaftlerkonferenz ost- und mitteldeutscher Fachhochschulen einen erfolgreichen Tagungsverlauf und unseren Gästen einen angenehmen Aufenthalt in Brandenburg an der Havel.



Dr. Dietlind Tiemann

Grußwort der Präsidentin der Fachhochschule Brandenburg

Es freut mich, dass ich als eine der ersten Aufgaben in meinem Amt als Präsidentin der Fachhochschule Brandenburg an der Havel die 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz an der FHB willkommen heißen darf. Die anwendungsorientierte Forschung an Fachhochschulen gewinnt ständig an Bedeutung, für die Regionen und die hier ansässigen Unternehmen, für die Aktualität der Lehre an den Hochschulen, für die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie nicht zuletzt für die Profilierung der Hochschulen.

Die Fachhochschule Brandenburg hat in ihren drei Fachbereichen fünf Forschungsschwerpunkte definiert, die zu den Forschungsaktivitäten der anderen Brandenburger Hochschulen komplementär sind: Anwendung von Informatik und Medien in der Medizin, Unternehmenssicherheit, Energieeffizienz technischer Systeme, Eco Rail Innovation und Robust Engineering. Dazu kommen weitere Forschungsprojekte, in direkter Industriepartnerschaft oder öffentlich gefördert. Das Drittmittelaufkommen der Hochschule steigt kontinuierlich. So konnte in den letzen 5 Jahren das Drittmittelaufkommen von ca. 1 Million Euro auf deutlich über drei Millionen Euro mehr als verdreifacht werden. Mit acht Forschungsprofessuren nimmt die Fachhochschule einen Spitzenplatz unter den Brandenburger Fachhochschulen ein und baut mit diesen Professuren ihr Forschungspotential aus.

Unter anderem promovieren vier unserer Masterabsolventen am kooperativen Forschungskolleg, welches wir gemeinsam mit der Universität Magdeburg betreiben. Kooperative strukturierte Promotionsverfahren können das Zukunftsmodell zu Promotionsverfahren für Fachhochschulabsolventen werden. Die Nachwuchswissenschaftlerkonferenzen trainieren wissenschaftliches Arbeiten und können FH Absolventen dazu anregen, über eine eigene Promotion nachzudenken. Daher freut es mich besonders, dass in der 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz wieder ein Seminar zum Thema „Promovieren mit FH-Abschluss“ angeboten wird.

Diese Konferenz ist eine hervorragende Möglichkeit für die jungen Forscher und Forscherinnen, ihre Arbeiten einer breiten und interessierten Öffentlichkeit vorzustellen, sich

dadurch auch weiter selbst zu motivieren (denn nicht immer sind die Erfolge der Arbeit sicher und schnell sichtbar) und sich mit der Wissenschaftswelt Ost- und Mitteldeutschlands zu vernetzen. Ich danke allen Beteiligten für die große Arbeit bei der Organisation dieser Veranstaltung und wünsche den Teilnehmenden neue Erkenntnisse und viel Erfolg sowie eine gute Zeit an unserer Hochschule und in unserer Stadt.

Prof. Dr.-Ing. Burghilde Wieneke-Toutaoui

Inhaltsverzeichnis

Komitees **v**

Verzeichnis der Gutachter **vii**

Grußwort der Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg **xiii**

Grußwort der Oberbürgermeisterin der Stadt Brandenburg an der Havel **xv**

Grußwort der Präsidentin der Fachhochschule Brandenburg **xvii**

Vorwort des Organisators der NWK-14 **1**

Grußwort des Initiators der Nachwuchswissenschaftlerkonferenz **3**

1. Angewandte Naturwissenschaften I **7**

1.1 Ulbrichtkugel zur Vermessung großer Leuchtmittel
Steffen Schulze, Hochschule Harz
Ulrich Fischer-Hirchert, Hochschule Harz 7

1.2 Parameterstudie von Interferenzeffekten an laserinduzierten Titanoxidschichten auf Titan erzeugt mit einem Nd:YVO4 - Markierungslaser
Sven Stissel, Technische Hochschule Wildau (FH)
Stephan Marschner, Technische Hochschule Wildau (FH)
Harald Beyer, Technische Hochschule Wildau (FH)
Claus Villringer, Technische Hochschule Wildau (FH)
Torsten Döhler, Technische Hochschule Wildau (FH)
Mandy Hofmann, Technische Hochschule Wildau (FH)
Sigurd Schrader, Technische Hochschule Wildau (FH) 13

1.3 PaGe - Mikrocontroller gesteuerter, FPGA-basierter Pattern Generator mit DMA-Zugriff und harter Echtzeitfähigkeit
Hannes Heimbach, Hochschule Merseburg
Oliver Punk, Hochschule Merseburg
Uwe Heuert, Hochschule Merseburg 19

1.4 Konstruktion eines kontinuierlichen Reaktorsystems zur katalytischen Spaltung von Braunkohle
Jens Zimmermann, Hochschule Merseburg
Thomas Nägler, Hochschule Merseburg
Sascha Nowak, Hochschule Merseburg
Mathias Seitz, Hochschule Merseburg
Thomas Hahn, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 25

1.5 Charakterisierung nichtlinearer optischer Wirt-Gast-Polymersysteme mittels Modenlinienspektroskopie
Patrick Steglich, Technische Hochschule Wildau (FH)
Torsten Döhler, Technische Hochschule Wildau (FH)
Viachaslau Ksianzou, Technische Hochschule Wildau (FH)
Bernd Grimm, Technische Hochschule Wildau (FH)
Mandy Hofmann, Technische Hochschule Wildau (FH)
Sigurd Schrader, Technische Hochschule Wildau (FH) 31

2. Automatisierungstechnik / Informatik I **37**
2.1 Trajektorienindizierung innerhalb eines Datenbankmanagementsystems
Stephan Giehlow, Technische Hochschule Wildau (FH) 37
2.2 Analyse von Hyperspektraldaten zur Detektion von Fusarium in Weizen
Michael Jahr, Fachhochschule Brandenburg 43
2.3 Zum Lichteinfluss auf subjektive und objektive Messgrößen der Schläfrigkeit - Eine Pilotstudie zur Bewertung eines tragbaren LED-basierten Gerätes
Ferenc Wenzel, Fachhochschule Schmalkalden
Adolf Schenka, Fachhochschule Schmalkalden
Thomas Schnupp, Fachhochschule Schmalkalden
Martin Golz, Fachhochschule Schmalkalden 49
2.4 DiTAG: Ein digital-analoges Brettspiel-Interface
Robin Krause, Hochschule Magdeburg-Stendal
Marcel Haase, Hochschule Magdeburg-Stendal
Benjamin Hartscher, Hochschule Magdeburg-Stendal
Michael Herzog, Hochschule Magdeburg-Stendal
Christine Goutrie, Hochschule Magdeburg-Stendal 55
2.5 Die Vermessung des Menschen
André Nitze, Fachhochschule Brandenburg 61

3. Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften **67**
3.1 Nationale Repräsentation im Fußball am Beispiel der DDR
Johannes Hanf, Hochschule Merseburg 67
3.2 Nachhaltige Regionalentwicklung im ländlichen Raum mittels Bürgerpartizipation
Franziska Hillmer, Hochschule Harz
Sophie Reinhold, Hochschule Harz
Andrea Heilmann, Hochschule Harz 73
3.3 Deterministische Personalbemessung und Ermittlung von indirekten Prozesskosten in Verwaltung und Dienstleistung
Susann Gründler, Hochschule Magdeburg-Stendal
Michael Herzog, Hochschule Magdeburg-Stendal 79
3.4 Die Analyse der Prozessebene in Public Private Partnerships
Christian Schminder, Fachhochschule Brandenburg 85
3.5 Potential Cognitive Biases in Corporate Investment Decision-Making: Setting the Hurdle Rate
Mareike Hornung, Fachhochschule Schmalkalden 91

4. Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen I **97**

4.1 Subjektive Krankheitskonzepte und soziale Unterstüzung in Partnerschaften mit einem chronisch kranken Partner
Albrecht Bergmann, Hochschule Magdeburg-Stendal
Sandra Bejga, Hochschule Magdeburg-Stendal
Christopher Marx, FernUniversität Hagen
Christel Salewski, FernUniversität Hagen 97

4.2 Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und der Bewältigung chronischer Schmerzen
Jennifer Becker, Hochschule Magdeburg-Stendal
Gabriele Helga Franke, Hochschule Magdeburg-Stendal
Dieter Küch, Reha-Zentrum Bad Sooden-Allendorf - Klinik Werra . . 103

4.3 Zur Wirksamkeit der systemischen Gruppentherapie in einer psychiatrischen Tagesklinik
Mareike Stieg, Hochschule Magdeburg-Stendal
Götz-Hendrik Ziemann, Gesundheitszentrum Niederlausitz
Michael Kraus, Hochschule Magdeburg-Stendal 109

4.4 Selbstbeurteilung depressiver Symptome von Menschen mit geistiger Behinderung
Melanie Jagla, Hochschule Magdeburg-Stendal
Daniela Schreckenbach, Hochschule Magdeburg-Stendal
Eva Staudt, AWO Fachkrankenhaus Jerichow
Joachim Müller, AWO Fachkrankenhaus Jerichow
Gabriele Helga Franke, Hochschule Magdeburg-Stendal 115

5. Angewandte Naturwissenschaften II **121**

5.1 Voruntersuchungen zur Beurteilung von Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk
Katja Orlowski, Fachhochschule Brandenburg 121

5.2 Herstellung eines miniaturisierten Bioreaktors für Zellkulturen
Felix Schütze, Technische Hochschule Wildau (FH)
Andrea Böhme, Technische Hochschule Wildau (FH)
Andreas Foitzik, Technische Hochschule Wildau (FH) 127

5.3 What to conserve? Where and how much? Ecosystem-based adaptation of nature conservation to global change
Lisa Freudenberger, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Pierre Ibisch, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde . . 133

6. Automatisierungstechnik / Informatik II **139**

6.1 Analysis of Verification Requirements in Cloud Computing
Waheed Aslam Ghumman, Hochschule Zittau/Görlitz
Jörg Lässig, Hochschule Zittau/Görlitz 139

6.2 Dynamisches Methoden-Matching anhand von Parametersignaturen
Christoph Ott, Fachhochschule Brandenburg
Jonas Brüstel, Fachhochschule Brandenburg
Thomas Preuss, Fachhochschule Brandenburg 145

6.3 Implementing Cloud Extensions for Desktop Applications
Markus Ullrich, Hochschule Zittau/Görlitz
Klaus ten Hagen, Hochschule Zittau/Görlitz
Jörg Lässig, Hochschule Zittau/Görlitz 151

7. Ingenieurwissenschaften I **157**
7.1 Optimierung der Berechnung der Anteile diffuser und direkter Strahlung aus Messdaten der Globalstrahlung
Sindy Schmidt, Hochschule Lausitz 157
7.2 Analyse der Vorgänge im Reaktordruckbehälter eines DWR während schwerer Störfälle
Sebastian Schmidt, Hochschule Zittau/Görlitz
Alexander Kratzsch, Hochschule Zittau/Görlitz
Daniel Fiß, Hochschule Zittau/Görlitz 163
7.3 Optisches und Taktiles miteinander in Beziehung bringen - 2D-Rauheitsmessung mit dem Weißlichtinterferometer Zygo NewView
Ronny Stolze, Hochschule Magdeburg-Stendal
Harald Goldau, Hochschule Magdeburg-Stendal
Robert Sachs, ZygoLOT GmbH
Frank Stanzel, ZygoLOT GmbH 169

8. Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen II **175**
8.1 Da war ich ein Film und eine Wochenschau - Medienkritische Reflexion in Irmgard Keuns Roman Das kunstseidene Mädchen
Anna Luise Kiss, HFF Konrad Wolf Potsdam 175
8.2 Sind Online-Spiele eine Gefahr für Studierende?
Swantje Ferchow, Hochschule Magdeburg-Stendal
Gabriele Helga Franke, Hochschule Magdeburg-Stendal 181
8.3 Glücksspiel im Alter
Andreas Böhme, Hochschule Magdeburg-Stendal 187

9. Angewandte Naturwissenschaften III **193**
9.1 360 Grad - Stereo3D Dome-Projektion von Lat/Long Bildmaterial
Patrick Ingwer, Fachhochschule Brandenburg 193
9.2 Optimierung der akustischen Emissionen von Küchengeräten
Martin Fischer, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 199
9.3 Entwicklung eines flexiblen Anrufmanagementsystems für Telekommunikationsanlagen
Florian Knobloch, Fachhochschule Brandenburg
Thomas Just, Fachhochschule Brandenburg
Erik Baumann, Fachhochschule Brandenburg
Stefan Schmidt, Fachhochschule Brandenburg 205
9.4 Reproduzierbare Tiefengravur und Oberflächenmodifizierung mittels Faserlaser
Jeannette Grüning, Westsächsische Hochschule Zwickau
Peter Hartmann, Westsächsische Hochschule Zwickau 211

9.5 Aufbau und Test einer neuartigen in situ Impact-Monitoring-Technik für polymere Bauteile am Beispiel einer Windkraftanlage (WindSens)
Christopher Taudt, Westsächsische Hochschule Zwickau
N. Schrader, Westsächsische Hochschule Zwickau
A. Meyer, Westsächsische Hochschule Zwickau
S. Slawinsky, Westsächsische Hochschule Zwickau
K. Hoffmann, Westsächsische Hochschule Zwickau
L. Zacharias, Westsächsische Hochschule Zwickau
Peter Hartmann, Westsächsische Hochschule Zwickau 217

10. Automatisierungstechnik / Informatik III **223**

10.1 Waffenforensik - Vergleich der Standard Hough-Transformation und probabilistische Hough-Transformation zur Kreisdetektion in Patronenhülsenböden
Mildred Bläsing, Fachhochschule Brandenburg
Keith Schlittkus, Fachhochschule Brandenburg 223

10.2 Entwicklung einer orthogonalen Steuerarchitektur für ein autonomes Segelboot
Helge Scheel, Fachhochschule Brandenburg
Michael Kant, Fachhochschule Brandenburg 229

10.3 Konzeption und Repräsentation von Missionen autonomer Segelboote
Patrick Rutter, Fachhochschule Brandenburg
Paul Lehmann, Fachhochschule Brandenburg 235

10.4 Virtuelle Smart Meter Infrastruktur nach BSI TR-03109
Oliver Punk, Hochschule Merseburg
Tobias Sauer, Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH
Bernd Schulz, Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH
Uwe Heuert, Hochschule Merseburg 241

10.5 Bedarfsgerechte Dosierung von chemischen Abwasserbehandlungsmitteln zur optimalen Reduzierung von Geruch und Korrosion in Abwasserleitungen
Enrico Kerwel, Hochschule Harz
Ute Urban, Hochschule Harz
Andrea Heilmann, Hochschule Harz 247

11. Ingenieurwissenschaften II **253**

11.1 Evaluation der Belastungen auf das Mittelgesicht während des Kauens
Constanze Hessler, Hochschule Merseburg
Daniela Gottschling, Hochschule Merseburg
Wolf-Dietrich Knoll, Hochschule Merseburg 253

11.2 Herstellen von Funktionsflächen durch Kurzhubfinishen mit Steinwerkzeugen
Burghard Genz, Hochschule Magdeburg-Stendal
Harald Goldau, Hochschule Magdeburg-Stendal 259

11.3 Klimawandel und demografischer Wandel als Einflussfaktoren auf die Bildung von Osmogenen in der Abwasserentsorgung
Carina Friedel, Hochschule Harz
Ute Urban, Hochschule Harz
Andrea Heilmann, Hochschule Harz 265
11.4 Entwicklungen in der Lagerbearbeitung
Andreas Gerecke, Hochschule Magdeburg-Stendal
Harald Goldau, Hochschule Magdeburg-Stendal 271
11.5 Einsatz einer Reibungsturbine zur Nutzung von niederkalorischer Abwärme aus einem Verbrennungsprozess
Roberto Lisker, Technische Hochschule Wildau (FH)
Udo Hellwig, Technische Hochschule Wildau (FH) 277

12. Angewandte Naturwissenschaften IV **283**
12.1 Entwicklung eines GPS synchronisierten Systems zur Lokalisierung von Molchen in Pipelines
Tino Höhndorf, Hochschule Merseburg
Hannes Heimbach, Hochschule Merseburg
Oliver Punk, Hochschule Merseburg
Uwe Heuert, Hochschule Merseburg 283
12.2 Experimentelle und theoretische Untersuchungen der Trocknungskinematik von Photoresisten
Maik Schönfeld, Westsächsische Hochschule Zwickau
Steffen Schubert, Westsächsische Hochschule Zwickau
Jens Saupe, Westsächsische Hochschule Zwickau
Jürgen Grimm, Westsächsische Hochschule Zwickau 289
12.3 Überführung gemessener Viskositätsdaten von Spezialkunststoffen in Moldflow
Ruben Schlutter, Fachhochschule Schmalkalden
Thomas Seul, Fachhochschule Schmalkalden 295
12.4 Detection of architecture motifs in helical regions of membrane proteins with domains of unknown functions
Steffen Grunert, Hochschule Mittweida
Dirk Labudde, Hochschule Mittweida 301
12.5 A Molecular Switch: Understanding and Predicting the Xaa-Proline cis/trans Isomerization with 3D Protein Structural Information
Florian Kaiser, Hochschule Mittweida
Alexander Eisold, Hochschule Mittweida
Dirk Labudde, Hochschule Mittweida 307

13. Biotechnologien / Life Sciences **313**
13.1 RNA/DNA als Medikamente? Clustering von Nukleotidsequenzen auf Basis gemeinsam enthaltener Sequenzmotive
Rico Beier, Hochschule Mittweida
Dirk Labudde, Hochschule Mittweida 313

13.2 An Alternative View on the Evolutionary History of Tumour Suppressor Protein Domain BRCT
Florian Heinke, Hochschule Mittweida
Mathias Langer, Hochschule Mittweida
Dirk Labudde, Hochschule Mittweida 319
13.3 Evaluation of a treatment outcome prediction model to prognose restored visual fields in patients with postretinal damage to the visual pathway
Benedikt Steger, Hochschule Magdeburg-Stendal
Jürgen Köhler, Hochschule Magdeburg-Stendal
Bernhard A. Sabel, Universität Magdeburg
Carolin Gall, Universität Magdeburg 325
13.4 Modulation of brain activity with non-invasive transorbital alternating current stimulation (tACS) to restore vision in the blind
Markus Vogler, Hochschule Magdeburg-Stendal
Michal Bola, Universität Magdeburg
Bernhard A. Sabel, Universität Magdeburg
Jürgen Köhler, Hochschule Magdeburg-Stendal
Carolin Gall, Universität Magdeburg 331
13.5 Belastungs- und Bruchüberwachung von Windkraftrotoren -WindSens-
Nancy Schrader, Westsächsische Hochschule Zwickau 337

14. Bauingenieur- und Vermessungswesen **343**
14.1 Beitrag zur Prozessauslegung beim Laser-Remote-Schweißen von ultradünnen metallischen Folien mittels Scheibenlaser
Stephan Strocka, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Andreas Patschger, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Jens Bliedtner, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Matthias Hild, JENOPTIK AT GmbH
Falko Störzner, LCP GmbH, Hermsdorf 343
14.2 Schallschutzkonstruktionen aus hochverdichteten Strohfasern: Niederschlagsbeanspruchung und Entwicklung konstruktiver Schutzmaßnahmen
Marcus Schöbel, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig 349
14.3 Strategien zur energetischen Ertüchtigung und nachhaltigen Instandsetzung im Baudenkmal am Beispiel der ehemaligen bayerischen Landesvertretung von Sep Ruf (Baujahr 1955) in Bonn
Felix Wellnitz, Fachhochschule Potsdam 355
14.4 Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technologie für die Stadt Goslar
Sabrina Hoppstock, Hochschule Harz
Katharina Nonnenmacher, Hochschule Harz
Mike Herre, Hochschule Harz
Marcel Buinus, Hochschule Harz
Ulrich Fischer-Hirchert, Hochschule Harz 361
14.5 A Genetic Algorithm for Detecting the Cluster of a Single Node
Abhishek Awasthi, Hochschule Zittau/Görlitz
Jörg Lässig, Hochschule Zittau/Görlitz 367

15. Poster Angewandte Naturwissenschaften **373**

15.1 Simulation des Schlaf-Wach-Zyklus unter Verwendung eines erweiterten Zwei-Prozess-Modells
Christian Heinze, Fachhochschule Schmalkalden
Sven Schirmer, Fachhochschule Schmalkalden
Martin Golz, Fachhochschule Schmalkalden
Udo Trutschel, Fachhochschule Schmalkalden 373

15.2 Erzeugen von Oberflächenleitfähigkeiten auf Kunststoffen mittels Ionischer Flüssigkeiten für die Pulverbeschichtung
Jens Krusche, Hochschule Zittau/Görlitz
Lars Bresler, Hochschule Zittau/Görlitz
Klaus Seibt, Hochschule Zittau/Görlitz 375

15.3 EKG-Analyse mittels Herzratenvariabilität und phasengleichgerichteter Signalmittelung
Laura Tetzlaff, Fachhochschule Brandenburg 377

15.4 Kernmagnetische Resonanz zur Untersuchung der Dehnung von Elastomeren
Steffen Döhler, Hochschule Merseburg
Rona Hohlfeld, Hochschule Merseburg
Uwe Heuert, Hochschule Merseburg 379

16. Poster Automatisierungstechnik / Informatik **381**

16.1 Konzeptionierung eines Goniophotometer zur Vermessung der Abstrahlcharakteristik von Straßenlaternen
Danny Doll, Hochschule Harz
Fabian Seidel, Hochschule Harz
J. U. Just, Hochschule Harz
Ulrich Fischer-Hirchert, Hochschule Harz 381

16.2 Gesicherte und pseudonymisierte Labor-Testat-Verwaltung mit nPA-Authentifizierung
Nico Scheithauer, Hochschule Harz
Hermann Strack, Hochschule Harz
Martin Henning, Hochschule Harz
Hendrik Werner, Hochschule Harz 383

16.3 RESTful Webservice & RestKit Client für Cocoa Touch
Ralph Schön, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg 385

16.4 Änderungen und Anpassungen an den forensischen Prozess bei Untersuchungen von Solid-State-Drives
Frank Irmler, Fachhochschule Brandenburg
Knut Kröger, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg 387

16.5 Überblick und Ansätze einer forensischen Untersuchung der Spielekonsole Sony Playstation Portable (PSP)
Stefan Schön, Fachhochschule Brandenburg
Ralph Schön, Fachhochschule Brandenburg
Knut Kröger, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg 389
16.6 Forensics of location data collected by Google Android mobile devices
Knut Kröger, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg 391
16.7 Ansätze zur Mandantenfähigkeit in der Persistenzschicht von Webanwendungen
Tino Reuschel, Fachhochschule Brandenburg
Jonas Brüstel, Fachhochschule Brandenburg
Thomas Preuss, Fachhochschule Brandenburg 393
16.8 Synchronisation in mobilen Sensornetzwerken mit Smartphone-Technologie
Manuel Strüning, Fachhochschule Schmalkalden
David Sommer, Fachhochschule Schmalkalden
Martin Golz, Fachhochschule Schmalkalden 395
16.9 Identifikation von Anwendungsfeldern der Technologie bei autonomen fliegenden Robotern in Projekten zwischen Hochschule und Wirtschaft
Stefan Schön, Fachhochschule Brandenburg
Ricardo Band, Fachhochschule Brandenburg
Johann Pleban, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg
Arno Fischer, Fachhochschule Brandenburg 397
16.10 Ontologies for Information Extraction in Forensic Texts
Michael Spranger, Hochschule Mittweida
Stefan Schildbach, Hochschule Mittweida
Dirk Labudde, Hochschule Mittweida 399
16.11 Konzeption von praktischen Übungen mit autonom fliegenden Robotern in der Ausbildung von Informatik-Studenten
Stefan Schön, Fachhochschule Brandenburg
Ricardo Band, Fachhochschule Brandenburg
Johann Pleban, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg
Arno Fischer, Fachhochschule Brandenburg 401
16.12 Segmentierung und Merkmalsdefinition mehrkanaliger Messdaten zur Prognose bei einem punktförmigen Fügeverfahren
Benjamin Hoffmann, Fachhochschule Brandenburg
Benjamin Arndt, Fachhochschule Brandenburg 403
16.13 Merkmalsselektion und transparente Modellierung zur Prognose einer Zielgröße bei einem punktförmigen Fügeverfahren
Josef Mögelin, Fachhochschule Brandenburg
Curtis Mosters, Fachhochschule Brandenburg 405

16.14 Prototypische Implementierung eines forensischen Tools zur Untersuchung der Windows-Registry
Christian Leube, Fachhochschule Brandenburg
Knut Kröger, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg 407

17. Poster Biotechnologien / Life Sciences **409**

17.1 Entwicklung einer ESPI Messmethodik für die Validierung von Zell- oder Gewebedeformationen nach äußerer Anregung
Carsten Stollfuß, Technische Hochschule Wildau (FH)
Kai-Henning Lietzau, Technische Hochschule Wildau (FH)
Andreas Foitzik, Technische Hochschule Wildau (FH) 409

17.2 Entwicklung eines Fließsystems zur Erfassung von Mikropartikeln in einer Volumenströmung
Patrick Krüger, Technische Hochschule Wildau (FH)
Kai-Henning Lietzau, Technische Hochschule Wildau (FH)
Andrea Böhme, Technische Hochschule Wildau (FH)
Carl Heinz Edel, Technische Hochschule Wildau (FH)
Andreas Foitzik, Technische Hochschule Wildau (FH) 411

17.3 Beschichtung und Cytotoxizitätsuntersuchung von Magnesiumlegierungen für Osteosynthesesysteme
Anika Nguyen, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Jürgen Schmidt, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Maik Kunert, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 413

17.4 Untersuchung von Protein/Protein-Interaktionen zellulärer Pathogenitätsfaktoren aus dem Pilz Aspergillus fumigatus
Marcel Noßmann, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Juliane Grunwald, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Anne Mehnert, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Axel Brakhage, Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie Jena
Thomas Munder, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 415

17.5 Der Einfluss der Krankheit Depression und deren medikamentöser Behandlung auf das autonome Nervensystem
Steffen Schulz, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Karl-Jürgen Bär, Universtität Jena
Andreas Voss, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 417

17.6 Entwicklung und Erprobung einer neuen, zerstörungsfreien Methode zur Ermittlung des Elastizitätsmoduls bei weichen, handelsüblichen Kontaktlinsen
Alexander Leube, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
J. Bischoff, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Sebastian Marx, JenVis Jena
Wolfgang Sickenberger, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 419

17.7 Experimentelle Studie zur Farberkennung an einem Hand-Auge-Koordinationsboard
Ulrike Rattunde, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Wolfgang Sickenberger, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 421

18. Poster Informations- / Kommunikationstechnologien 423

18.1 Entwicklung und Evaluation einer Benutzungschnittstelle zur Lösung ganzzahliger Zuordnungsprobleme (Kuhn-Munkres-Algorithmus)
Sonja Treppner, Hochschule Merseburg
Sebastian Janke, Hochschule Merseburg
Christiane Edler, Universtität Hildesheim 423

18.2 Evaluation von Kommunikationsstandards zur Kooperation von Ärztenetzen und Krankenhäusern
Felix Deutschmann, Hochschule Zittau/Görlitz
Wilfried Honekamp, Hochschule Zittau/Görlitz 425

18.3 The Benefit and Support of Virtual Tutorials, Wikipedia Books and Multimedia-Based Teaching in a Course on Algorithms and Data Structures
Jenny Knackmuß, Fachhochschule Brandenburg
Reiner Creutzburg, Fachhochschule Brandenburg 427

18.4 Entscheidungsunterstützendes System in der Medizin am Beispiel der Diagnosen Mammakarzinom und Akutes Abdomen
Sebastian Hildebrandt, Fachhochschule Brandenburg
Dennis Andrzejewski, Fachhochschule Brandenburg
Rumen Schmidt, Fachhochschule Brandenburg
Eberhard Beck, Fachhochschule Brandenburg 429

19. Poster Ingenieurwissenschaften 431

19.1 Verschleißfreie Oberflächen in der Medizintechnik
Carlo Bzdok, Hochschule Magdeburg-Stendal
Harald Goldau, Hochschule Magdeburg-Stendal 431

19.2 Individuell anpassbare PEEK-Rekonstruktionsplatte zur Überbrückung von Unterkieferdefekten
Daniela Gottschling, Hochschule Merseburg
Wolf-Dietrich Knoll, Hochschule Merseburg
Konrad Mehle, Hochschule Merseburg
Constanze Hessler, Hochschule Merseburg 433

19.3 Neues Verfahren zur Werkstoffprüfung
Martin Zimmermann, Fachhochschule Schmalkalden
Andreas Dietzel, Fachhochschule Schmalkalden
Bernd Bellair, Fachhochschule Schmalkalden
Hendrike Raßbach, Fachhochschule Schmalkalden 435

19.4 Thermotribometrische Charakterisierung von Schmierölen unterschiedlicher Herkunft
Mirjam Bäse, Hochschule Magdeburg-Stendal
Erik Fritzsche, Hochschule Magdeburg-Stendal
Uwe Winkelmann, Hochschule Magdeburg-Stendal 437

19.5 Development and optimization of a high energy laser based on High-order Harmonic Generation
Klaus Bergner, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Tony Hansson, Stockholm University 439
19.6 Von der Pflanze bis zum Endprodukt - Optimierung und Bewertung von NawaRo-Anwendungsketten mit Hilfe der Prozesskettenanalyse am Beispiel der stofflichen Nutzung
Reinhold Brummel, Fachhochschule Schmalkalden
Frank Beneke, Fachhochschule Schmalkalden
Benjamin Glosse, Hochschule Magdeburg-Stendal 441
19.7 Entwicklung und Erprobung einer Prozesskette zur Herstellung von Spritzgießwerkzeugen mit laserstrahlpolierten Quarzglas-Formeinsätzen für die Abformung von 3D-MID aus CNT-haltigen Polymerblends
Matthias Rost, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Jens Bliedtner, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Kerstin Hecht, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 443

20. Poster Kultur- und Medienwissenschaften 445
20.1 Creative Labs in offenen Innovationsprozessen - Typen und Funktionen
Markus Lahr, Technische Hochschule Wildau (FH) 445
20.2 Historische Heizungsanlagen im europäischen Museumsbau 1. Hälfte 19. Jh. Studien zur Frühgeschichte der Zentralheizung
Anke Fritzsch, Fachhochschule Potsdam 447
20.3 How to reduce the vulnerability of Sikkim's built heritage
Rhena Tessmann, Fachhochschule Potsdam 449

21. Poster Sozialwissenschaften und Gesundheitswesen 451
21.1 Kita und Schule im Dialog: Zusammenarbeit gemeinsam gestalten - eine Herausforderung
Anja Schwentesius, Hochschule Magdeburg-Stendal
Steffi Wolf, Hochschule Magdeburg-Stendal
Annette Schmitt, Hochschule Magdeburg-Stendal
Günter Mey, Hochschule Magdeburg-Stendal 451
21.2 Gesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern in der stationären Jugendhilfe
Cornelia Breternitz, Hochschule Magdeburg-Stendal
Gabriele Helga Franke, Hochschule Magdeburg-Stendal 453
21.3 Psychische Belastung von ratsuchenden Studierenden
Marija Skopinceva, Hochschule Magdeburg-Stendal
Evelin Ackermann, PSB Studentenwerk Magdeburg
Annette Bölter, Universitätsklinikum Magdeburg
Jörg Frommer, Universitätsklinikum Magdeburg
Matthias Haase, Universitätsklinikum Magdeburg
Linda Windisch, Universitätsklinikum Magdeburg
Gabriele Helga Franke, Hochschule Magdeburg-Stendal 455
21.4 Druckbetankung - Alkoholkonsum bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen
Katja Gutknecht, Hochschule Magdeburg-Stendal 457

21.5 Aufklärungsfilm zur Vorbereitung auf eine Bandscheiben-Operation: Was wünschen sich Patienten?
Nadine Wimmer, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig 459
21.6 Anforderungen an Unterstützungsleistungen für Angehörige von Menschen mit Demenz
Katharina Bittorf, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 461
21.7 Freiwilligenengagement in der ambulanten Begleitung von Menschen mit Demenz
Theresa Hilse, Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena 463
21.8 Psychotherapeutische Behandlung von Patienten mit der Doppeldiagnose Posttraumatische Belastungsstörung und Sucht
Susanne Meyer, Hochschule Magdeburg-Stendal
Claudia Wendel, Hochschule Magdeburg-Stendal 465
21.9 Besonderheiten des Suizid im höheren Lebensalter und daraus resultierende Anforderungen an die Präventionsarbeit
Carolin Rank, Hochschule Magdeburg-Stendal
Claudia Wedel, Hochschule Magdeburg-Stendal 467

22. Poster Wirtschafts- und Verwaltungswissenschaften 469
22.1 Motivation im Projektmanagement: Warum agile Methoden Mitarbeiter besser motivieren
Andreas Carjell, Fachhochschule Schmalkalden 469
22.2 Eine prozessorientierte Betrachtung von GRC-Anforderungen an föderierte, ERP-gestützte Geschäftsprozesse mit Cloud-Services
Erik Neitzel, Universität Magdeburg
Ute Riemann, SAP Deutschland AG & Co. KG 471
22.3 Chancen und Risiken sozialer Medien im Unternehmen. Eine Studie mit Schwerpunkt in Sachsen-Anhalt.
Lisa Sens, Hochschule Magdeburg-Stendal
Michael Herzog, Hochschule Magdeburg-Stendal
Erwin Albers, Hochschule Magdeburg-Stendal 473

Autorenverzeichnis 475

Vorwort

Die 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz ost- und mitteldeutscher Hochschulen findet am 18. April 2013 erstmals im Land Brandenburg an der Fachhochschule Brandenburg statt. Seit die Konferenz im Jahr 2000 begann, hat sie sich stetig weiterentwickelt. Junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Hochschulstandorten in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen stellen hier Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten vor und präsentieren eindrücklich den Stellenwert von Forschung und angewandter Wissenschaften der ost- und mitteldeutschen Fachhochschulen. Die Nachwuchswissenschaftlerkonferenz richtet sich hierbei an wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, Lehrbeauftragte, Lehrkräfte, Laboringenieure und Absolventinnen und Absolventen mit herausragenden Bachelor- oder Masterarbeiten. Viele dieser Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler befinden sich in kooperativen und auch zunehmend strukturierten Promotionsverfahren, die zusammen mit universitären Partnern durchgeführt werden.

Nach dem Aufruf wurden insgesamt 139 Beiträge eingereicht und durch ein 14-köpfiges Programmkomitee unter Einbeziehung von 143 Gutachterinnen und Gutachtern kritisch geprüft. Anschließend wurden 62 Einreichungen als Vollbeitrag und 52 als Poster in das Programm aufgenommen. Alle akzeptierten Beiträge aus den Wissenschaftsbereichen der angewandten Naturwissenschaften, Automatisierungstechnik, Elektrotechnik und Informatik, Ingenieurwesen, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Gesundheitswesen und weitere sind in diesem umfangreichen Tagungsband veröffentlicht. Die Entwicklung der NWK seit 2000 bzgl. der Hochschulebeteiligungen zeigt die folgende Grafik:

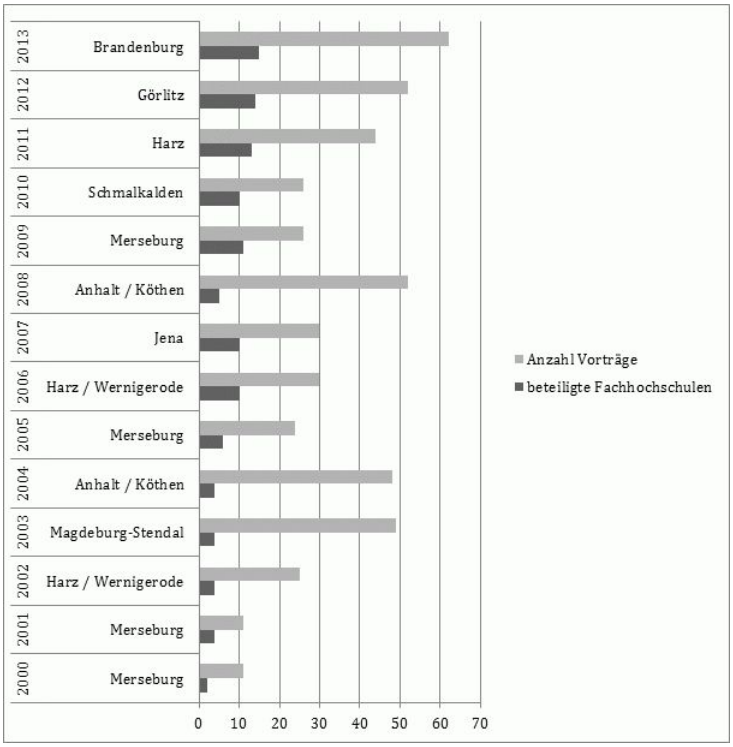


Abbildung: Entwicklung der NWK und Konferenzorte von 2000 bis 2013 (Quelle: FH Merseburg/Prof. Kirbs)

Ein großer Dank gilt den vielen Unterstützerinnen und Unterstützern, den Mitgliedern des Organisationsteams und den kooperierenden Institutionen, ohne die eine Veranstaltung wie die Nachwuchswissenschaftlerkonferenz nicht möglich wäre. Ein besonderer Dank gilt unserer Hochschulleitung für die unbürokratische Hilfe, Herrn Prof. Dr. Honekamp für die hervorragende Einweisung und Unterstützung, Herrn Prof. Dr. Thomas Preuss für die Bereitstellung des Konferenzsystems ConfMaster und dem Institut für Informatik und Medien e.V.

Insbesondere durch die Übernahme der Schirmherrschaft durch die Ministerin Frau Prof. Dr.-Ing. Dr. Sabine Kunst und ihre großzügige finanzielle Unterstützung konnte diese Konferenz ermöglicht werden. Dafür danke ich ihr von ganzem Herzen!

Brandenburg an der Havel im April 2013

Prof. Dr. Arno Fischer

Fachhochschulen sind attraktive Forschungsstandorte für junge Wissenschaftler
Grußwort und Rückblick des Initiators der Nachwuchswissenschaftlerkonferenz

Die Nachwuchswissenschaftlerkonferenz ist mittlerweile eine feste Größe im wissenschaftlichen Programm der Fachhochschulen. Die Anregung zur Ausrichtung einer solchen Konferenz brachten Merseburger Mitarbeiter von einer Exkursion aus Kiev mit. Dies aufgreifend war der Grundgedanke, dass sie ein Podium sein müsste, auf dem junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler speziell von Fachhochschulen Ergebnisse ihrer Forschungs- und Qualifizierungsarbeiten, also Ergebnisse der angewandten Forschung, zur Diskussion stellen können. Zudem soll die Konferenz genutzt werden, um auf die spezifische Situation der Nachwuchswissenschaftler allgemein und im speziellen an Fachhochschulen aufmerksam zu machen und so dazu beizutragen, dass sich deren Situation verbessert, beispielweise hinsichtlich der kooperativen Promotionen. Die erste Konferenz im Jahr 2000 in Merseburg war von beachtlicher Ausstrahlung, so dass sich nachfolgend zunächst alle Fachhochschulen Sachsen-Anhalts, dann weitere aus Mitteldeutschland und Brandenburg dieser Initiative angeschlossen haben. Ausrichter der Konferenzen waren seitdem neben Merseburg auch die Hochschulen Harz, Magdeburg-Stendal, Anhalt, Jena, Schmalkalden und Zittau/Görlitz. Parallel angewachsen ist die Zahl der Anmeldungen für einen Vortrag oder ein Poster. Dies ist zugleich eine Herausforderung für die Auswahl der Referenten, für die Gestaltung des Programms, da ja möglichst die gesamte Fächerbreite abgedeckt werden soll, andererseits auch möglichst alle Hochschulen im Vortragsprogramm berücksichtigt werden sollen. Es ist aber andererseits Garant, dass an Qualität und Niveau der Beiträge eine hohe Messlatte angelegt werden kann. Was zeichnet nun die Nachwuchswissenschaftlerkonferenzen besonders aus? In erster Linie natürlich, dass die an Fachhochschulen tätigen jungen Wissenschaftler nachweisen, dass sie

- zu den kreativen und innovativen Köpfen zählen, sie sich in ihren Wissenschaftsdisziplinen behaupten können,
- den offenen und kritischen, fachlich fundierten Dialog suchen,
- selbst aber auch bestimmte Erwartungen hinsichtlich ansprechender Perspektiven haben und in die Gestaltung der Rahmenbedingungen für den wissenschaftlichen Nachwuchs einbezogen werden wollen, dass Fachhochschulen exzellente Forschungsleistungen erbringen, die im Wissenschaftssystem akzeptiert und anerkannt sind.

Zum anderen hat sich der Wechsel der Veranstaltungsorte und der Ausrichter bewährt. Jede Konferenz hatte so ihr „eigenes Gesicht“, ohne dass das, was gut funktioniert, aufgegeben wurde. Im Laufe der Konferenzen wurden zahlreiche neue Ideen eingebracht, so bleibt sie eine junge und lebendige Veranstaltung wie die Teilnehmer selbst. Erwähnt seien beispielsweise

- die Einführung eines modernen Anmeldesystems (Hochschule Anhalt),
- die Organisation der Konferenz in den Händen der jungen Wissenschaftler, die moderierten Postersessions, Preise für die besten Vorträge und besten Poster (Hochschule Merseburg),
- die begleitenden Diskussionsforen, Workshops, Seminare („Gespräche am Kamin“ und Vorstellung des Netzwerkes THESIS für Promovierende und Promovierte e.V. (Hochschule Harz); Disput mit zwei Ministern Prof. Wanka und Prof. Olbertz (Hochschule Merseburg); Seminar „Promotion mit FH-Abschluss“ (Hochschule Zittau/Görlitz)).

Was kann ich Ihnen nun noch mit auf den Weg geben, was kann ich Ihnen wünschen? Da möchte ich aufgreifen, was seinerzeit zur 10. Konferenz unser damaliger Kultusminister genannt hat:

- immer währende Neugier,
- Unabhängigkeit, auch die Fähigkeit, etwas abschlagen zu können, sobald man abhängig wird, entstehen Konflikte,
- Offenheit für neue Ideen, Denkansätze und den wachen Blick über den Tellerrand der eigenen Disziplin,
- Beharrlichkeit und Ausdauer, dass Sie nicht nur sich selbst fordern, sondern auch andere, insbesondere Experten, Wissensträger, Professoren, sie mit spannenden Fragen provozieren, motivieren, so dass diese Sie bei Ihren Unternehmungen und Vorhaben unterstützen,
- Partnerschaften aufzubauen, zu entwickeln und zu pflegen,
- Unvoreingenommenheit, interessante Partner und Themen finden sich nicht nur an den Fachhochschulen oder klassischen Wissenschaftseinrichtungen wie Universitäten, Akademien, Forschungseinrichtungen, sondern auch in Unternehmen, in Behörden, in Vereinen und anderen Initiativen,
- Angebote, Chancen erkennen können und sie dann auch nutzen, aus diesen etwas machen,
- und bei allem sollten Sie nie vergessen, Wissenschaft ist eine zutiefst menschliche Angelegenheit, es geht darum, die Mühsal der menschlichen Existenz im Brecht’schen Sinne zu erleichtern.

Abschließend: Ich wünsche auch der 14. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz und allen Beteiligten spannende Vorträge, eine lebendige Diskussion und für die weitere wissenschaftliche Tätigkeit viele Erfolge.

Prof. Dr. Jörg Kirbs
Rektor der Hochschule Merseburg

Disput zur 10. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz 2009 an der Hochschule Merseburg (v.l.n.r. Prof. Jörg Kirbs, Knut Meißner, Prof. Ilona Wuschig, Prof. Johanna Wanka, Prof. Jan-Hendrik Olbertz)

Der Prorektor mit den beiden Ministern in der Begleitausstellung (10. NWK)

Ulbrichtkugel zur Vermessung großer Leuchtmittel

Steffen Schulze, U. H. P. Fischer

FB Automatisierung und Informatik
Hochschule Harz
Friedrichstr. 57-59
38855 Wernigerode
u22393@hs-harz.de
ufischerhirchert@hs-harz.de

Abstract: Um den Lichtstrom verschiedener Lichtquellen zu vermessen, werden in der optischen Messtechnik Ulbricht-Kugeln verwendet. Sie wandeln das Licht in diffuse Strahlung um und erlauben so eine Messung ohne Berücksichtigung der Richtcharakteristik des Leuchtkörpers. Aufgrund ihrer kompakten Bauweise sind sie deutlich günstiger als Goniophotometer und zudem noch wesentlich schneller bei der Bestimmung des Messwertes.

Das vorliegende Paper beschreibt kurz den optischen und mechanischen Aufbau einer Ulbrichtkugel zur Vermessung von Straßenleuchten bis zu einer Größe von 0,5 Metern.

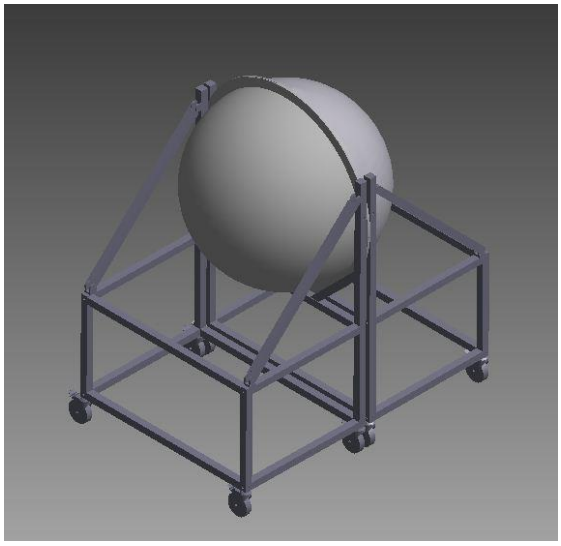


Abbildung 1: Außenansicht des Kugelphotometers

1 Lichtstrommessung mit der Ulbrichtkugel

Bei der vom Photonic Communications Lab der Hochschule Harz entworfenen Ulbrichtkugel handelt es sich um ein Integrierendes Photometer für große Lichtquellen bis zu einem Durchmesser von 0,5 Metern, welche in der Mitte der Kugel angebracht werden.

Das ausgesandte Licht trifft auf die Kugeloberfläche, an welcher es vielfach in alle Richtungen reflektiert wird und als diffuse Strahlung auf den Photometerkopf trifft. Dieser misst die Lichtstärke, welche über ein LabView-Programm in Lichtstrom umgewandelt wird.

Sowohl der mechanische und der optische Aufbau der Ulbrichtkugel als auch das Messverfahren an sich basieren auf der CIE 084-1989: „Measurement of luminous flux“. So wurde sich beispielsweise bei der Beschichtung des Innenraums, bei der Größe und Position der Abschatter und auch bei der Position und Dimension der Hilfsleuchte streng an die Ausführungen in der oben genannten Publikation gehalten. Vor der Realisierung der Ulbrichtkugel wurden zudem zunächst alle Bauteile mit dem Autodesk Inventor 2013 konstruiert.

2 Mechanischer Aufbau

Die Messanordnung ist aus einzelnen Aluminiumkomponenten aufgebaut, um so ein relativ geringes Gewicht zu gewährleisten. Lediglich das Gestell besteht aus Stahl.

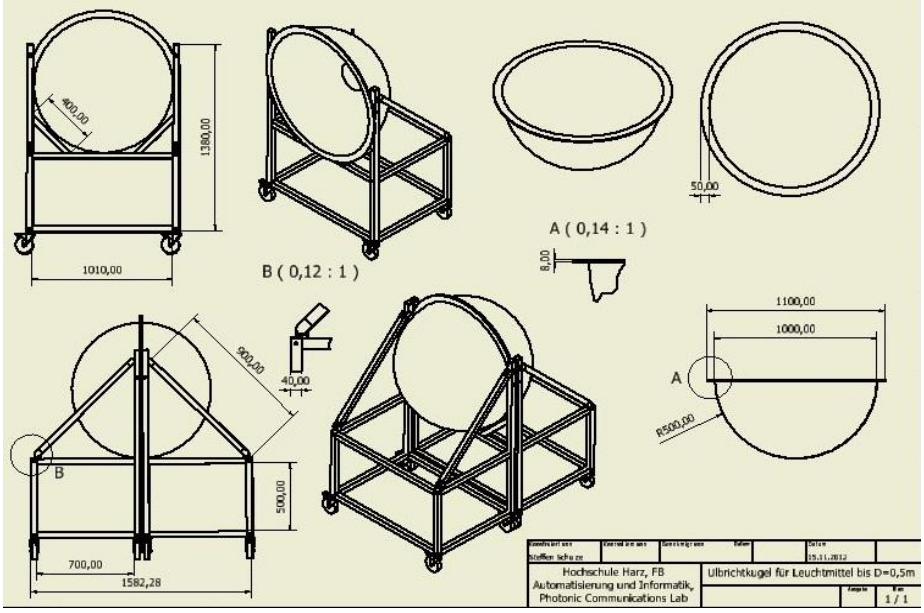


Abbildung 2: Technische Zeichnung der Komplett-Baugruppe

Die Ulbrichtkugel besteht aus zwei Aluminium-Halbhohlkugeln, an deren Schnittfläche sich ein Flansch befindet, welcher mit schwarzem Filz beklebt ist, um eine lichtdichte Abschirmung nach außen zu gewährleisten. Jede Halbkugel ist auf einem Rollgestell aus Stahl befestigt. Über Stifte lassen sich die Hälften sicher und passgenau zueinander positionieren und mithilfe von Kniehebelspannern in Position halten.

Im unteren Teil der Kugel ist eine Lampenhalterung untergebracht. Sie ist flexibel einstellbar und erlaubt so eine einfache Positionierung der Leuchte in der Mitte der Kugel. An der Winkelanordnung lassen sich sowohl Straßenleuchten als auch die drei mitgelieferten Probentische befestigen. Letztere bestehen aus einem 12 V – Probentisch, einem 230 V – Probentisch und einem Universaltisch mit Lochplatte. Der 12 V – Probentisch ist bestückt mit einer G4 - und einer GY6,35 – Fassung, während der 230 V – Probentisch eine GX5,3 -, eine GU10 -, eine G9-, eine G5- und eine E27- Fassung, welche sich mittels Adapter auf E14 reduzieren lässt, enthält. Die Stromversorgung erfolgt über ein externes hochstabilisiertes Labornetzteil.

Abbildung 3: Halbkugel mit Sensorport und Abschatter

3 Optischer Aufbau

Als Messgerät dient das Photometer Mavolux 5032 USB der Firma GOSSEN, dessen Messkopf in der 2,4 cm großen Austrittsöffnung der Ulbrichtkugel untergebracht wird und die Lichtstärke misst. Um den direkten Lichteinfall auf den Messkopf zu verhindern, wurde in etwa 17 cm Entfernung vor der Messöffnung ein Abschatter angebracht.

Der gesamte Innenraum der Kugel wurde mit optisch diffuser Farbe auf Bariumsulfat-Basis beschichtet. Hierdurch ist gewährleistet, dass ein Großteil des auftreffenden Lichtes reflektiert wird. Aus diesem Grund wurden auch sämtliche Anbauteile im Innenraum, wie die Abschatter, die Probentische und die Lampenhalterung, mit dieser Beschichtung versehen.

An der gegenüberliegenden Seite der Messöffnung ist hinter einem Schatter eine kleine Halogen-Hilfsleuchte (12 V, 50 W) angebracht. Diese korrigiert die Messwerte und gleicht kleine Fehler, welche durch die zusätzlichen Anbauteile im Innenraum entstehen, aus.

Abbildung 4: Halbkugel mit Universal-Lampenhalterung und Hilfsleuchte an der Kugelwand

4 Messung und Auswertung

Die Messung orientiert sich an den Technical Reports 084-1989 und 121-1996 der CIE. Dabei muss die Umgebungstemperatur stabil gehalten werden und mögliche Luftbewegungen sollten vermieden werden. Außerdem wird eine Hilfslampe an der Kugelrückwand befestigt, um eventuelle Fehler durch die zusätzlichen Objekte innerhalb der Kugel auszugleichen.

Da mit einem Kugelphotometer nur relative Messungen möglich sind, wird zur Kalibrierung eine Lichtstromnormallampe verwendet. Von dieser Lampe sind der Lichtstrom sowie einige weitere Daten gemessen worden und somit bekannt. Nun werden mit der Ulbrichtkugel verschiedene Messwerte aufgenommen:

1. Y_N… Lichtstrom der Normallampe
2. Y… Lichtstrom der zu messenden Lampe
3. Y_{HN}… Lichtstrom der Hilfslampe mit eingebauter Normallampe
4. Y_H… Lichtstrom der Hilfslampe mit eingebauter zu messenden Lampe

Der wirkliche Lichtstrom lässt sich nun folgendermaßen berechnen:

$$\Phi = \Phi_N * \frac{Y}{Y_N} * \frac{Y_{HN}}{Y_H}$$

Das Mavolux-Photometer erlaubt sowohl eine manuelle Einzelmessung der Lichtstärke, bei welcher der Messwert direkt vom Display abgelesen werden kann, als auch eine Messung mittels der mitgelieferten Software der Firma GOSSEN. Hier lassen sich auch Messintervalle bestimmen und eine Messwertkurve aufnehmen.

Trifft die diffuse Strahlung auf den Messkopf, wird zunächst die Lichtstärke bestimmt. Da die Größe der beleuchteten Fläche bekannt ist, lässt sich hieraus nun der Lichtstrom bestimmen. Dies erfolgt in einem LabView-Programm.

Weiterhin kann auch eine Messwertaufnahme über einen längeren Zeitraum von beispielsweise einer Stunde erfolgen. Hier wird etwa alle 30 Sekunden ein Messwert aufgenommen und abgespeichert. So lässt sich zum Beispiel das Einschaltverhalten einer Straßenleuchte beobachten.

Eine Vorstellung der Messergebnisse erfolgt dann innerhalb eines Vortrages im Rahmen der Tagung.

Literaturverzeichnis

[CIE89] Commission Internationale de l'Éclairage: CIE 084-1989: „The measurement of luminous flux“, 1989.

[CIE96] Commission Internationale de l'Éclairage: CIE 121-1996: „The photometry and goniophotometry of luminnaires“, 1996.

[DIN04] Deutsches Institut für Normung: DIN EN 13201: „Straßenbeleuchtung“, 2004.

[DIN99] Deutsches Institut für Normung: DIN EN 5032: „Lichtmessung“, 1999.

Parameterstudie von Interferenzeffekten an laserinduzierten Titanoxidschichten auf Titan erzeugt mit einem Nd:YVO4 - Markierungslaser

S. Stissel, S. Marschner, H. Beyer, C. Villringer, T. Döhler, M. Hofmann, S. Schrader

Abteilung
Technische Hochschule Wildau [FH], Technical University of Applied Science
Bahnhofstraße
15745 Wildau
Sven_Stissel@gmx.de

Abstract: Das konventionelle Beschriften von Gehäuseteilen und Verpackungen mittels herkömmlicher Farbdrucktechniken wurde in den letzten Jahren immer stärker von der Lasermarkierung abgelöst. Die Vorteile liegen im Bereich der Schnelligkeit und Genauigkeit. Jedoch ist die Darstellung von farbigen Beschriftungen nur möglich, wenn die Schichtsysteme aus verschiedenen Lacken schichtweise abgetragen werden [ACS]. Es wird nach einem Verfahren gesucht, das das farbige Beschriften mittels Laser ermöglicht. Das Anlassmarkieren aus dem Bereich der Metallbearbeitung bildet eine solche Möglichkeit. Es ist eine Sonderform der Markierungstechnik, die die Erzeugung von Anlassfarben bei der Erwärmung von Metallen nutzt. Die Farbeffekterzeugung beruht dabei auf Interferenzen von eingestrahltem Licht an dünnen Schichten. Die Laserstrahlung regt eine Metalloberfläche zur Bildung eines Oxids an. Im Hinblick darauf, dass die erzeugte dielektrische Schicht ausreichend dünn ist, wirkt sie annähernd transparent und es bildet sich ein Zweischichtsystem aus. Bei Einstrahlung von weißem Licht kommt es durch die Interferenz zu Änderungen im reflektierten Licht, was zu einem veränderten Farbeindruck führt. Die hier vorgestellten Untersuchungen wurden an Titanblech durchgeführt. Die Reproduzierbarkeit ausgewählter Farbeffekte auf Titan hat ergeben, dass eine materialspezifische Parametrisierung der Beschriftungsenergie bzgl. der Einstellmöglichkeiten eines Markierungslasersystems der Firma Keyence durchführbar ist. Durch u.A. reflekto- und spektrometrische Vermessungen konnte eine Abschätzung des Bereichs der Schichtdicke gemacht werden.

Keywords: Anlassbeschriften, Titandioxid, Interferenz, Farbeffekt

1 Einleitung

Das Laserbeschriften ist ein interessanter Bereich der Lasermaterialbearbeitung. Es profitiert von besonders schnellen und innovativen Prozessmöglichkeiten. Der Laserbeschriftungsvorgang kann auf verschiedenen Prozessen auf dem bestrahlten Material beruhen. Zur Kontrasterzeugung werden der Materialabtrag, die Karbonisierung, das Aufschäumen, das Freilegen von Farbpigmenten und weitere Prozesse genutzt. Der jeweilige Farbeindruck hängt dabei stark von der Reaktionsart, dem zu markierenden Ma-

terial und dem Laser ab [ACS]. Ein relativ neues Feld der Lasermarkierung ist das Anlassbeschriften. Dabei können Metalle farbig markiert werden. Die Ursache ist eine Metalloxidbildung durch Wärmeeintrag. Beim Anlassbeschriften wird die Energie durch den Laser zugeführt. Die Metallatome oxidieren aufgrund des Sauerstoffgehaltes in der Raumluft und bilden dünne Oxidfilme auf den Metallen. Aufgrund ihrer geringen Dicke (10 nm bis 200 nm) und den dielektrischen Eigenschaften wird so ein interferenzfähiges Schichtsystem erzeugt [ECK]. Die Betrachtung einer Anlassmarkierung unter Weißlicht führt aufgrund von auftretender Interferenz zu einem farbigen Eindruck, der zum Einen stark von der Oxidschichtdicke und dem Metall selbst, aber auch zum anderen vom Betrachtungswinkel abhängt. Die auf dem Titan erzeugte Titanoxidschicht führt zur Interferenz an dünnen Schichten. Dabei kommt es zur Verstärkung und Auslöschung von Teilwellen [LEE]. Im Zuge eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes im Masterstudium Photonics bestand die Aufgabe darin, die farbige Markierungen auf Titan durch die Erzeugung von Titanoxidschichten unterschiedlicher Schichtdicke zu erzeugen. Verwendet wurde das Lasermarkierungssystem MD-V9900 der Firma Keyence. Das Hauptaugenmerk lag dabei in der reproduzierbaren Herstellung des Corporate Design - Logos der Technischen Hochschule Wildau.

2 Versuchsaufbau

Zur Realisierung von farbigen Lasermarkierungen wird ein Yttrium-Vanadat Lasermarkierungssystem der Modellreihe MD-V9900A von Keyence in verwendet. Das laseraktive Medium ist ein Yttrium-Vanadat-Kristall (YVO4), der mit Neodym (Nd) dotiert ist. Die emittierte Wellenlänge liegt mit 1064 nm im infraroten Bereich, die maximale Ausgangsleistung im Pulsbetrieb beträgt 300 kW. Eine fθ-Linse fokussiert den Laserstrahl im kompletten Markierungsbereich auf die Zielfläche. Mit individuellen Scannern wird der Brennpunkt auf der X-, Y- und Z-Achse verschoben. Der Probenraum ist aufgrund der Laserklasse 4 –Strahlung mit einem Metallgehäuse abgeschirmt. Auf einem höhenverstellbaren Probentisch befindet sich der Markierungsbereich mit den Abmaßen 120 mm x 120 mm (siehe Abbildung 1). Die Pulsfolgefrequenz kann von 1 kHz bis 400 kHz bei einer Pulsbreite von 2 ns bis 100 ns variiert werden und die maximale Scangeschwindigkeit beträgt 12000 mm/s. Die einstellbaren Primärparameter sind ”Laserleistung“, ”Q-Switch-Frequenz“ und ”Scangeschwindigkeit“ [KEY]. Des Weiteren können als Sekundärparameter Qualitätseinstellungen zur Bewegung der Scanner, eine Defokussierung und wiederholtes Lasern eingestellt werden. Bei dem für den Markierungsprozess verwendeten Material handelt es sich nach DIN17850 um Titan der Werkstoffnummer 3.7035, welches eine Titanreinheit von 99,7% aufweist [VAL]. Die Proben liegen in Blechform der Maße 100 mm x 100 mm vor. Die Dicke beträgt 0,6 mm. Die Oberfläche ist plan und weitestgehend unbehandelt. Die arithmetische Rauigkeit (Ra) wurde mit einem Veeco di CP-II Atomic Force Microscope bestimmt und beträgt Ra ≈ 200 nm.

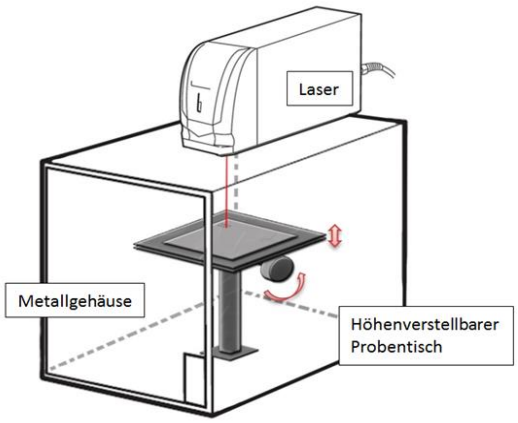


Abbildung 1 – Schematischer Aufbau des Laserarbeitsbereiches.

3 Versuchsdurchführung

Um Parameter zu entsprechenden Farbeffekten zuordnen zu können, wird zuerst eine Übersicht der auftretenden Abhängigkeiten erstellt. Nach der Interferenztheorie sind die Farbeffekte von der Schichtdicke der Titandioxidschicht abhängig, die wiederum von der eingestrahlten Markierungsenergie abhängt. Werden nur die Primärparameter betrachtet, ergibt sich 1) ein linearer Zusammenhang zwischen der Laserleistung und der Energie, 2) eine nur durch die Trägheit des Scannersystems beeinflusste Proportionalität zwischen Scangeschwindigkeit und Energie und 3) eine nichtlineare Abhängigkeit mit einem theoretischen Maximum bzgl. der Q-Switch-Frequenz 2).

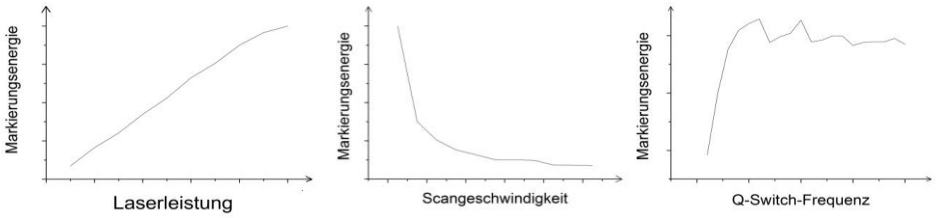


Abbildung 2 – Abhängigkeiten der Primärparameter des Laser zur Markierungsenergie.

Zusätzlich ist durch eine Defokussierung des Laserstrahls eine homogenere Temperaturverteilung auf der Oberfläche zu erwarten, wodurch es möglich wird eine gleichmäßigere Oxidschicht zu erstellen (siehe Abbildung 3). Der aufgeweitete Laserspot führt bei der Umsetzung mit einem Laser eines Pixelbildes zu Überlagerungen der einzelnen Einflusszonen jedes Pixels, sowie zu einem thermischen Einfluss auf benachbarte Pixel.

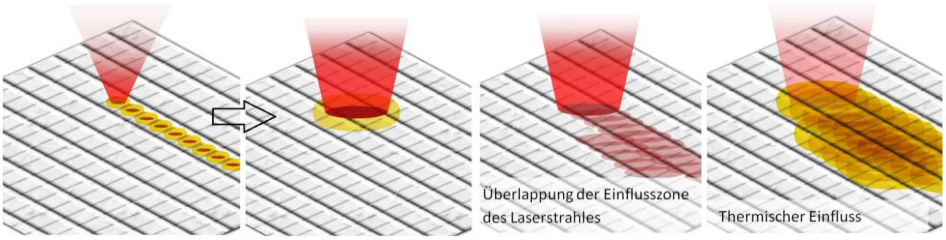


Abbildung 3 – Schematische Darstellung der Defokussierung und der folgenden Überlappung der Einflusszone und des verstärkten thermischen Einflusses.

Mit Hilfe von softwareunterstützten Parametertests ist die schnelle Untersuchung verschiedenster Parameterkombinationen möglich. Dabei können jeweils zwei gewählte Parameter variiert werden. Die Ergebnisse werden in einer Matrix dargestellt. Wird der Parameterbereich systematisch eingegrenzt, kann der gewünschte Farbeffekt in Bezug auf die verschiedenen Einstellmöglichkeiten beschrieben werden (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4 – Systematische Parameterbereichseingrenzung mit Hilfe von softwareunterstützten Parametertests

5 Messergebnis

Die Tests haben eine Parameterkombination (Tabelle 1) ergeben, die einen blauen Farbeffekt erzeugt, der dem Blauton des Corporate Designs der Hochschule stark ähnelt. (siehe Abbildung 5). Mit dem Ziel eine möglichst homogene Schicht zu erzeugen, ist ein besonders starker Einfluss der Defokussierung aufgefallen.

Laserleistung [%]	80
Scangeschwindigkeit [mm/s]	50
Q-Switch-Frequenz [kHz]	150
Laserpunktvariable (Defokussierung) [ ]	- 50
Qualitätseinstellung (Verfahrweg) [ ]	4
Wiederholungen [ ]	1

Tabelle 1 –Parameterkombination für blauen Farbeffekt.

Abbildung 5 – Gelasertes TH Wildau (FH) – Logo.

6 Evaluierung der Oxidschicht / Diskussion

Um weiter Farbeffekte zu realisieren, ist es nötig mit Hilfe eines theoretisches Modells die für die jeweilige Farbe benötigte Dicke der Oxidschicht zu berechnen. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der Brechungsindizes und der Absorptionskoeffizienten für die einzelnen Schichten, sowie der geometrische Aufbau des Schichtsystems. In Abbildung 6 sind die verschiedenen Farben in Abhängigkeit von Schichtdicke und Betrachtungswinkel dargestellt.

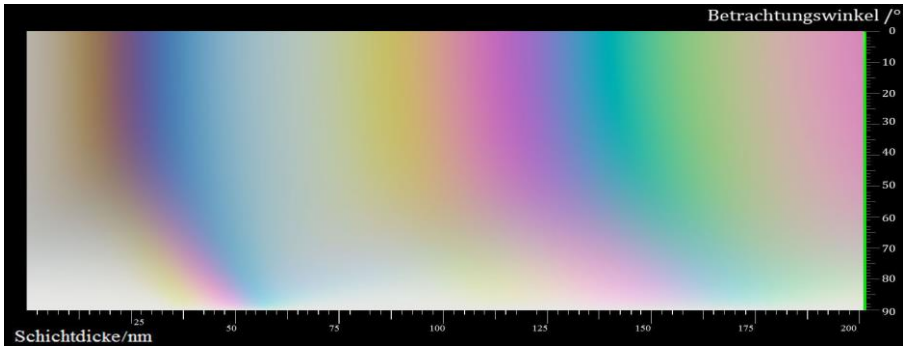


Abbildung 6 – Farbeffekte in Abhängigkeit von Schichtdicke und Betrachtungswinkel von einer TiO2-Schicht auf Ti-Substrat [RAA].

Der Vergleich von Reflektometriemessungen mit den theoretisch ermittelten Reflexionsgraden ergab eine Schichtdicke, die im Bereich von ca. 30 nm bis 50 nm liegt (siehe Abbildung 8). Der große Variationsbereich ist durch die diffuse Streuung der rauen laserbearbeiteten Oberfläche (siehe 7) und durch die Abweichung der im theoretischen Modell angenommenen Dispersionsverläufen zu den realen Materialeigenschaften begründet. Dadurch kann lediglich ein grober Bereich mit dem theoretischen Modell abgeglichen werden. Voraussetzung dafür ist die Kenntnis der Brechungsindizes und der Absorptionskoeffizienten für die einzelnen Schichten, sowie der geometrische Aufbau des Schichtsystems.

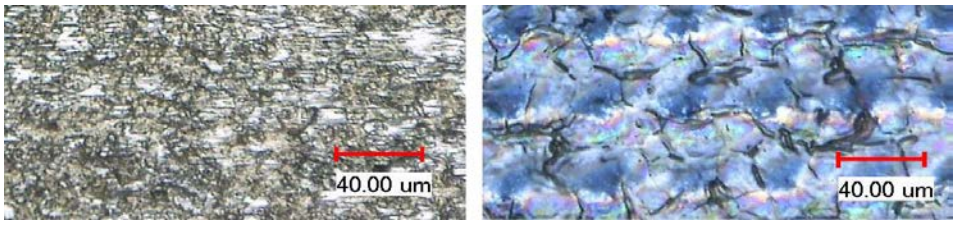


Abbildung 7 – Lichtmikroskopaufnahmen von unbehandelter Titanoberfläche (links) und bestrahlter Titanoberfläche mit blauem Farbeffekt (rechts).

Für die Modellierung wird eine Reflexion an einem ebenen Zweischichtsystem aus Titan und einem gewählten Titanoxid als Grundlage genommen. Für das Titanoxid werden die optischen Konstanten von kristallinem TiO2 in Rutilkonfiguration verwendet [SOP]. Die

Rutilkonfiguration ist bei ausreichender Sauerstoffzufuhr am wahrscheinlichsten [MUR]. Mit Hilfe der Erstellung entsprechender Reflektivitätsspektren für explizite Schichtdicken ist ein Vergleich mit den Messwerten der Reflektometriemessung möglich (siehe Abbildung 8).

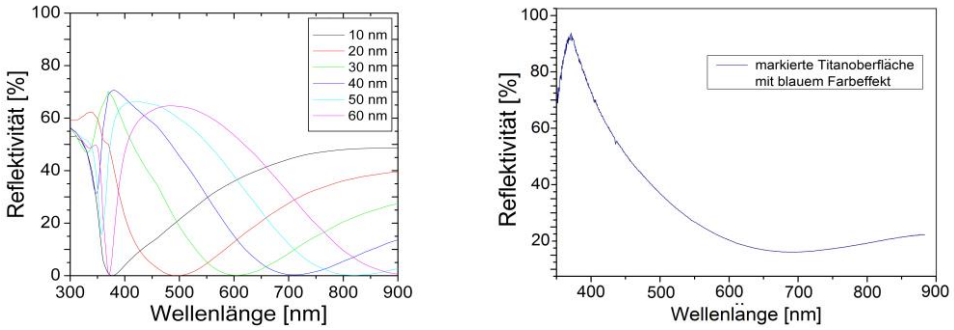


Abbildung 7 – Lichtmikroskopaufnahmen von unbehandelter Titanoberfläche (links) und bestrahlter Titanoberfläche mit blauem Farbeffekt (rechts).

6 Zusammenfassung

Die Ergebnisse zeigen, dass das kommerzielle Lasermarkierungssystem MD-V9900A von Keyence auf Basis eines Vanadatlasers prinzipiell in der Lage ist, farbiges Markierungen auf Titanoberflächen zu erzeugen. Durch die Variation der Laserparameter konnte gezielt eine laserinduzierte Titanoxidschicht mit definierten Eigenschaften auf dem Titansubstrat erzeugt werden, welche zu dem erwünschten Farbeindruck führt. Es zeigt sich, dass die theoretische Modellierung des Farbeffektes aufgrund der rauen Oberfläche und der nicht homogenen Titanoxidschicht nur zur groben Abschätzung verwendet werden kann.

Literaturverzeichnis

[ACS] Firma Acsys, Laserbeschriftung, http://www.acsys.de/laserbeschriftung/laserbes chriftung.htm, (abgerufen am: 13.11.12 10:00)

[ECK] Oliver Eckert, Messtechnische Charakterisierung von Anlauffarben auf niedriglegierten Stählen, Diplomarbeit 2008, Fachhochschule Brandenburg

[LEE] J.H. Lee, G.E. Jang, Y.H. Jun, Investigation and evaluation of structural color of TiO2 coating on stainless steel, Ceramics International 38S, S.661–S664, 2012

[KEY] Keyence Corporation, MD-V9900(A) Series User's Manual, 2009

[VAL] Valbruna Edol Inox GmbH, Werkstoffdatenblatt Titan Gr.2 / 3.7035

[RAA] Jens Raacke, Interferenz, http://www.raacke.de, (abgerufen am: 6.11.12 10:00)

[SOP] SOPRA S.A., Optical Data, http://www.sspectra.com/sopra.html, (abgerufen am: 28.02.13 10:00)

[MUR] J.L. Murray, The O-Ti (Oxygen Titanium) System, Bulletin of Alloy Phase Diagrams Vol.8 No.2 S.165, 1987

PaGe – Mikrocontroller gesteuerter, FPGA-basierter Pattern Generator mit DMA-Zugriff und harter Echtzeitfähigkeit

Hannes Heimbach gen. Göthe
Oliver Punk
Uwe Heuert

Fachbereich INW
Hochschule Merseburg (FH)
Geusaer Str. 88
06217 Merseburg

hannes.heimbach@hs-merseburg.de
oliver.punk@hs-merseburg.de
uwe.heuert@hs-merseburg.de

Abstract: In dieser Arbeit wird der Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language (VHDL) - Entwurf einer Steuereinheit mit direktem Speicherzugriff für den Einsatz in einem FPGA-basierten System on a Chip (SoC) vorgestellt. Dieser Direct Memory Access (DMA)-Controller kann Daten aus dem Random Access Memory (RAM) direkt auf Steuerleitungen legen und damit als z.B. als Eingabevektor eines Digital Analog Converters (DAC) fungieren. Durch eine Bus-Anbindung kann das Modul über den eingebetteten Mikrocontroller des FPGA-Systems mittels Register konfiguriert werden.

1 Einleitung

Bei vielen messtechnischen Aufgaben gibt es zeitkritische Elemente. Von Ultraschallanwendungen bis zur NMR[1]-Spektroskopie müssen zu exakt definierten Zeitpunkten Steuerleitungen gesetzt, Anregungssignale erzeugt oder die Datenaufnahme getriggert werden. Weiterhin müssen große Datenmengen vom aufnehmenden, echtzeitfähigen Modul zum verarbeitenden und/oder darstellenden Systemteil transportiert werden.

Steigende Auflösungen, höheren Frequenzen und Vielkanaligkeit verschärfen die Anforderungen an Echtzeitverarbeitung und Parallelität. Gleichzeitig müssen diese hochkomplexen Zielstellungen in kürzer werdenden Zeiträumen zuverlässig gelöst werden. Durch die Echtzeitfähigkeit in Verbindung mit einer großen Anzahl an Ein-und Ausgängen bieten sich FPGAs für SoCs bei derartigen Steueranwendungen an und werden vielseitig eingesetzt.

[1] NMR: Nuclear Magnetic Resonance, magnetische Kernresonanz

Aufgrund der Komplexität der Konfigurationsentwicklung (Schaltungsentwicklung) für solche Programable Logic Devices (PLDs) verschiebt sich die Entwurfsebene von der tieferen Registertransferebene (RTL[2]) hin zu höheren (Systemebene) Abstraktionsstufen [KB09]. Vor diesem Hintergrund wurde ein IP[3]-Core entwickelt, der in harter Echtzeit Daten direkt aus einem DDR-RAM auf externe FPGA-Schnittstellen routet. Der Core bietet beim Erstellen des Systems mittels generischer Parametrisierung auf Modulebene ein möglichst großes Maß an Flexibilität und kann so an das jeweilige Zielsystem und die entsprechende Zielanwendung mit geringem Aufwand angepasst werden.

2 Motivation

Der IP-Core (ab jetzt PaGe, Pattern Generator) ist dazu entwickelt worden, DACs verschiedener Sampleraten und Auflösungen in SoCs zu integrieren und in komplexen Messanordnungen über parallele Leitungen externe Geräte zu steuern. Dabei wird der Prozessor des Systems durch die DMA-Fähigkeit des IP-Cores nicht belastet.

Weiter bietet PaGe die Möglichkeit, Daten im Full-Speed- USB 2.0 Modus mittels einem FTDI-IC im synchronen FIFO-Modus zu einem PC (> 40MByte/s) zu transferieren. Das Modul ist als wiederverwendbarer IP-Core für eine einfache Integration in bestehende Systeme, unabhängig von der Eingangs- (RAM) und Ausgangstaktfrequenz (DAC, Steuerleitungen), zur Konfiguration an den PLB[4] angebunden werden.

Somit lassen sich Steuersequenzen über einen eingebetteten Mikrocontroller (PPC/MicroBlaze) in der Sprache C oder C++ programmieren. Durch die Anbindung des Mikrocontrollers über die Schnittstellen USB, PCIe oder Ethernet kann dies auch grafisch von einer PC-Steuerapplikation aus geschehen [DP10], [PD10], [PB10].

3 Umsetzung

PaGe besteht aus zwei DMA Kanälen mit je einem FIFO: ein Kanal für Zeit-Werte und ein Kanal für die Nutzdaten. Gesteuert und konfiguriert wird der IP-Core durch 7 Register, die über Bus-Adressen beschrieben und gelesen werden können. PaGe wird per PLB an den Prozessor des SoCs angebunden(vgl. Abbildung 1).

Über den Bus werden in die Register die Startadressen und die Anzahl der Datenwörter im Speicher für den Zeit- und Datenbereich geschrieben. Mit dem *Config*-Register können Eigenschaften wie externes Starten, externes Triggern, Anzahl der Output Bits, Loop-Modus und Timer gesetzt werden. Das *Control*-Register steuert den Verarbeitungsmodus des Moduls. (Mögliche Modi sind Konfigurieren, FIFOs füllen, Run, Reset). Über ein Statusregister kann der Zustand des IP-Cores ausgelesen werden.

---

[2] RTL: Register Transfer Level, eine der Abstraktionsebenen bei der Beschreibung von Funktionalitäten digitaler elektronischer Schaltungen
[3] IP: intellectual property
[4] PLB: Processor Local Bus ist ein High-Speed Datenbus aus dem als CoreConnect bezeichneten Bus-System von IBM

Wird PaGe nach dem Konfigurieren in den Fill-FIFOs-Modus gesetzt, füllt er die FIFOs mit den 32bitigen Daten- und Zeitwerten, die ab den Startadressen im RAM hinterlegt sind. Dies geschieht solange, bis die FIFOs voll sind oder die vorgegebene Anzahl an zu lesenden Datenwörtern erreicht ist.

Wird PaGe gestartet und ist der Timer aktiviert, so wird der erste Zeitwert in den Counter geladen und bis auf Null dekrementiert, danach der erste Datenwert nach außen gelegt und der nächste Zeitwert gelesen usw. Wenn der Timer deaktiviert ist, werden die Daten hintereinander mit Ausgabetakt auf die Pins gelegt.

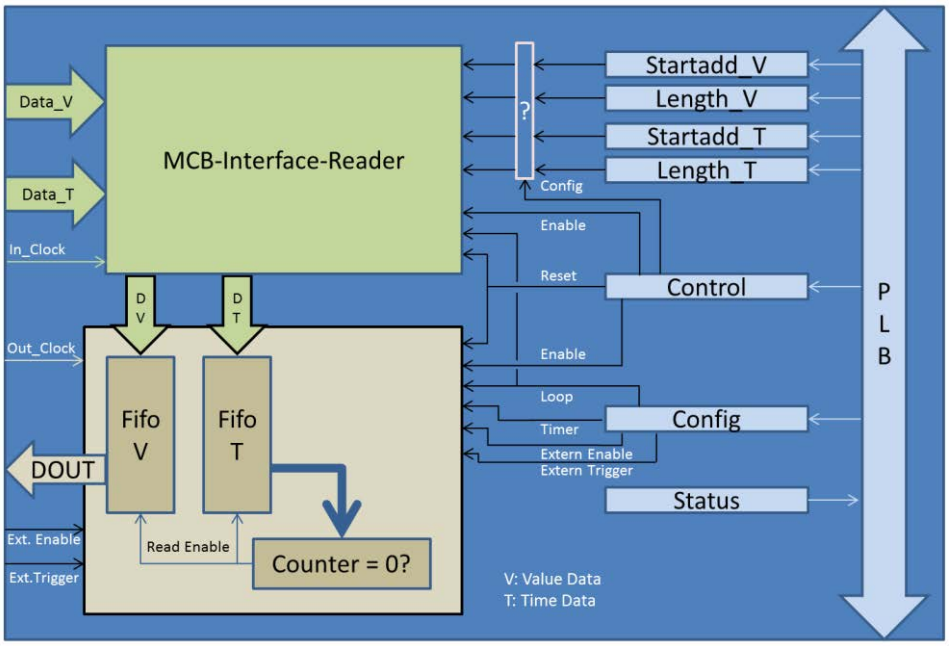


Abbildung 1: Schematischer Aufbau PaGe

Das geschieht solange, bis die FIFOs leer sind und somit alle Daten aus dem Speicher gelesen wurden, sofern die Eigenschaft *Loop* nicht gesetzt ist. Ist letzteres der Fall, so wird das Modul auf die Startkonfiguration zurückgesetzt und arbeitet in einer Endlosschleife. Um diese wieder zu verlassen, muss PaGe über das Control-Register zurückgesetzt werden.

Die FIFOs sind auf minimale Lesezugriffe optimiert. Sollte die Größe der FIFOs für alle Daten ausreichen und befindet sich der Core im *Loop*-Modus, brauchen die Daten nicht erneut aus dem RAM gelesen werden. Der Lesezeiger wird auf den ersten Eintrag zurückgesetzt.

Über die Option *Outbits* kann eingestellt werden, ob von den 32 gelesenen Bits 32, 16, 8 oder 4 Bits parallel nach außen gelegt werden sollen. Damit wird nur alle 2, 4 oder 8 Ausgabetakte das nächste Datenwort aus dem FIFO gelesen. Die Einstellung ändert

nichts an der Ausgabegeschwindigkeit, jedoch können die Lesezugriffe auf den RAM deutlich reduziert werden.

PaGe hat drei Taktbereiche: der Registerteil, welcher vom PLB versorgt wird, einen Teil für das Lesen aus dem RAM und Füllen der FIFOs, sowie einen Teil für das Lesen aus dem FIFO, dem Timer und der Ausgabe. Die Taktraten werden beim Erstellen des SoC mittels generischen Parametern gesetzt.

Zur Synchronisierung mit anderen Geräten kann über die Optionen *Extern Enable* PaGe mit einem externes Signal gestartet und über *Extern Trigger* jeder Wert einzeln angefordert werden.

Ein Data Valid Signal validiert die angelegten Daten für externe, konsumierende Geräte. Eine interne Interruptleitung signalisiert dem Interruptcontroller des Prozessors die vollständige Abarbeitung der Datensequenz.

4 Ergebnisse

Mit PaGe können Lese- und Ausgabetakte bis 200MHz auf einer Spartan6 FPGA erreicht werden. In Abbildung 2 wird die Funktion als Pattern Generator verdeutlicht. In der Signaldarstellung wird ein mit 1024 Werten im Speicher abgelegter Sinus über 10 Leitungen nach außen gegeben, durch einen Logic Analyser aufgenommen und im oberen Bereich der Abbildung als analoge Waveform dargestellt. Der Ausgabetakt beträgt 50 MHz mit einem Teiler von 10

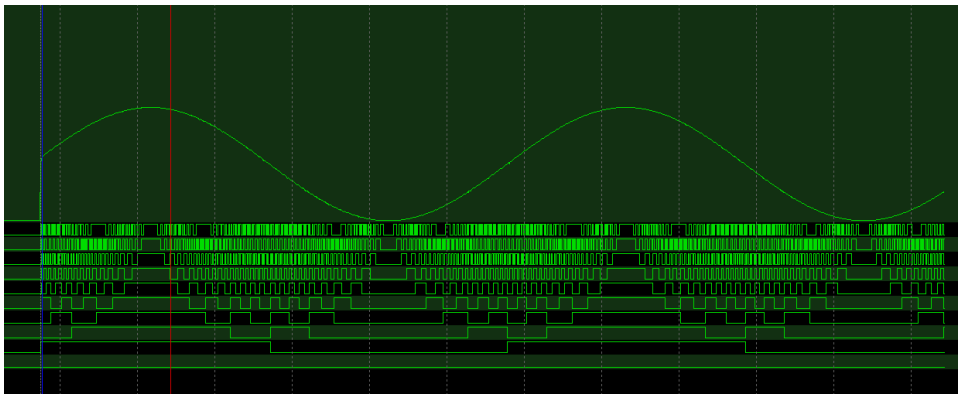


Abbildung 2: Logic Analyser Aufnahme der PaGe Ausgabe

Abbildung 3 zeigt ein Chipscope-Ausschnitt[5], der das Verhalten innerhalb der FPGA-Matrix darstellt. Zu erkennen sind hier unter anderem erneut das Ausgabesignal und die tatsächlich gelesenen 1024 Werte.

[5] Chipscope : Logic Analyser der direkt mit dem eigenen Design synthetisiert wird und es ermöglicht Signale in der FPGA zu verfolgen

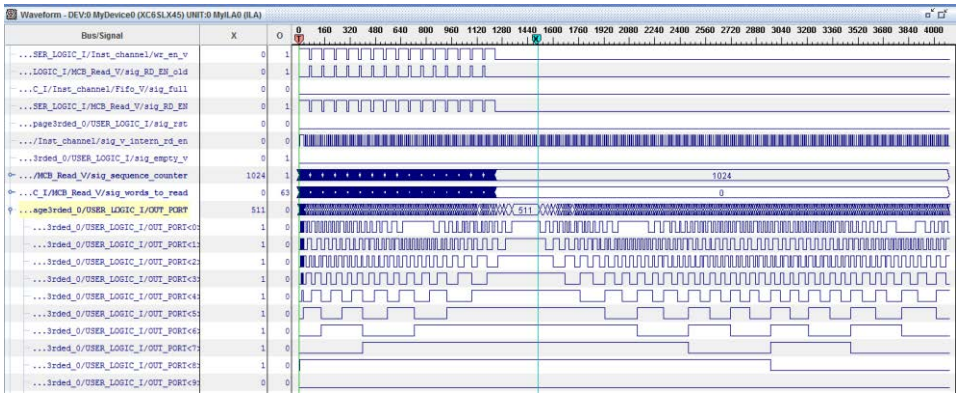


Abbildung 3: Chipscope Aufnahme der PaGe Ausgabe

Als Nachteil dieser Lösung muss die Bindung an das MCB[6]-Interface angesehen werden, da damit eine Limitierung auf Spartan 6 FPGAs mit dedizierten Memory Controller Block entsteht.

5 Ausblick

Um die Weiterentwicklungen am Embbeded- bzw. am FPGA-Markt nutzen zu können, wird das MCB- zu einem AXI[7]- Interface umgestaltet, wobei der AXI-Bus gleichzeitig den PLB ersetzt. Neben der Unabhängigkeit von den Spartan 6 FPGAs ist somit die Anbindung an ARM-Prozessoren (AXI ist Teil von AMBA[8]) und damit die Nutzung verbreiteter Hardware möglich.

In der jetzigen Implementierung ist das Design auf 32 Leitungen beschränkt, jedoch ist das Modul auf eine Erweiterung zur Mehrkanaligkeit ausgelegt. Jeder Kanal mit 32 Leitungen hat dann eigene Daten- und Zeitwert-FIFOs, die über beide DMA Kanäle gefüllt werden.

[6] MCB : Memory Controller Block, ein dedizierter Memory Controller in Spartan 6 FPGAs
[7] AXI: Advanced eXtensible Interface Bus ist Teil der AMBA Architektur, Standard auf allen aktuellen Xilinx-FPGA-Designes mit Prozessor
[8] AMBA: Advanced Microcontroller Bus Architecture von Advanced RISC Maschines Ltd.(ARM) definiert 4 Busse (Advanced eXtensible Interface Bus (AXI), Advanced High-performance Bus (AHB), Advanced Trace Bus (ATB), Advanced Peripheral Bus (APB)) die über Bridges miteinander verbunden werden können.

Literaturverzeichnis

[KB09] Entwurf von digitalen Schaltungen und Systemen mit HDLs und FPGAa [Buch] / Verf. Frank Kesel, Ruben Bartholomä. - München : Oldenbourger Wissenschaftsverlag, 2009.

[GM07] Hardware-Software-Codedesign: Entwicklung flexibler Mikroprozessor-FPGA-Hochleistungssysteme [Buch] / Verf. R. Gessler T. Mahr. - Wiesbaden : Vieweg & Sohn Verlag | GWV Fachverlage GmbH, 2007.

[XI10] LogiCORE IP Processor Local Bus (PLB) v4.6 (v1.05a) [PDF] / Verf. Xilinx,Inc.. - 21.09.2010.

[DP10] FPGA als zentraler Bestandteil einer neuartigen Gerätearchitektur für ein digitales NMR-Spektrometer /Verf. S. Döhler, O. Punk, U. Heuert, M. Braun, W. Grellmann / 11. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz, Tagungsband Seite 237-244 / Schmalkalden, April 2010

[PD10] Modern Device Concepts – Digital Part of a NMR Spectrometer / Verf. O. Punk, S. Döhler, U. Heuert / 33. International Spring Seminar on Electronics Technology, Warschau, Polen, Mai 2010 http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5547327

[PB10] FPGA based Device Concept for non-destructive Material Analyses / Verf. O. Punk, M. Brutscheck, S. Döhler, U. Heuert / 17. Electronic Devices and Systems IMAPS CS International Conference, Brno, Tschechische Republik, September 2010

Konstruktion eines kontinuierlichen Reaktorsystems zur katalytischen Spaltung von Braunkohle

Jens Zimmermann[1], Thomas Nägler[1], Sascha Nowak[1], Mathias Seitz[1], Thomas Hahn[2]

[1]Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Hochschule Merseburg
Geusaer Straße
06217 Merseburg
jens.zimmermann@hs-merseburg.de

[2]Fakultät für Technische Chemie und Makromolekulare Chemie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Von-Danckelmann-Platz 4
06120 Halle

Abstract: Für die Entwicklung und den Aufbau einer kontinuierlich arbeitenden Versuchsanlage zur katalytischen Braunkohlenspaltung sind den Prozess kennzeichnende Größen erforderlich. Hierzu wurden Parameter wie Reaktionstemperatur, Reaktionsdauer und Produktspektrum im labortechnischen Maßstab ermittelt. Anhand der gewonnenen Daten konnte ein Reaktorkonzept erarbeitet und die Anforderungen an den Reaktor definiert werden u. a. sind hier die verfahrenstechnische Eignung sowie die Hitzebeständigkeit der Apparateelemente zu berücksichtigen.

1 Einleitung

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projektes „Innovative Braunkohlen Integration in Mitteldeutschland“ (ibi) wird die Einsatzfähigkeit neuer Verfahren zur stofflichen Nutzung heimischer Braunkohlenvorkommen untersucht. Ein Teilprojekt ist die katalytische Spaltung, die zu den Niedertemperaturprozessen zählt. Dabei soll Braunkohle im Temperaturbereich von 300 bis 600 °C zu Basischemikalien für die Chemische Industrie umgesetzt werden. Der verwendete Katalysator, der diese Umwandlung bewirkt, zählt zu der Gruppe der Zeolithe und ist auf einem Trägermaterial aufgebracht [SSS10]. Als Reaktionsprodukte des Verfahrens werden olefinische und aromatische Verbindungen erhalten, die zu den wichtigsten organischen Grundchemikalien gezählt werden. Sie können der Produktion von unzähligen Kunststoffen, Farben und Lacken oder gar Medikamenten dienen.

2 Hintergrund

Die im Laufe des 20. Jh. entwickelten Verfahren zur Kohlenutzung sind durch die Nutzung von Erdöl und Erdgas in Vergessenheit geraten oder werden aus wirtschaftlichen Gründen in Europa nicht mehr angewendet. Ihre bekanntesten Vertreter sind u. a. das Lurgi-Ruhrgas-Verfahren (LR-Verfahren), mit dem Ziel der Heizgaserzeugung aus Steinkohle, und das TOSCO-Verfahren zur Ölgewinnung. Beide Verfahrensweisen erzeugen ihre Edukte durch thermisches Cracken [Sc08, Su07].

Im mitteldeutschen Raum wurde die thermische Spaltung von Braunkohle bis in die Mitte des 20. Jh. praktiziert. Ziel war es, aromatenreiche Fraktionen zur Versorgung der Chemischen Industrie zu erzeugen. Für diesen Zweck sind Kohlen mit einem großen Anteil an flüchtigen Komponenten, so wie sie in der mitteldeutschen Region vorkommen, gut geeignet [He83].

Heute spielt die stoffliche Nutzung der Braunkohle mit weltweit ca. 5 % nur eine untergeordnete Rolle. Die im Jahre 2009 global geförderten 0,9 Mrd. Tonnen werden hauptsächlich zur Stromerzeugung genutzt [Sc11]. Durch die Anwendung des in [SSS10] beschriebenen Verfahrens und der damit gewinnbaren Basischemikalien ließe sich der stofflich genutzte Anteil der Braunkohlen zugunsten der Versorgungssicherheit, insbesondere im Hinblick auf die steigenden Rohstoffpreise für Erdöl und den Konflikten im Nahen Osten, erhöhen.

Ein Ziel des Forschungsvorhabens ist es, eine kontinuierliche Versuchsanlage zur katalytischen Spaltung von Braunkohle aufzubauen. Diese soll einerseits in schneller Abfolge Versuchsdaten zur Beschreibung der Reaktionsabläufe generieren und andererseits Betriebsdaten hinsichtlich eines Scale-Up für eine Pilotanlage sammeln. Grundlage für die Errichtung der Laborversuchsanlage sind Prozessparameteruntersuchungen an einem diskontinuierlich betriebenen Drehrohr.

3 Versuchsaufbau

Für die Untersuchungen im labortechnischen Maßstab steht ein Drehrohr der Fa. Xerion der Baureihe XROTATE 800 zur Verfügung. Das Reaktorvolumen beträgt 2,7 Liter, die Drehzahl ist von 0-10 U/min stufenlos regelbar, die maximale Betriebstemperatur beträgt 800 °C.

Zu Versuchsbeginn erfolgte eine Inertisierung des Reaktors mit Stickstoff und die Aufheizung auf die jeweilige Reaktionstemperatur. Nach Erreichen des stationären Zustandes wurde mit Hilfe eines Eintragsrohres die Reaktantenmischung, bestehend aus Braunkohle oder eines Braunkohle-Katalysator-Gemisches, Massenverhältnis von 20:1 bezogen auf wasser- und aschefreie Kohle, eingebracht. Die Reaktion startete drei Sekunden nach Einschalten der Rotation (10 U/min), da die Kohle oder Katalysator-Kohle-Mischung erst dann in das vorgeheizte Drehrohr fällt. Die durchgeführten Versuchsreihen basieren auf Einzelbestimmungen, wodurch keine Fehlerbetrachtung erfolgte. Bei den Versuchen zur Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeiten und der

spezifischen Spaltgasmengen wurden die freiwerdenden Reaktionsgase im zeitlichen Verlauf mit Hilfe einer Gasuhr aufgefangen. Die Erfassung der Koksmengen erfolgte gravimetrisch.

In der Versuchsreihe zur Untersuchung der Produktspektren wurde das Drehrohr permanent mit einem Stickstoffstrom von 500 ml/min (i. N.) gespült und die austretenden Gase in Kühlfallen bei -8 °C und -196 °C niedergeschlagen. Die Analyse der Flüssigprodukte erfolgte anschließend mittels gaschromatographischer Methoden. Der Versuchsaufbau ist in Abb. 3.1 schematisch dargestellt.

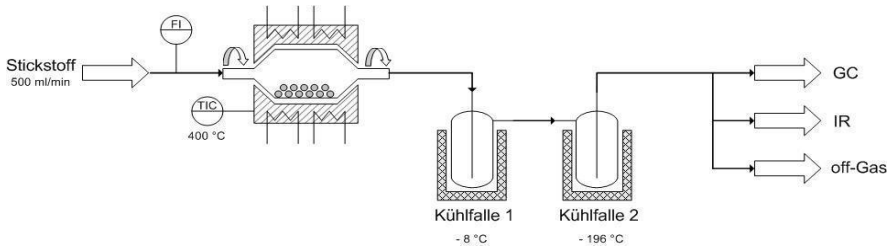


Abbildung 3.1: Diskontinuierliche Versuchsanlage (Drehrohr).

4 Ergebnisse & Diskussion

Die Daten der Versuchsreihe zur Bestimmung des Einflusses der Reaktionstemperatur auf die Produktgas- und Koksmengen sind in Abb. 4.1 dargestellt. Es wird ersichtlich, dass die Zugabe des Katalysators niedrigere Koksmassen hervorbringt als beim rein thermischen Cracken der Braunkohle erhalten werden. Ebenso wird durch das katalytische Verfahren im Temperaturbereich von 300 °C bis ca. 540 °C mehr Spaltgas erzeugt. Erst bei Reaktionstemperaturen von über 540 °C werden durch thermische Crackvorgänge höhere Gasvolumina erzielt. Folglich bewirkt der Zusatz des Katalysators einen Ausbeuteanstieg an flüchtigen Substanzen, zudem deutet die verminderte Gasmenge auf langkettige Verbindungen hin.

Die Zusammensetzung der Spaltgase ist in Abb. 4.2 aufgezeigt. Es ist erkennbar, dass sich die Ausbeuten der einzelnen Spaltprodukte mit steigender Reaktionstemperatur nahezu linear erhöhen. Ausnahmen bilden Propen, die Gruppe der C_5-Kohlenwasserstoffe und Methylethylbenzol (MEB), deren Anteile sich jenseits von 500 °C nicht wesentlich ändern. Ein weiterer Sonderfall ist der Methangehalt, dieser steigt überproportional mit Erhöhung der Umsatztemperatur an. Entsprechend erscheint ein Betriebsbereich bei Temperaturen um 500 °C für das katalytische Verfahren als vielversprechend.

Der zeitliche Verlauf der Gasbildung ist in Abb. 4.3 dargestellt. Es zeigte sich, dass die Gasbildung nach ca. 5 Sekunden ihr Maximum erreicht und nach weiteren 25 Sekunden nahezu vollständig abgeklungen ist. Eine nennenswerte Nachentgasung wurde nicht festgestellt. Schlussfolgernd ist für die Auslegung des Reaktors eine Feststoffverweilzeit von 30 Sekunden vorzusehen.

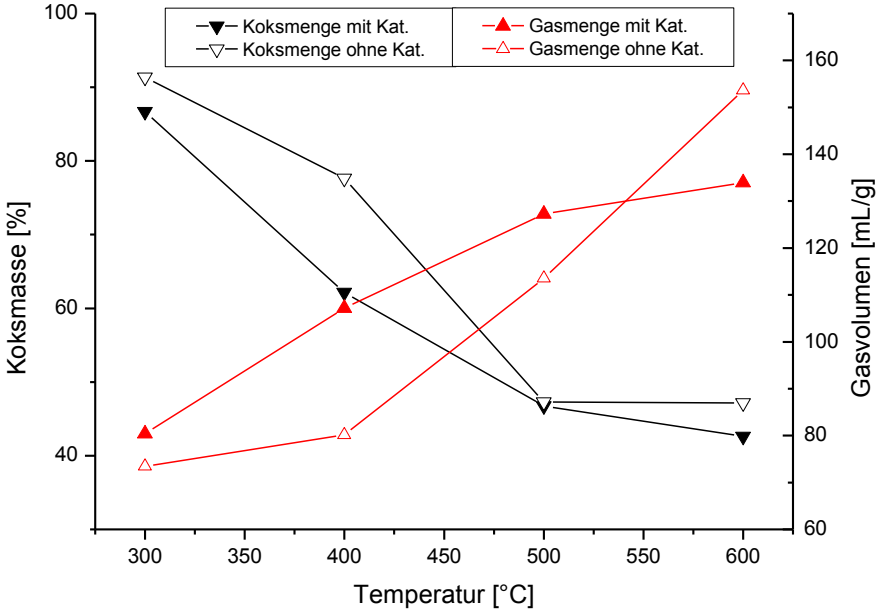


Abbildung 4.1: Ermittelte Koksmassen und spez. Gasvolumina mit und ohne Katalysator in Abhängigkeit von der Reaktionstemperatur.

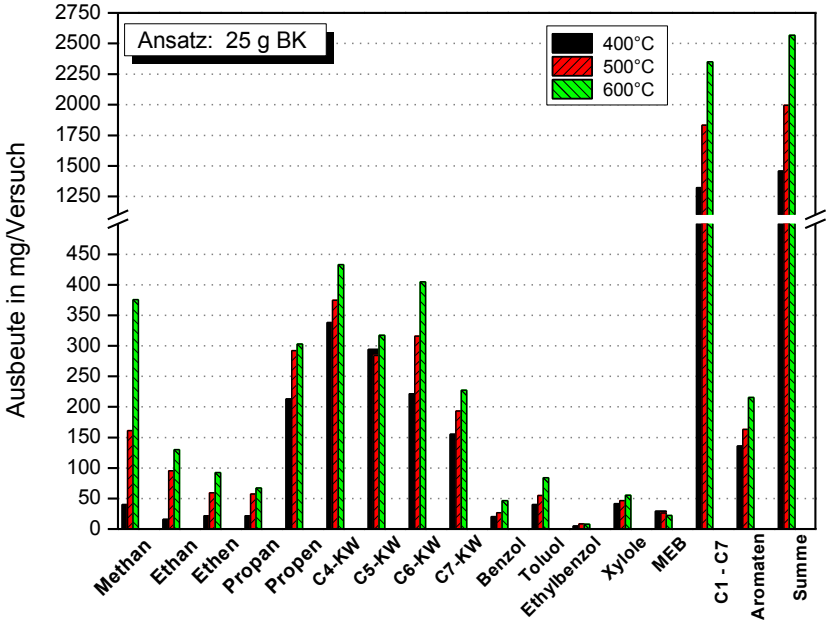


Abbildung 4.2: Produktspektrum der mittels katalytischer Spaltung gewinnbaren Produkte in Abhängigkeit der Reaktionstemperatur.

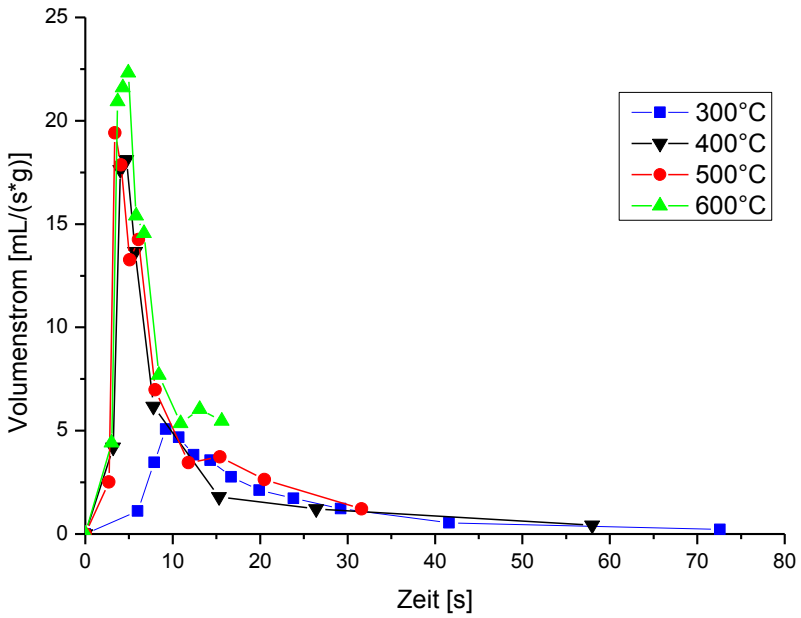


Abbildung 4.3: Gasproduktionsraten und Reaktionsdauer in Abhängigkeit von der Reaktionstemperatur.

5 Design des Reaktors

Ausgehend von den experimentell ermittelten Reaktionsparametern erfolgte die Definition der Betriebsparameter. Die maximale Betriebstemperatur wurde auf 600 °C festgelegt – dies bedingt die Verwendung hochwarmfester Werkstoffe -, die Verweilzeit des Feststoffes auf 30 Sekunden. Im Allgemeinen ähneln sich die Reaktionsbedingungen mit denen von PETERS [Pe63] auf Steinkohle angewendeten Prozessgrößen und führen zu verwandten verfahrenstechnischen Lösungsansätzen. Bei der Reaktorwahl wurden zusätzliche Faktoren, wie die backenden Eigenschaften der Braunkohle und geringe Gasverweilzeiten, um Rekombinationen der Spaltprodukte zu verringern, berücksichtigt. Die Wahl fiel auf einen Doppelschneckenmischer mit einer maximalen Drehzahl von 600 U/min. Der Vorteil dieses Reaktortyps liegt in der Eigenschaft zur Selbstreinigung, d.h. die Schnecken sind selbstkämmend und reinigen sich somit gegenseitig. Die Mischschnecken sind modular aufgebaut und erlauben den Austausch einzelner Schneckenelemente. Die Feststoffverweilzeit ist daher mittels Drehzahl und veränderbarer Schneckengeometrie über einen Bereich von minimal 2 Sekunden bis auf maximal 90 Sekunden variierbar. Die Abb. 5.1 zeigt den schematischen Aufbau der Versuchsanlage inklusive der notwendigen vor- und nachgeschalteten Verfahrensschritte.

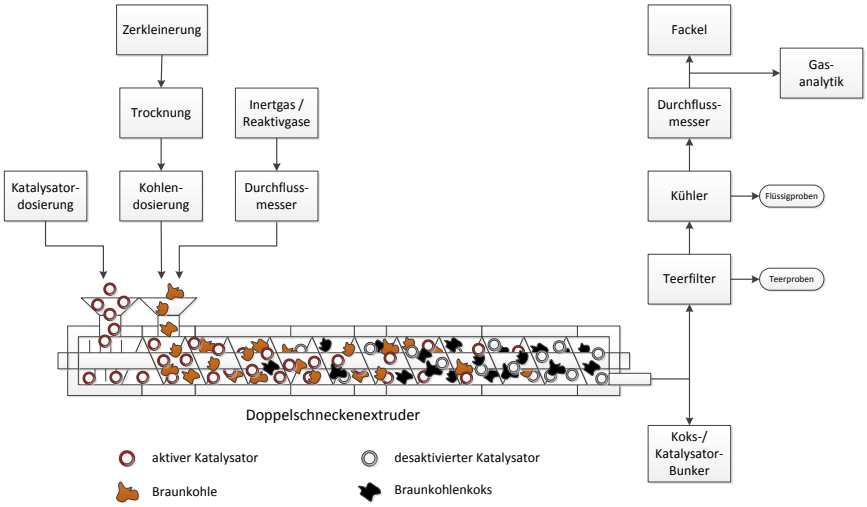


Abbildung 5.1: Reaktorkonzept für die katalytische Braunkohlenspaltung.

6 Ausblick

Mittels der Untersuchungen konnten die wichtigsten Prozessparameter der katalytischen Kohlenspaltung ermittelt und ein Reaktorkonzept erstellt werden. Aufgabe ist es nun für die Kohlevorbehandlung und die Spaltproduktnachbehandlung geeignete Peripheriegeräte auszuwählen, technische Zeichnungen zu erstellen und die räumliche Anordnung der Apparate durch Anfertigen von Aufstellungsplänen zu prüfen. Letzteres gewährleistet einen zügigen und störungsfreien Aufbau der Versuchsanlage.

Literaturverzeichnis

[He83] Van Heek, K. H.: Kinetik der Kohlen-Pyrolyse als Grundlage für die Auslegung technischer Reaktoren. Chem.-Ing.-Tech. 55 (1983) Nr. 10, S. 777 – 784. Verlag Chemie GmbH, Weinheim 1983.

[Pe63] Peters, W.: Schnellentgasung von Steinkohlen. Habilitationsschrift Aachen 1963.

[Sc08] Schmalfeld, J.: Die Veredelung und Umwandlung von Kohle: Technologien und Projekte 19070 bis 2000 in Deutschland. Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e. V. (DGMK), Hamburg 2008.

[Sc11] Schiffer, H.-W.; Rolle der Kohle im weltweiten Energiemix. Energiewirtschaft 2011 35: 1-13. Online publiziert: 22. Januar 2011, Vieweg+Teubner 2011.

[SSS10] Seitz, M.; Schwieger, W.; Schwab, A. V.: DE 10 2009 049 767 A1 Verfahren zur katalytischen Umsetzung von feststoffartigen Kohlenwasserstoffen

[Su07] Sunggyu, L.: Handbook Of Alternative Fuel Technologies. CRC Press Taylor & Francis Group, USA 2007.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Charakterisierung nichtlinearer optischer Wirt-Gast-Polymersysteme mittels Modenlinienspektroskopie

P. Steglich, T. Döhler, V. Ksianzou, B. Grimm, M. Hofmann. S. Schrader

Photonik, Laser und Plasmatechnologien
Technische Hochschule Wildau [FH]
Bahnhofstraße
15745 Wildau
patrick.steglich@th-wildau.de

Abstract: Optische Wellenleiter auf Polymerbasis eröffnen völlig neue Möglichkeiten für das Design und die Herstellung integrierter Optiken. In Hinblick auf spätere Anwendungen in der integrierten Optik wurden Wirt-Gast-Polymersysteme, bestehend aus optischen Polymeren dotiert mit kommerziellen sowie neuartigen Chromophoren, hinsichtlich linearer und nichtlinearer optischer Eigenschaften untersucht. Bei elektrooptischen Modulatoren wird die induzierte Brechungsindexänderung aufgrund eines äußeren elektrischen Feldes genutzt. Deshalb wurden mittels Modenlinienspektroskopie die Brechungsindices vor und nach einer elektrischen Polung mittels Koronaentladung ermittelt. Dies erfolgte für linear polarisiertes Licht, wodurch die optische Anisotropie bestimmt werden konnte. Auch der Zusammenhang der optischen Eigenschaften und den Chromophoranteilen in der Polymermatrix wurde untersucht.

1 Einleitung

Nichtlineare optische Eigenschaften von Wirt-Gast-Polymersystemen können in einer Vielzahl von Anwendungen umgesetzt werden. Der lineare elektrooptische Effekt, auch Pockelseffekt genannt, kann beispielsweise zur Entwicklung von ultraschnellen Intensitätsmodulatoren verwendet werden [Ka03]. Ein Beispiel dafür ist, wie in Abbildung 1 gezeigt, ein Mach-Zehnder-Modulator. Dabei wird der Lichtstrahl in zwei Wellenleiterarme aufgeteilt und später wieder zusammengeführt. Ein Arm wird mit einem elektrischen Feld moduliert, so dass sich der Brechungsindex und somit die optische Weglänge ändert. Dies bewirkt eine konstruktive bzw. destruktive Interferenz der Lichtstrahlen am Ende des Modulators. Polymersysteme mit einer hohen nichtlinearen optischen Suszeptibilität eignen sich des Weiteren hervorragend für integrierte Gassensoren [Ch03], optische Datenübertragung [Pa98] und sind zudem kostengünstig herstellbar sowie vielseitig verarbeitbar, was sie für industrielle Anwendungen interessant machen. In dieser Arbeit werden verschiedene Wirt-Gast-Polymersysteme hinsichtlich ihrer optischen Eigen-

schaften charakterisiert. Zum Vergleich wurden kommerzielle Materialien aber auch neuartige verwendet.

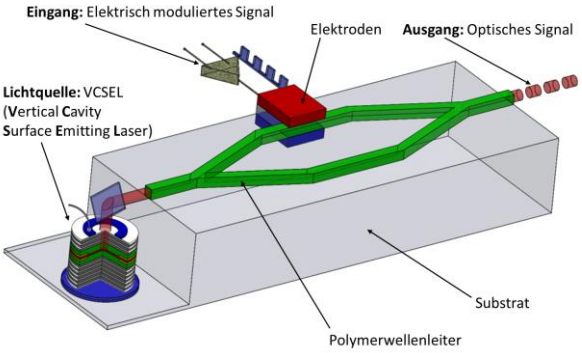


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau eines Mach-Zehnder-Modulators basierend auf nichtlinear optischen Polymeren

2 Optisch nichtlineare Wirt-Gast-Polymersysteme

Polymersysteme für elektrooptische Anwendungen müssen folgende Eigenschaften besitzen: hohe nichtlineare Suszeptibilität zweiter Ordnung, hohe thermische und zeitliche Stabilität sowie geringe optische Verluste bei den Kommunikations-wellenlängen. Die Art des Polymersystems hat dabei einen großen Einfluss auf die optisch nichtlinearen Eigenschaften. Ungebundene Chromophore, die in einem Polymer verteilt sind, werden als Wirt-Gast-Polymersysteme bezeichnet. Wirt-Gast-Polymersysteme sind vielseitig einsetzbar, da ihre Komponenten, die Polymermatrix und Chromophore, unabhängig voneinander variiert und je nach Anwendungsfall optimiert werden können.

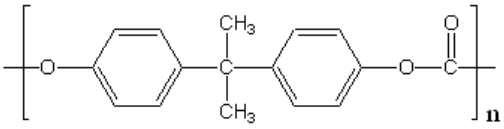


Abbildung 2: Polycarbonat (PC); IUPAC Name: 4-[2-(4-hydroxyphenyl)propan-2-yl]phenol

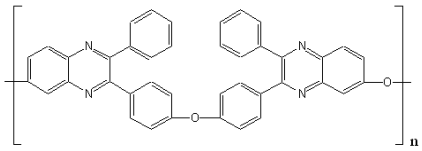


Abbildung 3: Polyphenylchinoxalin 2B (PPQ2B); IUPAC Name: Poly[2,2'-(1,4-Phenylen)-6,6'Oxybis(3-Phenylchinoxalin)]

Polycarbonat (PC) und Polyphenylchinoxalin 2B (PPQ2B) wurden als Polymermatrix genutzt. Ihre jeweilige Strukturformel ist in den Abbildungen 2 und 3 gezeigt. Polycarbonat ist ein kommerziell erhältliches Polymer mit hoher Transparenz in einem breiten Spektralbereich und einer Glasübergangstemperatur von 150°C. PPQ2B hat dagegen eine Glasübergangstemperatur von etwa 260°C und ist dadurch thermisch sehr stabil. Die verwendeten Chromophore sind in den Abbildungen 4 und 5 gezeigt. Das kommer-

ziell erhältliche Dispersrot 1 (DR1) ist ein weit verbreitetes, optisch nichtlineares Chromophor und wurde bereits in ultraschnellen Mach-Zehnder-Modulatoren umgesetzt [Ya12, Mi08]. Des Weiteren wurde das neuartige Chromophor DP19 das aus eigener Synthese stammt, untersucht. Um eine möglichst hohe nichtlineare optische Suszeptibilität zu erreichen, besitzen die ausgewählten Chromophore außer konjugierter Doppelbindungen auch elektrophile und elektrophobe Gruppen, die zum Einen ein Dipolmoment erzeugen und zum Anderen den intramolekularen Ladungstransfer steigern [Co00]. Auch die Orientierung der Chromophore zueinander ist wesentlich. So entstehen nichtlineare Effekte zweiter Ordnung nur bei einer nicht-zentrosymmetrischen Orientierung der Chromophore [Wi84].

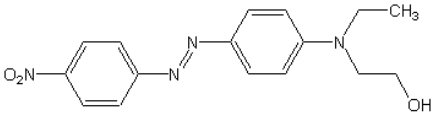


Abbildung 4: Dispersrot 1 (DR1); IUPAC Name: 2-Ethyl-[4-(4-nitrophenylazo)-phenyl]-amino-ethanol

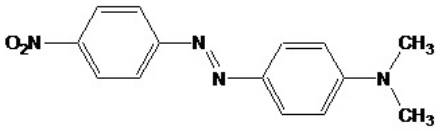


Abbildung 5: DP19; IUPAC Name: Dimethyl-[4-(4-nitro-phenylazo)-phenyl]-amine

3 Probenpräparation und Beschichtung

Die Polymere wurden alle in 1,1,2,2-Tetrachlorethan gelöst und mit den Chromphoren gemischt. Um zu gewährleisten, dass eine homogene Mischung der Polymermatrix mit den Chromophoren vorliegt, wurde die Lösung für 120 min in einem Ultraschallbad behandelt. Die so entstandenen Wirt-Gast-Polymersysteme wurden anschließend filtriert und mit einem Rotationsbeschichter (spin coating) auf die Substrate aufgeschleudert. Nach der Beschichtung wurden die Proben in einem Trockenschrank bei 80°C für 120 min und im Anschluss bei gleicher Temperatur aber mit einem Feinvakuum (10^{-3} mbar) ausgeheizt. Die Beweglichkeit der Moleküle und das freie Volumen im Polymersystem steigen nahe der Glasübergangstemperatur und erlauben es damit, die Anordnung der vorhandenen Dipole durch ein äußeres elektrisches Feld zu beeinflussen. Die Orientierung der molekularen Dipole in einem elektrischen Feld ist erforderlich, um die Zentrosymmetrie des Materials zu brechen und damit den Pockelseffekt zu erzeugen. Die Koronapolung wurde zu diesem Zweck verwendet, da sie sehr hohe Feldstärken erzeugen kann. Eine spitze Nadel wurde dafür einige Zentimeter über der Probenoberfläche mit einer Hochspannugsquelle verbunden. Ionisierte Moleküle der Umgebung setzen sich auf der Filmoberfläche ab und generieren ein elektrisches Feld, das abhängig von der angelegten Spannung ist. Üblicherweise werden Spannungen von 6 bis 10 kV verwendet. Die Proben wurden dabei bis kurz unterhalb der jeweiligen Glasübergangstemperatur erwärmt, da bei diesen Temperaturen die Beweglichkeit der Chromophore besonders hoch ist. Anschließend wurde ein elektrisches Feld mittels Koronaentladung angelegt, wobei die Temperatur noch weitere 60 min konstant blieb. Die Koronaentladung schafft eine Oberflächenladung, welche die Dipole zur Orientierung in Richtung des Feldes

zwingt. Danach wurden die Proben langsam auf Raumtemperatur abgekühlt. Das elektrische Feld blieb während der Abkühlung aufrecht erhalten. Ist die Probe auf Raumtemperatur abgekühlt, so sind die Dipole „eingefroren“ und ausgerichtet. Sie besitzen damit eine nicht-zentrosymmetrische molekulare Orientierung.

4 Versuchsaufbau

Die Modenlinienspektroskopie beruht auf der 1973 veröffentlichten Arbeit von R. Ulrich und R. Torge [Ul73] und dient zur Messung von linear und nichtlinear optischen Eigenschaften [Ko02] planarer Wellenleiter. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es ohne die Modelierung eines Systems, numerisch lösbar ist. Die Genauigkeit dieses Verfahrens liegt bei 10^{-4} für den Brechungsindex eines homogenen dielektrischen Wellenleiters [YY12]. Der experimentelle Aufbau ist in Abbildung 6 schematisch dargestellt. Der Laserstrahl wird linear polarisiert, mit einem Chopper periodisch unterbrochen, durch das Prisma auf die Probe gelenkt und anschließend von der Photodiode detektiert. Als Lichtquelle dienten verschiedene Laser mit Wellenlängen von 405 bis 1550 nm. Das Goniometer fährt zur Vermessung des Wellenleiters einen Winkelbereich von 45 bis 90°C

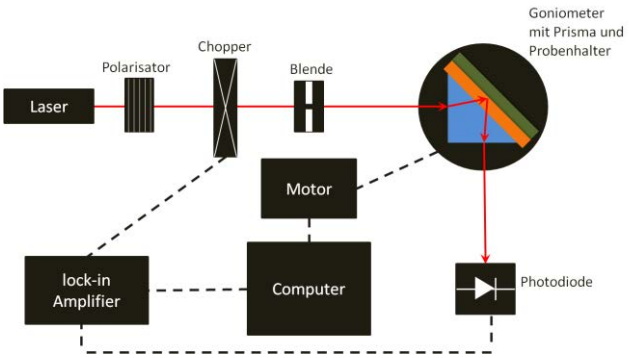


Abbildung 6: Experimenteller Aufbau der Modenlinienspektroskopie.

ab. Dabei wird Licht nur in den Wellenleiter eingekoppelt, wenn die sogenannte Selbstkonsistenzbedingung erfüllt ist. Sie setzt sich aus dem optischen Weg, den der Lichtstrahl in der Probe zurücklegt und den beiden Phasenverschiebungen an den Grenzflächen zusammen. Es ergibt sich:

$$2k_0 n_f d \cdot \cos\theta - \phi_{TE}^{c}(\theta) - \phi_{TE}^{s}(\theta) = m \cdot 2\pi, \qquad m = 0,1,2,3,\ldots$$

Dabei sind k_0, n_f, d, θ, φ und m jeweils die Wellenzahl, der Filmbrechungsindex, die Schichtdicke, der Reflexionswinkel, die Phasenverschiebung am Cladding bzw. Substrat für TE polarisiertes Licht und die Modenzahl. Durch Messung der Winkel bei der die Selbstkonsistenzbedingung erfüllt ist und somit eine Mode entsteht, ist es möglich, bei bekannter Schichtdicke, den Brechungsindex n_f auf vier Nachkommastellen genau zu berechnen.

5 Ergebnisse und Diskussion

Mit Hilfe der M-Linienspektroskopie war es möglich, die Brechungsindices verschiedener Polymersysteme zu bestimmen. Es wurden verschiedene Polymere mit unterschiedlichen Chromophoren untersucht, wobei auch die Massenprozentanteile variierten. Dadurch konnte der Einfluss der Chromophore auf die optischen Eigenschaften direkt ermittelt werden. In Tabelle 1 ist der jeweilige Brechungsindex von dotiertem Polycarbonat zu sehen, wobei die Wellenlänge von 1064 nm konstant blieb. Wie zu erwarten war, steigt der der Brechungsindex linear mit steigendem Chromophoranteil an. Zusätzlich wurde der jeweilige Brechungsindex der gleichen Polymer-schichten, jedoch nach elektrischer Polung gemessen und zeigt das gleiche Verhalten, mit dem Unterschied das die optische Anisotropie auch steigt und der Brechungsindex damit auch von der Polarisationsrichtung des Lichts abhängt Aus diesem Grund wurden die Proben mit TE und TM polarisiertem Licht gemessen. Die Differenz der beiden Brechungsindices $\Delta n = n_f^{TE} - n_f^{TM}$, ist ein Maß für die optische Anisotropie. Die größte optische Anisotropie zeigt das Polymer-system, bestehend aus PPQ2B dotiert mit DP19. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der Messungen. Es konnte gezeigt werden, dass PPQ2B dotiert mit DP19 neben der größten optischen Anisotropie auch den größten Brechungsindexunterschied nach einer elektrischen Polung besitzt. Dies zeigt dass dieses Wirt-Gast-Polymersystem hervorragend für elektrooptische Anwendungen geeignet ist. Zudem ist bereits bekannt, dass es eine extrem hohe Thermostabilität besitzt, womit eine Integration auf Silizium basierten Halbleiterchips mit hoher Wärmeentwicklung denkbar ist. Auch das Dispersionsverhalten der Polymersysteme wurde gemessen und mit geeigneter Reihenentwicklung aus den experimentell ermittelten Daten extrahiert. Für den Spektralbereich von 400 bis 1600 nm ist die sogenannte Sellmeier-Gleichung eine sehr gute Näherung. Zur Berechnung der Sellmeier-Gleichung stehen mit den expe-

Massenprozent an DR1	Brechungsindex vor Polung	Brechungsindex nach Polung
0,5	1,5707	1,5702
1	1,5712	1,5702
2	1,5736	1,5704
3	1,5755	1,5736
5	1,5780	1,5749

Tabelle 1: Brechungsindex von Polycarbonat mit DR1 für TE-Polarisiertes Licht mit einer Wellenlänge von 1064nm.

Wellenlänge [nm]	Brechungsindex für TE-Polarisation	Brechungsindex für TM-Polarisation
632,8	1,7405	1,6894
830	1,7092	1,6591
980	1,7005	1,6521
1064	1,6978	1,6499
1550	1,6969	1,6491

Tabelle 2: Tabelle 1: Brechungsindex von Polycarbonat mit DR1 für TE-Polarisiertes Licht mit einer Wellenlänge von 1064nm.

rimentell ermittelten Brechungsindices alle notwendigen Daten zur Verfügung. Damit lassen sich unter anderem Vorhersagen zur Dimensionierung eines Mach-Zehnder-Modulators, auf Basis dieser Materialien, treffen.

Literaturverzeichnis

[Ka03] Kang, Jae-Wook ; Kim, Eunkyoung ; Kim, Jang-Joo: All-optical switch and modulator using photochromic dye doped polymer waveguides. In: Optical Materials 21 (2003), November, Nr. 1-3, S. 543 – 548

[Ch03] Chang-Yen, David A. ; Gale, Bruce K.: An integrated optical oxygen sensor fabricated using rapid-prototyping techniques. In: Lab Chip 3 (2003), April, Nr. 3, S. 297– 301

[Pa98] Paatzsch, Thomas ; Smaglinski, Ingo ; Bauer, Hans-Dieter ; Ehrfeld,Wolfgang: Polymer waveguides for telecom, datacom, and sensor applications. In: Spie 3276 (1998), Januar, Nr. 16, S. 16–27

[Ya12] Yan, Yunfei ; Cao, Zijian ; Zheng, Chuantao ; Jin, Lin ; Wang, Xibin ; Wang, Fei; Ma, Chunsheng ; Zhang, Daming: Nanosecond Bias-Free Mach–Zehnder Electro-Optic Switch Based on Dye-Doped Polymer DR1/SU-8 and Microstrip Line Electrode. In: Fiber and Integrated Optics 31 (2012), Nr. 4, S. 250–262

[Mi08] Michela, S´ebastien ; Zyssa, Joseph ; Ledoux-Raka, Isabelle ; Nguyena, Chi T.: High-performance electro-optic modulators realized with a commercial side-chain DR1-PMMA electro-optic copolymer. In: Proc. Spie 7599 (2008)

[Co00] Cowie, J.M.G.: Chemie und Physik der synthetischen Polymeren. 1. Berlin, Heidelberg, New York : Springer Verlag, 2000. – ISBN 978–3540670520

[Wi84] Williams, David J.: Organische polymere und nichtpolymere Materialien mit guten nichtlinearen optischen Eigenschaften. In: Angewandte Chemie 96 (1984), Januar, Nr. 9, S. 637–651

[Ul73] Ulrich, R. ; Torge, R.: Measurement of Thin Film Parameters with a Prism Coupler. In: Appl. Opt. 12 (1973), Dezember, Nr. 12, S. 2901–2908

[Ko02] Koynov, Kaloian ; Goutev, Nicolai ; Fitrilawati, Fitri ; Bahtiar, Ayi ; Best, Andreas ; Bubeck, Christoph ; H□orhold, Hans-Heinrich: Nonlinear prism coupling of waveguides of the conjugated polymer MEH-PPV and their figures of merit for all-optical switching. In: J. Opt. Soc. Am. B 19 (2002), April, Nr. 4, S. 895–901

[YY12] Yan, Yunfei ; Cao, Zijian ; Zheng, Chuantao ; Jin, Lin ; Wang, Xibin ; Wang, Fei; Ma, Chunsheng ; Zhang, Daming: Nanosecond Bias-Free Mach–Zehnder Electro-Optic Switch Based on Dye-Doped Polymer DR1/SU-8 and Microstrip Line Electrode. In: Fiber and Integrated Optics 31 (2012), Nr. 4, S. 250–262

[Mo00] Monneret, S. ; Huguet-Chantome, P. ; Flory, F.: m-lines technique: prism coupling measurement and discussion of accuracy for homogeneous waveguides. In: J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 2 (2000), Februar, Nr. 3, S. 8–23

[Ki05] Kim, Do-Hwan ; Im, Jung-Gyu ; Lee, Sang-Shin ; Ahn, S.-W. ; Lee, Ki-Dong: Polymer-ic microring resonator using nanoimprint technique based on a stamp incorporating a smoothing buffer Layer. In: Photonics Technology Letters, IEEE 17 (2005), November, Nr. 11, S. 2352 – 2354

Trajektorienindizierung innerhalb eines Datenbankmanagementsystems

M.Eng. Stephan Giehlow

Fachbereich Ingenieurwesen/Wirtschaftsingenieurwesen
Technische Hochschule Wildau [FH]
Bahnhofstraße
15745 Wildau
giehlow@th-wildau.de

Abstract: Ziel dieser Arbeit ist die Auswahl eines bestehenden, plattformunabhängigen Datenhaltungssystems und dies um ein geeignetes Indizierungsfahren für Trajektorien zu erweitern. Somit wird ein effizienter und webbasierter Zugriff auf diese zeitabhängigen Raumkurven von bewegten Objekten (Trajektorie) ermöglicht, wobei es sich um große und ständig anwachsende Datenmengen handelt. Auf Grundlage des erstellten Systems wird ein Clustering-Verfahren für Trajektorien als zusätzliche Erweiterung vorgestellt.

1 Praxisorientierte Motivation

Im Web 2.0 Zeitalter erlangen Dienste und Anwendungen, die geografische Daten verarbeiten, immer mehr Beliebtheit. Positionsdaten können über gängige Smartphones aufgezeichnet und drahtlos per Mobilfunktechnologien an Datenbankserver gesendet werden. Der Nutzer kann die verarbeiteten Daten über webbasierte Applikationen einsehen.

Es besteht dabei der Trend, den kompletten Bewegungspfad eines Objekts aufzunehmen. Diese sogenannten Trajektorien müssen effektiv und persistent innerhalb einer Datenbank gespeichert werden. Darüber hinaus besteht der Anspruch, diese Daten unter bestimmten Suchkriterien vom Datenbanksystem zu erfragen. Es kommt bei räumlichen, zeitlichen und räumlich-zeitlichen Abfragen auf schnelle Antwortzeiten an, besonders dann, wenn das Datenvolumen des Systems fortlaufend anwächst. Aktuelle Studien[1] zeigen, dass vom Nutzer tolerierbare Antwortzeiten im Bereich von zwei bis vier Sekunden liegen. Innerhalb dieser Zeitspanne müssen der Datenabruf vom DBMS, der Datentransport zum Nutzer und die nutzerseitige Datendarstellung stattfinden. Somit bleibt für den eigentlichen Datenabruf nur ein Bruchteil dieser Zeit übrig.

Ein System, das sich diesen Anforderungen stellt, ist das von der asis Soft- und Hardware GmbH entwickelte tracknote Überwachungssystem. Hierdurch werden Bootsbesitzer unter anderem in die Lage versetzt, ihre aufgenommenen Bootstouren zu verwalten, wobei ein schneller Zugriff auf die Trajektorien über ein Webportal im Mittelpunkt steht.

[1] http://www.peer1.com/sites/default/files/pdf/How_a_Slow_Website_Impacts_Your_Visitors_and_Sales.pdf

Die hier im System anfallenden Datenvolumina werden auf bis zu 7,3TB jährlich bei 10.000 Nutzern geschätzt. Damit wird deutlich, dass das einzusetzende DBMS um ein effektives Speicherzugriffsverfahren erweitern werden muss, wobei die Antwortzeit auf Suchanfragen für diesen Anwendungsfall auf maximal 500 ms limitiert ist.

Neben dem Zugriff auf die Trajektorien soll dem Systemnutzer die Möglichkeit geboten werden, Routenempfehlungen abzurufen. Diese kann er zum Beispiel nutzen, um künftige Segeltörns zu planen. Diese Empfehlungen basieren darauf, dass bestimmte Routen von verschiedenen Nutzern häufiger frequentiert werden, wodurch eine sortierte Liste erstellt werden kann. Für dieses Ranking muss nach ähnlichen Trajektorien gesucht werden, was durch den Begriff Clustering bezeichnet wird. Das hier ausgewählte Clustering-Verfahren stellt eine theoretische Erweiterung des entstandenen Gesamtsystems bestehend aus DBMS und Indizierungsschema dar.

2 Verwandte Arbeiten und Lösungsansatz

Obwohl es viele Systeme[2] und Applikationen[3] gibt, die bereits den Bewegungspfad von Objekten oder Benutzern aufzeichnen, existieren keine Datenbankmanagementsysteme, die diese sogenannten Trajektorien indizieren, um somit ein effektives Suchen unter räumlichen, zeitlichen und räumlich-zeitlichen Restriktionen zu ermöglichen. Es besteht meist nur die Möglichkeit, räumliche Daten ohne Beachtung des zeitlichen Kontexts abzurufen.

Einige der größten Vertreter aus dem Bereich der relationalen DBMS, die diese Technik unterstützen, sind unter anderem MySQL von Oracle[4], PostgreSQL[5] und SQLite[6]. Aus der Gruppe der NoSQL Datenbanksysteme sind mongoDB[7] und neo4j[8] zu nennen, die einen ähnlichen Funktionsumfang, wie die oben aufgeführten Anwendungen, besitzen.

Vergleicht man relationale und NoSQL-Datenbankmanagementsysteme, ist das größte Unterscheidungskriterium ihr Transaktionsmodell. Relationale Systeme verwenden das ACID-Prinzip (Atomicity, Consistency, Isolation und Durability). Dieses Verfahren eignet sich besonders für den Mehrbenutzerbetrieb unter Berücksichtigung der Datenkonsistenz bei parallelen Benutzerzugriffen. Dieses Prinzip kann jedoch in Hinblick auf die Performance einer Datenbank nachteilig sein. Durch den strengen Konsistenz-Gedanken kann es bei komplexeren Datenstrukturen zum Sperren von Tabellen kommen, bis alle Datensätze in den entsprechenden Relationen angepasst wurden. Greift in dieser Zeit ein anderer Prozess auf die Daten zu, kann er sie nicht lesen bzw. nicht ändern. Gerade dieses Phänomen kann zum Flaschenhals der Anwendung werden und zeitliche Performance-Einbußen in Hinblick auf das Abfrageverhalten bedeuten. Weitet man diesen Sachverhalt auf ein horizon-

[2] http://www.zonefivesoftware.com/sporttracks/ - Abrufdatum: 21.12.2012
[3] http://www.google.com/mobile/mytracks/ - Abrufdatum: 21.12.2012
[4] http://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/spatial-extensions.html- Abrufdatum: 26.12.2012
[5] http://www.postgis.org/documentation/manual-svn/ - Abrufdatum: 26.12.2012
[6] http://www.gaia-gis.it/gaia-sins/ - Abrufdatum: 26.12.2012
[7] http://www.mongodb.org/display/DOCS/Geospatial+Indexing- Abrufdatum: 26.12.2012
[8] http://neo4j.org/- Abrufdatum: 26.12.2012

tal skalierbares Datenbanksystem aus, das kosteneffektiver in Hinblick auf die steigenden Datenvolumina ist, kann sich das Zeitproblem verschlimmern.

Unter Berücksichtigung des eingangs beschriebenen Anwendungsfalls und dessen zeitlichen Anforderungen wurde daher ein NoSQL-System für die Speicherung der Trajektorien ausgewählt. Es handelt sich um mongoDB, da dieses DBMS bereits über eine räumliche Indizierungstechnik verfügt und auch Abfragen mit zeitlichen Restriktionen unterstützt.

Es stellt sich daher die Aufgabe der Auswahl eines geeigneten Indizierungsverfahrens für räumlich-zeitliche Suchanfragen. Das hier ausgewählte Indizierungsschema ist das SETI-Verfahren [EP03]. Es zeichnet sich im Vergleich zu anderen Verfahren, wie dem PCFI*- und RPPF-Baum [AK11], durch eine sehr gute Such- und Indexerstellungszeit aus. Daneben arbeitet es ohne Referenz- oder Netzwerkmodelle, die beim RTR-, MON-, FNR oder UTR-Baum [MNDA10] Einsatz finden. Diese Modelle können aufgrund der freien Bewegungsart der Schiffe nicht eingesetzt werden. Des weiteren überzeugt das SETI-Verfahren mit einer hohen Genauigkeit im Vergleich zum SEB-Baum [SR03] oder sie kann bei Verfahren, die eine Polynom-Approximation verwenden [NR05], nur unter Laufzeiteinbußen für die Indexerstellung erreicht werden. Andere Verfahren, die eine ähnliche Arbeitsweise wie das SETI-Indizierungsschema aufweisen, sind der MTSB- und CSE-Baum. Der CSE-Baum [WZX+08] scheidet aus der weiteren Betrachtung aus, da er sich durch fehlende Restriktionen für den zeitlichen Suchbereich und die Darstellungsmethode der Zeit einer Trajektorie als untauglich erweist. Das SETI-Verfahren wird dem MTSB-Baum gegenüber bevorzugt, da es auf Grundstrukturen arbeitet, die in der Fachliteratur besser beschrieben und verbreitet sind, wodurch ein niedriger Integrationsaufwand erwartet wird.

3 Indizierungsverfahren

Durch die in mongoDB vorhandenen Möglichkeiten der räumlichen sowie zeitlichen Indizierung, kann das SETI-Verfahren für die Indizierung von räumlich-zeitlichen Daten eingesetzt werden, wozu ein Abbildungsmodell für Trajektorien benötigt wird.

3.1 Datenmodell für Trajektorien

Die Messsensorik sendet nach einem bestimmten Zeitintervall oder einer maximalen Anzahl an Messpunkten ein bis dahin aufgenommenes Trajektorienteilstück zum DBMS. Diese Teilstücke können über eine eindeutige Trajektorien-ID identifiziert und zusammengefügt werden und besitzen eine sortierte Menge von Positionspunkten (sortiert nach ihren Aufnahmezeitpunkt). Die empfange Teilsequenz wird innerhalb des DBMS durch eine ähnliche Abbildung wie in der Arbeit von Everspaugh et al. [EP03] dargestellt. Durch zwei aufeinander folgende Positionspunkte ist man in der Lage, ein Liniensegment zu erzeugen, das zusätzlich über einen Verweis auf die Originaltrajektorie verfügt. Dieser Verweis stellt die Speicherposition im nicht flüchtigen Speicher dar, wodurch ein effektiver Zugriff beim späteren Indizierungsverfahren möglich ist.

3.2 Arbeitsweise des SETI-Verfahrens

Innerhalb des SETI-Verfahrens existieren zwei Ebenen für die Indizierung. Die erste führt die Erstellung des Index für die räumlichen, die zweite Ebene für die zeitlichen Daten aus. Für die räumliche Indizierung wird der Raum in nicht überlappende Zellen aufgeteilt. Jede Zelle beinhaltet die Liniensegmente, die komplett in ihr liegen oder aber Stücke von Segmenten, die nur teilweise in der Zelle liegen. In diesem Fall wird ein Schnittpunkt zwischen dem Liniensegment und der Zellgrenze gebildet und die so entstandenen Teilstücke werden in die betroffenen Zellen eingefügt. Für die Ermittlung der Zeit am Schnittpunkt wird eine Interpolation durchgeführt. Für diese Art Raumteilung wird der PMR-Quadtree verwendet, da er sich an die Verteilung aller Liniensegmente anpasst. Das heißt, dort, wo viele Linien auftreten, wird das Raster feiner. Somit können Quadranten, die nicht genutzt werden (evtl. geografische Gebiete wie die Pole), größer gestaltet werden und der Suchprozess wird beschleunigt.

An jede Zelle schließt sich ein R*-Baum an, um die Zeit zu indizieren. Die Zeit ist durch einen Start- und Endzeitpunkt pro Liniensegment definiert. Diese beiden Parameter können genutzt werden, um die Zeit im zweidimensionalen Raum darzustellen. Innerhalb dieser Arbeit wird die Zeit im Raum als Dreieck dargestellt. Jeder R*-Baum beinhaltet nur die Zeiten, zu denen auch ein Streckenzug in dem darüber liegenden Quadtree-Quadranten existiert. Der prinzipielle Aufbau einer so zusammengesetzten Speicherstruktur ist in Abbildung 1 zu erkennen.

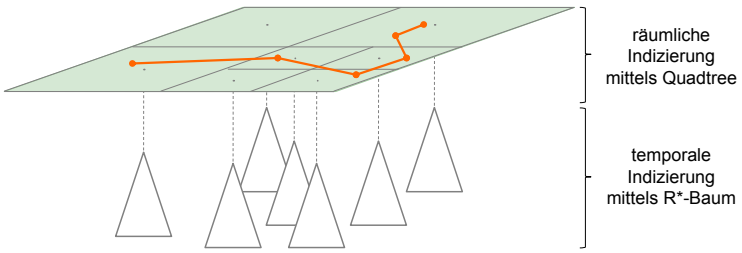


Abbildung 1: SETI-Indizierungsstruktur

Wird nach Trajektorien oder deren Teilsegmenten gesucht, muss zunächst der Quadtree mit den übergebenen räumlichen Restriktionen und anschließend der R*-Baum mit seinen zeitlichen Prädikaten durchlaufen werden. Bei beiden Suchprozessen wird ein zweidimensionales Suchfenster aufgespannt, um die vorliegenden Baumstrukturen zu durchsuchen.

4 Validierung des Indizierungsverfahrens

Für die Bewertung des gewählten Indizierungsschemas, welches in mongoDB umgesetzt wurde, standen das Laufzeitverhalten für die Indexerstellung, sowie für die Ausführung

von Suchoperationen im Mittelpunkt. Ferner soll das Speicherverhalten der erzeugten Indexstruktur ermittelt werden. Die Untersuchungen fanden in einem verteilten System und auf einem Stand-Alone-System statt. Zur Durchführung der Tests wurde der von Microsoft Research[9] bereitgestellte „GeoLife GPS Trajectories“ Datensatz genutzt.

Innerhalb des Stand-Alone-Systems wurde für das Einfügen einer Trajektorie mit 1600 Liniensegmenten eine Zeit von 133 ms benötigt, was den Zielsystembestimmungen mehr als genügte. Bei einem Datenbestand von 3 Mio. Liniensegmenten (ca. 1800 Trajektorien) wurde eine durchschnittliche Suchlaufzeit von 11 ms erzielt, was deutlich unter den gestellten Anforderungen liegt. Lediglich der Speicherverbrauch erweist sich als nicht optimal, wobei er um den Faktor 1,7 bis 2 größer als das Nutzdatenvolumen ist.

Im verteilten System konnte die Indexerstellungszeit minimiert werden (Stand-Alone-Zeit/Knotenanzahl). Die Suchlaufzeit bliebt unverändert, da mongoDB fälschlicherweise die zum Datenbankverbund gehörenden Server sequentiell abfragt.

5 Clustering-Verfahren

Das auszuwählende Clustering-Verfahren stellt eine theoretische Erweiterung des erstellten Gesamtsystems (mongoDB ergänzt um das SETI-Indizierungsverfahren) dar. Hierbei ist es wichtig, dass Cluster aufgrund von räumlichen und zeitlichen Vergleichsparametern erstellt werden und darüber hinaus die entstandenen Cluster nicht ständig neu berechnet werden müssen, da dies bei wachsenden Datenvolumina einen nicht vertretbaren Zeitaufwand bedeuten würde. Ferner muss das Verfahren mit der Tatsache umgehen können, dass nur Teiltrajektorien für die Cluster-Erstellung übergeben werden.

Ein Verfahren, dass diesen Ansprüchen genügt, ist das „On-line trajectory clustering Verfahren“ von Picialrelli et al. [PF06]. Der Ansatz basiert darauf, ein Cluster durch mehrere kleinere Subcluster abzubilden, wenn dies nötig ist. Der Fall tritt ein, wenn eine Trajektorie oder Teilsequenz ab einem bestimmten Punkt vom bestehenden Cluster abweicht und nicht weiter zugeordnet werden kann. Dieser Abzweig würde ein neues Subcluster erzeugen. Auf diese Weise entstehen von einem spezifischen Startpunkt aus mehrere Trajektorienzweige, die über eine Baumstruktur abgebildet werden können (siehe Abb. 2).

Entstehen mehrere dieser Bäume und bilden einen Wald, muss eine effektive Methode gefunden werden, um den Zugriff auf die Cluster zu gewährleisten. Dies ist nötigt, wenn zum Beispiel geprüft werden muss, zu welchem bestehenden Cluster eine neue Trajektorie zugeordnet werden kann (k-nearest neighbor). Für genau diesen Fall kann das zuvor beschriebene und in mongoDB umgesetzte SETI-Indizierungsfahren genutzt werden. Es kann unter räumlichen und zeitlichen Restriktionen die Menge an Clustern gefunden werden, die der übergebenen Trajektorie am nächsten liegen.

[9] http://research.microsoft.com/en-us/downloads/b16d359d-d164-469e-9fd4-daa38f2b2e13/ - Abrufdatum: 26.12.2012

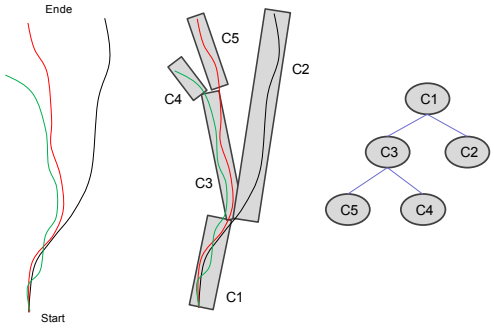


Abbildung 2: Prinzip des „On-line trajectory clustering Verfahrens“

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Integration des SETI-Verfahrens in mongoDB konnten die praxisbezogenen Laufzeitrestriktionen eingehalten und darüber hinaus eine Basis für die Umsetzung des „On-line trajectory clustering Verfahrens“ geschaffen werden. Für die Zukunft muss das Gesamtsystem in Hinblick auf das Speicherverhalten weiter optimiert und unter verschiedenen Gesichtspunkten weiter ausgebaut und getestet werden. Somit können auch in verteilten Systemen bessere Suchlaufzeiten erzielt und eine höhere Systemstabilität gewährleistet werden.

Literatur

[AK11] K. Appathurai und S. Karthikeyan. A Survey on Spatio-Temporal Access Methods. *International Journal of Computer Applications*, 2011.

[EP03] Adam C Everspaugh und Jignesh M Patel. Indexing Large Trajectory Data Sets With SETI. *First Biennial Conf. on Innovative Data Systems Research (CIDR)*, 2003.

[MNDA10] Mohamed F Mokbel, Long-Van Nguyen-Dinh und Walid G. Aref. Spatio-Temporal Access Methods: Part 2 (2003-2010). *IEEE Data Eng. Bull.*, 2010.

[NR05] Jinfeng Ni und Chinya V Ravishankar. PA-Tree : A Parametric Indexing Scheme for Spatio-temporal Trajectories. *SSTD 2005*, Seiten 254–272, 2005.

[PF06] C Piciarelli und G L Foresti. On-line trajectory clustering for anomalous events detection. *Pattern Recognit. Lett*, Seiten 1835–1842, 2006.

[SR03] Zhexuan Song und Nick Roussopoulos. SEB-tree : An Approach to Index Continuously Moving Objects. *Mobile Data Management*, 2003.

[WZX+08] Longhao Wang, Yu Zheng, Xing Xie, Wei-ying Ma, Sigma Building und N O Zhichun Road. A Flexible Spatio-temporal Indexing Scheme for Large-scale GPS Track Retrieval. *MDM'08 Proceedings of the The Ninth International Conference on Mobile Data Management*, 2008.

Analyse von Hyperspektraldaten zur Detektion von Fusarium in Weizen

Michael Jahr, B.Sc.

Fachbereich Informatik und Medien
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Straße 50
14770 Brandenburg an der Havel
jahr@fh-brandenburg.de

Abstract: Die Pilzgattung Fusarium senkt durch Schädigung den Ertrag und die Qualität von Nutzpflanzen und stellt mit den gebildeten Mycotoxinen eine gesundheitliche Gefährdung für Mensch und Tier dar. Um diese Gefahr zu verringern, müssen die infizierten Pflanzen erkannt, separat geerntet und verwertet werden. Symptom einer Fusariumsinfektion ist die „partielle Taubährigkeit", welche optisch detektiert werden kann. Durch Auswertung von Hyperspektraldaten zweier Winterweizensorten im Wellenlängenbereich zwischen 400 nm – 1000 nm konnten drei Wellenlängenbänder für den Entwurf einer automatisierten Klassifikation isoliert werden. Auf Grundlage dieser Bänder wurden die Indizes MCARI und NDVI gekoppelt und durch Berechnung von geeigneten Schwellwerten die Bilder mit dem entwickelten Algorithmus automatisch klassifiziert. Es gelang die Taubährigkeit bei Pflanzen vom Reifegrad BBCH 75 bis BBCH 85 sicher zu erkennen. Ab BBCH 87 konnte die partielle Taubährigkeit nicht mehr klar von Reifesymptomen abgegrenzt werden.

1 Problemstellung und Forschungsstand

Die Pilzgattung Fusarium, die für Menschen und Tiere schädliche Mycotoxine bilden, kann ganze Weizenernten (und Ernten anderer Kulturpflanzen) vernichten bzw. gesunde Anteile durch eine Durchmischung kontaminieren. Der Verzehr oder das Einatmen von großen Mengen dieser Sporen kann zu schweren Vergiftungen, sog. „Mykotoxikosen", führen. Eine nachträgliche Entgiftung des Weizens ist aufgrund der Beschaffenheit des Pilzes nicht möglich. Bei der derzeitig praktizierten oberflächigen Bodenbearbeitung der Felder kann es zudem zu einem gefährlichen jahresübergreifenden Zyklus führen, weil infizierte Pflanzenteile zurückbleiben und die Jungpflanzen infizieren. Wird der infizierte Weizenanteil bereits auf dem Feld ermittelt, kann dieser Anteil vor dem Erntevorgang alternativ verarbeitet werden (z.B. als Bioethanol).
Eine manuelle Begehung und Beurteilung ist durch die Landwirte nicht leistbar. Da nicht alle infizierten Bereiche mit dem menschlichen Auge wahrnehmbar sind, bedarf es einer automatisierten Detektion. In der Forschung wird der beschriebenen Problematik mit verschiedenen Methoden und Verfahren begegnet. Das Forscherteam [MFM11] verfolgte den Ansatz der luftgestützten Detektion von Mehltau in Weizen auf Grundlage eines Hyperspektralsystems.

2 Material und Methoden

Mithilfe der Signalverarbeitung wird ein Klassifikationsmodell entwickelt, um nach Blüte des Weizens die Infektion durch Fusarium bei Winterweizen zu detektieren. Für die Verfahrensentwicklung wurden zwei Winterweizensorten ausgewählt: eine hoch und eine gering anfällige Sorte. Im Anschluss wurde das entwickelte Klassifikationsmodell an weiteren dreizehn zur Verfügung stehenden Winterweizensorten getestet, um festzustellen, ob eine sortenspezifische Anpassung des Modells notwendig sein wird. Bei der Auswahl des Verfahrens wurde die spätere Anwendbarkeit auf dem Feld berücksichtigt. Demzufolge wurden die zu Arbeitsbeginn bereits vorliegenden Hyperspektralbildserien auf Bilder im Bereich VNIR (380 nm – 1000 nm) beschränkt. Dieser Ausnahmebereich kann durch eine Multispektralkamera unter Feldbedingungen geleistet werden. [DSD11] Das Klassifikationsmodell wurde in MATLAB® entwickelt, das eine mathematische Programmierung und Datenauswertung mit den entsprechenden Methoden und Algorithmen ermöglicht. MATLAB® ermöglicht auch einen direkten Export der Algorithmen in Form von C-Quellcode für einen ersten Test in der angewandten Feldtechnik.

Ein Symptom der Fusariuminfektion ist die partielle Taubährigkeit. Unter partieller Taubährigkeit wird das Ausbleichen und/oder Absterben eines von der Nährstoffzufuhr abgeschnitten Ährenteils verstanden. Durch die Pilzinfektion werden Schädigungen der Leiterbahnen, die die Pflanze mit Nährstoffen versorgen, hervorgerufen. Für die partielle Taubährigkeit kann es jedoch auch andere Ursachen geben, z.B. den Trockenstress. Trockenstress entsteht durch Mangel an Wasser, Licht oder Nährstoffen, wodurch es zu internen Umbauprozessen und einem Mangel an Chlorophyll kommt. Absorptionsmaxima des Chlorophylls liegen bei 445 nm und 655 nm. [Opp10, S. 10]

Die vorliegenden Bildserien wurden 2009 mit einer Hyperspektralkamera Modell Spectral Camera PS der Firma SPECIM erzeugt. Diese sind im Rahmen des Projekts „ProSenso.net 2“ von Dammer, Selbeck und Intreß entstanden. Die Serie umfasst jeweils 51 Aufnahmen im VIS-Bereich (380 nm – 1000 nm) und NIR-Bereich (882 nm – 1700 nm). Im Hinblick auf eine spätere Implementierung wurden ausschließlich Bilder im Wellenlängenbereich zwischen 450 nm und 950 nm ausgewertet. Der Spektrograph besitzt aufgrund der Güte der Optik und der verwendeten 30 µm breiten Schlitzblende eine spektrale Auflösung von 2,8 nm.

Aufgenommen wurden zwei augenscheinlich gesunde Ähren aus der Kontrollparzelle und zwei augenscheinlich kranke Ähren (Symptome der Taubährigkeit waren sichtbar).

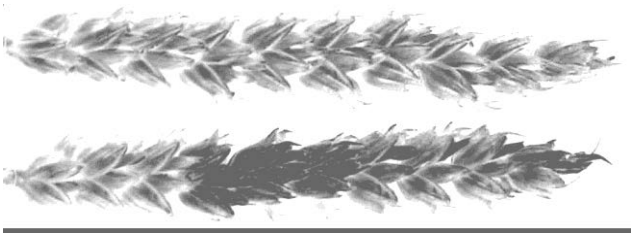


Abbildung 1: Weizenähren: gesund (oben)/partiell taubährig (unten)

Aufgrund dieser Materiallage kann das Klassifikationsmodell eine Unterscheidung zwischen symptomlos und symptombehaftet treffen. Der Klassifikator kann eine Fusariuminfektion dann erkennen, wenn die Symptome - Chlorophylldefekt und Taubährigkeit - erstmals auftreten.

Für die Entwicklung des Klassifikationsmodells wurden 14 Hyperspektralbilder ausgewertet. Je 7 Bilder einer hoch und gering anfälligen Sorte. Die Symptomatik der Infektion entwickelt sich bei der hoch anfällig gewählten Sorte („Opus“) im Wachstumszyklus der Pflanze früher und stärker als bei der gering anfälligen Sorte („Solitär“). Daher werden bei beiden Sorten die Ergebnisse als Extrema (minimale und maximale Symptomstärke) angenommen.

Die Bildaufnahmen werden mit Hilfe des Programms MATLAB® aufbereitet, so dass eine Identifizierung von einzelnen Wellenlängen bzw. Wellenlängenbereichen möglich wird. Zunächst werden systematische Fehler behoben (Entfernen des Dunkelstrom-Offsets; Durchführung eines Weißabgleiches; Ausgleich von Intensitätsunterschieden; Entfernung von störenden Bildanteilen wie Halteapparaturen). Durch die Signalverarbeitungskette innerhalb der CCD-Kamera entsteht zusätzliches Rauschen, welches die Qualität der Daten mindert. Deshalb wurden zehn Aufnahmen der gleichen Szene durch Mittelwertbildung zu einem Bild zusammengefasst, um das Rauschen zu verringern.

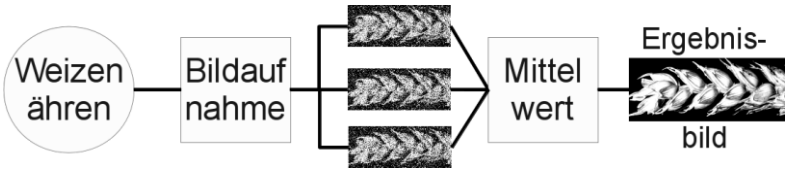


Abbildung 2: Rauschverringerung durch Mittelwertbildung

Es wurden drei Wellenlängenbereiche 547 nm – 567 nm (bezeichnet als „grün“), 662 nm – 682 nm (bezeichnet als „rot“) und 740 nm – 800 nm (bezeichnet als „dunkelrot“) identifiziert, die eine Unterscheidung bzw. Klassifizierung ermöglichen. Die beschriebenen Wellenlängen wurden gewichtet und zu einer mittleren Wellenlänge zusammengefasst. Zunächst wurden bekannte und auf die Wellenlängen anwendbare Indizes genutzt, um eine Klassifikation durchzuführen. Die untersuchten Indizes waren: Normalized Differenced Vegetation Index (NDVI), Greeness Index (GI), Modified Triangular Vegetation Index (MTVI), Renormalized Difference Vegetation Index (RDVI), Modified Chlorophyll Absorption and Reflection Index (MCARI), Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index (OSAVI). [ZTBM04, S. 3]

Für die Indizes MTVI, MCARI und NDVI konnte eine gute Trennung zwischen taubährigen und gesunden Bereichen erzielt werden. Die Indizes NDVI und MCARI wurden gekoppelt, wodurch der Klassifikationsalgorithmus robuster gegenüber natürlichen Variationen und Reifegraden ist.

Nach Auswahl und Auswertung von einzelnen Bildpunkten wurden rechteckige Ausschnitte einer Ähre gewählt und die resultierende Punktwolke der MCARI und der NDVI berechnet.

Es wurden die wichtigsten statistischen Daten für den jeweils berechneten Index erhoben, um auf Grundlage dieser Daten die Trennfunktion zur Unterscheidung von erkrankten und gesunden Bereichen zu entwerfen. Kern des Klassifikationsalgorithmus ist die Bestimmung eines optimalen Schwellwerts für die beiden Indizes. Nach graphischer Auswertung und Abschätzung wurde mit dem Wissen, dass den Daten natürliche Prozesse zu Grunde liegen eine logarithmische Regression durchgeführt.
Der entwickelte Klassifikationsalgorithmus arbeitet in fünf Hauptschritten:

1. Berechnen des MCARI und NDVI aller Bildpixel,
2. Bestimmen des 10% Dezils des MCARI,
3. Berechnen des Schwellwertes auf Grundlage des Dezils,
4. Zuordnen der Bildpixel zu der jeweiligen Klasse (taubährig, unsicher, gesund),
5. Regiongrowing zur Klassifizierung der unsicheren Pixel.

3. Ergebnisse

Das Klassifikationsmodell wurde zunächst auf die Daten der Sorten 14 und 15 angewandt. Da der Klassifikator auf Grundlage der Hyperspektraldaten dieser beiden Sorten entwickelt wurde, gibt es eine hohe Korrelation zwischen automatischer und manueller Bestimmung des Infektionsgrades. Bedingt durch die manuelle Ährenauswahl zur Erstellung der Hyperspektralbilder, bei der immer zwei von vier Ähren keine Taubährigkeit aufweisen, liegt der maximal bestimmbare Infektiongrad innerhalb eines Bildes bei 50%. Kleinere Abweichungen über 50% werden durch verschiedene Ährengrößen bedingt.
Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, wird die BBCH-Skala genutzt, welche sich von Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Bundessortenamt und CHemische Industrie ableitet. [Mei01, S. 8]

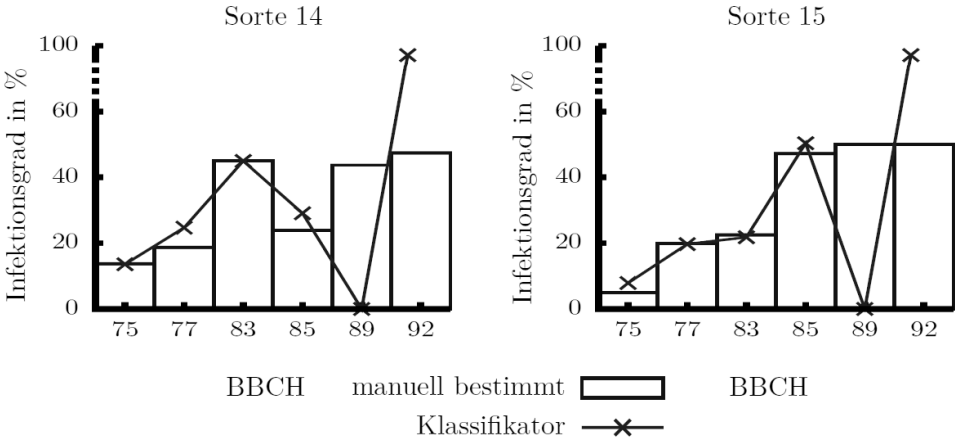


Abbildung 3: Ergebnisse des Klassifikators für Sorte 14 und 15

Für die Reifegrade BBCH 75 (mittlere Milchreife) bis BBCH 85 (Teigreife) konnten die gesunden und die taubährigen Areale sicher getrennt werden.

Der automatisch bestimmte Infektionsgrad wird für die hochanfällige Sorte 14 überschätzt, während dieser für die schwachanfällige Sorte 15 sehr gut übereinstimmt. In den Reifestadien BBCH 89 und 92 ist der Chlorophyllgehalt so gering, dass die resultierenden Intensitätsunterschiede der Wellenlängen entsprechend klein ausfallen, wodurch sich die Klassen „gesund“ und „taubährig“ nahezu vollständig überlappen.

Aufgrund der Überbelichtung von Aufnahmen konnte für die Wachstumsphase BBCH 87 keine Ergebnisse erzielt werden. Es wurden die Hyperspektralaufnahmen der Sorte 4 („Contra“ - hochanfällig) und Sorte 5 (“Bussard„ - gering anfällig) untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass die Klassen durch große Überlappungen nur sehr ungenau getrennt werden. Durch eine manuelle Anpassung des Schwellwertes konnte das Ergebnis nicht verbessert werden. Wenn man dies auf die Sorten 14 und 15 überträgt, wird festgestellt, dass das Reifestadium BBCH 85 das spätmöglichste Stadium ist, in der eine sichere Klassifikation möglich ist.

Die Ergebnisse der Anwendung des Klassifikationsmodells auf die Bilddaten der verbleibenden 13 Winterweizensorten mit den Reifegraden BBCH 75 - 83 sind in Abbildung 2 dargestellt. Das Bestimmheitsmaß von $R^2 = 0.89$ zeigt, dass das Klassifikationsmodell für die Reifegrade BBCH 75 – 83, verglichen mit der manuellen Bestimmung, gleichwertige Ergebnisse erzielt. Vorausgesetzt wird dabei eine Messungenauigkeit von 10% bei der augenscheinlichen Bewertung des Infektionsgrades.

Für die Reifegrade ab BBCH 85 lag der durchschnittliche Infektionsgrad bei 58,6% und wurde systematisch überschätzt. Der Infektionsgrad größer als 50% zeigt, dass trockene Areale gesunder Ähren durch den Klassifikator als taubährig infiziert wurden. Ab dem Reifegrad BBCH 87 näherte sich der berechnete Infektionsgrad den entsprechenden Extrema 100% und 0% an. Bei den Sorten 9 - 13 wurden aufgrund der Überbelichtungen die Ergebnisse des betroffenen Reifegrads von der Auswertung ausgeschlossen.

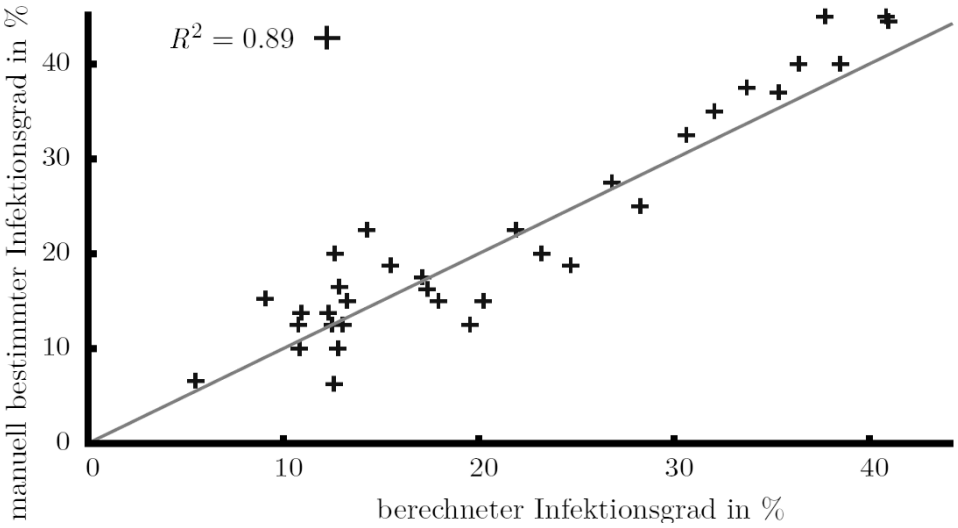


Abbildung 4: Klassifikation der Weizensorten 1–13 (BBCH 75–83)

4 Fazit

Das entwickelte Detektionsmodell wurde in Hinblick auf einen Feldeinsatz konzipiert, der die Detektion des Pilzes im stehenden Getreide ermöglicht. Um dies zu erreichen, bedarf es einer zukünftigen Implementierung des Algorithmus auf den Computern der Feldmaschinen. Dementsprechend wurden die ausgewerteten Hyperspektraldaten eingrenzt und die Komplexität des entwickelten Algorithmus gering gehalten.

Mit dem entwickelten Algorithmus konnten für die Reifegrade BBCH 75 – 85 die Fusariumsinfektion sicher detektiert werden. Für die Reifegrade BBCH 75 – 83 wurde der Infektionsgrad mit einer Sicherheit von 89% richtig bestimmt. Dies ergibt eine Zeitspanne von ca. 4 Wochen in denen die partielle Taubährigkeit im Feld erkannt werden kann. Um eine sichere Detektion bei fortschreitendem Reifegrad zu erhalten, muss eine sortenspezifische Anpassung vorgenommen werden.

Da als Grundlage des Klassifikationmodells nur die Analyse der Daten der Winterweizensorten 14 und 15 dienten, kann durch die Analyse der Daten der verbleibenden 13 Weizensorten der Klassifikationsalgorithmus für einen breiteren Anwendungsbereich angepasst werden. Eine zusätzliche Anpassung ist nötig um die Störeinflüsse im Feldeinsatz (wechselnde Beleuchtung, variabler Abstand der Ähren von der Kamera) zu minimieren.

Literaturverzeichnis

[DSD11] Dworak, V.; Selbeck, J.; Dammer, K.: Smart One-Chip Ndvi Camera For Plant Detection In: 13th IASTED International Conference on Signal and Image Processing (SIP 2011). ACTA Press, Dallas, p. 244-249.

[Jah12] Jahr, Michael: Analyse von Hyperspektraldaten zur Detektion von Fusarium in Weizen, Fachhochschule Brandenburg, University of Applied Science, Bachelor-Thesis, 2012

[Mei01] Meier, Uwe (Hrsg.): Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen. Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, 2001 http://pub.jki.bund.de/index.php/BBCH/article/view/514

[MFM11] Mewes, Thorsten; Franke, Jonas; Menz, Gunter: Spectral requirements on airborne hyperspectral remote sensing data for wheat disease detection. In: Precision Agriculture 12 (2011), S. 795-812.

[Opp10] Oppelt, Natascha: Monitoring of the biophysical status of vegetation: using Multiangular, Hyperspectral Remote Sensing for the Optimization of a Physically-based SVAT Model. Kiel: Geographisches Inst. der Universität, 2010.

[ZTBM04] Zarco-Tejada, P.J.; Berjón, A. ; Miller, J.R.: Stress Detection in Crops with Hyperspectral Remote Sensing and Physical Simulation Models. Airborne Imaging Spectroscopy. Airborne Imaging Spectroscopy Workshop, Oktober 2004.

Zum Lichteinfluss auf subjektive und objektive Messgrößen der Schläfrigkeit – Eine Pilotstudie zur Bewertung eines tragbaren LED-basierten Gerätes

Ferenc Wenzel, Adolf Schenka, Thomas Schnupp, Martin Golz

Fakultät Informatik, Fachhochschule Schmalkalden

Zusammenfassung: Melatonin ist ein schlafbegleitendes Hormon; dessen Rolle noch nicht restlos geklärt ist. Durch Einstrahlung blauen Lichts lässt sich dessen Ausschüttung unterdrücken und Reduktionen der Schläfrigkeit sind zumindest kurzfristig zu erwarten. In einer Pilotstudie wurde ein tragbares LED-basiertes Gerät für diesen Zweck getestet. Zusätzlich zu Speichel-Melatoninmessungen wurden objektive Schläfrigkeitstests und eine subjektive Selbsteinschätzung durchgeführt. Im Rahmen der Auswertung wurden die Ergebnisse der Tests, der Selbsteinschätzungen und der Melatonin-Analysen gegenübergestellt und Korrelationsanalysen durchgeführt. Im Ergebnis zeigte sich nur ein geringer Einfluss des tragbaren LED-basierten Gerätes auf die Melatoninkonzentration und auf die Testresultate. Die subjektiv eingeschätzte Schläfrigkeit zeigte einen etwas deutlicheren Einfluss der Lichteinstrahlung. Erklärungen für den geringen Einfluss werden diskutiert.

1 Einleitung

Schläfrigkeit ist eine der Hauptursachen von Unfällen, sowohl im Straßenverkehr als auch in anderen Bereichen, wo lang anhaltende, monotone und unterfordernde Arbeitsanforderungen bestehen. Beispiele sind Lastwagenfahrer in Über- und Untertage-Minen, Schaltwarte in Kraftwerken und Personal der Luftraumüberwachung. Weitere Problembereiche sind die Schichtarbeiter und Transmeridian-Reisende, die entgegen ihrem habituellen Schlaf-Wach-Rhythmus Leistungsbereitschaft aufrecht erhalten müssen. An effektiven Gegenmaßnahmen, die zumindest kurzfristig im Falle eine Müdigkeitskrise helfen, wird seit längerem geforscht. In den letzten beiden Dekaden wurde das Lichtmanagement als wichtiger Baustein in die Diskussion eingebracht [1,2]. Ein neuartiges tragbares LED-basiertes Gerät, das von einem mitteldeutschen Kleinunternehmen entwickelt wurde und mittlerweile produziert wird, wird ähnlich wie eine Brille getragen. Es wurde in unseren Laboren auf seine Wirksamkeit zur Schläfrigkeitsreduktion untersucht.

2 Hintergrund

Eine bemerkenswert enge Assoziierung des Tag-Nacht-Rhythmus des Hormons Melatonin, der Schlafneigung sowie der Thermoregulation wurde in den letzten beiden Dekaden von mehreren Autoren gefunden [1]. Die Verabreichung von Melatonin induziert in

der Regel einen Wärmetransport in die Körperperipherie. Dadurch wird der Temperaturgradient vom Körperinneren zum Körperäußeren abgesenkt. Dies scheint die Schlafneigung erheblich zu erhöhen [2].

Die körpereigene Ausschüttung des Hormons Melatonin durch die Zirbeldrüse steigt allabendlich an (Faktor 2…30), ist inter-individuell verschieden und insbesondere bei jungen Personen sehr groß [1]. Sie lässt sich durch Lichteinfall auf die Netzhaut verringern (Melatonin-Suppression). Dort sind 1 bis 3 % aller Ganglienzellen fotosensitiv und nicht an der Bilderzeugung beteiligt [3]. Sie innervieren Stammhirn- und Mittelhirnareale und können neben der Melatonin-Suppression auch die biologische Uhr (über den suprachiasmatischen Neuronenkern) als auch die Pupillenweite (über den Edinger-Westphal-Neuronenkern) regulieren [4,5]. Da das Melanopsin, der Farbstoff der fotosensitiven Ganglienzellen, sein Absorptionsmaximum im blauen Spektralband (480 nm) hat, ist die Melatonin-Suppression nur bei Einstrahlung von blauem Licht wirksam.

Mehrere Untersuchungen konnten zeigen, dass dies auf die Schlafneigung und auf die Vigilanz (Fähigkeit zur Daueraufmerksamkeit unter monotonen Bedingungen) starke Auswirkungen hat [6]. Die Stärke und Konstanz der Lichteinstrahlung direkt auf die Netzhaut konnte in diesen Studien nicht zuverlässig bestimmt werden. Bei dem hier eingesetzten tragbaren Gerät wurden mehrere Nachteile beseitigt. Es wird effizientes, monochromatisches Licht von blau leuchtenden LEDs verwendet und in einem optimalen Winkel auf die Netzhaut eingestrahlt. Da das Gerät wie eine Brille getragen wird, ist auch die Konstanz des Lichteinfalls garantiert. Zudem wurde Wert darauf gelegt, dass keine Lichtblendungen auftreten und dass die Einstrahlungsdauer nicht länger als drei Stunden ist.

In der hier vorgestellten Pilotstudie wurde die Melatonin-Konzentration im Speichel vor und während der LED-Lichteinstrahlung gemessen. Prinzipiell ist die Bestimmung im Blutplasma genauer, ist aber eine invasive Methode. In den letzten Jahren konnte durch Fortschritte in der laboranalytischen Technologie die Speichelanalyse erheblich verbessert werden, so dass sie zunehmend auch in großen medizinischen Zentren bevorzugt wird.

Die Schläfrigkeit wurde über objektive Testverfahren und über eine subjektive Selbsteinschätzung evaluiert. Zu letzterer wurden in der Vergangenheit eine Reihe von Fragebögen diskutiert. Hier wurde sich für die international häufig eingesetzte, neunstufige Karolinska Sleepiness Scale (KSS) [7] entschieden.

Zwei der drei eingesetzten, objektiven Testverfahren befinden sich noch in der Erforschung. Der Endstellungs-Fixations-Stabilitätstest (EFST) ist ein neuartiger okulomotorischer Schläfrigkeitstest [8]. Der Bowles-Langley-Test (BLT) ist ein Reaktionszeittest mit kognitiver Beanspruchung gemäß dem Sternberg-Paradigma [9]. Aus Platzgründen wird auf beide Verfahren und deren Ergebnisse im Weiteren verzichtet. Hier soll einzig der Pupillographische Schläfrigkeitstest (PST) [10] vorgestellt werden. Unter den etablierten Tests hat er eine Sonderstellung, da nur er mit der Quantifizierung von Müdigkeitswellen (*fatigue waves*) auf einem neurophysiologischen Schläfrigkeitseffekt basiert. Alle anderen Tests basieren auf indirekten Verände-

rungen, die sich durch Schläfrigkeit aber auch durch andere Einflüsse, wie bspw. Drogen oder Demotivation, erklären lassen. Müdigkeitswellen sind Fluktuationen des Pupillendurchmessers bis zu ca. 3 mm und treten unter starker Schläfrigkeit bei dunkeladaptierten Augen auf. Ursächlich ist eine Instabilität der sympathischen Hemmung des Edinger-Westphal-Neuronenkerns [10].

3 Material und Methoden

10 junge, gesunde Freiwillige absolvierten jeweils zwei Versuchsabende im Fahrsimulations- und im Vigilanztest-Labor der Fachhochschule Schmalkalden. Letzteres ist mit schallisolierten Kabinen ausgestattet und ermöglicht die Durchführung von Studien unter kontrollierten Bedingungen (Helligkeit, Luftfeuchte, Temperatur) und bei konstant geringem Aktivierungsniveau der Probanden. Alle Probanden wurden anhand von Aus- und Einschlusskriterien ausgewählt. Hierzu mussten Fragebögen ausgefüllt werden. Bei einem Pittsburgh Sleep Quality Index [11] von größer als 7 wurde bspw. ausgeschlossen.

Um eine messbare Schläfrigkeit in den Abendstunden zu gewährleisten, wurde auch der Chronotyp ermittelt. Leichte, moderate und extreme Spättypen wurden ausgeschlossen. Hierzu wurde die deutsche Übersetzung des Morningness-Eveningness-Questionnaires von Horne und Östberg [12] eingesetzt.

Jeder Proband absolvierte zwei Versuchsabende (VA), einen mit und einen ohne gezielte Lichteinstrahlung. Um den verzerrenden Einfluss des individuellen Wochenrhythmus auf die Ergebnisse zu verringern, wurden beide VA am gleichen Wochentag innerhalb von 8 Tagen durchgeführt. Beide VA wurden gleich durchgeführt, nur während des 2. VA wurde das zu evaluierende Gerät eingesetzt.

Beide VA begannen um 18 Uhr und endeten um 24 Uhr mit jeweils 6 identischen, einstündigen Versuchsblöcken (Abb. 1). Ein Versuchsblock begann mit einer 30-minütigen Nachtfahrsimulation. Deren hohe Monotonie und Unterforderung gilt als effizientes Mittel, um die Schlafneigung zu erhöhen. Während der letzten 15 min einer Fahrt mussten die Probanden auf einem Trägerstoff kauen, welcher anschließend für die Analyse der Melatoninkonzentration aufbereitet und konserviert wurde. Danach erfolgte die subjektive Selbsteinschätzung (KSS) sowie die Tests (EFST, PST, BLT). Die Pause diente gleichzeitig als Puffer, falls sich unerwartete Verzögerungen ergaben.

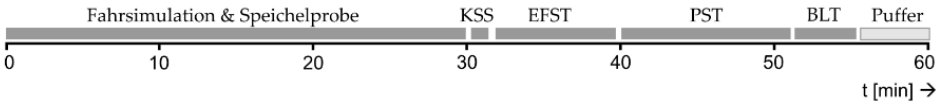


Abbildung 1. Zeitlicher Ablauf eines Versuchsblocks (Erläuterungen siehe Text).

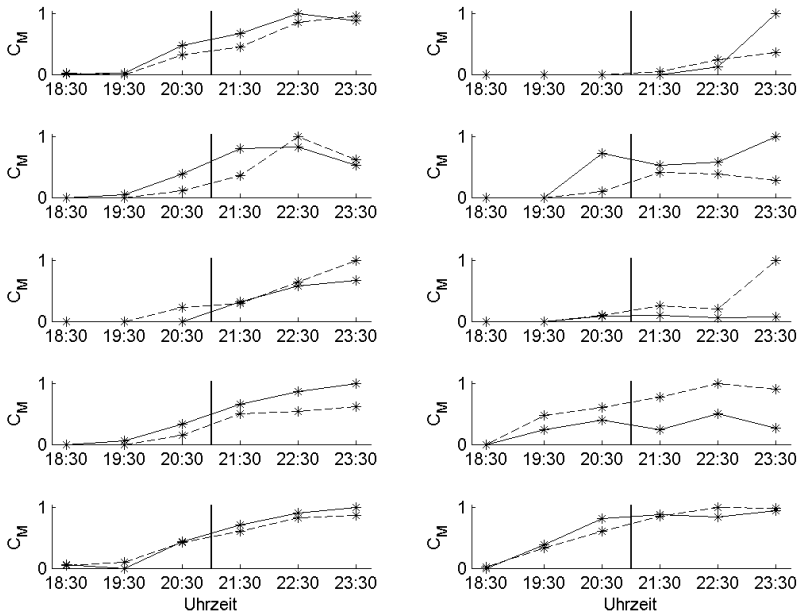


Abbildung 2: Messwerte der normierten Melatoninkonzentration C_M in Abhängigkeit von der Tageszeit für beide Versuchsabende (VA1: durchgezogene Linie, VA2: gestrichelte Linie).

4 Ergebnisse

Die Melatoninkonzentrationen zeigten in jedem Fall einen Anstieg mit fortlaufender Tageszeit, wiesen jedoch erhebliche inter-individuelle Unterschiede auf. Um trotz dessen einen Effekt zwischen VA1 ohne und VA2 mit Lichteinfluss besser erkennen zu können, wurden die Werte min-max-normiert (Abb. 2). Eine deutliche Suppression des Melatonins am VA2 ab 21 Uhr konnte jedoch nicht beobachtet werden. Einige Probanden zeigten einen schwachen Effekt, andere wiederum keinen Effekt. Nach Bildung des Mittelwertes über alle Probanden ergab sich deshalb kein deutlicher Unterschied in den Verläufen beider VA (Abb.3).

Auch bei der subjektiven Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit zeigte sich kein deutlicher Effekt. Dennoch ist hier am besten eine gewisse Absenkung der Schläfrigkeit nach 21 Uhr zu erkennen.

Der Pupillenunruheindex war an beiden VA nahezu gleich, ein Lichteinfluss ist nicht erkennbar.

Die lineare Abhängigkeit der drei Variablen wurde durch Korrelationsanalyse mit KSS als Referenzgröße untersucht (Abb.3).

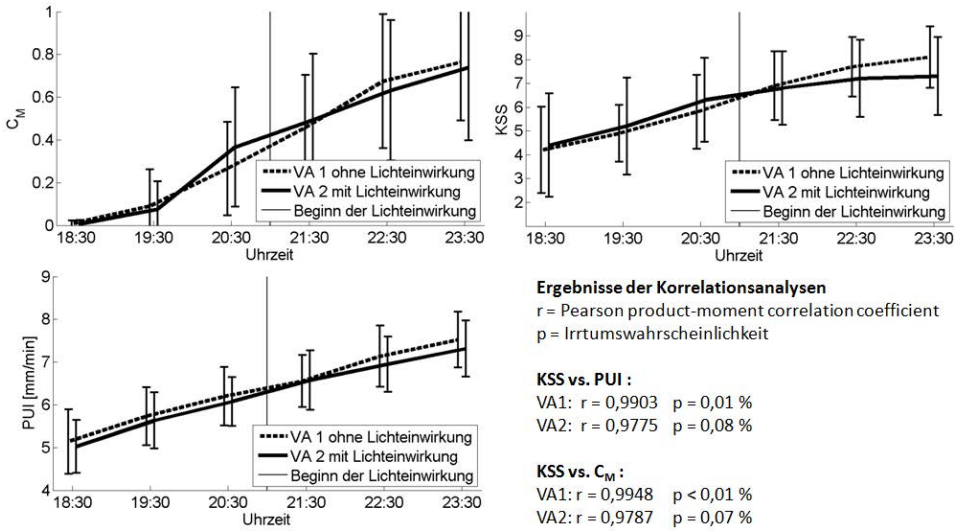


Abbildung 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der normierten Melatoninkonzentration C_M, der subjektiven Selbsteinschätzung der Schläfrigkeit KSS und des Pupillenunruhe-Indexes PUI in Abhängigkeit von der Tageszeit für beide Versuchsabende (VA1, VA2). Die Pearson-Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen lagen sehr hoch (rechts unten).

5 Diskussion

Die hohen Korrelationswerte bestätigen, dass in allen drei Variablen, der Melatoninkonzentration C_M im Speichel, dem subjektiven Schläfrigkeitsempfinden KSS und dem Pupillenunruheindex PUI, ein ähnlich gut ausgeprägter Anstieg mit der Tageszeit zu verzeichnen ist. Alle drei Variablen quantifizieren also in ähnlicher Weise die Schläfrigkeitszunahme der Probanden und erwiesen sich damit als geeignete Messgrößen.

Die Funktion des tragbaren LED-Gerätes, mit Lichteinstrahlung auf die retinalen, fotosensitiven Ganglienzellen kurzfristig eine Melatonin-Suppression und eine Absenkung des Schläfrigkeitsniveaus herbeizuführen, konnte nicht nachgewiesen werden. Die Gründe hierfür können einerseits im Gerät und dessen Applikationsweise liegen. Hierfür sprechen Untersuchungen, die eine Mindestdosis von 90 Lux belegten [13]. Die Geräteentwickler haben aus verschiedenen Gründen eine geringere Dosis gewählt (< 40 Lux). Anwendungsdauern von mindestens 6 Stunden wurden vorgeschlagen [13]. Allerdings war dies insbesondere für die Schläfrigkeitsreduktion von Bedeutung. Für die Melatonin-Suppression reichen bereits Dauern von 15 min aus, um einen deutlichen Effekt zu beobachten [1].

Neueste Studien weisen auch auf eine andere Erklärungsvariante hin. Es konnte gezeigt werden, dass die hohen interindividuellen Unterschiede auch mit unterschiedlich vererbten Varianten des Gens PER3 zusammenhängen können [14].

Literaturverzeichnis

[1] Ahrendt, J.: Melatonin: Characteristics, Concerns, and Prospects. Biol Rhythms 20(4):291-303, 2005

[2] Cajochen, C.; Kräuchi, K.; Wirz-Justice, A.: Role of Melatonin in the Regulation of Human Circadian Rhythms and Sleep, Neuroendocrinology 15:432–7, 2003

[3] Berson, D.M.; Dunn, F.A.; Takao, M.: Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock, Science 295:1070-3, 2002

[4] Brainard, G.C.; Hanifin, J.P.; Greeson, J.M.; Byrne, B.; Glickman, G.; Gerner, E.; Rollag, M.D.: Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans: Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor, Neuroscience 21(16):6405–12, 2001

[5] Thapan, K.; Arendt, J.; Skene, D.J.: An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel photoreceptor system in humans, Physiol 535(1):261–7, 2004

[6] Lowden, A.; Akerstedt, T.; Wibom, R.: Suppression of sleepiness and melatonin by bright light exposure during breaks in night work, Sleep Res 13:37-43, 2004

[7] Åkerstedt, T.; Gillberg, M.: Subjective and objective sleepiness in the active individual, Int J Neurosci 52:29–37, 1990

[8] Schnupp, T.; Schenka, A.; Galley, N.; Golz, M.: A new oculomotoric sleepiness test, Biomedizinische Technik 56(S1), 2011

[9] Heitmann, A.; Bowles, H.M.; Hansen, K.; Holzbrecher-Morys, M.; Langley, T.D.; Schniptke, D.: Seeking New Ways to Detect Human Impairment in the Workplace, Proc Int Conf Fatigue Managem Transport Operat, Boston, MA, 2009

[10] Wilhelm, B.; Wilhelm, H.; et.al: Pupillographie zur objektiven Vigilanzprüfung, Ophthalmologie 93:446-50, 1996

[11] Buysse, D.J.; et.al: The Pittsburgh Sleep Quality Index, Psychiatry Res 28(2):193-213, 1989

[12] Griefhahn, B.: Zur Validität der deutschen Übersetzung des Morningness-Eveningness- Questionnaires von Horne und Östberg, Somnologie 5(2):71-80, 2001

[13] Cajochen, C.; Zeitzer, J.M.; Czeisler, C.A.; Dijk, D.J.: Dose–response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human-alertness, Behav Brain Res 115:75-83, 2000

[14] Chellappa, S.L.; Viola, A.U.; Schmidt, C.; Bachmann, V.; Gabel, V.; Maire, M.; Reichert, C.F.; Valomon, A.; Götz, T.; Landolt, H.P.; Cajochen, C.: Human Melatonin and Alerting Response to Blue-Enriched Light Depend on a Polymorphism in the Clock Gene PER3, Clin Endocrin 97(3):E433-7, 2012

DiTAG:

Ein digital-analoges Brettspiel-Interface

Robin Krause, Marcel Haase, Benjamin Hatscher,
Michael A. Herzog, Christine Goutrié

FB Ingenieurwissenschaften und Industriedesign
Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg
[robin.krause; marcel.haase; benjamin.hatscher]
@student.iwid.hs-magdeburg.de
[michael.herzog; christine.goutrie] @hs-magdeburg.de

Abstract: Das »Digital To Analog Gaming Board« (DiTAG) ist ein Interface zum Spielen und Entwickeln von Brettspielen, welche die Lücke zwischen digitaler und analoger Spielwelt schließen. Der realisierte Prototyp dient zur Entwicklung neuer Spielformate sowie zur Untersuchung von Interaktionskonzepten für das Zusammenspiel analoger und digitaler Spielelemente. Seine Technologie bildet zudem den Ausgangspunkt für die technische Weiterentwicklung des Interfaces. Der Fokus des designbezogenen Forschungsansatzes ist die Kategorisierung von Interaktionsmustern, die sich im analog-digitalen Wechselspiel beobachten lassen. Über die technische und gestalterische Entwicklung eines multifunktionalen Brettspiel-Interfaces hinaus, konnte so ein theoretisches Fundament für zukünftige Überlegungen und Designentscheidungen erarbeitet werden.

Abbildung 1: Der DiTAG-Prototyp

1 Die Lücke zwischen digitalen und analogen Spielwelten

1.1 Die Dominanz des Bildschirms

Menschen spielen! Egal wohin man schaut oder welcher Statistik man traut. Immer mehr wird auch am Computer oder der Konsole gespielt und dieser Trend ist altersübergreifend [KHH06]. Vor allem der digitale Spielesektor hat sich im vergangenen Jahrzehnt zu einem beachtenswerten Faktor in Wirtschaft sowie Kultur entwickelt. Und doch fühlen sich viele leidenschaftliche Brettspieler von dieser schönen neuen Spielwelt ausgeschlossen. Die Fokussierung digitaler Spielformate auf einen Bildschirm als Ein- sowie Ausgabeschnittstelle bleibt trotz bewegungsbasierter Interfaces und mobilen Spielgeräten ungebrochen. Digitale Spiele finden durch diesen Fokus immer noch abseits der analogen Lebenswelt statt, obwohl sie in dieser allgegenwärtig sind. Den meisten Konzepten für mehrere Spieler gelingt es dabei nicht, dass gemeinschaftlich sinnliche Erlebnis eines klassischen Gesellschaftsspielabends zu erzeugen. Die Dominanz bildschirmbasierter Interfaces, die sich im Zuge der Digitalisierung unserer Lebenswelt auch im Alltag eingestellt hat, stärkt die Sehnsucht nach einem direkteren sowie sinnlicheren Spielerlebnis. Darüber hinaus sind der Umgang mit den Dingen und das haptische Erleben der eigenen Umwelt wichtige Aspekte unserer Alltagskultur. Sie bieten einen essentiellen Anreiz, sich mit einem Gegenstand intensiver auseinanderzusetzen. Die Verknüpfung analoger Objekte mit digitalen Prozessen sollte deshalb im Interfacedesign stärker berücksichtigt werden.

1.2 Digital vs. Analog

In ihrem Buch „Reality is Broken“ beschreibt die Spieltheoretikerin Jane E. McGonigal, wie die analoge Welt unseres Alltags und die von digitalen Medien dominierte Welterfahrung immer weiter auseinander driften [McG12]. Sie spricht von einer Kluft, die sich zwischen den als erfüllend erlebten digitalen Spielwelten und einer als mühsam erfahrenen analogen Lebensrealität auf tut. Die von räumlichen, materiellen und körperlichen Grenzen dominierte Welt der Dinge entzieht sich somit dem Lebensgefühl vieler digital Natives [Pre01]. McGonigal schlägt deshalb vor, die Lücke dadurch zu schließen, dass man die Realität als Spiel begreift. Sie fordert Game Designer dazu auf, neue Spielformate zu entwickeln, die sich vor allem auf die Interaktionen mit den Dingen und der Wirklichkeit konzentrieren. Die zu entwickelnden Spiele sollen sich dadurch auszeichnen, dass sie Prinzipien digitaler Spiele wie Belohnungsmechanismen und aufgabenorientierte Lernprozesse in die Alltags- und Arbeitswelt übertragen. Dieser als „Gamification“ bezeichnete Ansatz meint die Anwendung digitaler Spielprinzipien auf die Prozesse der Alltags- und Arbeitswelt. Der derzeitige Trend zur „Gamification“ [Det11] und vor allem die Auseinandersetzung damit sollten auch beim Design analog-digitaler Schnittstellen berücksichtigt werden.

2 Methodik

Zielstellung des Projektes ist es, die beschriebenen Probleme bei der Verknüpfung digitaler-analoger Interaktionsprinzipien beispielhaft an der Entwicklung eines Brettspielinterfaces zu untersuchen. Im Rahmen der Dokumentation des Design-Prozesses sind zudem die im Wechselspiel von analogen und digitalen Elementen entstehenden Mechaniken, Dynamiken und Ästhetiken zu kategorisieren. Methodisch ist das Projekt mit iterativen Entwicklungszyklen und Feldforschung in der Anwendungsumgebung am Design Science Research Paradigma orientiert [Ven10]. Aus der Dokumentation des Entwicklungsprozesses werden theoretische sowie praktische Erkenntnisse gewonnen, mit deren Hilfe sich Designgrundsätze für die Entwicklung von digital-analogen Interfaces formulieren lassen. Dem Anspruch des design-basierten Forschungsansatzes wird durch mehrfache Test- und Evaluationszyklen verschiedener Prototypen Rechnung getragen.

3 DiTAG-Prototyp

3.1 Die Technologie

Die für das Projekt eingesetzte RFID-Technologie[1] ermöglicht es, analoge Objekte mit digitalen Eigenschaften auszustatten und wird vorrangig in der Logistik eingesetzt. Sie unterstützt so den vom Projekt angestrebten Brückenschlag zwischen analoger und digitaler Welt.

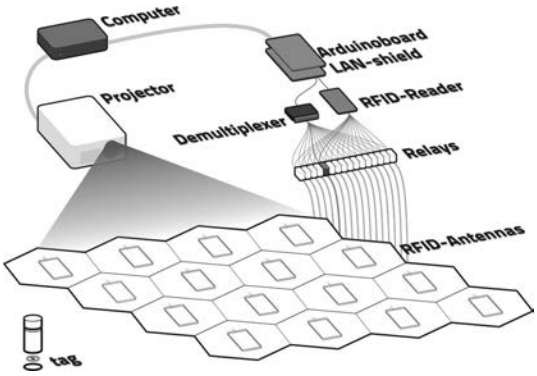


Abbildung 2: Aufbauskizze für den DiTAG-Prototyp

Der grundlegende Aufbau eines RFID-Systems besteht aus einem Lesegerät (mit Antenne) und einem oder mehreren Transpondern. Da die Entfernung zum Auslesen der

[1] RFID: Radio Frequency Identification, eine preisgünstige, berührungslose Nahfeld-Funktechnik. Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/RFID

Transponder auf beziehungsweise über den Spielfeldern gering ist, wurde für die Realisierung (Abb. 2) der Frequenzbereich 125 kHz (Standard EM4102) ausgewählt. Als Lesegerät kommt der Electronic brick – 125 kHz Card Reader [EBCR] zum Einsatz. Diesen zeichnen das Vorhandensein freier Software-Bibliotheken für die Arduino-Plattform und eine ausreichende Lesereichweite aus. Für die Erkennung der Spielfiguren und Spielkarten werden unterschiedliche Tags verwendet. In jedes Spielfeld wurde eine eigene Antenne integriert, die über ein Relais [NA5W] mit dem Lesegerät verbunden ist. Ein Arduino-Mega-Board [ARDB] steuert die Relais einzeln an, um die Verbindung zwischen Antenne und Lesegerät herzustellen. Somit ist stets sichergestellt, dass nur ein einziges Spielfeld abgefragt wird. Das Arduino kommuniziert über eine LAN-Schnittstelle mit einem in ActionScript umgesetzten Programm. Dieses verwaltet die gesamte Spiellogik, fragt zielgerichtet die relevanten Spielfelder ab, und realisiert die graphische Oberfläche des Spiels, die durch einen Datenprojektor direkt auf das Spielfeld projiziert wird.

3.2 Spielideen und Interaktionskonzepte

Anhand des Protoypen wurden mehrere Spielideen entwickelt und umgesetzt. Zu diesen zählen die Spielideen »Tunnel«, »Katapult« und »Bridge«, jede mit andere Ansprüchen an die Eingabe- und Visualisierungsschnittstellen des Interfaces. Die zu entwickelnden Interaktionskonzepte müssen diesen Unterschieden Rechnung tragen. Die Wechselwirkungen analoger und digitaler Interaktions- und Darstellungsprinzipien lassen sich anhand der Umsetzung von »Tunnel« genauer erläutern. Der Fokus liegt dabei auf dem Einfluss des analog-digitalen Wechselspiels auf die Ästhetik, Dynamik und Mechanik der zu entwerfenden Spielideen und Interaktionskonzepte.

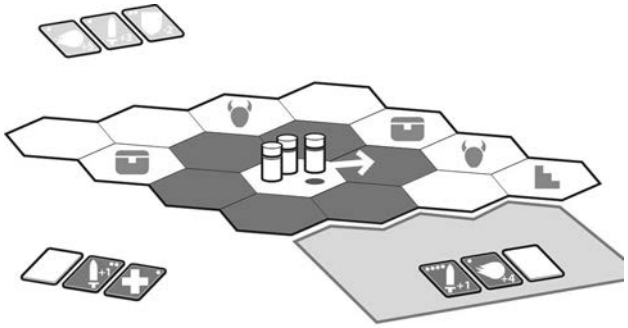


Abbildung 3: Interaktionsskizze für die mit DiTAG realisierte Spielidee „Tunnel“

»Tunnel« ist ein temporeiches Dungeon-Abenteuer, in dem die Spieler sich als gierige Zwerge um Ehre, Ruhm und Gold streiten. Das Spielbrett verwandelt sich in eine finstere Mine, in die bis zu vier Spieler absteigen. Jede Ebene bringt einen neuen Level, in dem es zahlreiche Überraschungen auszugraben gilt. Die Zufallsalgorithmen der Spiellogik entscheiden, ob die fleißigen Bergleute für ihre Mühen mit einem Monster, einem Schatz, einer Falle oder auch nur ein paar Steinen belohnt werden. Für die Umsetzung dieser Spielidee ist es entscheidend, dass die Spieler in der Lage sind, die

von ihnen eingesetzten Spielfiguren und Spielkarten immer wieder mit den digital generierten Inhalten zu verknüpfen. Ein Beispiel für die Verbindung von digitalen Objekten mit ihrer analogen Repräsentanz ist das Inventar der Spieler. Dieses besteht aus vier Karten (RFID-Tags), mit denen Gegenstände im Verlauf des Spiels aufgenommen und eingesetzt werden können. Damit die Spieler dieses Interaktionskonzept annehmen, muss eine deutliche Verbindung zwischen den Karten und den nur in der Projektion präsentierten Objekten geschaffen werden. Dies gelingt in erster Linie dadurch, dass die Vorgänge wie Aufnahmen, Ablage und Anwendung eines Gegenstands nicht nur visuell sondern auch funktional aufgeladen werden. Beispielsweise muss die Projektion eines Schwertes durch den Kontakt mit einer Inventarkarte von dem entsprechenden Spielfeld ins Inventar aufgenommen werden. Das Inventar wiederum wird in der Projektion durch vier zu den Spielkarten passende Flächen dargestellt, in denen die Gegenstände auftauchen, nachdem der Spieler sie mit der Karte aufgenommen hat. Dies schafft zusätzlich zur funktionalen auch eine lokale Verknüpfung des digitalen Gegenstands mit der analogen Karte. Ein digital-analoges *Drag and Drop* kann demnach nicht als reines Äquivalent zu dem digitalen oder dem analogen Vorgang gedacht werden, da es zusätzlich zwischen beiden Ebenen vermitteln muss. Während man im digitalen Bereich das Prinzip der Zwischenablage bereitwillig akzeptiert, führt es bei analogen Interface-Objekten zu Verwirrungen.

Einen ebenso interessanten Aspekt stellt der Würfelvorgang da, welcher in den meisten Computerspielen vom Spieler selbstverständlich an die Rechenmaschine abgetreten wird. Diese Selbstverständlichkeit existiert in einem als Brettspiel wahrgenommenen Interface nicht. Der Wunsch die Würfel selbst in die Hand zu nehmen, wurde von Testpersonen immer wieder geäußert, daran änderten auch aufwendigere Animationen des Würfelvorgangs oder Erweiterungen des Spielablaufs nichts. Die Präsenz analoger Gegenstände verlangt nach einer solchen Gestaltung des Interfaces, die möglichst alle Eingaben durch direkte Manipulation von Objekten erlaubt. Digital projizierte Spielfelder als Ein- und Ausgabestellen lassen sich im Gegensatz zum klassischen Spielbrett dynamisch verändern. Je nach Situation, werden aber Bereiche des Spielfeldes von Spielfiguren oder -karten verdeckt. Deshalb kann bspw. nur bei leeren Feldern das Zentrum einzelner Spielfeldregionen zur Darstellung verwendet werden (vgl. Abbildung 1). Der Randbereich hingegen bleibt auch im besetzten Zustand gut sichtbar. Aus diesem Grunde ergab sich eine Teilung der Felder für Spiel- und Eingabevorgänge. Dazu vermittelt die Form der Spielfelder den Spielern, wo genau die Spielelemente platziert werden.

Die Erfahrungen aus der dreimonatigen Entwicklungszeit zeigen bereits deutlich, wie die digitale Technik hinter die Umgebung des analog erlebten Spielfelds zurücktritt. Dies führt zum einen dazu, dass die Komplexität der Spiel- oder Interaktionssituation deutlich reduziert werden kann und zum anderen dazu, dass bestimmte digitale sowie auch analoge Interaktionskonzepte an die hybride Situation des Spielgeschehens angepasst werden müssen. Spieler verknüpfen die digitale Ebene des Spiels nur dann mit den Bewegungen der analogen Interface-Objekte, wenn diese im tatsächlichen Sinne ihrer dinglichen Präsenz Einfluss auf das Spielgeschehen nehmen. Der Zugang über analoge

Interface-Objekte stellt sich nur dann als direkt und einfach dar, wenn in den Interaktionskonzepten diese Verknüpfung gelingt. Dies führt idealerweise zu einem direkten Umgang mit den Gegenständen des Spiels und macht selbst komplexe Spielsysteme für die verschiedensten Spielertypen erfass- und erfahrbar.

4 Ausblick

Das Projekt schafft eine Laborsituation, in der das Wechselspiel digitaler und analoger Prinzipien am Gegenstand des entwickelten Brettspiel-Interfaces genauer untersucht wird. Davon ausgehend können weitere Erkenntnisse für die Entwicklung digital-analoger Interaktionskonzepte erarbeitet werden. Es gilt, für die Probleme, die aus der Differenz digitaler und analoger Prinzipien entstehen, mögliche Lösungsansätze zu erarbeiten und grundlegende Interaktionsmuster zu beschreiben. Die Ergebnisse sollen in eine umfassende Kategorisierung der Mechaniken, Dynamiken und Ästhetiken münden, welche sich im Zwischenspiel analoger und digitaler Interfaces ergeben. Die Qualität der Gestaltung des Brückenschlages zwischen digitaler und analoger Lebenswelt wird entscheidend dafür sein, wie wir mit der voranschreitenden Digitalisierung unseres Alltags in Zukunft umgehen werden. DiTAG bietet deshalb nicht nur eine interaktive Plattform für Spieler und Spielmacher, sondern dient auch im Bereich der Designforschung als ein geeignetes Interaktionslabor für die Entwicklung von Interfaces im analog-digitalen Grenzbereich.

Literaturverzeichnis

[ARDB] Arduino, http://www.arduino.cc/ Zugriff: 10 Jan. 2013.

[Det11] Deterding, Sebastian: Gamification. Using Game-design Elements in Non-gaming Contexts. - Proceedings of the 2011 Annual Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. New York, 2011 pp2425–2428. Web. 11 Jan. 2013. CHI EA'11.

[EBCR] Seeedstudio Electronic brick – 125 kHz Card Reader, http://www.seeedstudio.com/wiki/index.php?title=Electronic_brick_-_125Khz_RFID_Card_Reader, Zugriff: 10 Jan. 2013.

[KHH06] Kabel, P., Hermann, F., Hengstenberg, M.: Spielplatz Deutschland. Oktober 2006. Web: http://www.eduhi.at/dl/773_EA_Studie_4_Spielplatz_Deutschland_Typologie_Spieler.pdf, Zugriff: 10 Jan. 2013.

[McG12] McGonigal, Jane E.: Reality is Broken,Vintage 2012, pp 3-20

[NA5W] NA5W-K Fujitsu, Zugriff: 10 Jan. 2013. http://www.fujitsu.com/emea/services/components/relays/signal/tmpl_series_na.html

[Pre01] Prensky, Marc: Digital Natives, Digital Immigrants In: From On the Horizon, Vol. 9 No. 5, MCB University Press, October 2001.

[Ven10] Venable, JohnR.: Design Science Research Post Hevner et al.: Criteria, Standards, Guidelines, and Expectations. In: Global Perspectives on Design Science Research. LNCS, Vol. 6105, Springer Berlin Heidelberg 2010, pp 109-123.

Die Vermessung des Menschen

André Nitze

Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
University of Applied Sciences Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
andre.nitze@fh-brandenburg.de

Abstract: „Quantified Self“ bezeichnet eine Bewegung, deren Angehörige Daten über sich selbst sammeln, um daraus nützliche Erkenntnisse zu gewinnen. Diese Arbeit zeigt auf, warum die in der akademischen Welt weitgehend unbehandelte Thematik des „vermessenen Selbst“ über diese Definition hinaus als interdisziplinäres Forschungsgebiet zu etablieren ist. Neben der Skizzierung konkreter Anwendungsfälle wird argumentiert, dass Informationssystemen dabei eine besondere Rolle als „Enabler“ zuteilwird. In der Folge wird ein Rahmenwerk für ein Informationssystem vorgeschlagen, das die massenhafte integrierte Nutzbarmachung personenbezogener Daten ermöglicht. Schließlich werden weiterführende Forschungsfragen aufgeworfen, deren Klärung zur Erschließung des Innovationspotenzials notwendig sein wird.

1 Einleitung

Das einfachste Beispiel für die Vermessung des Menschen ist die Überprüfung des eigenen Körpergewichts auf einer herkömmlichen Personenwaage. Diesen Wert im Rahmen eines Diät- oder Sportprogramms regelmäßig zu notieren und mit einer Tabellenkalkulation zu visualisieren, ist keine Besonderheit mehr. Quantified Self geht jedoch weiter. Von der gegenwärtigen Gemütslage und allergischen Reaktionen über Standortverläufe und persönliche Finanzen bis hin zu Blutdruck und zurückgelegten Schritten lässt sich inzwischen fast jede Tätigkeit mehr oder weniger automatisiert in Zahlen fassen und auswerten. Der wichtigste Treiber dafür ist die stark zunehmende Verbreitung von Smartphones in Verbindung mit anderen Sensoren (vgl. [Leo12]), die als Katalysator für die Erfassung und Verarbeitung von Daten dienen.

Aber das Konzept des *Quantified Self*, des „vermessenen Selbst“, geht über das einfache Aufzeichnen und Auswerten hinaus. Es soll vielmehr eine bewusstere und objektivere Auseinandersetzung mit dem eigenen Verhalten bewirken, um positive Veränderung zu initiieren. Denn erst durch objektives Feedback (vgl. [WRo57 S. 53]) lassen sich Fortschritte und Verhaltensänderungen bewerten (vgl. [Dru73], [DeM82]). So konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass das bloße Führen von Ernährungstagebüchern die Ernährung selbst verbessert (vgl. [Zep08]). Die Arbeitshypothese lautet also, dass sich aus einer strukturierten Erfassung und individuellen Auswertung der über den Menschen

messbaren Daten positive Auswirkungen auf die persönliche und gesellschaftliche Lebensqualität ergeben.

Diese Möglichkeiten können jedoch nur wahrgenommen werden, wenn standardisierte Informationssysteme existieren, die die vielfältigen Datenquellen integrieren und zentralisiert bereitstellen können. In Anbetracht der heutzutage erzeugten Datenmengen und deren teilweise schwacher Strukturierung müssen für die Speicherung und vor allem für die Analyse dieser Daten adäquate Technologien eingesetzt werden (vgl. [Cha06], [ATh10], [McK11]). Dies gilt insbesondere für den stark wachsenden mobilen Bereich (vgl. [The12]). Es ist die Informationssystemforschung, die in der Verantwortung steht, wirtschaftlich tragfähige Ansätze zur Nutzbarmachung der vielfältigen und enormen Datenmengen zum Wohle der Gesellschaft zu entwickeln.

2 Anwendung von Quantified Self

Bereits heute produziert fast jeder Mensch – mehr oder weniger bewusst – eine Fülle verschiedenartiger Daten, mit denen schon heute Informationen gewonnen (vgl. [Ack89]), bessere Entscheidungen getroffen (vgl. [Lie07]) und innovative Geschäftsmodelle kreiert werden können. Daher soll im Folgenden eine Bandbreite von praktischen Anwendungen geschildert werden.

Die Vermessung des Menschen beginnt bereits vor dem Aufstehen. Die Schlafqualität ergibt sich aus Häufigkeit und Dauer verschiedener Schlafphasen und wird durch Bewegungs- und Geräuschmuster in der Nacht ermittelt und optional durch eine subjektive Einschätzung des Anwenders ergänzt. Die Weckzeit wird angepasst, da nach 7,3 Stunden der Erholungseffekt und die Stimmung tagsüber am besten sind. Das Fernsehen direkt vor dem Schlafengehen scheint die Schlafqualität negativ zu beeinflussen. Auf dem Weg zur Arbeit misst die Armbanduhr einen stark erhöhten Puls. Es wird eine Alternativroute mit weniger Verkehr empfohlen, was die Stimmung bei Ankunft deutlich verbessert. Tätigkeiten am Computer können naturgemäß einfach erfasst werden: Die Häufigkeiten und Inhalte von E-Mails, Kurznachrichten und Social Media-Aktivitäten, Websuchen, getätigten Telefonaten und verfassten Dokumenten lassen sich weitgehend automatisch aufzeichnen. Bisher war es ein produktiver Tag. Das ändert sich aber bei der Besprechung nach dem Mittag. Schuld ist vor allem das fettige Kantinenessen, das mit dem Smartphone bezahlt wird, wobei auch gleich die Nährwerte ins Ernährungsprotokoll übertragen wurden, wo die schlechte Wahl bestätigt wird. Das Körpergewicht ist über die letzten Monate ohnehin kontinuierlich angestiegen. Die Krankenkasse bietet daher eine interessante Zusatzleistung, wenn ein moderates Laufprogramm absolviert wird. Ein Sportgeschäft auf dem Heimweg empfiehlt seine neuste Laufausstattung und lädt zur Beratung ein. Der Laufpark ist einige Kilometer entfernt, aber das Auto bleibt stehen. – Die Stadt bietet Anreize, wenn stattdessen öffentliche Verkehrsmittel genutzt werden. Der Abgleich der Fahrtstrecke erfolgt per GPS-Signal des Smartphones, mit dem auch gleich das Fahrticket bezahlt und vorgezeigt wird. Die Fahrt heute ist schon die zwölfte im Monat und deshalb gratis. Im Laufpark angekommen wird mit einem Trainingslauf der Fitnesszustand beurteilt und ein individuelles Trainingsprogramm angeboten. Die Ergebnisse können der Versicherung

und dem eigenen Arzt zur Verfügung gestellt werden. Ein plötzliche Sturz wird sofort durch Beschleunigungssensoren erkannt und ein Notruf abgesetzt. Im Krankenhaus liegen dem Arzt bereits die medizinischen Daten vor. Er gleicht die Krankenakte[1] des Patienten (inklusive DNS[2], bekannter Allergien[3] und Medikamentenverträglichkeit[4]) mit einem Pool ähnlicher Patienten ab und wählt eine adäquate Behandlung aus.

3 Informationssystem zur massenhaften integrierten Aufzeichnung und Nutzung personenbezogener Daten

Für die effektive Nutzbarmachung personenbezogener Daten durch Quantified Self-Informationssysteme bestehen nach Meinung des Autors die drei Anforderungen Automatisierung, Integration und Visualisierung.

Die *Automatisierung* der Erfassung und Teile der Auswertung ist für die Nutzerakzeptanz von großer Bedeutung. Manuelle Intervention sollte nur nötig sein, um subjektive Daten wie Stimmungen oder besondere Ereignisse zu erfassen. Ansonsten sollte das System selbstständig und passiv Daten aufzeichnen und möglichst selbsttätig auf Besonderheiten hinweisen.

Visualisierung ist der effizienteste Weg, um Informationen im menschlichen Gehirn zu verankern (vgl. [Lin10] und [Kol04]). Der kontinuierliche Datenstrom muss demnach so aufbereitet werden, dass man alle verwertbaren Daten möglichst übersichtlich darstellen und zielgerichtet und schnell Auswertungen über diese Daten erstellen kann, die neue nicht-triviale Erkenntnisse ermöglichen (vgl. [Fra92]). Die Visualisierungskomponente muss Daten daher im Stile interaktiver (Drill-Down-fähiger) Informationsgrafiken darstellen können und damit ein persönliches Pendant[5] zu den verbreiteten „Business Analytics“ bieten.

Integration ist eine wichtige Voraussetzung für Quantified Self, weil viele Daten erst durch den Bezug zu anderen Daten zu nützlichen Informationen werden. Durch multivariate Analysen können die Zusammenhänge zwischen einer Vielzahl von Variablen systematisch aufgedeckt werden. Dafür ist es jedoch nötig, dass die Daten an einem zentralen Ort gesammelt werden, an dem schnell auf sie zugegriffen werden kann. Voraussetzung dafür sind Komponenten, die lose gekoppelt in einer flexiblen und robusten Architektur zusammenarbeiten können. In Abbildung 1 findet sich ein Architektur-Vorschlag, der die massenhafte Verarbeitung personenbezogener Daten erlaubt und im Folgenden beschrieben wird.

[1] Microsoft HealthVault: http://www.healthvault.com, Zugriff: 2013-01-02
[2] https://www.23andme.com, Zugriff: 2013-01-02
[3] http://curetogether.com, Zugriff: 2013-01-02
[4] http://www.patientslikeme.com, Zugriff: 2013-01-02
[5] http://blog.stephenwolfram.com/2012/03/the-personal-analytics-of-my-life/ Zugriff: 2013-01-03

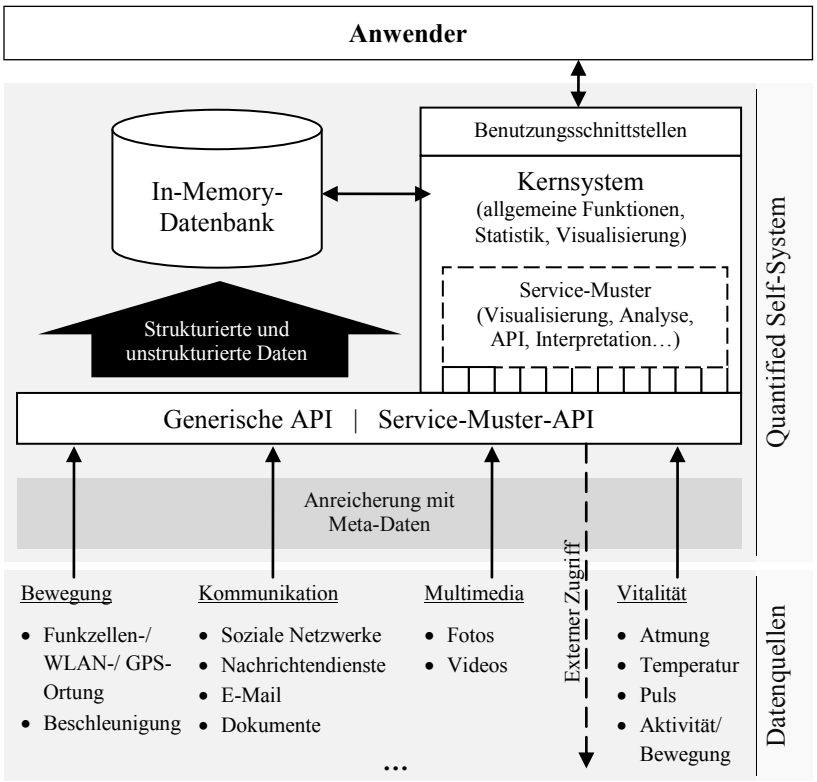


Abbildung 1 Architektur für die integrierte massenhafte Verarbeitung personenbezogener Daten

Das **Kernsystem** beinhaltet zum Einen allgemein benötigte Funktionalitäten für Rechte- und Benutzerverwaltung, Datenbankzugriff und einen Standardsatz an statistischen Funktionen (Korrelationsanalyse, Zeitreihen etc.) und zum Anderen eine Bibliothek von Service-Mustern.

Ein **Service-Muster** bündelt die Anforderungen einer bestimmten Datenquelle (z. B. einem Benutzerprofil beim Kurznachrichtendienst Twitter). Es enthält eine standardisierte Schnittstellenvereinbarung (z. B. Twitter REST API) und angepasste Visualisierungs- und Statistik-Funktionen, die nur für den speziellen Anwendungsfall oder Dienst benötigt werden (z. B. Darstellung von Tweets im Zeitverlauf). Zuletzt kann jedes Service-Muster auch noch eine Komponente in das System einbringen, um den Anwender bei der Interpretation seiner Daten zu unterstützen. Von der simplen Markierung von Ereignissen bis zur detaillierten Auswertung von Vitalitätsdaten zur Feststellung des gesundheitlichen Zustands inklusive konkreter Handlungsempfehlungen. – In dieser Komponente steckt das größte Potenzial zur effektiven Nutzung des Systems.

Die zahlreichen externen Datenquellen werden über eine **offene API** in das System eingebunden. Die API ist in der Lage, gebräuchliche Formate (CSV, JSON, XML…)

einzulesen und strukturierte und unstrukturierte Daten in die **In-Memory-Datenbank** zu überführen. Noch vor der Überführung können die Daten mit Meta-Informationen angereichert bzw. können eventuell vorhandene Meta-Daten (z. B. Aufnahmezeitpunkt eines Fotos, Autoren eines Dokuments) extrahiert werden. Die API besteht aus einem generischen Teil und einem Service-Muster-Teil. Der *generische* Teil versucht dabei neue Datenformate mit Hilfe des Anwenders zu strukturieren und die Daten zu erfassen. Der *Service-Muster*-Teil der API bezieht sich auf die Menge von vordefinierten Schnittstellen, die durch die externen Dienste definiert werden (s. o.).

Die Anwender kommunizieren schließlich über grafische **Benutzungsschnittstellen** (Webseite, App, Desktop-Anwendung…) mit dem System. Eine Bereitstellung von Funktionen über Webservices kann hier sinnvoll sein.

4 Diskussion

Im innovativen Forschungsgebiet des „Quantified Self" offenbart sich ein Fragenkomplex, den es im Rahmen weiterer Untersuchungen zu beantworten gilt.

Im Bereich der Informationssystemforschung bleibt zunächst noch unklar, ob die zur schnellen Verarbeitung benötigte zentrale Speicherung der Daten überhaupt automatisiert möglich bzw. von den externen Dienstanbietern gewünscht ist. Gibt es eventuell technische Möglichkeiten, die einen Ad-hoc-Zugriff auf externe Quellen bei vergleichbarer Geschwindigkeit gewährleisten können?

Mit der Vermessung des Menschen ist aber auch eine Reihe von Risiken verbunden. Unnötige Pedanterie, Messaufwand, übermäßige Beschäftigung mit sich selbst, Technikhörigkeit und die große Angst vor der Überwachung und Missbrauch der Daten durch Unternehmen und Staat. Gerade die Themen Datenschutz und Informationssicherheit könnten zum Fallstrick in der Umsetzung werden. Wie kann die Kontrolle über die eigenen Daten sichergestellt werden? Welche Rolle können und dürfen gewerbliche oder staatliche Eingriffsmöglichkeiten spielen? Welchen Einfluss haben die unterschiedlichen nationalen Gesetzgebungen und Sicherheitsstandards der Länder, in denen die Daten gespeichert werden?

Aus psychologischer Sicht kritisch für viele Anwendungen ist sicherlich die Motivation der Anwender. Inwieweit lassen sich Menschen tatsächlich zu einer Verhaltensänderung motivieren, wenn sie die entsprechenden Informationen besitzen? Wie müssen Daten visualisiert werden, um eine optimale kognitive Informationsaufnahme zu gewährleisten? Welche Folgen hat die durch Quantified Self erzeugte Lebensrationalität für die Psyche z. B. in Hinblick auf Abwehrmechanismen (vgl. [Fre64]) oder Narzissmus?

Die Interdisziplinarität des Themas erfordert auch die Untersuchung der Auswirkungen auf die Gesellschaft und deren Mitglieder. Mit der massenhaften Speicherung personenbezogener Daten rückt die Dystopie des gläsernen Menschen immer näher. Wie gehen wir in dieser Zukunft mit Privatsphäre um? Ist es als digitaler Aussteiger noch

möglich, am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen? Oder führt die übermäßige Beschäftigung mit sich selbst eher zu einer „Analogisierung“ der Gesellschaft, also einer Rückbesinnung auf das Lernen anhand von Erfahrungen und Erinnerungen?

Letztlich ist jedoch vor allem interessant, ob das skizzierte System tatsächlich den erhofften Nutzen erbringen kann, die persönliche und gesellschaftliche Lebensqualität vieler Menschen signifikant zu verbessern. Als kritischer Faktor dafür wird die Funktionalität der beschriebenen Service-Muster in Bezug auf die Nützlichkeit der Analyseergebnisse, Visualisierungen und Interpretationen angesehen. Eine Antwort kann nur die technisch und wirtschaftlich fundierte prototypische Umsetzung konkreter Anwendungsfälle geben.

Literaturverzeichnis

[Ack89] Ackoff, Russel. 1989. From Data to Wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis.* 16, 1989, pp. 3-9.

[WRo57] Ashby, W. Ross. 1957. *An introduction to cybernetics.* London : Chapman & Hall, 1957.

[Cha06] Chang, Fay, et al. 2006. Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data. *Operating Systems Design and Implementation.* 2006, pp. 205–218.

[DeM82] DeMarco, Tom. 1986. *Controlling software projects: Management, measurement & estimation.* New York, NY : Prentice Hall, 1986.

[Dru73] Drucker, Peter F. 1973. *Management: Tasks, Responsibilities, Practices* . s.l. : Harper & Row, 1973.

[Fra92] Frawley, W., Piatetsky-Shapiro, G. and Matheus, C. 1992. Knowledge Discovery in Databases: An Overview. *AI Magazine.* 213–228, 1992.

[Fre64] Freud, Anna. 1936/1964. *Das Ich und seine Abwehrmechanismen.* München : Kindler, 1936/1964.

Hive - a petabyte scale data warehouse using Hadoop. **[ATh10] A., Thusoo. 2010.** [ed.] 26th International Conference on Data Engineering (ICDE). CA, USA : IEEE, 2010. pp. 996-1005.

[Kol04] Kolari, Samuli and Savander-Ranne, Carina. 2004. Visualisation Promotes Apprehension and Comprehension. *International Journal of Engineering Education.* 2004, Vol. 20, No. 3, pp. 484-493.

[The12] Laurila, Juha K., et al. 2012. *The Mobile Data Challenge: Big Data for Mobile Computing Research.* Newcastle, UK : s.n., 2012.

[Leo12] Leopatra, Verlyn and Wolbring, Gregor. 2012. *Health versus Privacy: Sensor information trade-off: Development of a sensor acceptability index: Step 1.* Calgary : Faculty of Medicine, University of Calgary, 2012.

[Lie07] Liew, Anthony. 2007. Understanding Data, Information, Knowledge And Their Inter-Relationships. *Journal of Knowledge Management Practice.* 8 (2), 2007.

[Lin10] Lin, Huifen and Dwye, Francis M. 2010. The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency. *Educational Technology Research and Development.* 2010, Volume 58, Issue 2, pp. 155-174.

[McK11] McKinsey Global Institute. 2011. *Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity.* 2011.

[Zep08] Zepeda, Lydia and Deal, David. 2008. Think before you eat: photographic food diaries as intervention tools to change dietary decision making and attitudes. *International Journal of Consumer Studies, Volume 32, Issue 6.* November 2008, pp. 692–698.

Nationale Repräsentation im Fußball am Beispiel der DDR

Johannes Hanf

Fachbereich Soziale Arbeit. Medien. Kultur
HS Merseburg
Geusaer Straße
06217 Merseburg
johannes.hanf@hs-merseburg.de

Abstract: Die Fußball-Nationalmannschaft der Deutschen Demokratischen Republik hatte eine eigene Spielweise, die sie von anderen Mannschaften unterschied. Ihr spezifischer Spielstil entwickelte sich aufgrund der Isolation von anderen Nationen, der Einflussnahme durch Funktionäre und der sozialen Motorik.

1. Einleitung

Das Spiel mit dem runden Leder ist immer auch Ausdruck kultureller, sozialer, wirtschaftlicher und politischer Rahmenbedingungen und damit mehr als nur Sport. Das Spiel steht stellvertretend für Verhältnisse, Zustände, Veränderungen und Entwicklungen in der Gesellschaft.[We04] Der Philosoph Gunter Gebauer konstatiert, dass ein Spiel „dann fähig [ist], nationale Handlungsstile zu verkörpern, wenn es zu den Leidenschaften der großen Mehrheit der Bevölkerung – insbesondere ihres männlichen Teils – gehört *und* wenn es zugleich von allen sozialen Gruppen des Landes akzeptiert wird.“[Ge06]

2. Voraussetzungen

Der Fußball erfreute sich in beiden deutschen Nachkriegsstaaten großer Beliebtheit und entwickelte sich zum Zuschauermagneten. Mit dem Gewinn der Weltmeisterschaft 1954 wurde Fußball der beliebteste Zuschauersport in der BRD. Bei seinem ostdeutschen „Polarisierungszwilling“ war das öffentliche Interesse an der Jagd nach Toren ebenfalls hoch. Unabhängig von der Leistungsfähigkeit im Weltmaßstab.[Sp00] In der DDR erfolgte die Zerschlagung und Enteignung der bürgerlichen Sportvereine. An ihre Stelle traten lokale Sportgemeinschaften, die später betrieblich angebunden wurden, während sich in den Westzonen die traditionellen Vereine schnell wieder konstituierten. Zwei ideologische Momente haben den Aufbau des DDR-Sportsystems wesentlich beeinflusst:

1. Die sozialistische Planungs- und Wirtschaftsgläubigkeit, verbunden mit dem zentralistischen Leitungsanspruch der Diktatur

Sportliche Leistung galt in der DDR demnach nicht als individueller Verdienst der Sportlerinnen und Sportler, sondern als planbarer Ertrag eines sportwissenschaftlichen und trainingsmethodischen Entwicklungsprozesses. Der Weg zum Erreichen der Leistungsziele führte durch ein effizientes Fördersystem basierend auf Staatsnähe und Konzentration der Leistungsförderung sowie gezielter Nachwuchssichtung.

2. Die Systemkonkurrenz

Der Leistungssport fungierte als Feld der Auseinandersetzung der Systeme. Die BRD und die DDR waren als „ideologische und geografische Frontstaaten“ besonders betroffen.[BW07] So kann es auch nicht verwundern, dass der Sport im deutsch-deutschen Dauerkonflikt als vermeintlich wirksame Waffe im kalten Krieg wissenschaftlich aufgewertet wurde. Körperkultur und Sport war der am intensivsten entwickelte Bereich der Kultur des untergegangenen Staates. Aufgrund der ideologisch aufgeladenen Bedeutung waren dem Leistungssport der DDR finanzielle Ressourcen und politische Aufmerksamkeit garantiert. „Kaum jemals zuvor in der Geschichte wurde er so stark von einem Staat unterstützt und so wichtig genommen wie in Ostdeutschland.“[RK07] Doch während aus dem Arbeiter- und Bauernstaat das „Sportwunderland DDR“ wurde, blieb der Fußball von dieser Entwicklung weitgehend ausgeschlossen. Den populären Ballsport betreffend, mussten die Funktionäre feststellen, „dass in keiner von der SED-Führung geförderten Sportart der Widerspruch zwischen finanziellem Aufwand und tatsächlicher Leistung derart eklatant war.“[Le07]

3. Zur Struktur des Fußballs in der DDR

Die Anfangsphase des DDR-Fußballs verlief turbulent und wenig strukturiert[1]. Sie war geprägt durch Umbenennung sowie Ortswechsel von Sportgemeinschaften und willkürliche Eingliederungen in Oberliga und Liga. In der SED und im Staatlichen Komitee für Körperkultur und Sport musste man sich schnell eingestehen, dass der Betriebssport auf Produktionsgrundlage den Spitzensport hemmte. Es bedurfte einer Differenzierung. So wurden zunächst Sportvereinigungen der bewaffneten Organe gegründet und mit den besten Spielern der Betriebssportgemeinschaften bestückt. Ferner erfolgte die Bildung von Sportclubs 1954/55 und speziell für den Fußball die Bildung von Fußballclubs 1965/66. Durch die Gründung der FCs ergab sich ein Zuwachs an Professionalität und der Umfang des Trainings stieg an.

Als Partei, Staatsführung und Verbände das „Versagen“ der Nationalmannschaft konstatierten und Oberliga, Liga und Bezirksliga in einem „besorgniserregenden Zustand“ wähnten, sollte das Problem zentralistisch gelöst werden. Das Thema „Leistungsentwicklung des Fußballsports in der DDR“ wurde auf die Tagesordnung der Sitzung des Sekretariats des Zentralkomitees der SED am 18.Dezember 1969 gesetzt.[Te02] Die zum April 1970 getroffenen Beschlüsse werden heute als erster Fußballbeschluss bezeichnet. Seine Kernpunkte waren:

[1] So wurde zum Beispiel 1955 die Kalendersaison nach sowjetischem Vorbild eingeführt, während in Mitteleuropa die Herbst-Frühjahr-Saison galt. Sie hatte bis zur Saison 61/62 Bestand.

- Einführung von Rahmentrainingsplänen (die zum Teil von den internationalen Tendenzen im Fußball abwichen und einzelne Leistungsvoraussetzung wie Kondition favorisierten.) [Sc94]

- Senkung des Gehaltsniveaus, einheitliche Lohn- und Prämienzahlungen entsprechend der beruflichen Qualifikation im Rahmen der gesetzlichen Tarifbestimmungen und Verbot zusätzlicher finanzieller Stimulanz

- Bereitstellung von sieben Millionen Mark und die Schaffung von 150-170 Planstellen zur Herauslösung der Fußballklubs aus den Betrieben um sie direkt der Oberaufsicht durch den Deutschen Turn- und Sportbund (DTSB) zu unterstellen

- Konzentration des Spitzenfußballs in als Leistungszentren begriffenen Schwerpunktklubs

Der erste Fußballbeschluss schien seine Wirkung nicht zu verfehlen. Die 70er Jahre waren die erfolgreichsten des DDR-Fußballs. Basierend auf hervorragender Nachwuchsarbeit, die sich im UEFA-Jugendturniersieg 1965 in der BRD, dem zweiten Platz beim UEFA-Jugendturnier 1969 in der DDR[2] und dem ersten Platz 1970 bei dem europäischen Nachwuchswettbewerb in Schottland widerspiegelt, gelang der A-Nationalmannschaft der DDR ein zeitweiliger Höhenflug bis in die Spitze des europäischen Fußballs. Olympia-Bronze 1972, der sechste Platz bei der Weltmeisterschaft 1974 und schließlich der Olympiasieg 1976 in Montreal waren Ausdruck dieser gesteigerten Leistungsfähigkeit.[3]

Doch nach den internationalen Erfolgen stagnierte der Fußball der DDR. In der Folgezeit scheiterte die Nationalmannschaft regelmäßig in der Qualifikation für die großen Turniere und gab dabei teilweise ein jämmerliches Bild ab.[Qu95] Auch die Vereine schnitten im internationalen Vergleich deutlich schlechter ab als in den 70er Jahren[4]. Als im September 1982 alle Vertreter der DDR bereits in der ersten Runde ausschieden, versuchte die sportliche Führung der DDR den Negativtrend durch erneute strukturelle Veränderungen zu korrigieren. Am 2. Februar 1983 erfolgte der zweite Fußballbeschluss. Dieser betraf die Nationalmannschaft und die Vereine der Oberliga nur bedingt, brachte aber gravierende Änderungen für die zweithöchste Spielklasse der DDR mit sich und hatte bis auf einige Präzisierungen bis zum Ende der DDR bestand.

Fortan mangelte es an Grund zum Jubel. Der Serienmeister BFC Dynamo[5] dominierte zwar die Oberliga, im internationalen Vergleich erwies er sich als bestenfalls zweitklassig. Das galt auch für den DDR-Fußball im Allgemeinen bis er im Zuge der „Fußball-Einheit“ am 21. November 1990 im bundesdeutschen Fußball aufgeht.

---

[2] Das Finale „verlor“ die DDR-Juniorenvertretung durch Losentscheid gegen die Nachwuchsauswahl Bulgariens

[3] Ebenso wie der Sieg Magdeburgs im Finales des Europapokals der Pokalsieger 1974 gegen den AC Mailand

[4] Mit der Ausnahme des FC Carl Zeiss Jena, der 1981 das Finale des Europapokals der Pokalsieger erreicht

[5] die politisch gewollte und geförderte Dominanz des BFC Dynamo äußerte sich in zehn aufeinanderfolgenden Oberliga-Meisterschaften seit 1979

4. These

Es gab einen DDR-spezifischen Fußballstil.[6] Dieser war bedingt durch mehrere Faktoren:

1. Die „Binnenstruktur“ des DDR-Fußballs.

Es gab kaum Einflüsse von außen. Ausländische Spieler waren in der höchsten Spielklasse der DDR nicht spielberechtigt[7] und ostdeutschen Spielern war es nicht möglich Erfahrungen im Ausland zu sammeln.[Gö10] Ferner vermied das Staatsfernsehen der DDR die Präsentation der höchsten Spielklasse Westdeutschlands. Und während in der Bundesliga ausländische Trainer[8] ihre Spuren hinterließen und den dortigen Fußball weiterentwickeln konnten, fand sich in der DDR-Oberliga kein einziger ausländischer Fußball-Lehrer. Lediglich die ostdeutsche Nationalmannschaft wurde in den Jahren 1955-1958 und 1960-1967 jeweils von einem ungarischen Trainer betreut.[9] Beide Male waren deutliche Fortschritte in der Qualität des Spiels auszumachen.[Gr99] Bezeichnend für diese „Abschottung“ ist zudem die Tatsache, dass die DDR in ihren elf Länderspielen zwischen 1952 und 1956 - der Vergleich mit dem sportlich unbedeutenden Indonesien am 19.09.1956 in Karl-Marx-Stadt ausgenommen - ausschließlich gegen die „Bruderländer“ Polen, Rumänien und Bulgarien antrat.

Geht man davon aus, dass sich die Fortentwicklung im Fußballsport durch Wissensnetzwerke[10] oder den Import bzw. Export von Fußball Know-How in Form von Personalanwerbung vollzieht, musste der ostdeutsche Fußball gegenüber den westeuropäischen Nationen zwangsläufig ins Hintertreffen geraten.[KS12] Aber auch die Anbindung an die sowjetischen Bruderstaaten nahm mit fortschreitender Dauer immer mehr ab. Hatte die DDR in den 50er Jahren noch von sowjetischen Gasttrainern und Studienreisen profitiert, schränkte die DDR den sportlichen Erfahrungsaustausch zunehmend ein.[Wi07]

2. Einflussnahme von Funktionären

Um die historische Pflicht des Sportes zu erfüllen, die Ausübenden zu sozialistischen Persönlichkeiten zu erziehen, hatten der DTSB und seine Unterorganisationen dafür Sorge zu tragen, dass „Verantwortungsbewußtsein, Kollektivgeist, Disziplin, moralische Sauberkeit, Bescheidenheit u.a.m.“[Wo82] gefördert werden. Inwieweit sich dieser Sachverhalt auf die Spielweise im Fußball auswirkte, wird die weitere Forschung zeigen. Es ist zumindest anzunehmen, dass der Individualismus zugunsten des Kollektivs

---

[6] Zur Entwicklung spezifischer Fußballstile in den Niederlanden und Brasilien Vgl. Winner 2008 bzw. Bellos, Alex: Futebol – the brazilian way of life. London, 2002

[7] Lediglich in der 2.Spielklasse fanden sich ausländische Spieler. Diese wurden vor allem vom Sowjetischen Armeesportklub Elstal (Havelland) verliehen.

[8] u.a. Ernst Happel, der große Erfolge in den Niederlanden, Belgien, Deutschland und Österreich feiern konnte

[9] Janos Gyarmati und Karoly Soos. Bezeichnenderweise legten beide ihr Amt aufgrund anhaltender Eingriffe ostdeutscher Funktionäre nieder.

[10] Die spätestens in den 70er Jahren einsetzende Vormachtstellung der Kernländer Westeuropas im Fußball hatte ihren Ursprung in der Bildung eines produktiven europäischen Netzwerks.

eingeschränkt wurde. Ferner ist der erste Fußballbeschluss anzuführen, der sich neben der Festsetzung von trainingskonzeptionellen Schwerpunkten und der engeren Anbindung an DTSB und DFV direkt auf die Spielweise der DDR-Nationalmannschaft auswirkte, indem der nach Ansicht der Autoren des Beschlusses „zur Zeit progressivste und konsequenteste Trainer“[Te02], Georg Buschner[11], für die Position des Auswahltrainers gewonnen werden sollte.

3. Soziale Motorik

Im Sport ist die Motorik das untergründige Thema. Die vorhandene soziale Motorik wird von den Athleten aufgenommen und diese formen sie auf ihre Weise um. „Es können dabei bestimmte Stile entstehen, viele verschiedenartige: die eines Trainers, eines Vereins, einer Gruppe, schließlich auch die einer Nation. Es gibt eine `deutsche´ Weise, Fußball zu spielen, eine französische, italienische, brasilianische.“[Ge03] So bestehen durchaus nationale Präferenzen „für das Kämpferische oder das Tänzerische, Vorlieben für freie Improvisationen oder eingeübte taktische Formationen, die Lust an der Herausforderung, am Zweikampf, an spektakulären Einzelaktionen oder die Einordnung in kollektives Handeln, den Geschmack am Risiko oder am Sicherheitsspiel.“[Ge06] Junge Sportler adaptieren motorische Fertigkeiten und Techniken älterer Athleten und werden so zum sozialen Gedächtnis von Bewegungsweisen. Durch die angenommene zentralistische Einflussnahme auf den Trainingsbetrieb in der DDR sollte dieser Aspekt noch verstärkt und um die Dimension der Alternativlosigkeit an Vorbildern ergänzt werden.

5.Vorgehensweise

Neben der Darstellung der Ausgangspunkte des DDR Fußballs und der Untersuchung der Voraussetzungen für die Herausbildung einer DDR-spezifischen Spielkultur - Stellenwert, Einflüsse sowie Struktur und Organisation des Fußballs – basiert die Untersuchung auf drei Säulen.

Zum einen auf einer Analyse der 293 als offizielle Länderspiele gewerteten Vergleiche mit anderen Nationalmannschaften. Besonderes Augenmerk wird dabei auf Formation und Spielweise der ostdeutschen Elf im Hinblick auf ihre Aktualität im Weltmaßststab gelegt. Als Quellen dienen vorrangig die Fußballfachzeitschrift der DDR „Neue Fußballwoche“ und das SED-Zentralorgan „Neues Deutschland“.

Des weiteren erfolgt die Auswertung der Unterlagen der BStU zu den 13 Nationaltrainern der DDR-Fußballnationalmannschaft und ihren Assistenten. Eine besondere Rolle spielt die Frage, ob seitens der Sportfunktionäre in die Arbeit der Übungsleiter – wie etwa Trainingsablauf, Taktik oder Mannschaftsaufstellung – eingegriffen oder dies vorgehabt wurde.

Die dritte Säule stellen letztlich Experteninterviews dar. Im Mittelpunkt stehen ehemalige Nationalspieler, die sich intensiv mit dem Fußball außerhalb der DDR

[11] Unter die Ägide Georg Buschners (1970 bis 1981) fällt die erfolgreichste Zeit der DDR-Nationalmannschaft.

auseinandersetzten sowie Spieler und Trainer, die außer im ostdeutschen Staat in einem weiteren Land ihrer Profession nachgehen konnten.

References

[We04] Weiß, O.: Fußball und mehr – Aspekte eines Massenphänomens. In (Jütting, D.H. Hrsg.): Die lokal-globale Fußballkultur – wissenschaftlich beobachtet. Waxmann, Münster, 2004; S. 222-223

[Ge06] Gebauer, G.:Das deutsche Fußballtheater- Fußball als nationales Gedächtnis. In (Gebauer, G.Hrsg.): Poetik des Fußballs. Campus, Frankfurt am Main, 2006; S. 120-122

[Sp00] Spitzer, Giselher: Fußball in der DDR. In (Tegelbeckers, W.L. Hrsg.): Quo vadis, Fußball? Vom Spielprozess zum Marktprodukt. Die Werkstatt, Göttingen, 2000; S. 192

[BW07] Braun, J.; Wiese, R.: Editorial. In (Braun, J. Hrsg.): HSR Special Issue Vol. 32. Sport und Diktatur: Zur politischen und sozialen Rolle des Sports in den deutschen Diktaturen des 20. Jahrhunderts. Köln, 2007; S. 11

[RK07] Reinhart, K.; Krüger, M.: Funktionen des Sports im modernen Staat und in der modernen Diktatur. In (Braun, J. Hrsg.): HSR Special Issue Vol. 32. Sport und Diktatur: Zur politischen und sozialen Rolle des Sports in den deutschen Diktaturen des 20. Jahrhunderts. Köln, 2007; S. 49

[Le07] Leske, H.: Enzyklopädie des DDR-Fußballs. Die Werkstatt, Göttingen, 2007; S. 25

[Sc94] Schößler, D.: Zur Struktur und Arbeitsweise eines Fußballklubs unter verschiedenen gesellschaftlichen und sportlichen Rahmenbedingungen. Diplomarbeit, Universität Leipzig, 1994; S. 27

[Qu95] Querengässer, K.: Fußball in der DDR 1945-1989 Teil 2: Nationalmannschaft. Agon Sportverlag, Kassel, 1995.

[Gö10] Gössel, S.: Vergessen – Ausländische Vertragsarbeiter und ihr Fußball in der DDR. In (Blecking, D.; Dembowski G. Hrsg.): Der Ball ist bunt – Fußball, Migration und die Vielfalt der Identitäten in Deutschland. Brandes & Apsel, Frankfurt am Main, 2010; S. 102-110

[KS12] Kuper, S.; Szymanski, S.: Warum England immer verliert. Klaus Bittermann, Berlin, 2012, S. 238-259

[Gr99] Grüne, H.: DDR- Nationalelf 1949-90 – Die Mauer auf dem Platz. In (Schulze Marmeling, D. Hrsg.): Fußball für Millionen – Die Geschichte der deutschen Nationalmannschaft. Die Werkstatt, Göttingen, 1999;

[Wi07] Wiese, René: Staatsgeheimnis Sport – Die Abschottung des Leistungssportsystems der DDR. In (Braun, J. Hrsg.): HSR Special Issue Vol. 32. Sport und Diktatur: Zur politischen und sozialen Rolle des Sports in den deutschen Diktaturen des 20. Jahrhunderts. Köln, 2007; S. 154-171

[Wo82] Wonneberger, G.: Körperkultur und Sport in der DDR. Sportverlag Berlin, Berlin, 1982; S. 206

[Te02] Teichler, H.J.: Die Sportbeschlüsse des Politbüros – eine Studie zum Verhältnis von SED und Sport mit einem Gesamtverzeichnis. Sportverlag Strauß, Köln, 2002; S.572

[Ge03] Gebauer, G.: Nationale Repräsentation durch Fußball. In (Adelmann R.; Parr, R. Hrsg.): Querpässe – Beiträge zur Literatur-, Kultur-, und Mediengeschichte des Fußballs. Synchron Wissenschaftsverlag der Autoren, Heidelberg, 2003; S.17

Nachhaltige Regionalentwicklung im ländlichen Raum mittels Bürgerpartizipation

Franziska Hillmer
Sophie Reinhold
Andrea Heilmann

Hochschule Harz
FB Automatisierung und Informatik
Friedrichstr. 57-59
38855 Wernigerode

fhillmer@hs-harz.de
sreinhold@hs-harz.de
aheilmann@hs-harz.de

Abstract: Das hier vorgestellte Forschungsprojekt *Vision20Plus* befasst sich mit der Entwicklung und Implementierung eines kommunalen Nachhaltigkeitskonzepts unter Bürgerpartizipation. Es wird im Rahmen der vom BMBF ausgewiesenen Initiative *ZukunftsWerkStadt* durchgeführt. Dafür wurden in dem Forschungsprojekt regionale Nachhaltigkeitsziele mit entsprechenden Indikatoren entwickelt und bereits konkrete Maßnahmenpakete für die ausgewählte Modellregion im Landkreis Harz abgeleitet.

1 Einleitung

Angestoßen im Zukunftsprojekt Erde des BMBFs, widmet sich die Initiative *Zukunfts-WerkStadt*[1] der nachhaltigen Entwicklung von Kommunen. Der Landkreis Harz und die Hochschule Harz beteiligen sich mit dem Projekt *Vision20Plus*.
Um die Gesellschaft auf einen zukunftsfähigen Entwicklungspfad zu führen, sind auf der kommunalen Ebene ganzheitliche Nachhaltigkeitskonzepte notwendig. Bisher gibt es hierfür keinen einheitlichen Handlungsrahmen. Daher wird im Forschungsprojekt ein Nachhaltigkeitskonzept für Kommunen entwickelt und unter Anwendung von Beteiligungsinstrumenten in der Modellregion erprobt.

Da kommunale Maßnahmen oftmals von Teilen der Bevölkerung kritisch begleitet werden, ist es wichtig, einen möglichst großen Querschnitt in den Wandlungsprozess einzubinden, um die unterschiedlichen Blickwinkel zu berücksichtigen. Richtig angewandt, kann die Bürgerbeteiligung in den Veränderungsprozess, viele Vorteile bieten. Entschei-

[1] Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012a)

dend ist, dass sie einen brückenbauenden Prozess zwischen den Interessengruppen darstellt und zu einer höheren Akzeptanz für die Vorhaben führt.[2]

2 Methodische Herangehensweise

Aufbauend auf der theoretischen Herleitung der Anforderungen nachhaltiger Regionalentwicklung und geeigneter Partizipationsmethoden stützt sich der methodische Ansatz der transdisziplinären Forschungsstudie auf die folgenden Prozessschritte:

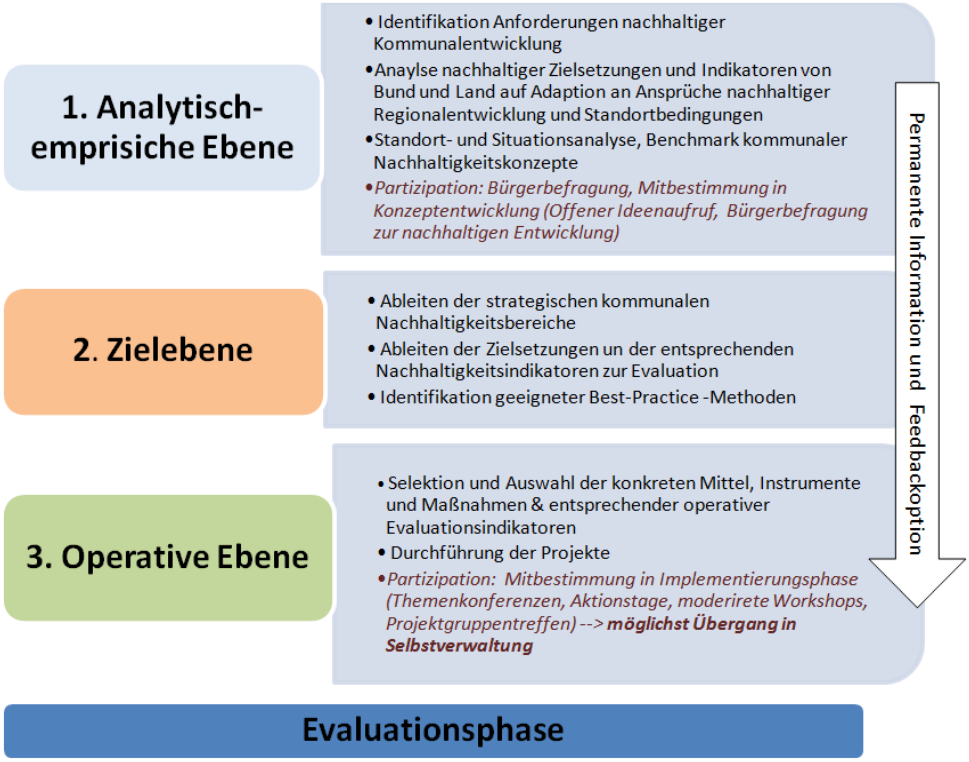


Abbildung 1: Beschreibung der Abbildung

3 Umsetzung der Bürgerpartizipation

Die Mitbestimmung der Bürger wurde folgendermaßen umgesetzt: Über die Printmedien erfolgte zu Beginn ein Aufruf in der Bevölkerung der Modellregion, ihre Ideen und Wünsche für eine zukunftsfähige Entwicklung ihrer Heimat einzureichen. Viele Vorschläge konnten mit den einzuleitenden Nachhaltigkeitsmaßnahmen kombiniert werden,

[2] Vgl. Frehner (2004): S. 8.

sodass die Entscheidungen für die Auswahl der Projekte für die Bürger nachvollziehbar waren. Diese gelingt durch Themenkonferenzen, Aktionstage, moderierte Workshops und Aktionsgruppentreffen, wodurch die Bürger die nötigen Informationen erhalten und ihre Mitsprache ermöglicht wird. Ziel ist es, Bürger oder schon vorhandene Arbeitsgruppen mit Verfügungsgewalten auszustatten, sodass durch den Übergang in die Selbstverwaltung der Projekte durch die entsprechenden Akteure ein möglichst langfristiger Erfolg ermöglicht wird.

Die zwei wichtigsten, permanenten Partizipationsmethoden zur Gewährleistung einer kontinuierlichen Information und Feedbackoption sind zum einen ein Projektbüro in der Osterwiecker Innenstadt, welches als Anlaufstelle für interessierte Bürger, sowie als Werbe- und Informationsplattform dient.[3]

4 Anforderungen nachhaltiger Regionalentwicklung

Für das Projekt ist ausschlaggebend, dass der Landkreis Harz mit 229 Einwohner/km² dünn besiedelt und von ländlichen Regionen geprägt ist.[4] Hinzu kommt die stärkere Wirkung des demographischen Wandels, da durch eine abnehmende Bevölkerungsdichte auch Versorgungs- und Infrastrukturen weiter zurückgebaut werden.[5]

Trotzdem müssen die Bürger im ländlichen Raum die Preissteigerungen bspw. für Ver- und Entsorgungssysteme tragen können.[6] Laut der Studie *Zukunftsfähiges Deutschland* des Wuppertal Instituts ist daher für eine nachhaltige Wirtschaft „*die Renaissance der Regionen angesagt*“. [7] Hier wird die vorherrschende Exportbasisorientierung in der Regionalentwicklung als Problem benannt, da diese nur in wenigen Regionen Wohlstand mehrt - der Großteil fällt im Wettbewerb zurück. Vielmehr sollten Wirtschaftsbeziehungen vor Ort gestärkt werden. Die Studie benennt dafür u. a. folgende Gründe:[8]

- Verbesserung der Kommunikation und Stärkung der sozialen Bindungen
- Geringere ökonomische Abhängigkeit von weit entfernten Versorgern, Versorgungssicherheit und erhöhte Flexibilität
- Bessere Möglichkeiten zur ökologischen Kreislaufführung von Ressourcen sowie emissionsarme und transportsparende Entfernungen

Auch der Oldenburger Ökonom Niko Paech plädiert für einen „[…] *partiellen Rückbau industrieller, insbesondere global arbeitsteiliger Wertschöpfungsprozesse zugunsten einer Stärkung lokaler und regionaler Selbstversorgungsmuster“,*[9] um ökologische

[3] Siehe http://www.vision20plus.de/.
[4] UNDP (2012)
[5] Vgl. Lucas (2008): S. 416.
[6] Vgl. Hahne (2009): S. 4.
[7] Lucas, 2008: S. 396.
[8] Vgl. Lucas (2008): S. 395-397.
[9] Paech (2010).

Schäden der Wertschöpfung drastisch zu reduzieren und die auf wachstumsorientierte Wirtschaftsweise an seine Grenzen stößt.[10] Der Vorsitzende des Bundesverbandes der Regionalbewegung äußert sich wie folgt: „*Einkaufsmetropolen sind kein Ersatz für belebte Dörfer. Agrarindustriebetriebe sind Motoren der Abwanderung aus ländlichen Räumen […].Konzentrationsprozesse der Wirtschaft schaffen Instabilität […].“.*[11]

Für seinen Verband stehen die mittelständischen Betriebe des Lebensmittelhandwerks im Mittelpunkt einer nachhaltigen Regionalentwicklung, weil sie einen großen Beitrag zur Entkopplung von Verkehrsströmen beitragen können. So schaffen regionale Strukturen stabile Einkommensmöglichkeiten.[12] Das Wuppertal Institut sieht nachhaltige Einkommensquellen für ländliche Räume vor allem in der Kombination von ökologischer Landwirtschaft, Naturschutz & Tourismus.[13]

5 Strategische Zielsetzungen mit Nachhaltigkeitsindikatoren

Aus den Analysen der ersten Prozessschritte kristallisieren sich für den durch ländliche Regionen geprägten Landkreis fünf Kernbereiche für eine nachhaltige Regionalentwicklung heraus, die in 20 strategische Ziele unterteilt wurden. Der Bereich Bürgerpartizipation wurde als eine bedeutende Komponente nachhaltiger Entwicklung neu aufgenommen. An Hand dieser Zielsetzungen wurden, wie eingangs erwähnt, operative Maßnahmenpakete abgeleitet (siehe Abb. 2).

So z. B. die *Erhöhung der Nahversorgung mit Lebensmitteln im ländlichen Raum*. Zu Grunde liegt die voranschreitende Schließung von Lebensmittelgeschäften, sodass die Nahversorgung der Einwohner nicht mehr gewährleistet wird. Durch den spärlich ausgestatten öffentlichen Nahverkehr auf dem Land ist die PKW- Nutzung in der Regel unvermeidlich, was wiederum ökologischen Schaden und finanzielle Einbußen für die Privatpersonen bedeutet.

Abgesehen davon, ist das Sortiment der Supermärkte typischerweise von Waren überregionaler Anbieter dominiert, sodass die einheimische Wirtschaft oftmals ein Nachsehen hat. Um diesem Trend entgegenzutreten, wurden vielerorts diverse Lösungsansätze entwickelt, wie bspw. der Einsatz von Regionalwährungen[14] oder Aufbau modernen Dorfzentren[15]. Nach Analyse der Best-Practice-Strategien für die einzelnen Nachhaltigkeitsbereiche – unter Berücksichtigung der Einwohnerwünsche sowie der örtlichen Gegebenheiten – konnten für die Erreichung der Zielsetzungen, operative Maßnahmen der jeweiligen Nachhaltigkeitsbereiche aufgestellt werden. Diese wurden mit Evaluationsindikatoren für die mittelfristige Erfolgsüberprüfung versehen und in der Konzeptübersicht den

[10] Vgl. Paech (2010).
[11] Sindel (2012): S. 2-3
[12] Bundesverband der Regionalbewegung (2012).
[13] Lucas (2008): S. 400.
[14] Ein erfolgreiches Beispiel für eine Regionalwährung ist der Chiemgauer, vgl. Regios eG (2012).
[15] Mehrere multifunktionale Dorfzentren wurden durch Dorv e. V. aufgebaut, vgl. DORV e. V. (2012).

jeweiligen strategischen Zielen zugeordnet, veranschaulicht durch den in Abbildung 2 dargestellten Auszug.

Be-reich	Nr.	Strategisches Ziel	Schlüsselindikatoren	Operative Maßnahmen im Rahmen der ZWS	Evaluationsindikatoren für operative Maßnahmen
Versorgung und Mobilität	14	*Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel erhöhen*	Fahrgäste	Ausweitung Hatix auf EHG SO; Bürgerbus initiieren	Umsetzung
	15	Nahversorgung mit Lebensmitteln im ländlichen Raum erhöhen	Versorgungsgrad	Themenkonferenz zur ländlichen Versorgung; Unterstützung des Aufbaus von Dorfzentren	Teilnehmer Themenkonferenz, Wirtschaftlichkeit der Dorfzentren, Nutzungsgrad
	16	Medizinische Versorgung im ländlichen Raum erhöhen	Versorgungsgrad	Unterstützung des Aufbaus des mobilen Zahnarztmobils	Anzahl der mobil versorgten Patienten, Rendite des Mobils
	17	Zugang zu Kultur-Freizeit- und Bildungsangeboten verbessern	Wahrgenommene Angebote je Einwohner	Einsatz des Bildungsbusses; Stärkung Vereine durch Websitenschulung und Vereinsaktionstag	Angebotene Fahrten BB & Anzahl Passagiere ; Anzahl der Teilnehmer, optimierte/ neu erstellte Vereinswebseiten; Steigerung Mitgliederzuwachs
	18	Zukünftigen Brandschutz gewährleisten-	Versorgungsgrad; Feuerslöscher je Haushalt	Themenkonferenz Brandschutz	Teilnehmer Themenkonferenz; Erfolg Schulprojekt

Abbildung 2: Auszug aus der Übersicht des regionalen Nachhaltigkeitskonzepts

6 Zusammenfassung

Obwohl das Projekt erst seit Mitte 2012 gestartet ist, wird bereits jetzt deutlich, dass die Nutzung der verschiedenen Partizipationsmethoden Wirkung zeigt. Von Seiten der Bürgerinnern und Bürgern trifft die *ZukunftsWerkStadt* auf eine hohe Einsatzbereitschaft, nicht zuletzt weil die Dringlichkeit der Nachhaltigkeitsprobleme in der Modellregion bereits deutlich sichtbar ist. Es wird an dem ausgeführten Beispiel, aber auch in den anderen Arbeitsbereichen deutlich, dass die Einwohner der Einheitsgemeinde "*gemeinsam mehr bewegen*" wollen und können. Somit war es bereits möglich, in dem Projekt *Vision20Plus* eine echte Partizipation zu erreichen.

Entscheidend ist eine transparente, nachvollziehbare und ehrliche Kommunikation von Projektbeginn an. Dann gelingt es auch schwierige Projekte zu realisieren. Denn auch, wenn manches im Bereich Nachhaltigkeit mit Veränderungen der Lebensstile und teilweise Entbehrungen verbunden ist, so gelingt die Umsetzung, wenn die Bürger nachvollziehen können, dass die Entwicklungen zur Erhöhung der Resilienz ihrer Region führen und damit eine Zukunft in ihrer Heimat ermöglichen.

Wie erfolgreich sich die einzelnen Maßnahmen letztendlich auf die nachhaltige Entwicklung in der untersuchten Region auswirken, kann erst in einer Langzeitstudie evaluiert werden. Diese würde die Überprüfung der aufgestellten Indikatoren, wie Nutzungsgrade, eingesparte Fahrten oder Umsatzentwicklung der regionalen Zulieferer ermöglichen.

Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012a): Zukunftsprojekt ERDE, http://www.zukunftsprojekt-erde.de/, Zugriff am 10.12.2012.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2012b): *Bürger machen ihre Städte nachhaltiger*, http://www.bmbf.de/press/3261.php, Zugriff am 13.07.2012.

Bundesregierung (2009): Handlungskonzept der Bundesregierung zur Weiterentwicklung der ländlichen Räume, Beschluss vom 06.05.2009, Berlin , http://www.bmelv.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/2009/081-AI-Weiterentwicklung-Laendliche-Raeume.html?nn=310770, Zugriff am 21.11.2012.

Bundesverband der Regionalbewegung (2012): Unsere Ziele, http://www.regionalbewegung.de/index.php?id=ziele, Zugriff am 13.12.2012.

DORV e. V. (2012): http://www.dorv.de/.

Kern, A (1999): Regionale Kommunikation, MANZ Verlag Schulbuch GmbH, Wien.

Maier, G./Tödtling, F. (2001): Regional- und Stadtökonomik 1. Standorttheorie und Raumstruktur, 3. Auflage, Springer Verlag, Wien/New York.

Müller-Christ, G. (1998): Nachhaltigkeit durch Partizipation Bürgerbeteiligung im Agenda-Prozess, Verlag Wissenschaft und Praxis, Berlin.

Nexus Institut für Kooperationsmanagement und interdisziplinäre Forschung GmbH (2007): *Analytischer Literaturbericht Kooperationsnetzwerke und bürgerschaftliches Engagement als Erfolgsfaktoren für ostdeutsche Kommunen*, http://www.partizipative-kommune.de/pdf/Literaturstudie_Partizipative+Kommune_2007.pdf, Zugriff am 02.08.2012.

Rat der Nachhaltigkeit (2011): Städte für ein nachhaltiges Deutschland Gemeinsam mit Bund und Ländern für eine zukunftsfähige Entwicklung, http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/Broschuere_Staedte_fuer_ein_nachhaltiges_Deutschland_texte_Nr_36_Juni_2011.pdf, Zugriff am 13.07.2012.

Regios eG (2012): Chiemgauer… das bessere Geld für die Region, www.chiemgauer.info/, Zugriff am: 16.12.2012.

Sindel, H. (2012): Neue alte Wege, in: Der Kreisel, Bundesverband der Regionalbewegung e. V., Feuchtwangen, S. 2-3.

UNDP (2012): Germany, Country Profile: Human Development Indicators: http://hdrstats.undp.org/en/countries/profiles/DEU.html, Zugriff am 13.12.2012

Vision20Plus (2012): http://www.vision20plus.de/.

Deterministische Personalbemessung und Ermittlung von indirekten Prozesskosten in Verwaltung und Dienstleistung

Susann Gründler
Michael A. Herzog

Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Str. 25
39576 Stendal
susann.gruendler@dr-gruendler.de
michael.herzog@hs-magdeburg.de

Abstract:

Indirekte Personalkosten sind für Unternehmen in der Regel schwer zu bestimmen und werden für die Personalbedarfsplanung häufig sehr grob geschätzt. Im Folgenden wird eine Methode zur Datenermittlung für die deterministische Personalbemessung und Ermittlung von Prozesskosten in organisatorischen Bereichen vorgestellt, die bisher über Gemeinkosten abgerechnet wurden. Indirekte Prozesse und Aufgaben müssen vor allem zeitlich bewertet werden, um Prozesskosten und Personalbedarfe ermitteln zu können. Im Rahmen einer Abschlussarbeit wurde ein Methodenportfolio entwickelt, worin vorhandene Methoden angepasst und miteinander verbunden wurden, um sie auf indirekte Prozessanteile anzuwenden. Die beschriebene Vorgehensweise soll auch einem Praktiker als Handlungsleitfaden für die Umsetzung dienen. Im Folgenden wird gezeigt, dass mit Anwendung dieser Methode eine belastbare, reproduzierbare und statistisch abgesicherte Datenbasis geschaffen werden kann. Den Anwendern wird damit die Möglichkeit eröffnet, Daten über indirekte Zeiten und Kosten in eine Vielzahl von Entscheidungen einzubeziehen wie beispielsweise Auslastungsanalysen, Kapazitätsbilanzen und die Prozesskostenrechnung.

1 Ausgangssituation

Die Prozesskostenrechnung wurde 1989 als einfache und praktikable Methodik zur Zuordnung und Steuerung der fixen Gemeinkosten eingeführt und hat sich seitdem zu einem verbreiteten Managementansatz weiterentwickelt (HM11).[1] Die schwierige Bemessung genauer, indirekter Prozesskosten wurde bereits in vielen Ansätzen untersucht. Rall, Scheermesser und Dalhöfer (RSD07) etwa schlagen eine Bewertung der Komplexitätskosten über Matrixmodelle verschiedener Erhebungen vor. „Insgesamt wird die Prozesskostenrechnung vorrangig als Rechenmethodik behandelt. Ihre Einbindung in ein Prozessmanagement wird nicht thematisiert. Daher kommt wohl die häufig geäußerte Kritik an der „Komplexität“ der Prozesskostenrechnung. Die zu ermittelnde Mengen-, Zeit- und Qualitätsstruktur der Prozesse wird nur aus der Perspektive der Kostenrech-

[1] Vgl. [HM11] Horvath, Mayer (2011), S. 5

nung gesehen und nicht als unerlässlicher Bestandteil von Planung und Steuerung.“[2] Durch große Fortschritte zur Einbeziehung der Prozesskostenrechnung in aktuellen Softwaresystemen zum Prozessmanagement wird es möglich, komplexere Bewertungsmodelle und neue methodische Ansätze praktisch umzusetzen. Das hier in Kapitel 2 vorgestellte Vorgehensmodell verbindet diese Möglichkeiten mit der prozessbasierten Managementperspektive bei der Bewertung von Prozesskosten in den indirekten Bereichen, wie beispielsweise in der Verwaltung oder in Dienstleistungsbereichen.

Voraussetzung für die Entwicklung einer neuen Bewertungsmethode ist die Definition der Prozesse und deren Stabilität. Das bedeutet, es müssen –wenn noch nicht vorhanden– Standards dafür definiert werden. Es geht dabei um die Vereinheitlichung der Arbeitsweise der Mitarbeiter und um die Festlegung der einzelnen Arbeitsmethoden. Mit der Vereinheitlichung und Festlegung wird gleichzeitig erreicht, dass die ermittelten Daten reproduzierbar sind.

Hierfür können die folgenden REFA-Grundsätze handlungsleitend sein:

„Der den Daten zugrundeliegende Arbeitsablauf muss beschrieben sein. Die den Daten zugrunde liegenden Arbeitsbedingungen müssen bekannt sein. Die erfassten Daten müssen bestimmten statistischen Anforderungen genügen“ [R92][3].

Es ist immer wieder zu beobachten, dass vorhandene Daten nur schlecht wiederverwendet werden können, weil bei ihrer Ermittlung diese drei Gesichtspunkte nicht hinreichend beachtet wurden [R92] [4]. Des Weiteren liegen in den Produktionsbereichen sehr gute Erfahrungen hinsichtlich der Arbeitsstrukturierung, Datenerfassung und Kapazitätsplanung vor. Es gilt damit auch die Frage zu beantworten: „Sind diese Erfahrungen auf den Dienstleistungssektor übertragbar?“

2 Lösungsansatz

Der gegenwärtige Stand der Fachliteratur zeigt, dass viele theoretische Modelle, Einzellösungen und Tools vorhanden sind. Was fehlt, ist eine kundenorientierte Verknüpfung der vorhandenen Werkzeuge zu einer wirtschaftlichen Lösung.

Der Lösungsansatz besteht in einer Kombination aus Prozessanalyse und Selbstaufschreibung mit Multimomentaufnahme. Somit wird einem Anwender die Möglichkeit eröffnet, die vorhandenen Daten für eine Vielzahl von Entscheidungen zu verwenden wie beispielsweise die Durchführung bzw. Ermittlung von Auslastungsanalysen, Kapazitätsbilanzen und Prozesskosten. Das hierfür entwickelte Vorgehensmodell sieht fünf ausdifferenzierte Schritte vor (Abbildung 1: 5-Stufen-Modell)

[2] Vgl. [HM11] Horvath, Mayer (2011), S.10
[3] Vgl. [R92] REFA (1992), S.13
[4] Vgl. [R92] REFA (1992), S.13

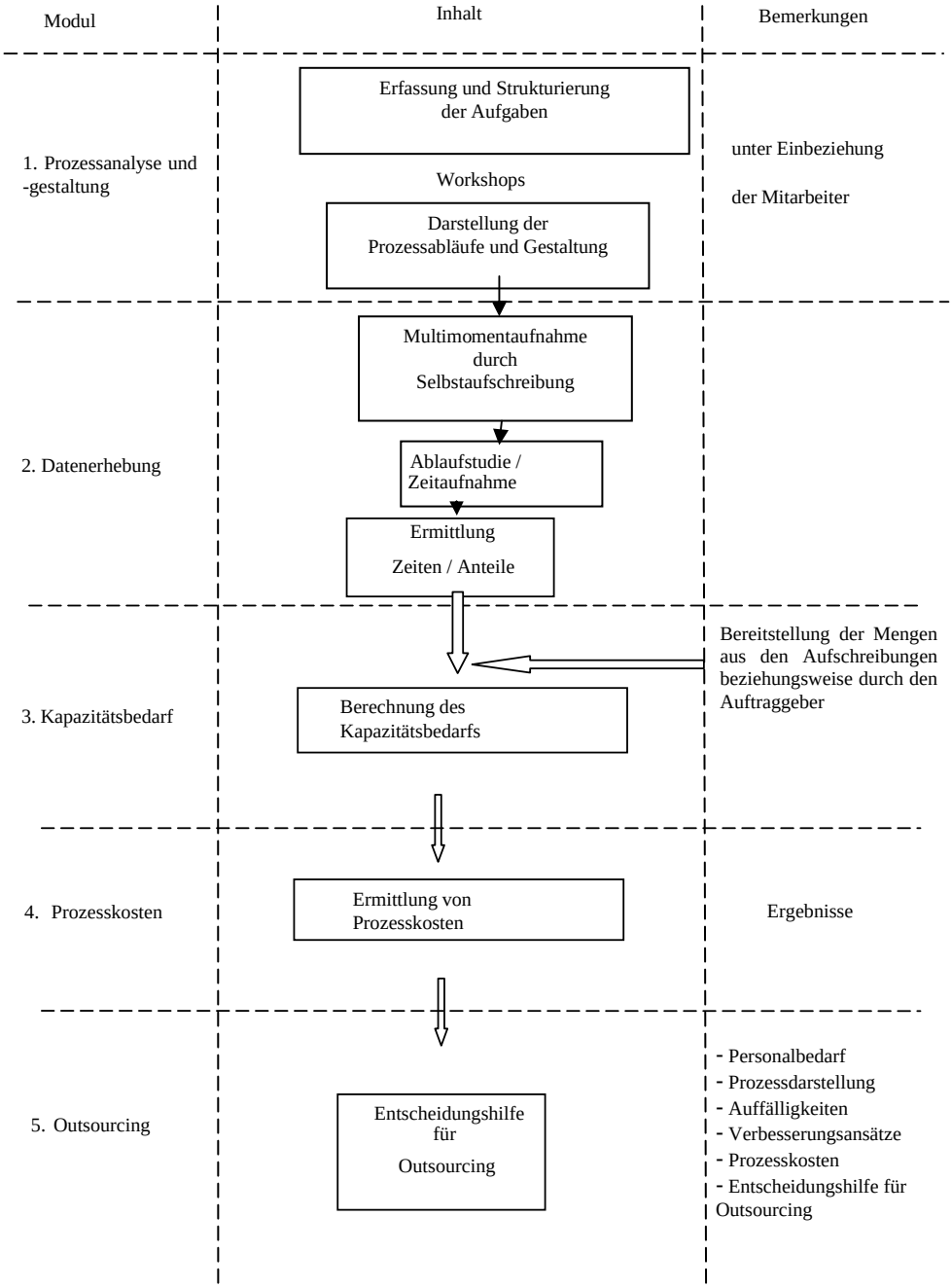


Abbildung 1: 5-Stufen-Modell

Praxistest

Die Fünf-Stufen-Methode wurde im Rahmen eines Beratungsprojektes der REFA: Consulting GmbH bei einer Firma, die sich mit dem Vertrieb von modernster Telefon- und Kommunikationstechnik beschäftigt, getestet. Die erste Stufe Prozessanalyse wurde durch Anwendung des Softwaretools sycat® durchgeführt. In der zweiten Stufe wurden die Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Multimomentstudie durch Selbstaufschreibung über vier Wochen im Verwaltungsbereich der Firma durchgeführt. Die gewonnenen Zeit- und Mengendaten dienten in der dritten Stufe zur konkreten Personalbedarfsermittlung und zur Berechnung der Prozesskosten für den Bereich „Vertrieb".

Prozessanalyse

Die Prozessanalyse nach Steinbuch ermittelt und beurteilt Arbeitsabläufe [S08][5]. Ausgehend von dem Grundsatz „Erst gestalten, dann messen" wurde die Prozessanalyse und -gestaltung an den Anfang der entwickelten Methode gestellt. In einem ersten Schritt wurde eine Ist-Analyse durchgeführt. Die Schwachstellenermittlung erfolgte im zweiten Schritt und im dritten wurden der Sollprozess und die Aufgaben- und Prozesslisten erstellt.

Multimomentstudie durch Selbstaufschreibung

Die Multimomentaufnahme besteht in dem Erfassen der Häufigkeiten zuvor festgelegter Aufgaben und Tätigkeiten an einem oder mehreren gleichartigen Arbeitssystemen mit Hilfe stichprobenmäßig durchgeführter Kurzzeitbeobachtungen.[R97][6] Bei dieser Methode erhält man mit relativ geringem Aufwand und -in Form einer Selbstaufschreibung mit Hilfe von Signalgebern- eine Langzeiterhebung mit hoher Ergebnisvielfalt (Abbildung 2: Signalgeber zur Notierung von Aufgaben, Tätigkeiten, Einflüssen und Kostenträgern)

Abbildung 2: Signalgeber zur Notierung von Aufgaben, Tätigkeiten, Einflüssen und Kostenträgern

5 Vgl. [S08] Stern (2008), S.24
6 Vgl.[R97] REFA (1997), S.235

Ebenso ist die Betrachtung unübersichtlicher Bereiche möglich. Die erfassten betrieblichen Daten werden mit der Standardsoftware Excel® ausgewertet und in einer Pivot-Tabelle dargestellt (Tabelle 1: Auswertung einer betrieblichen Multimomentstudie)

Personalbemessung/ Kapazitätsbedarf

Bei der Bestimmung der verschiedenen Personalbedarfsarten müssen die Beziehungen beachtet werden, die bei der Deckung zwischen Personalbedarf und Personalbestand bestehen [R91].[7]

Die ermittelten Zeit- und Mengendaten dienen zur Berechnung des Personalbedarfs. Dem gegenüber wird der Personalbestand gestellt. Der Personalbestand ermittelt sich aus dem vorhandenen Bruttobestand abzüglich aller Unterbrechungen und Abwesenheitszeiten. Durch die Gegenüberstellung ist es somit möglich, eine Über- oder Unterdeckung zu ermitteln.

Zeilenbeschriftungen	Abs	Rel
01000000 OPM	127:30	70,25%
01010000 Postbearbeitung/ Wareneingang	0:30	0,28%
01020000 Auftragsbearbeitung Retail	19:30	10,74%
01022100 Partnervertrag	58:30	32,23%
01030000 Montagsbericht erstellen	0:30	0,28%
01040000 Billing-Support-Queue (1x Ende der Woche)	1:30	0,83%
01050000 Anfragen allgemein	6:30	3,58%
01060000 Queue-Bearbeitung	13:00	7,16%
01070000 Kündigungsbearbeitung Retail	6:00	3,31%
01080000 Dekonfiguration von Diensten	20:00	11,02%
01090000 Verteilung von Aufgaben/Tickets an Mitarbeiter	1:30	0,83%
05000000 Marketing & Sales	0:30	0,28%
11000000 Abteilungsübergreifende	11:30	6,34%
12000000 Administrative Tätigkeiten	22:00	12,12%
13000000 Sonstige Zeiten	20:00	11,02%
Gesamtergebnis	181:30	100,00%

Tabelle 1: Auswertung einer betrieblichen Multimomentstudie

Prozesskostenmanagement

„Die direkt zurechenbaren Kosten zur Herstellung eines Produktes sind in den meisten Unternehmen bekannt bzw. lassen sich leicht ermitteln. Unklar jedoch ist den Unternehmen beispielsweise:

Was kostet die Abwicklung eines Auftrages?
Was kostet eine Reklamation?
Wie hoch ist der Aufwand für die Beschaffung von Material?

7 Vgl. [R91] REFA (1991), S.276

Diese Fragen resultieren aus betrieblichen Abläufen, die in den indirekten Bereichen eines Unternehmens, oft auch Gemeinkostenbereiche genannt, entstehen.“ [B05][8] Die Prozesskostenrechnung ist ein Instrument, mit dessen Hilfe auch Gemeinkosten transparenter gemacht werden können. Dazu ist es erforderlich, diese Prozesse zu analysieren und zu standardisieren. Auf dieser Basis können die für die Kostenrechnung erforderlichen Zeitgerüste ermittelt werden. Mit der vorgestellten Methode werden die erforderlichen Daten bereitgestellt und durch ihre Verwendung in der Prozesskostenrechnung wird ein Beitrag zur Umsetzung der Kostenzuordnung nach dem Verursacherprinzip geleistet. Mittels Kostentreiber wird also versucht die Gemeinkosten verursachungsgerecht auf die Kostenträger umzulegen. [O99] [9]

Fazit

Die vorgestellte Methode wurde unter Anwendung eines betrieblichen Beispiels entwickelt und auf Anwendbarkeit getestet. Die Ergebnisse der praktischen Anwendung bestätigen, dass die so gewonnenen Daten zur Personalbemessung und für das Prozesskostenmanagement verwendbar sind. Bei der Erarbeitung dieses neuartigen Modells wurde immer nach dem Grundsatz verfahren, dass die Beschreibung der Methode auch gleichzeitig eine Handlungsanleitung für den Praktiker ist.

Literaturverzeichnis

[B05] Berger, D.: In Grundlagen des Prozesskostenmanagements, 2005; S.3

[HM11] Horváth, P, Mayer, R.: Was ist aus der Prozesskostenrechnung geworden?. In (ZfCM Controlling & Management), Sonderheft 2-2011, Springer Verlag, 2011; pp. 5-10

[O99] Olfert, K.: In (Kostenrechnung), kiehl Verlag, 1999; S.253

[RSD07] Rall, K.,Scheermesser, S.,Dalhöfer,: Ans Tageslicht gebracht: Komplexitätskosten indirekter Geschäftsprozesse; Qualität und Zuverlässigkeit: QZ, Vol.52, No.5, 2007; pp.152-153

[R91] REFA: Planung und Steuerung, In (Teil2), Carl Hanser Verlag, München, 1991; S. 276

[R97] REFA: Methodenlehre der Betriebsorganisation, In (Datenermittlung), Carl Hanser Verlag, 1997; S.235

[S08] Stern, C.A.: Potentialanalyse, Einsatz eines Dokumenten Management Systems im Vertrieb eines Großunternehmens, Diplomica Verlag GmbH, 2008

[8] Vgl. [B05] Berger (2005), S.3
[9] Vgl. [O99] Olfert (1999); S. 253

Die Analyse der Prozessebene in Public Private Partnerships

Christian Schminder

Fachbereich Wirtschaft
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg a.d. Havel
christian.schminder@fh-brandenburg.de

Abstract: Public Private Partnership stellt verstärkt ein Modell zur Erfüllung öffentlicher Leistungserstellung dar. Nach erstem praktischen Einsatz und überwiegender theoretischer Betrachtung externer PPP-Rahmenbedingungen, fokussiert dieser Beitrag PPP-interne Prozesse. Eine Beschreibung PPP-interner Prozesse ist weitestgehend unerforscht und kann Ansatzpunkt zur theoriegeführten Analyse bestehender Kritik am Modell bieten und Grundlage zur verbesserten Steuerung von PPP-Vorhaben darstellen.

1 Das Model Public Private Partnership

Eine in Deutschland seit den 1980er Jahren angewandte Form der Kooperation zwischen öffentlichen und privaten Partnern stellen Public Private Partnerships (PPPs) dar.[GS04] PPP beschreibt die informelle oder formelle Kooperation zwischen öffentlicher Hand und der Privatwirtschaft zur Erreichung gemeinsamer Ziele unter Einbringung synergetischer Kompetenzen und Ressourcen. Die Motivation der Kooperation ist auf soziale und kommerzielle Ziele zurückzuführen, die in angestrebtem Umfang bei alleiniger Realisierung durch eine der Parteien hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz nicht hätten bewerkstelligt werden können.[G05] Aufgrund der defizitären Finanzlage des öffentlichen Sektors sind PPPs längst zum festen Bestandteil divergenter Kompetenzbereiche geworden. Kooperationen zwischen öffentlichem und privatem Sektor werden in fast allen öffentlichen Aufgabenfeldern auf staatlicher und kommunaler Ebene angewandt.[Z10]

Erste Euphorie zur Anwendung dieses Kooperationsmodells klingt ab. Adäquate Einsatzgebiete, ausreichende Wirtschaftlichkeit, Risikoallokation und Innovationsfähigkeit werden hinterfragt.[A05][K09] Nach ersten praktischen Erfahrungen und überwiegend theorielastiger Betrachtung externer PPP-Rahmenbedingungen, nimmt dieser Beitrag bestehende Kritik am Modell zum Anlass PPP-interne Prozesse zu beleuchten. Eine Beschreibung PPP-interner Prozesse ist weitestgehend unerforscht und kann Ansatz-

punkt zur Analyse bestehender Kritik bieten und Grundlage verbesserter Theoriebildung sowie Steuerung von PPP-Vorhaben darstellen.[G07][M08]

2 Die Einordung zur betriebswirtschaftlichen Diskussion des Konstrukts Public Private Partnership

Die Literatur diskutiert die wirtschaftliche, soziologische, rechtliche und (verwaltungs-) politische Dimension von PPP.[ebenda][M06][M04]

Die wirtschaftliche Perspektive untersucht PPP als kooperatives Wagnis, welches auf gegenseitigem Profitieren durch Zusammenarbeit begründet ist. Die Verlagerung von Risiko, das Einbringen von komplementären Kompetenzen und Ressourcen sowie die Generierung von Synergieeffekten sind entscheidende Motivationsgründe zur Zusammenarbeit. Ansätze der Transaktionskosten- und Prinzipal-Agenten-Theorie als auch Ansätze zum Risiko- und Projektmanagement werden in diesem Zusammenhang als Erklärungs- und Entscheidungsgrundlagen herangezogen.[M08][R05][AB09] Bestehende Forschungsansätze zielen überwiegend auf die Erörterung idealer Rahmenbedingungen von PPPs ab. Fundierte Aussagen zu adäquaten Einsatzgebieten, Wirtschaftlichkeit, Risikoallokation und Innovationsfähigkeit können jedoch nur getroffen werden, wenn nicht nur finanzwirtschaftliche Kennzahlen erörtert, sondern auch schwer quantifizierbare, interne Prozesse der Zusammenarbeit in Betracht gezogen werden.[G07]

Mit Ansätzen der Sozialkapitaltheorie wird daher der Versuch unternommen, soziokulturelle Einflussfaktoren wie Vertrauen, Reputation, Normen und Reziprozität im Zusammenhang der Organisation von PPPs zu diskutieren.[ebenda] Eine theoretische Systematisierung relevanter Einflussfaktoren sozio-ökonomische Interaktionsprozesse innerhalb von PPPs, sowie deren Schematisierung einer Ursache-Wirkungsbeziehung, bleiben jedoch unbeleuchtet. So ist beispielsweise Aufbau von Vertrauen zwischen PPP-Parteien ein entscheidender Einflussfaktor. Interdependenzen zur gleichzeitigen Notwendigkeit der Beibehaltung transparenter PPP-Prozesse werden jedoch nicht betrachtet.

Der dritte Bereich bezieht sich auf die juristische Betrachtung von PPP. Partnerschaften werden hierbei unter dem Gesichtspunkt eines Vertragsverhältnisses untersucht. In diesem Zusammenhang werden rechtliche Voraussetzungen für PPPs diskutiert, um Konfliktpotentialen präventiv entgegenzuwirken. Hierbei findet zur theoretischen Analyse dieses Forschungsbereiches die Vertragstheorie beziehungsweise die Theorie unvollständiger Verträge Anwendung.[G10][B05] Eine Reduktion des Themas PPP auf juristische Perspektiven scheint nicht zielführend. Das präventiv-juristische Verständnis beleuchtet Motivationsgründe einer PPP außerhalb rechtlicher Beweggründe der Zusammenarbeit unzureichend und tendiert zur übermäßigen Komplexitätssteigerung einer Kooperation. Vielmehr geben rechtliche Regelungsdefizite und Grenzen juristischer Ausgestaltungsfähigkeit von Kooperationen Anlass zur verbesserten Schematisierung der PPP-Organisation.[17] Die Analyse PPP-interner Prozesse kann dabei einen Beitrag zur erfolgreicher Planung, Durchführung und Evaluation von PPP leisten.

Der politische Bereich bedient sich weitestgehend in leitfadenorientierten Arbeiten der juristischen und wirtschaftlichen Dimension zur Diskussion von PPP.[G07][HG03]

Zur Untersuchung des Konstrukts PPP weisen die wirtschaftliche, soziologische, juristische und politische Dimension Interdependenzen auf. Grundsätzlich sind jedoch nach dargelegter Argumentation PPPs weder rein legislativen noch politischen Charakters und somit wirtschaftlicher Natur.[M08] Im Kern sind PPPs auf sozio-ökonomische und technische Motivationsgründe der Zusammenarbeit zurückzuführen. Theoriebildung zur verbesserten PPP-Steuerung muss auf diese Anwendungspraxis Bezug nehmen.[G07]

Bisherige Theorien untersuchen überwiegend Rahmenbedingungen für PPP. Die Sozialkapitaltheorie stellt einen Ansatz zur Beleuchtung PPP-interner Einflussfaktoren produktiver Zusammenarbeit dar. Über sozio-kulturelle Faktoren hinaus müssen PPP-interne Prozesse aus einer integralen sozio-ökonomischen Perspektive schematisiert werden. So besteht die Möglichkeit auf Grundlage eines theoriegestützten Konstrukts auf praxisbezogene Kritik am PPP-Modell einzugehen und PPP-Vorhaben besser steuern zu können.

3 Die Relevanz der Prozessebene als Grundlage zur Analyse von Public Private Partnerships

Die Betrachtung der Prozessebene stellt neben anderen wirtschaftlichen, soziologischen rechtlichen und politischen Perspektiven lediglich ein Element des Konstrukts PPP dar. Fehlende Wirtschaftlichkeit, unzureichende Risikoprognostizierung, unklare Aufgabenverteilung und teils schwache Innovationsfähigkeit können jedoch mitunter auf unzureichende Schematisierung der Interaktionsprozesse zurückgeführt werden. So wird PPP-Steuerung durch fehlende Interaktionsprinzipien erschwert.

PPP charakterisiert sich durch die Herausforderung der Kombination unterschiedlicher Organisationsstrukturen und Prozesse. So sind beispielswiese Entscheidungen der Märkte nicht in dem Umfang an demokratische Prozesse gebunden, wie es der Fall auf öffentlicher Ebene ist.[M96] Für PPP-Vorhaben ergeben sich hieraus Führungsasymmetrien und unterschiedliche Zielstellungen zwischen beteiligten Parteien.[LT08]

Nach Abbildung 1 wird zukünftig diese Konstellation divergenter Organisationstrukturen und Prozesse, aufgrund zunehmender Aufgabenverschiebungen zwischen beiden Parteien, für das Auftun bisher betriebswirtschaftlich strukturfreier Räume sorgen. Vor dem Hintergrund der partiellen Übertragung staatlicher Obhut an die Privatwirtschaft einerseits und der Übernahme privatwirtschaftlicher Strukturen der öffentlichen Hand andererseits, erhält die Steuerung sozio-ökonomischer Interaktionsprozesse in PPP-Netzwerken zunehmend an Bedeutung.

Diese Konvergenz ursprünglich getrennter Bereiche wird in Abbildung 1 durch die sich annähernden Dynamiken staatsseitiger Hierarchie und marktseitiger Effizienz beschrieben. Folglich sind nach Abbildung 1 PPPs aufgrund der engen Interaktion komplementärer Bereiche nicht durch rein marktliche oder hierarchische Faktoren bestimmt, sondern vielmehr durch das Verständnis der Interaktion zwischen divergenten Partner geprägt.

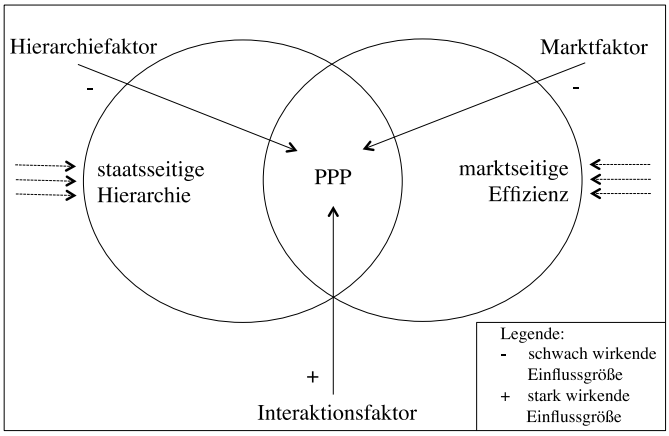


Abbildung 1: Einflussgrößen im sich wandelnden PPP-Konstrukt

PPP-Interaktionsprozesse sind jedoch aus betriebswirtschaftlicher Sicht weitestgehend unklar. Arbeitsteilung gestaltet sich aufgrund zunehmend fehlender Hierarchien und Verlagerung von Aufgabenbereichen in Theorie und Praxis als schwierig.[M08] Folge ist bestehende Kritik PPP-Modell. Diese Verlagerungsdynamik an Aufgaben und Strukturen zeigt sich unabhängig vom PPP-Konglomerat seitens der Wirtschaft beispielsweise bezüglich Aktivitäten im Bereich Corporate Social Responsibility (CSR[1]).[C91] Seitens der öffentlichen Hand sind Bestrebungen zum New Public Management (NPM[2]) vorhanden.[SP06]

Unzureichende theoretische Schematisierung der PPP-Interaktion ist darin zu begründen, dass das Konzept seinen Ursprung in der Praxis findet. Zusätzlich sind zahlreiche Definitionen und zentrale Institutionen vorhanden. Klare Abgrenzung, Untersuchbarkeit und Vorgehensweisen werden somit erschwert.[B03] So greifen bestehende Theorieansätze unzureichend, um erläuterten PPP-interorganisationalen Wandel zu beschreiben.[G07]

Theoretische Schematisierung sozio-ökonomischer Interaktionsprozesse stellt eine Möglichkeit dar, wirtschaftliche und juristische Rahmenbedingungen ganzheitlicher zu betrachten und aus interner Sicht verbesserte PPP-Steuerung zu ermöglichen.

4 Ansatz zur Strukturierung und Schematisierung der Prozessebene

Mittels Modellen der Spieltheorie, Transaktionskostentheorie und Prinzipal Agent-Theorie können auf Meta-Ebene grundlegende Rahmenbedingungen zur PPP-Interaktion beschrieben werden.[G07][H09] PPPs weisen jedoch vielschichtige Interdependenzen und Wirkungsketten an Prozessen auf.[KKK97] Interaktion von Wirtschaftssubjekten anhand von Transaktionskosten und asymmetrischen Informationen zu beschreiben,

[1] CSR beschreibt das selbstbestimmte Auferlegen sozial geprägter Richtlinien seitens der Wirtschaft
[2] NPM beschreibt die Adaption wirtschaftlicher Managementpraktiken im Bereich der öffentlichen Hand zur Effizienz- und Effektivitätsoptimierung

erlaubt begrenzte Entscheidungsansätze.[S91] PPP-Praxis findet ihren Ursprung im Bereich Bau und Infrastruktur.[HG03]. Bisher wird PPP überwiegend als eine Form der Beschaffung verstanden. Zukünftig können PPPs jedoch verstärkt innovationsgetriebene Ausrichtungen einnehmen.[WMS12] Die Prozessebene ist dabei zusätzlich von Faktoren wie Identifikation von Innovationspotential, Arbeitsteilung, kulturell bedingter Abstimmungsschwierigkeiten und Anreizmechanismen bestimmt. Insbesondere vor diesem Hintergrund muss sich eine Analyse der in PPPs tatsächlich ablaufenden Prozesse zusätzlicher interdisziplinärer und multikausaler Ansätze bedienen.

Mittels der Modellierungsmethodik der System Dynamics können komplexe Systemsachverhalte sowie interdisziplinäre Kausalitäten visualisiert werden. So können in einem ersten Schritt ausgewählte Einzelaspekte sozio-ökonomischer Interaktion im Konstrukt PPP untersucht werden. Hierbei können qualitative System Dynamics Darstellungsmethoden Anwendung finden, um in sich geschlossene PPP-Interaktionsprinzipien untersuchen zu können. Mit Kausaldiagrammen wird das System PPP in relevanten Einzelteilen der Interaktion betrachtet. In einem Folgeschritt können Rückschlüsse der Systemkomponentenanalyse für eine quantitative System Dynamic Darstellung Anwendung finden, um Interdisziplinaritäten einzelner Interaktionsprozesse aufzuzeigen. So kann eine Prozessdarstellung entwickelt werden, welche es ermöglicht sozio-ökonomische Interaktionsprozesse in PPP's zu strukturieren und schematisieren.[H09]

PPP wird zukünftig in neuartigen Bereichen öffentlicher Leistungserstellung ein priorisiertes und unumgängliches Modell darstellen.[HG05] Der finanzielle Treiber zur Kooperation darf jedoch nicht als Hauptgrund einer Partnerschaft interpretiert werden. Kooperationen aus Wirtschaft und öffentlicher Hand können mittels strukturierter und schematisiert Interaktionsprozesse Fehlerquellen der Zusammenarbeit minimieren und wirtschaftlichen, innovativen und sozialen Mehrwert schaffen. Das Modell PPP nutzt seine Potentiale diesbezüglich unzureichend. Die Darstellungsmethode der System Dynamics stellt dabei einen Ansatz zur Strukturierung und Schematisierung von sozio-ökonomischen PPP-Interaktionsprozessen dar.

Literaturverzeichnis

[A05] Alfen, H.W.: Public Private Partnership – Aktuelle Entwicklung in Deutschland. Bauhaus Universität Weimar, Weimar, 2005.

[AB09] Akintoye, A.; Beck, M.: Policy, Management and Finance of Public Private Partnerships. Wiley-Blackwell, West Sussex, 2009; S. 244-246.

[B05] Bannier, E. C.,: Vertragstheorie - Eine Einführung mit finanzökonomischen Beispielen und Anwendungen -. Physica-Verlag Heidelberg. Heidelberg, 2005; S. 180.

[B03] Bertelsmann Stiftung/ Clifford Chance Pünder/ Initiative D21: Prozessleitfaden Public Private Partnerships - Eine Publikation aus der Reihe PPP für die Praxis -, 2003.

[C91] Carroll, A.B.: The Pyramid of Corporate Social Responsibility: Toward the Moral Management of Organizational Stakeholders. Oxford 1991. Elsevier, Business Horizons, 1991.

[G05] Geddes, M.: Making Public Private Partnerships Work - Building Relationships and Understanding Cultures -. Gower Publishing Company, Aldershot, 2005; S. 2-6

[G10] Gehrt, J.: Flexibilität in langfristigen Verträgen - Eine ökonomische Analyse des vertraglichen Nachverhandlungsdesigns bei PPP-Projekten -. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2010; S. 29-30.

[G07] Grüb, B.: Sozialkapital als Erfolgsfaktor von Public Private Partnership. Berliner Wissenschafts-Verlag, Berlin, 2007; S. 40, 40, 163-188, 40, 43,44, 45-70.
[GS04] Gerstlberger, W.; Schmittel, W.: Public Private Partnership als neuartiges Regelungsmuster zwischen öffentlicher Hand und Unternehmen. Edition der Hans Böckler Stiftung, Düsseldorf, 2004; S.13.
[H09] Ho, P.: Government Policy on PPP Financial Issues: Bid Compensation and Financial Renegotiation. In (Akintoye, A; Beck, M., Hrsg.): Policy, Management and Finance of Public Private Partnerships. Wiley-Blackwell, West Sussex, 2009; S. 268-270.
[HG05]Hodge, G.; Greve, C.: The Challenge of Public Private Partnerships - Learning from International Experience -. Edward Elgar Publsihing Limited, Cheltenham, 2005; S. 103.
[HG03]Hoeppner, R.-R., Gerstlberger, W.: Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit: Public Private Partnership – Ein Leitfaden für öffentliche Verwaltung und Unternehmer. Klarmann Druck, Kelkheim, 2003.
[H09] Hürlimann, M.: Dealing with Real-World Complexity - Limits, Enhancements and New Approaches for Policy Makers -. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2009; S. 79-117.
[K09] Klabe, M.: Sind Public Private Partnerships für Europäische Regionen wirtschaftlich? - Ein Vergleich zwischen Schottland und Nordrhein-Westfalen -. Diplomica Verlag, Hamburg, 2009; S. 57.
[KKK97]Kickert, J.M.W.; Klijn, E.H.; Koppenjan, F.M.J.: Managing Complex Networks – Strategies for the Public Sector -. Sage Publication Ltd, London, 1997; S. xii.
[LT08] Liu, J.; Tan, Y.H.: Towards Asymetric Information for the G2B Inter-Organizational Networks, 20th Bled eConference eCollaboration: Overcoming Boundaries through Multi-Channel Interaction, Slowenien, 2008.
[M04] Manning, S.: Public Private Partnership als "Negotiated Order", Aushandlungsprozesse zwischen öffetnlicher und privater Welt in der deutschen Entwicklungszusammenarbeit. In: Berliner Journal für Soziologie, 14, 2004; S. 95-112.
[M96] McKevitt, D.; Lawton, A.: Public Sector Management - Theory, Critique & Practice -. Sage Publications Ltd., London, 1996; S. 83.
[M08] Mörth, U.: European Public-Private Collaboration – A choice between Efficiency and Democratic Accountability? Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham/ Northampton, 2008; S. 14,15,13,12, 21-27.
[M06] Mühlenkamp, H.: Publsic Private Partnership aus Sicht der Transaktionskostenökonomie und der Neuen Politischen Ökonomie. In: Budäus, D. (Hrsg.): Kooperationsformen zwischen Markt und Staat, Theoretische Grundlagen und praktische Ausprägungen von Public Private Partnership, , Nomos, Baden-Baden, 2006; S. 29-48.
[R05] Reijniers, J.J. A. M.: Organization of public - private partnership projects - the timely prevention of pitfalls-. In (Grimsey, D.; Lewis, K.M., Hrsg.): The Economics of Public Private Partnerships. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham/ Northampton, 2005; S. 197-201.
[S91] Simon, H.: Organizations an Markets. In: Journal of Economic Perspectives, 5 (2), 1991; S, 25-44.
[S05] Smith, A.J.: Philosphical Aspects of the Public/ Private Sector partnership. In (Grimsey, D.; Lewis, K.M., Hrsg.): The Economics of Public Private Partnerships. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham/ Northampton, 2005; S. 158.
[WMS12]Witters, L.; Marom, R.; Stienert, K.: The Role of Public Private Partnerships in Driving Innovation. In: The Global Innovation Index 2012; 86.
[SP06] Schedler, K.; Proeller, I.: New Public Management, 3. Aufl. Haupt Berne, Stuttgart, 2006.
[Z10] Zacharewicz, T.: The Future of PPPs in Poland: A Preliminary Assesment. In (Urio, P., Hrsg.): Public Private Partnerships - Success and Failure Factors for In-Transition Countries -. Univesity Press of America, Inc., Plymouth, 2010; S. 165-166.

Potential Cognitive Biases in Corporate Investment Decision-Making: Setting the Hurdle Rate

Mareike Hornung

Faculty of Business and Economics
Schmalkalden University of Applied Sciences
Blechhammer 9
D-98574 Schmalkalden
m.hornung@fh-sm.de

Abstract: Rational and non-distorted corporate investment decisions are critically important and 'scientific' investment appraisal can play a central role, particularly setting the hurdle rate. Empirical research has revealed that actual rates generally exceed organisations' cost of capital – the so-called Hurdle Rate Premium Puzzle. Allowing for bounded rationality of corporate decision-makers, this paper aims to highlight the relevance of cognitive biases as an explanation of this paradox.

1 Investment Appraisal and Setting the Hurdle Rate

Making correct investment decisions poses an important challenge for senior management. Capital investments, and consequently the appraisal of investment projects, have a significant effect on a company's long-term performance and survival. The optimal decision, i.e. choosing the most profitable investment project, requires a non-distorted decision process with accurate data and rational decision-making.

Discounted Cash Flow appraisal methods such as Net Present Value (NPV) and Internal Rate of Return (IRR) methods are widely recommended and used. They require setting the following parameters: the discount rate and the project's forecast cash flow profile. The decisions about the parameters will affect the projected profitability of the considered investment projects and thereby the outcomes of the investment appraisal. This paper particularly focuses on the discount rate. NPV method and IRR method relate to each other. The NPV method seeks to identify the 'value' that would be created, i.e. the present value of all future cash flows discounted, assuming a rate to discount all cash flows. A project should be adopted if the NPV is positive, i.e. the project's rate of return in fact exceeds the discount rate. Hence, the discount rate represents a minimum rate of return or hurdle rate. The IRR method calculates the rate that would lead to an NPV of zero, i.e. the rate of return of the investment project. A project should be supported if its IRR exceeds an appropriate hurdle rate.

The values of the parameters utilised in investment appraisal derive from information in accounting records and knowledge and, in practice, from the decision-maker's memory and wider experience that can influence subjective parameter estimates [LS10]. When making judgements the human cognitive system – exhibiting limited rationality – often uses decision rules that simplify a complex task and may incorporate cognitive biases, which will lead to suboptimal capital investment decisions. This will be taken up in Section 2 of this paper. Detecting such distorted results requires the comparison between actual and rational behaviour. For detecting a distortion in setting the hurdle rate, the rate actually chosen by the corporate decision-maker should be contrasted to an estimate of the optimal hurdle rate, i.e. an objectively appropriate one. Sections 1.1 and 1.2 present this contrast by initally outlining the determination of the optimal hurdle rate and thereafter contrasting it with how the hurdle rate is actually determined in practice.

1.1 Determination of the Optimal Hurdle Rate

Discount rates play a major role in most investment appraisal methods. Particularly for the discounted cash flow methods, the discount rates and thus the hurdle rates are of crucial importance, in that: They enable comparability of cash flows occurring at different points in time; they permit comparability between investment alternatives and represent both current and future investment opportunities; they are applied to balance out differences in capital tie-up and in economic lives; they determine how much the future cash flows will be devalued. The initial investment outlay is always 100 %, the future cash (in)flows lose more value the further in the future and the higher the discount rate applied [GNS13]. Investment appraisal must aim at finding a hurdle rate that leads to an approximate fulfilment of these various functions, even though they are obviously contradictory. The determination from the cost of capital as a well-established approach (e.g. [MM58]) is the most objective and accurate approach to approximate the optimal hurdle rate, which we will rely on in the following reasoning. Yet, new approaches exist, e.g. in a principal-agent relationship when managers have superior information, the optimum hurdle rate should in fact be even below the company's cost of capital [DF09].

Taking into account the mix of equity and debt, the cost of capital could be determined by the weighted average (after tax) cost of capital (WACC) with the debt interest rates derived from debt financing agreements. The Capital Asset Pricing Model (CAPM; [SH64] and [BJS72]) – being the most preferred method in practice – derives a risk-adjusted company-specific equity rate of return, i.e. cost of equity. Companies when utilising the CAPM approach partially conduct project-specific risk assessments. The resulting tailored discount rates follow the logic that different projects or company's divisions are associated with different levels of risk and therefore require adjustment.

1.2 Determination of the Hurdle Rate in Practice

Opposing the rational perspective for finding the optimal hurdle rate as illustrated so far, empirical research [MT07] indicates that companies often apply only one single discount rate, i.e. they do not consider each project's specific risk. The reported average discount rate varies surprisingly little over time and across countries. Most importantly, the self-

reported discount rate – and therefore the hurdle rate – often exceeds the computed cost of capital by a substantial magnitude. The cost of capital were computed through data on market- and company-specific risk via the CAPM and thus give an approximation for the optimal hurdle rate. The paradox that the self-reported hurdle rate exceeds the rate that approximates the optimal one implies the existence of a so-called hurdle rate premium and is known as the Hurdle Rate Premium Puzzle (cf. [BLV11], [MT07] and [BLV11]).

As a result, finding the optimal hurdle rate to apply in investment appraisal, it is most recommendable to determine it from the cost of capital. Despite research that suggests that the optimal hurdle should be even lower than the cost of capital, practice unveils the reverse behaviour: Setting the hurdle rate much higher than appropriate does not comply with these insights. It obviously implicates distorted judgement and thus limited rational behaviour of the decision-maker.

2 The Relevance of Cognitive Biases to Explain the Hurdle Rate Premium Puzzle

Approaches exist to explain a hurdle rate premium. They involve real options and agency problems, which to some extent capture decision-maker's education and short-term pressure [BLV11]. However, none of these approaches recognises that this paradox may arise due to limited – or: bounded – rational behaviour in that cognitive reasoning systematically guides decision-makers to suboptimal decisions.

Whenever judgements are incorporated in the decision process, intuition may be involved thereby influencing the decision: When a manager must determine the discount rate applied for evaluating an investment project, he or she may subjectively select and use different sources of information, that deviate from what the optimal process to determine the hurdle rate suggests. As indicated above, a corporate decision-maker's memory, knowledge and experience almost always play a role in searching and selecting the information from accounting records and knowledge. This might vary between a rather close to optimal choice of the hurdle rate where only few or no pieces of information are searched and selected on the one hand, and a highly subjective choice of the hurdle rate on the other hand.

2.1 Heuristics and Biases

From psychology-based research it is known that in decision situations under uncertainty, decision-makers often use so-called heuristics or heuristic principles when their complex task is to make a judgement (and eventually make a decision) where a probability or value has to be estimated or predicted. Heuristics are often described as decision shortcuts, rules of thumb or simple decision rules. Generally, a decision-maker – deliberately or (more typically) unconciously[1] – simplifies the problem (i.e. uses simpler judgemental operations) in order to solve it. This can be due to various reasons

[1] For a discussion on to what extent heuristics are deliberate or unconscous processes, cf. for example [Sl02].

such as limited information, time constraints and bounded cognitive capacity to store, retrieve and process information. As a consequence, the decision-maker forfeits an optimal result, which otherwise might only be reached by a thorough and rational analysis, and accepts a satisfying and sufficing non-optimal decision instead. This bounded-rational behaviour is known as 'satisficing' [Si55].

The term 'heuristics' was shaped to a great extent by Tversky and Kahneman [TK74]. To arrive at a judgement about an event, that the decision-maker has limited information about and that is not available to perception, the heuristic serves to search and choose the information and which informational sources to utilise from the environment [HD10]. Generally, heuristics are very helpful tools. Intuitive thinking is not wrong in general but deemed to be skilled and successful [Ka03]. They are fast and simplify a problem and may lead to generally good judgements, unless – consciously or unconsciously – a cognitive bias occurs, that can result in severe and systematic decision distortions. Setting the hurdle rate might be such a complex decision task. Section 2.2 illustrates with an example where subjective judgement is involved in setting the hurdle rate. It shows how a heuristic might guide a corporate decision-maker's judgement and which bias for instance can result from this heuristic, as explained in Section 2.3. The selected bias can in fact explain the bounded rational hurdle rate premium.

2.2 Example

Imagine a manager's task is to determine the discount rate for a specific project and assume that the company routinely applies a company-specific WACC and amends it by project-specific risk. The manager might be well-educated in corporate finance, experienced in his job and have long worked for that company, i.e. having decided upon a good number of investment projects of different natures, all of which the manager can recall. The manager is not willing to conduct an analysis about the project's risk but prefers a fast and low-effort decision. He has decided upon several projects of similar nature (f.i. with respect to the project's features and investment volume) in the past and analysed ex post whether the hurdle rates chosen for these projects were risk-adequate. The project-specific risk premium for all similar projects in the past had been set relatively low. Those decisions turned out to be reasonable ex post since the cost of capital applied as hurdle rate for these projects appeared to be a good approximation – except for one project: One of the comparable projects turned out to be falsely appraised; the cash flows did not deviate significantly from the forecasts, but the cost of equity rose dramatically after implementing the project because the shareholders considered the project riskier than the manager and required an excessively high return on equity.

2.3 The Retrievability Bias and Its Surprising Effect

The 'availability heuristic', for instance, is a simple decision rule that may be applied by the manager in such a situation. It implies that – if a decision is to be made about the probability of an event – an individual 'searches' the memory with regard to which events easily come to mind; and concludes that those events, which come to mind (more) easily, appear to be (more) frequent and therefore probable, [TK74] and [Ka03].

Assuming that the managerial decision-maker is not willing to conduct a thorough analysis, he might perhaps unknowingly have employed the availability heuristic for estimating risk and making a judgement about the most plausible hurdle rate for the project currently regarded. He must judge which hurdle rate to be chosen has the highest probability to succeed and therefore which rate appears most realistic and ensures a good decision about the project's profitability. For that, the unbiased use of the availability heuristic suggests the following reasoning: The decision-maker recalls all projects of similar nature from the past and assesses to what extent the applied hurdle rate was appropriate. He might conclude that for all except one project his judgement and resulting decision, i.e. the selected hurdle rate, was appropriate; and thus this hurdle rate seems to be a good starting point for the approximation of the project's hurdle rate currently considered (ceteris paribus). However, a slight amendment of the hurdle rate might be recommendable due to the decision-maker's experience with the exceptional project: Obviously, the decision-maker chose the hurdle rate too low and this suggests that not for all similar projects the relatively low hurdle rate was and will be appropriate. For appraising the next project the hurdle rate has to be slightly revised upwards. His estimation of the hurdle rate now might be the average hurdle rate of all previous projects of similar nature. As a result, the manager selects the rate that according to his experience (and neglecting further analysis) has the highest probability to succeed.

One bias that might occur due to the availability heuristic is the so-called 'bias due to the retrievability of instances' developed by [TK74]: If some events are more vivid than others or have occurred recently, they can be more easily recalled from memory and thus appear more frequent and therefore probable than others. Other events might have occurred equally frequently in the past but, as they are less vivid in the decision-makers memory or occurred a longer time ago, they appear less likely.[2] This bias will occur if the manager's decision is overly influenced by the very salient exceptional project, which proved that his determination of the project's hurdle rate was inefficient and that the hurdle rate should have been set much higher: The bias arises if now the hurdle rate for the project under consideration is set extraordinarily high, i.e. higher than appropriate and what the availability rule of thumb suggests. A hurdle rate systematically set too high might harm the project's profitability and the project might be too easily rejected.

Generally, the following options exist for incorrect decisions. The example above illustrates a false positive case in that: A hurdle rate is set too low, which results in accepting a project, and thus in a possible failure from an ex post point of view. As the failure appears to be a very vivid event, it could generate a cognitive bias and a raised hurdle rate for appraising a comparable project next time. In a false negative case, the hurdle rate is set too high, and therefore results in rejecting a project. It might have turned out to be successful ex post, but the decision-maker will never realise the false decision and get feedback on setting the hurdle rate too high and thus make him or her revise the hurdle rate downwards. Another case might be that the decision-maker sets the hurdle rate too high and the project nevertheless is accepted and will not fail from an ex post point of view. This implies that the cash flows must have been sufficiently high to

[2] A variety of different cognitive biases have been identified, but no comprehensive collection exists, not least because of this very dynamic field of psychological research, the ongoing discussion about the conception of heuristics and to some extent the missing comparability between biases.

compensate the exceedingly high hurdle rate effect. However, the decision-maker in this case, too, will never realise it and get feedback on setting a false hurdle rate and thus has the chance to reduce it. As a result, the decision-maker will only get feedback on his false setting of the hurdle rate if it is set too low and as a consequence thereof it led him to incorrectly accept a project. This is the only possibility to influence cognitive reasoning and thereby the judgement. Hence, the decision-maker will only revise the previous hurdle rate upwards and never systematically set a hurdle rate too low.

Concluding, the determination of parameters in investment appraisal, particularly estimating a project's risk and thus setting the hurdle rate, always allows a certain degree of subjectivity. From this it follows that heuristics as judgemental processes, which to some extent rely on intuition, may guide a decision-maker's judgement, thereby cognitive biases might systematically distort the judgement. Cognitive biases might partially – not claiming to provide an exhaustive explanation to the paradox – explain setting the hurdle rate above the rationally required discount rate and thus decode the Hurdle Rate Premium Puzzle.

References

[BJS72] Black, F., Jensen, M.C., Scholes, M.S.: The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests. In: Jensen, M.C. (ed.) Studies in the Theory of Capital Markets. Praeger, New York, 1972; 79-121.

[BLV11] Brunzell, T., Liljeblom, E., Vaihekoski, M.: Determinants of Capital Budgeting Methods and Hurdle Rates in Nordic firms. Accounting & Finance, in press.

[DF09] Dutta, S., Fan, Q.: Hurdle Rates and Project Development Efforts. The Accounting Review 84, 2009; 405-432.

[GNS13] Götze, U., Northcott, D., Schuster, P.: Investment Appraisal. Methods and Models. Springer, Berlin et al., 2013.

[HD10] Hastie, R., Dawes, R.M.: Rational Choice in an Uncertain World. Sage, Los Angeles, CA et al., 2010.

[Ka03] Kahneman, D.: A Perspective on Judgment and Choice. American Psychologist 58, 2003; 697-720.

[LS10] Luft, J., Shields, M.D.: Psychology Models of Management Accounting. Now Publishers, Hanover, MA, 2010.

[MT07] Meier, I., Tarhan, V.: Corporate Investment Decision Practices and the Hurdle Rate Premium Puzzle. Working paper, 2007.

[MM58] Modigliani, F., Miller, M.H.: The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. The American Economic Review 48, 1958; 261-297.

[SH64] Sharpe, W.F.: Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. The Journal of Finance 19, 1964; 425-442.

[Si55] Simon, H.A.: A Behavioral Model of Rational Choice. Quarterly Journal of Economics 69, 1955; 99-118.

[Sl02] Sloman, S.A.: Two Systems of Reasoning. In: Gilovich, T., Griffin, D., Kahneman, D. (eds.) Heuristics and Biases: The Psychology of Intuitive Judgment. Cambridge University Press, Cambridge, 2002; 379-396.

[TK74] Tversky, A., Kahneman, D.: Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. Science 185, 1974; 1124-1131.

Subjektive Krankheitskonzepte und soziale Unterstützung in Partnerschaften mit einem chronisch kranken Partner

Albrecht Bergmann[1] , Sandra Bejga[1]; Christopher Marx[2] & Christel Salewski[2]

[1] Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal
albrecht.bergmann@gmx.de

[2] LG Gesundheitspsychologie
FernUniversität Hagen
Postfach 58084

Hintergrund: Subjektive Krankheitskonzepte und soziale Unterstützung haben einen zentralen Einfluss auf den Umgang mit chronischen Erkrankungen innerhalb von Partnerschaften. Die vorliegende Studie geht der Frage nach, inwiefern Übereinstimmungen (Konkordanz) bzw. Unterschiede (Diskordanz) bezüglich subjektiver Krankheitskonzepte zwischen Erkranktem und Partner die Wahrnehmung instrumenteller Unterstützung auf Seiten des Erkrankten beeinflussen.

Methoden: Im Rahmen des Forschungsprojekts „Chronische Krankheit und Partnerschaft" an der Hochschule Magdeburg-Stendal wurden zwischen Februar 2011 und November 2012 n = 119 chronisch Kranke und ihre Partner zu ihren subjektiven Krankheitskonzepten und wahrgenommener instrumenteller Unterstützung befragt. Als Instrumente wurden das Illness Perceptions Questionnaire-Revised (IPQ-R; subjektive Krankheitskonzepte mit den sieben Dimensionen Zeitverlauf akut/chronisch, Zeitverlauf zyklisch, Konsequenzen, persönliche Kontrolle, Behandlungskontrolle, Kohärenz und emotionale Repräsentation) sowie die Berliner Social Support Skalen (BSSS; wahrgenommene instrumentelle Unterstützung) verwendet.
Bei der Datenanalyse wurde zunächst für alle sieben Krankheitskonzept-Dimensionen bestimmt, ob Erkrankter und Partner hinsichtlich der jeweiligen Dimension gleichermaßen positive Konzepte (Positiv-Konkordante; Beispiel Behandlungskontrolle: beide glauben, dass Krankheit durch Behandlung gut kontrollierbar ist), gleichermaßen negative Konzepte (Negativ-Konkordante; Beispiel Behandlungskontrolle: beide glauben, dass Krankheit durch Behandlung kaum kontrollierbar ist) oder unterschiedliche Konzepte (Diskordante; Beispiel Behandlungskontrolle: beide sind uneins bezüglich Kontrollierbarkeit der Krankheit durch Behandlung) haben. Anschließend wurde mittels Varianzanalysen und Post-hoc-Tests pro Dimension analysiert, ob sich die Wahrnehmung instrumenteller Unterstützung auf Seiten des Erkrankten zwischen den drei Gruppen der positiv- bzw. negativ-konkordanten und diskordanten Dyaden unterscheidet.

Ergebnisse: Einfaktorielle Varianzanalysen ergaben signifikante Unterschiede in wahrgenommener instrumenteller Unterstützung zwischen Positiv-Konkordanten, Negativ-Konkordanten und Diskordanten auf den Dimensionen Behandlungskontrolle ($F(2, 116) = 3.14$, $p < .05$) und persönliche Kontrolle (Welch's $F(2, 70.380) = 5.77$, $p < .01$). Post-hoc-Tests zeigten, dass bezüglich der Behandlungskontrolle Negativ-Konkordante ($M = 13.44$, 95% KI [12.73, 14.14]) signifikant höhere instrumentelle Unterstützung berichteten als Diskordante ($M = 12.12$, 95% KI [11.33, 12.90]), $p < .05$), und dass bezüglich der persönlichen Kontrolle Negativ-Konkordante ($M = 13.67$, 95% KI [13.16, 14.18]) signifikant höhere instrumentelle Unterstützung berichteten als Positiv-Konkordante ($M = 12.17$, 95% KI [11.39, 12.95]), $p < .01$).

Diskussion: Unsere Studie belegt, dass Übereinstimmungen bzw. Unterschiede in der subjektiven Wahrnehmung von Erkrankungen zwischen Erkranktem und Partner einen Einfluss auf die Wahrnehmung instrumenteller Unterstützung auf Seiten der Kranken haben. Dies unterstreicht die Bedeutsamkeit des Partners für den Prozess der Bewältigung von Erkrankungen und impliziert, dass die Partnerperspektive bei der Behandlung chronischer Erkrankungen stärker berücksichtigt werden sollte.

1 Hintergrund

Eine chronische Krankheit betrifft nicht nur den Einzelnen sondern oft auch den Partner. Nicht allein der Patient, sondern auch sein Partner entwickelt Vorstellungen und Erklärungen von der Krankheit. Aktuelle Studien verweisen auf die besondere Relevanz von Krankheitskonzepten und sozialer Unterstützung in dyadischen Systemen. So wurde etwa gezeigt, dass die Art, wie eine chronische Krankheit empfunden und bewältigt wird, immer auch von der subjektiven Wahrnehmung der Erkrankung abhängt [LBL03; FW03]. Trotz wissenschaftlicher Belege, dass der Partner die wichtigste emotionale Ressource des Patienten darstellt, gibt es bislang nur wenige Untersuchungen, in denen der Partner als Mitbetroffener einer chronischen Krankheit in die Erhebungen mit einbezogen wurde. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Prozess der Bewältigung chronischer Krankheiten in Partnerschaften zu untersuchen. Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist der Zusammenhang zwischen subjektiven Krankheitskonzepten und sozialer Unterstützung bei chronisch Kranken und ihren Partnern. Untersucht wird dabei die Frage, ob Übereinstimmungen bzw. Unterschiede in der Wahrnehmung von Erkrankungen durch die Kranken und ihre Partner einen Einfluss darauf haben, wie die Erkrankten die vom Partner bereitgestellte instrumentelle Unterstützung wahrnehmen.

2 Methodik

2.1 Datenerhebung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Chronische Krankheit und Partnerschaft" der Hochschule Magdeburg – Stendal erfolgte die Erhebung der Daten anonym und freiwil-

lig in insgesamt 23 kooperierenden Kliniken und Institutionen. Die Rekrutierung der Probanden sowie die Aushändigung der Fragebögen wurden durch die Kooperationspartner umgesetzt.

2.2 Eingesetzte Verfahren

Der Illness Perception Questionaire – Revised, IPQ - R [Mr02], ist ein Verfahren, das neben den Skalen Krankheitsidentität und Ursachen mit insgesamt 33 Items die sieben Skalen Zeitverlauf akut/chronisch, Zeitverlauf zyklisch, Konsequenzen, persönliche Kontrolle, Behandlungskontrolle, Kohärenz und emotionale Repräsentation basierend auf dem Common Sense Model of Illness Representation [LBL03] misst. Mit Hilfe der Berliner Social Support Skalen, BSSS [SS03], wurde die durch den Erkrankten wahrgenommene instrumentelle soziale Unterstützung erfasst.

2.2 Datenanalyse

Die Datenanalyse erfolgte auf Grundlage des Vorgehens von Figueiras & Weinman [FW03] sowie Quiles Marcos et al. [Qy09]. Um die Skalenwerte der Kranken und der Partner jeder IPQ-Dimension aggregieren zu können, wurden zunächst die Mediane der jeweiligen Datenreihen bestimmt. Anhand der Medianwerte konnte nun beschrieben werden, ob eine bestimmte Person in der jeweiligen Datenreihe oberhalb oder unterhalb des Medians liegt. Auf dieser Grundlage wurden neue Gruppenvariablen entsprechend der Krankheitskonzept-Dimensionen erstellt, welche angeben, ob Erkrankter und Partner hinsichtlich der jeweiligen Dimension gleichermaßen positive Konzepte (Positiv-Konkordante; Beispiel Behandlungskontrolle: beide glauben, dass Krankheit durch Behandlung gut kontrollierbar ist), gleichermaßen negative Konzepte (Negativ-Konkordante; Beispiel Behandlungskontrolle: beide glauben, dass Krankheit durch Behandlung kaum kontrollierbar ist) oder unterschiedliche Konzepte (Diskordante; Beispiel Behandlungskontrolle: beide sind uneins bezüglich Kontrollierbarkeit der Krankheit durch Behandlung) haben [FW03]. Anschließend wurde mittels Varianzanalysen und Post-hoc-Tests pro Dimension analysiert, ob sich die Wahrnehmung instrumenteller Unterstützung auf Seiten des Erkrankten zwischen den drei Gruppen der positiv- bzw. negativ-konkordanten und diskordanten Dyaden unterscheidet. Bei ungleichen Gruppenvarianzen wurden Welchs´s F und Games-Howell-Vergleiche genutzt.

Tabelle 1: *Mögliche Kombinationen der Gruppen innerhalb der Gruppenvariablen*

Gruppenbezeichnung	**Inhaltliche Bedeutung**
Positiv-Konkordant	Betroffener und Partner liegen BEIDE OBERHALB des Medians
Diskordant	Betroffener liegt OBERHALB und der Partner UNTERHALB des Medians bzw. der Kranke liegt UNTERHALB und der Partner OBERHALB des Medians

Negativ-Konkordant	Patient und Partner liegen beide UNTERHALB des Medians

3 Ergebnisse

3.1 Stichprobenbeschreibung

Die anfallende Stichprobe umfasste *N* = 119 chronisch Kranke und deren Partner. Die Erkrankten waren im Durchschnitt 55 Jahre alt (SD = 13,69), die Partner 57 Jahre (SD=13,09). Der Frauenanteil betrug 67,2%. Tabelle 2 zeigt, dass Patienten mit bösartigen Neubildungen, Psychischen- und Verhaltensstörungen sowie mit Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes zu den häufigsten Krankheits- kategorien in der Stichprobe zählen.

Tabelle 2:*Häufigkeit chronischer Erkrankungen von Patienten in der Stichprobe (*N = *119)*

Krankheitsgruppen (ICD-10- Kapitel)	**N**	**%**
Bösartige Neubildungen (C/D)	51	42.9
Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten (E)	6	5.0
Psychische und Verhaltensstörungen (F)	24	20.5
Krankheiten des Nervensystems (G)	5	4.2
Krankheiten des Kreislaufsystems (I)	6	5.0
Krankheiten des Atmungssystems (J)	1	0.8
Krankheiten des Verdauungssystems (K)	1	0.8
Krankheiten der Haut und der Unterhaut (L)	1	0.8
Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes (M)	22	18.5
Keine Krankheitsangabe	2	1.7

3.2 Unterschiede in der Wahrnehmung sozialer Unterstützung

Bei den Analysen zeigte sich bezüglich der Dimension Behandlungskontrolle ein signifikanter Unterschied in wahrgenommener instrumenteller Unterstützung zwischen den drei Gruppen der Negativ-Konkordanten, Diskordanten und Positiv-Konkordanten ($F(2, 116) = 3.14$, $p = .047$ ($p < .05$), $\omega = .19$). Post-hoc Tukey-Vergleiche der drei Gruppen zeigten, dass Negativ-Konkordante ($M = 13.44$, 95% KI [12.73, 14.14]) signifikant höhere erhaltene instrumentelle Unterstützung berichteten als Diskordante ($M = 12.12$, 95% KI [11.33, 12.90]), $p = .040$ ($p < .05$), $d = 0.57$). Die Vergleiche zwischen den Negativ-Konkordanten und den Positiv-Konkordanten ($M = 12.95$, 95% KI [12.17, 13.73]) sowie zwischen den Positiv-Konkordanten und den Diskordanten waren bei $p < .05$ nicht signifikant. Ein weiterer signifikanter Gruppenunterschied zeigte sich bezüglich der Dimension Persönliche Kontrolle (*Welch's F* (2, 70.380) = 5.77, $p = .005$ ($p < .01$), $\omega =$

.23). Post-hoc Games-Hoswell-Vergleiche der drei Gruppen zeigten, dass Negativ-Konkordante (M = 13.67, 95% KI [13.16, 14.18]) signifikant höhere erhaltene instrumentelle Unterstützung berichteten als Positiv-Konkordante (M = 12.17, 95% KI [11.39, 12.95]), p = .005 (p < .01), d = 0.69). Die Vergleiche zwischen den Negativ-Konkordanten und den Diskordanten (M = 12.68, 95% KI [11.74, 13.61]) sowie zwischen den Positiv-Konkordanten und den Diskordanten waren bei p < .05 nicht signifikant.

Bei den restlichen fünf ANOVAs der IPQ-R-Dimensionen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Einfluss von Konkordanz vs. Diskordanz bezüglich der Krankheitswahrnehmung zwischen Kranken und Partnern auf die Wahrnehmung von instrumenteller sozialer Unterstützung auf Seiten der Partner zu untersuchen. Die Analysen ergaben statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Skalen Behandlungskontrolle, persönliche Kontrolle und der erhaltenen instrumentellen Unterstützung. Anhand der Gruppenvergleiche kann dies wie folgt interpretiert werden: Wenn sich der chronisch Kranke und der Partner darüber einig sind, dass die Krankheit durch persönliche Bemühungen schlecht kontrollierbar ist, erhalten die Betroffenen signifikant mehr instrumentelle Unterstützung, als wenn beide glauben, dass die Krankheit durch persönliche Bemühungen gut kontrollierbar ist. Wenn sich der Betroffene und der Partner darüber einig sind, dass die Krankheit durch die Behandlung eher weniger kontrollierbar ist, erhält der chronisch Kranke gleichzeitig signifikant mehr instrumentelle Unterstützung, als wenn beide darüber uneins sind, ob die Krankheit durch die Behandlung gut kontrollierbar ist. Zusammenfassend lässt sich demnach vermuten, dass je geringer Patient und Partner das Gefühl der Kontrollierbarkeit empfinden, desto eher tendiert der Patient dazu, instrumentelle Unterstützung vom Partner zu erhalten. Das verdeutlicht, dass der Partner eine bedeutende Ressource für den Betroffenen darstellt und damit am Bewältigungsprozess des Betroffenen maßgeblich beteiligt ist. Ähnliche Ergebnisse zeigen sich auch in der Studie von Benyamini und Kollegen [BMG07].
Unsere Studie hat eine Reihe von Limitationen. Erstens handelt es sich bei unserer Studie um eine Querschnittstudie, daher zeigen die Resultate lediglich eine Momentaufnahme innerhalb eines dyadischen Systems. Da keine weiteren Erhebungszeitpunkte stattfanden, lassen sich keine Aussagen darüber treffen, inwiefern diese auch zeitlich stabil sind. Zweitens hatten 54.6 % der Betroffenen den eigenen Angaben zufolge noch eine weitere Erkrankung. Somit bleibt fraglich, ob psychische Komorbiditäten oder weitere chronische Erkrankungen auf das Antwortverhalten Einfluss nahmen. Drittens berichteten 45.4 % der Partner, zum Zeitpunkt der Datenerhebung selbst unter einer Krankheit zu leiden. Dies weist daraufhin, dass der Partner als Unterstützungsleistender mitunter auch selbst Unterstützung bei seiner eigenen Krankheit benötigt. Viertens: Zur Ermittlung von konkordanten bzw. diskordanten Krankheitskonzepten innerhalb eines dyadischen Systems entschieden wir uns für die Herangehensweise von Figueiras & Weinman [FW03; Qy09; KZK10]. Die Klassifizierungsmethode orientierend am Median-Split reduziert allerdings das Skalenniveau auf Nominalebene. Durch diese Verfah-

rensweise können viele wichtige Informationen nicht genutzt werden, aus diesem Grund sind für weitere Untersuchungen alternative Berechnungen erforderlich.
Trotz dieser Limitationen weist unsere Studie auf die Relevanz von Krankheitskonzepten innerhalb eines dyadischen Systems hin. Patient und Partner können eine chronische Krankheit unterschiedlich bewerten, folglich ist es wichtig, den Partner als wichtigste emotionale Ressource in die Therapiemaßnahmen mit einzubeziehen. So könnten diskordante Krankheitsüberzeugungen und deren Auswirkungen auf die soziale Unterstützung innerhalb einer Partnerschaft frühzeitig entdeckt und geklärt werden.

Literaturverzeichnis

[BMG07] Benyamini, Y.; Medalion, B.; Garfinkel, D.: Patient and spouse perceptions of the patient´s heart disease and their associations with received and provided social support and undermining. Psychology and Health, 2007, 7, S. 765–785.

[FW03] Figueiras, M.J.; Weinman, J.: Do Similar Patient And Spouse Perceptions Of Myocardial Infarction Predict Recovery?. Psychology and Health, 2003, 18 (2), S. 201- 216.

[KZK10] Karademas, E. C.; Zarogiannos, A.; Karamvakalis, N.: Cardiac patient spouse dissimilarities in illness perception: Associations with patient self-rated health und coping strategies. Psychology and Health, 2010, 4, S. 451–463.

[LBL03] Leventhal, H.; Brissette, I.; Leventhal, E.A.: The common-sense model of self-regulation of health and illness. In (Cameron, L.D.; Leventhal, H. Hrsg.): The Self-Regulation of Health and Illness Behaviour. Routledge. London. 2003.

[Mr02] Moss-Morris, R.; Weinman, J.; Petrie, K. J.; Horne, R.; Cameron, L. D.; Buick, D.: The Revised Illness Perception Questionnaire (IPQ-R). Psychology and Health, 2002, 17, S. 1-16.

[Qy09] Quiles Marcos, Y.; Weinman, J.; Cantero, C.; Terol M.; Belendez Vazquez, M.: The dissimilarity between patients and relatives perception of eating disorders and its relation to patient adjustment. Journal of Health Psychology, 2009, 2, S. 306-312.

[SS03] Schulz, U.; Schwarzer, R.: Soziale Unterstützung bei der Krankheitsbewältigung: Die Berliner Social Support Skalen (BSSS). Diagnostica, 2003, 49, S. 73-82.

Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und der Bewältigung chronischer Schmerzen

Jennifer Becker[1], Dieter Küch[2] & Gabriele Helga Franke[1]

[1]Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal

[2]Reha-Zentrum Bad Sooden-Allendorf - Klinik Werra
Berliner Str. 3
37242 Bad Sooden-Allendorf

becker-jennifer@web.de

Hintergrund: Viele PatientInnen mit somatischer Indikation zur Rehabilitation berichten von psychischen Belastungen. Diese Belastungen stehen häufig in engem Zusammenhang mit somatischem Krankheitserleben und Gesundheitsverhalten. Zur Optimierung der Behandlung chronifizierter Schmerzen stellt sich die Frage, ob und in welcher Form Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen bei Orthopädiepatienten bestehen und welche klinischen Handlungsempfehlungen abzuleiten sind.
Methodik: Im Zeitraum März bis Juni 2012 wurden im Reha-Zentrum Bad Sooden-Allendorf, Klinik Werra Daten erhoben. Zum Einsatz kamen die SCL-90® und der FF-STABS. Geprüft wurden mittels MANOVA ($p<.05$) Einflüsse von Alter und Geschlecht auf die Beantwortung der Fragebögen. Es wurden Korrelationen ($p<.05$) der einzelnen SCL-90®-Skalen mit den Skalen des FF-STABS berechnet. Mit Hilfe von Regressionsanalysen wurden Einflüsse soziodemographischer Variablen, sowie der SCL-90®-Skalen auf den FF-STABS geprüft.
Ergebnisse: Die anfallende Stichprobe umfasste N=237 OrthopädiepatientInnen im durchschnittlichen Alter von 50.9 Jahren (SD=6.4, Min=25, Max=64). Der Frauenanteil betrug 73,4%. Betrachtet man die Einflüsse von Alter und Geschlecht innerhalb der Stichprobe, so zeigte sich, dass Frauen sowohl auf der Gesamtbelastungsskala (GSI) der SCL-90® als auch beim FF-STABS-Gesamtwert höher belastet waren. Korrelationen zwischen psychischer Belastung und den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen ließen sich auf allen Skalen des FF-STABS in unterschiedlicher Weise abbilden. Insgesamt zeigten die Regressionsanalysen nur geringe Varianzaufklärungen durch die einbezogenen Variablen. Für die einzelnen FF-STABS-Skalen ließen sich jedoch jeweils unterschiedliche Prädiktorvariablen ermitteln.
Diskussion: Die angestellten Berechnungen ergaben, dass zwischen den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen und psychischer Belastung zum Teil statistisch signifikante Zusammenhänge bestanden, deren Umfang jedoch eher klein war. Besonders auffallend ist es, dass das FF-STABS-Stadium Vorbereitung mit

hoher und das Stadium Aufrechterhaltung mit niedriger psychischer Belastung einging. Der vorliegende methodische Ansatz erlaubt hier keine Kausalaussagen, so dass für die Zukunft Längsschnittstudien angeraten werden. In der klinischen Praxis kann das Wissen um die Stadien der Schmerzbewältigung sowie um die psychische Belastung von PatientInnen zu spezifischen Anregungen für die Durchführung von schmerzbezogenen Einzel- und Gruppenangeboten führen.

1 Hintergrund

Mit rund 46.000 stationären Betten zählt der Bereich der muskuloskelettalen Erkrankungen zu den größten in der rehabilitativen Versorgung Deutschlands. Rückenschmerzen, degenerative Gelenkerkrankungen, Unfallverletzungen und entzündlich-rheumatische Krankheiten sind die Hauptindikation für eine orthopädische Rehabilitationsmaßnahme [GMJ08]. Zahlreiche Studien belegen die deutlich erhöhte Prävalenz psychischer Störungen bei orthopädischen PatientInnen [BH11]. Diese psychischen Komorbiditäten stehen häufig in engem Zusammenhang mit dem somatischem Krankheitserleben und dem Gesundheitsverhalten. Bei Patienten mit Fibromyalgiesyndrom konnte der Einfluss von Depressivität auf die Einstellung zur Schmerzbewältigung bereits nachgewiesen werden [La09].
Zur weiteren Optimierung der Behandlung chronifizierter Schmerzen, stellt sich die Frage, ob und in welcher Form Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen in einer Stichprobe von stationären Orthopädiepatienten mit unterschiedlichen Krankheitsbildern bestehen und welche klinischen Handlungsempfehlungen für die rehabilitative Praxis abzuleiten sind.

2 Methodik

2.1 Datenerhebung

Die Erhebung der vorliegenden Daten fand in der Zeit von März bis Juni 2012 im Reha-Zentrum Bad Sooden-Allendorf, Klinik Werra statt.

2.2 Eingesetzte Verfahren

Der Freiburger Fragebogen - Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen (FF-STABS) [MHB06] ist ein Verfahren auf Grundlage des PSOCQ [Ke97]. Er bildet mit insgesamt 17 Fragen auf den vier Skalen Sorglosigkeit, Vorbereitung, Handlung und Aufrechterhaltung die zeitlich aufeinander aufbauenden Stadien der Schmerzbewältigung auf Basis des Transtheoretischen Modells nach Prochaska und DiClemente [PD83] ab und erfasst so die Bereitschaft chronischer Schmerzpatienten, kognitiv-verhaltensorientierte Schmerzbewältigungstechniken zu erlernen bzw. einzusetzen [MHB02].
Die Symptom-Checkliste (SCL-90®) [Fr13] misst anhand von 90 Fragen die subjektiv empfundene Beeinträchtigung durch körperliche und psychische Symptome einer Person

innerhalb von sieben Tagen. Verwendet wurde die aktualisierte Version, deren Publikation im Jahr 2013 erfolgen wird.

2.3 Datenanalyse

Geprüft wurden mittels MANOVA (p<.05) Einflüsse von Alter und Geschlecht auf die Beantwortung der Fragebögen. Es wurden Korrelationen (p<.05) der einzelnen SCL-90®-Skalen mit den Skalen des FF-STABS berechnet. Mit Hilfe von Regressionsanalysen wurden Einflüsse soziodemographischer Variablen, sowie der SCL-90®- Skalen auf die einzelnen Skalen des FF-STABS geprüft.

3 Ergebnisse

3.1 Stichprobenbeschreibung

Die anfallende Stichprobe umfasste N=237 stationäre OrthopädiepatientInnen im durchschnittlichen Alter von 50.9 Jahren (SD=6.4, Min=25, Max=64). Der Frauenanteil betrug 73,4%.

3.2 Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen

Korrelationen zwischen psychischer Belastung und den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen ließen sich auf allen Skalen des FF-STABS abbilden (siehe Tab. 1), am deutlichsten jedoch auf der FF-STABS-Skala Vorbereitung.

Tabelle 1: Korrelationen der Skalen des FF-STABS mit den Skalen der SCL-90®

	Sorglosigkeit	Vorbereitung	Handlung	Aufrechterhaltung
Aggressivität	0,14+	0,22**	-0,01	-0,24**
Ängstlichkeit	0,21**	0,25**	0,12	-0,25**
Depressivität	0,20*	0,29**	0,02	**-0,30****
Paranoides Denken	0,15+	0,23**	0,02	-0,15+
Phobische Angst	0,23**	0,21**	0,12	-0,21**
Psychotizismus	0,27**	0,29**	0,06	-0,21**
Somatisierung	0,21**	**0,34****	0,16+	-0,27**
Unsicherheit im Sozialkontakt	0,20*	0,24**	0,02	-0,19*
Zwanghaftigkeit	0,14+	**0,31****	0,04	-0,28**
GSI	0,22**	**0,30****	0,07	-0,27**
PSDI	0,17*	**0,31****	0,03	-0,26**
PST	0,21**	0,28**	0,08	-0,28**

+ p<0,05, * p<0,01, **p<0,001
fett markiert = I r I≥0,30 (r^2≥9%)

Bei PatientInnen mit hohen Belastungswerten in den Bereichen Somatisierung und Zwanghaftigkeit, sowie mit hohen Gesamtbelastungswerten zeigten sich erste Vorbereitungen, etwas gegen die Schmerzen unternehmen zu wollen. Sich selbst als ‚Schmerzexperte' (FF-STABS-Skala Aufrechterhaltung) sahen sich am ehesten diejenigen PatientInnen mit den geringsten SCL-90®-Werten, besonders im Bereich Depressivität. Zusammenhänge zur FF-STABS-Skala Sorglosigkeit fanden sich am ehesten bei PatientInnen mit erhöhten Werten auf der SCL-90-®-Skala Psychotizismus. Annähernd keine Zusammenhänge ergaben sich zwischen psychischer Belastung und konkreter Handlung.

3.3 Einflüsse soziodemographischer Variablen, sowie der SCL-90®-Skalen auf den FF-STABS

Die Berechnungen der Einflüsse von Alter und Geschlecht auf die Gesamtbelastungswerte der beiden angewendeten Fragebögen mittels MANOVA ($p<.05$) ergaben, dass sich für das Alter, wie auch die Interaktion von Alter und Geschlecht keine signifikanten Ergebnisse erzielen ließen. Das Geschlecht hingegen hatte einen signifikanten Einfluss sowohl auf den Gesamtbelastungswert der SCL-90®, als auch auf den FF-STABS. Frauen berichteten durchgängig von höheren Belastungen als Männer (siehe Abb. 1).

Die angestellten Berechnungen der einzelnen Skalen des FF-STABS mittels Regressionsanalysen (siehe Tab. 2) zeigten nur geringe Varianzaufklärungen zwischen .065 und .124 durch die SCL-90®-Skalen sowie die soziodemographischen Variablen Alter und Geschlecht. Die FF-STABS-Skala Sorglosigkeit ließ sich teilweise durch die SCL-90®-Skala Psychotizismus aufklären, die Skala Vorbereitung jedoch durch die SCL-90®-Skala Somatisierung. Einfluss auf die FF-STABS-Skala Handlung hatten das Geschlecht, sowie die Somatisierungs- und Aggressivitäts-Werte in der SCL-90®. Frauen zeigten hier höhere Werte als Männer. Die Skala Aufrechterhaltung wurde durch die SCL-90®-Skalen Depressivität und Paranoides Denken und das Alter mitbedingt, wobei ältere hier höhere Werte aufwiesen als jüngere PatientInnen.

Tabelle 2: Regressionsanalytische Ergebnisse zu den Skalen des FF-STABS

Abhängige Variable	Einflussvariablen	Standardisierter Beta-Koeffizient	R^2
FF-STABS Sorglosigkeit	SCL-90® Psychotizismus	.265	.070
FF-STABS Vorbereitung	SCL-90® Somatisierung	.337	.114
FF-STABS Handlung	SCL-90® Somatisierung	.278	.065
	SCL-90® Aggressivität	-.212	
	Geschlecht	.127	
FF-STABS Aufrechterhaltung	SCL-90® Depressivität	-.471	.124
	SCL-90® Paranoides Denken	.221	
	Alter	.122	

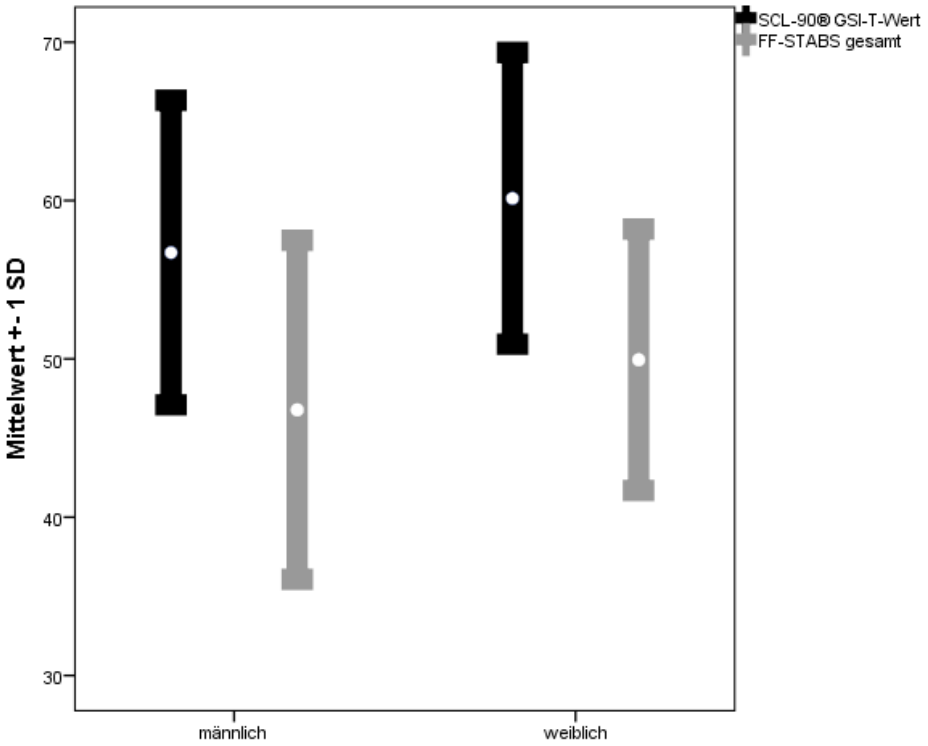


Abbildung 1: Vergleich der Beantwortung der beiden Fragebögen in Bezug auf das Geschlecht

4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, in einer Stichprobe von stationären PatientInnen mit unterschiedlichen orthopädischen Erkrankungen Zusammenhänge zwischen psychischer Belastung und den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen zu beschreiben und klinische Handlungsempfehlungen daraus abzuleiten. Die angestellten Berechnungen zeigten, dass zwischen den Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen und psychischer Belastung zum Teil statistisch signifikante Zusammenhänge bestanden, deren Umfang jedoch eher klein war. Besonders auffallend ist es, dass das FF-STABS-Stadium Vorbereitung mit hoher und das Stadium Aufrechterhaltung mit niedriger psychischer Belastung einherging. Der vorliegende methodische Ansatz erlaubt hier jedoch keine Kausalaussagen, so dass für die Zukunft Längsschnittstudien angeraten werden. Diese können ebenfalls aufzeigen, inwieweit sich Veränderungsprozesse anhand der vier Skalen im Verlauf abbilden lassen [HZS06] und ob Zusammenhänge mit Therapieerfolgen bestimmter Maßnahmen bestehen [GW07]. In der vorliegenden Studie wurde deutlich, dass sich die Form der psychischen Belastung, sowie soziodemographische Einflüsse je nach Stadium der Schmerzbewältigung unterschieden. In der klinischen Praxis kann das Wissen um die Stadien der Schmerzbewältigung sowie um die psychische Belastung von

PatientInnen spezifische Anregungen für die Durchführung von schmerzbezogenen Einzel- und Gruppenangeboten bieten. So ist es beispielsweise möglich, die PatientInnen in den unterschiedlichen Schmerzbewältigungsstadien in jeweils speziell konzipierten Gruppen zu behandeln, um möglichst optimale Behandlungsergebnisse zu erzielen und auf die konkreten psychischen Bedürfnisse und Motivationslagen der PatientInnen eingehen zu können. Die Integration psychotherapeutischer Elemente in die Behandlung von SchmerzpatientInnen wird insgesamt dringend empfohlen [Ho07].

Literaturverzeichnis

[BH11] Baumeister, H. & Härter, M.: Psychische Komorbidität bei muskuloskelettalen Erkrankungen. Bundesgesundheitsblatt, 54, 2011, S. 52–58.

[Fr13] Franke, G.H.: Die Symptom-Checkliste SCL-90®. Handanweisung. Hogrefe, Göttingen, 2013 (in Vorbereitung).

[GMJ08] Glattacker, M., Müller, E. & Jäckel, W.H.: Qualitätssicherung und Leitlinien in der Rehabilitation bei muskuloskelettalen Krankheiten. Zeitschrift für Rheumatologie, 67, 2008, S. 575-582.

[GW07] Goldschmidt, S. & Würz, J.: Rezension zum FF-STABS, 2007 (online unter: http://www.testzentrale.de/programm/media/catalog/Test/0131901 p.pdf, Zugriff am 12.12.2012)

[HZS06] Heider, J., Zaby, A. & Schröder, A.: Stadien der Bewältigung bei Patienten mit somatoformen Symptomen. Psychotherapie · Psychosomatik · Medizinische Psychologie, 56, 2006, S. 414-420.

[Ho07] Hoffman, B.M. et.al.: Meta-Analysis of Psychological Interventions for Chronic Low Back Pain. Health Psychology, 26, 2007, pp.1-9.

[Ke97] Kerns, R. D. et.al.: Readiness to adopt a self-management approach to chronic pain: the Pain Stages of Change Questionnaire (PSOCQ). Pain, 72, 1997, pp. 227–234.

[La09] Lange, M. et.al.: Patienten mit Fibromyalgiesyndrom: Der Einfluss von Depressivität auf die Einstellung zur Schmerzbewältigung. Die Rehabilitation, 48, 2009, S. 306 – 311.

[MHB02] Maurischat, C., Härter, M. & Bengel, J.: Der Freiburger Fragebogen – Stadien der Konstruktvalidierung. Diagnostica, 48/4, 2002, S.190-199.

[MHB06] Maurischat, C., Härter, M. & Bengel, J.: Manual zum FF-STABS: Freiburger Fragebogen - Stadien der Bewältigung chronischer Schmerzen. Hogrefe, Göttingen, 2006.

[PD83] Prochaska, J.Q. & DiClemente, C.C.: Stages and Processes of Self-Change of Smoking: Toward An Integrative Model of Change. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 51/3, 1983, pp. 390-395.

Zur Wirksamkeit der systemischen Gruppentherapie in einer psychiatrischen Tagesklinik

M. Stieg[1], G.-H. Ziemann[2] & Prof. M. Kraus[1]

[1]Hochschule Magdeburg-Stendal
Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Osterburger Straße 25
39576 Stendal
M.Stieg@gmx.de

[2]Gesundheitszentrum Niederlausitz
Starkestrasse 4
01979 Lauchhammer

Einleitung: In der psychotherapeutischen Praxis ist es notwendig, die Therapielänge an die Beeinträchtigung der Patienten anzupassen, so dass der Anschein entsteht, dass die Behandlungsintensität mit der Problemschwere zusammenhängt. Das Phasenmodell nach Howard et al. [Ho96] differenziert die therapeutischen Effekte in Abhängigkeit von der Anzahl der Therapiesitzungen. Im Mittel sind demnach 8 Sitzungen für eine wirksame Behandlung nötig [Be04, Ha08].
Fragestellung: Welche Effekte erbringt die tagesklinisch-psychiatrische Behandlung mit systemischem Schwerpunkt einer kleinen Gruppe von Patienten in Bezug auf psychologische Variablen unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht sowie Aufenthaltsdauer?
Methode: Zur Beurteilung der Wirksamkeit der Gruppentherapie bilden die *Symptom-Checkliste* (SCL-90-R) [Fr02], der *Fragebogen zur Lebenszufriedenheit* (FLZ) [Fa00] sowie der *Beeinträchtigung-Schwere-Score* (BSS) [Sc95] in der präpost-Messung die Grundlage. Mittels MANOVA ($p<.05$) wurden die Effektstärken der soziodemografischen Daten Alter, Geschlecht und Aufenthaltsdauer ermittelt.
Stichprobe: Im Untersuchungszeitraum befanden sich N=20 Patienten mit vorrangig affektiven Störungen im Durchschnittsalter von 50,5 Jahren (SD=11,2) in der systemischen Gruppentherapie in der Psychiatrischen, Psychosomatischen und Psychotherapeutischen Tagesklinik Lauchhammer (Klinikum Niederlausitz GmbH). Die Therapiedauer der Probanden lag im Mittel bei 7,5 Wochen (SD=2). Es wurden die Gruppen der Kurzzeit- (n=9, ≤7 Wochen) und Langzeitbehandlung (n=11, ≥8 Wochen) gebildet.
Ergebnisse: Die eingesetzten Verfahren belegten im Prä-Post-Vergleich große Effektstärken (SCL-90-R $\eta^2=.50$; FLZ $\eta^2=.36$; BSS $\eta^2=.74$). Jedoch sind die Patienten zur Entlassung weiterhin psychisch, sozialkommunikativ und körperlich leicht belastet. Die Lebenszufriedenheit stieg indes in den Normbereich (MW=4,3; SD=1,1). Neben der statistisch signifikanten Interaktion zwischen Aufenthaltsdauer und Messwiederholung (*Paranoides Denken*; $\eta^2=.28$) ließ sich bei den Skalen *Phobische Angst* ($\eta^2=.21$), *Gesundheit* ($\eta^2=.23$), *Ehe & Partnerschaft* ($\eta^2=.43$) sowie *Sexualität* ($\eta^2=.34$) ein direkter Einfluss der Aufenthaltsdauer finden.
Fazit: Die systemische Therapie konnte bei der vorliegenden Stichprobe als wirksam beurteilt werden. Die Ergebnisse deuteten an, dass Personen mit einer Therapiedauer von bis zu sieben Wochen stärker profitierten. Sie waren gemäß Normie-

rung weniger belastet und verfügten über eine höhere Lebenszufriedenheit. Dies ist jedoch unter dem Aspekt zu betrachten, dass Langzeitbehandelte insgesamt höhere Verbesserungen zeigten. Diese Ergebnisse relativieren sich aufgrund der sehr geringen Patientenzahl.

1 Einleitung

In der systemischen Therapie werden psychische Störungen und deren Auswirkungen auf Basis des sozialen Systems zirkulär betrachtet. Fokussiert werden die Wechselwirkungen der Interaktion zwischen dem Indexpatienten und anderen wichtigen Personen des Systems sowie deren Umwelt. Die Therapie soll bestehende Strukturen, dysfunktionale Lösungsansätze und das Miteinander in Frage stellen [Sy07]. In der Gruppentherapie sind solche Interaktionen zwischen den Mitgliedern, die gemeinsam Probleme im zwischenmenschlichen Miteinander bearbeiten, Grundvoraussetzung. Besonders kennzeichnend ist, dass nicht nur der Therapeut, sondern auch Gruppenmitglieder Lösungs- und Erklärungsmodelle sowie Unterstützung bieten können [CH97]. Unabhängig von der therapeutischen Schule ist es in der klinisch-psychotherapeutischen Praxis jedoch notwendig, die Therapielänge, an die Beeinträchtigung der Patienten anzupassen. Dadurch entsteht der Anschein, dass die Behandlungsintensität mit der Problemschwere zusammenhängt. Eine höhere Anzahl Therapiestunden bei Hochbelasteten erzielt demnach höhere Effekte [Be04]. Gemäß dem Phasenmodell nach Howard et al. [Ho96] können therapeutische Effekte in drei Phasen eingeteilt werden, wobei die Beeinträchtigungsschwere lediglich eine untergeordnete Rolle spielt. Im Mittel sind acht Sitzungen für eine wirksame Behandlung nötig. Eine Symptomverbesserung hingegen ist zwischen 9 und 26 Sitzungen anzutreffen; von einer verbesserten sozialen Funktionsfähigkeit kann bei der eigentlichen Psychotherapie ab 27 Therapiestunden gesprochen werden [Ha08].

2 Fragestellung

Welche Effekte erbringt die tagesklinisch-psychiatrische Behandlung mit systemischem Schwerpunkt einer kleinen Gruppe von Patienten in Bezug auf psychologische Variablen unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht sowie Aufenthaltsdauer?

3 Methodik

3.1 Datenerhebung

Die Datenerhebung fand in der Psychiatrischen, Psychosomatischen und Psychotherapeutischen Tagesklinik Lauchhammer (Klinikum Niederlausitz GmbH) im Zeitraum von März bis Juni 2011 in der systemischen Gruppe statt. Maximal acht Patienten nahmen gleichzeitig an der zweimal pro Woche für je 60 Minuten stattfindenden Therapie teil.

3.2 Eingesetzte Verfahren

Zur Beurteilung der Wirksamkeit der Gruppentherapie bildeten die *Symptom-Checkliste* (SCL-90-R) [Fr02], der *Fragebogen zur Lebenszufriedenheit* (FLZ) [Fa00] sowie der *Beeinträchtigung-Schwere-Score* (BSS) [Sc95] die Grundlage. Die Messung erfolgte zu Beginn und am Ende des tagesklinischen Aufenthaltes. Der BSS wurde am Ende jeder Therapiewoche durch das tagesklinische Personal ausgefüllt. Für die Wirksamkeitsuntersuchung wurden nur die prä- und post-Werte genutzt.
Die SCL-90-R ermittelt die subjektive psychische Belastung der vergangenen sieben Tage auf symptomatischer Ebene mithilfe von 90 Items auf neun Skalen. Darüber hinaus erfasst das Selbstbeurteilungsverfahren die drei Globalkennwerte *Global Severitiy Index* (GSI), *Positiv Symptom Total* (PST) und *Positiv Symptom Distress Index* (PSDI). Der FLZ repräsentiert mit 49 Items das Konstrukt der Lebenszufriedenheit. Dabei spielt vor allem die individuelle Bewertung von vergangenen, gegenwärtigen, aber auch zukünftigen Lebensbedingungen eine Rolle. Die Addition von sieben der neun Skalen bildet den Index für die *Allgemeine Zufriedenheit* (SUM). Im BSS schätzt der Behandler/ die Behandlerin die Schwere der Beeinträchtigung durch eine Erkrankung auf den Dimensionen *körperlich*, *psychisch* sowie *sozialkommunikativ* ein. Die Aufsummierung der drei Skalen ergibt die *Gesamtbeeinträchtigung* (SUM).

3.3 Datenanalyse

Mittels MANOVA ($p<.05$) wurden die Effektstärken der soziodemografischen Daten Alter, Geschlecht und Aufenthaltsdauer ermittelt. Die Voraussetzungen der multivariaten Varianzanalyse wurden bei den angestellten Berechnungen nicht verletzt.

4 Ergebnisse

4.1 Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe umfasste N=20 Patienten (40% Frauen, 60% Männer) mit einem Durchschnittsalter von 50,5 Jahren (SD=11,2) in der systemischen Gruppentherapie. Die Therapiedauer der Probanden variierte zwischen 4-13 Wochen, im Mittel 7,5 Wochen (SD=2). Es wurden die Gruppen der Kurzzeit- (n=9, ≤7 Wochen) und Langzeitbehandlung (n=11, ≥8 Wochen) gebildet. Eine Diagnosehäufigkeit lag bei F33.1 – F33.2 ‚rezidivierende depressiver Störung' mit 45% vor.

4.2 Einflüsse auf die Globalwerte

Im Prä-Post-Vergleich belegten die eingesetzten Verfahren große Effektstärken (Tabelle 1). Jedoch waren die Patienten auch zur Entlassung weiterhin psychisch, sozialkommunikativ und körperlich leicht belastet. Der Normbereich der SCL-90-R liegt bei T-Werten zwischen 40 und 60. Der Cut-off des BSS wird bei Cut-off=5 angegeben. Die Lebenszufriedenheit stieg indes in den Normbereich (Stanine 4-6).

Tabelle 1: *Berechnung Globalwerte*

SCl-90-R (n=20)		F Zeit (prä vs. post)	Normbereich
prä	M=68,65 (SD= 10,38)	F=19,05 p=0,0001 η^2=0,50	T-Werte 40 - 60
Post	M=62,05 (SD=9,78)		
FLZ (n=18)		**F Zeit (prä vs. post)**	**Normbereich**
prä	M=3,78 (SD=1.02)	F=9,54 p=0,007 η^2=0,36	Stanine 4 - 6
post	M=4,27 (SD=1,06)		
BSS (n=20)		**F Zeit (prä vs. post)**	**Normbereich**
prä	M=8,95 (SD= 1,05)	F=54,89 p=0,0001 η^2=0,74	cut-off = 5
post	M=6,35 (SD=1,35)		

4.3 Einflüsse soziodemografischer Variablen

Die Überprüfung des Einflusses der Faktoren Alter, Geschlecht und Aufenthaltsdauer auf die Globalwerte der jeweiligen Fragebögen erfolgte mittels MANOVA ($p<.05$), wobei keine statistisch relevanten Alters- bzw. Geschlechtseffekte ermittelt werden konnten. Bei der Berechnung der Variable Aufenthaltsdauer mit den Globalwerten konnte ebenso kein statistisch signifikantes Ergebnis ermittelt werden. Tendenziell nähern sich die Langzeitbehandelten bei Beendigung der Therapie an die Ausgangswerte der Kurzeitbehandelten an. Jedoch sind die absoluten Verbesserungen der prä-post-Messung der Langzeitgruppe ausgeprägter (Tabelle 2).

Tabelle 2: *Berechnung der Globalwerte mit dem Faktor Aufenthaltsdauer*

SCL-90-R (n=20)	Kurzzeit-behandlung	Langzeit-behandlung	F1 Dauer (Kurz vs. lang)	F2 Zeit (prä vs. post)	F3 D x Z
Prä	M=63,67 (SD= 9,85)	M=72,73 (SD=9,31)	F=2,58 p=0,125	F=19,22 p=0,000 η^2=0,52	F=2,89 p=0,106
post	M=59,78 (SD=10,35)	M=63,91 (SD=9,36)			
FLZ (n=18)	**Kurzzeit-behandlung**	**Langzeit-behandlung**	**F1 Dauer (Kurz vs. lang)**	**F2 Zeit (prä vs. post)**	**F3 D x Z**
Prä	M=4,09 (SD= 1,12)	M=3,53 (SD=0,92)	F=1,02 p=0,328	F=8,67 p=0,01 η^2=0,35	F=0,3 p=0,593
post	M=4,48 (SD=0,77)	M=4,10 (SD=1,26)			

Tabelle 2 (Fortsetzung): *Berechnung der Globalwerte mit dem Faktor Aufenthaltsdauer*

BSS (n=20)	Kurzzeit-behandlung	Langzeit-behandlung	F1 Dauer (Kurz vs. lang)	F2 Zeit (prä vs. post)	F3 D x Z
Prä	M=8,67 (SD= 1,23)	M=9,18 (SD=0,87)	F=1,34 p=0,261	F=51,36 p=0,000 η^2=0,74	F=0,01 p=0,912
post	M=6,11 (SD=1,36)	M=6,55 (SD=1,37)			

Bei der Überprüfung der einzelnen Skalen der Fragebögen fand sich eine statistisch signifikante Interaktion zwischen Aufenthaltsdauer und Messwiederholung bei der Skala *Paranoides Denken* der SCL-90-R (η^2=.28). Ein direkter Einfluss der Aufenthaltsdauer spiegelt sich bei den Skalen *Phobische Angst* (η^2=.21), *Gesundheit* (η^2=.23), *Ehe & Partnerschaft* (η^2=.43) sowie *Sexualität* (η^2=.34) wider. Personen mit kürzerem Aufenthalt waren zum Therapieende allgemein zufriedener (Abbildung 1 & 2).

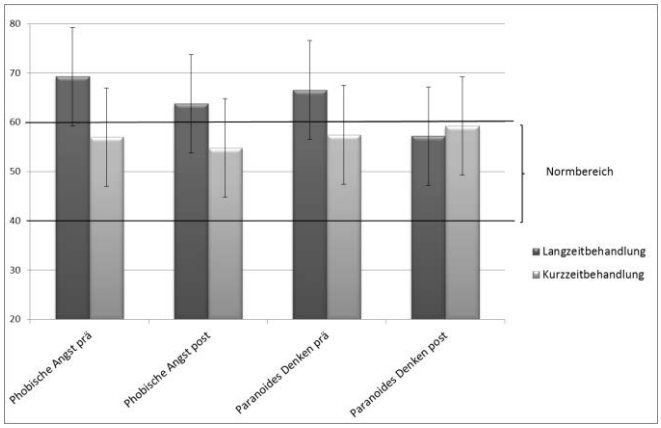


Abbildung 1: Teilergebnis der SCL-90-R vor / nach dem Therapieaufenthalt (± 1SD)

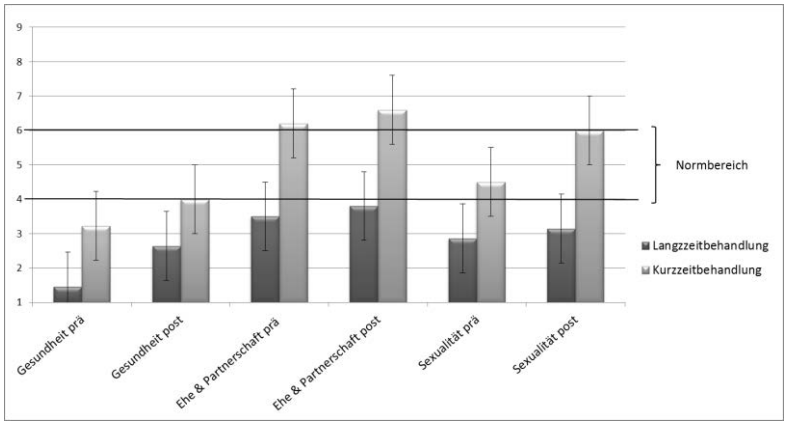


Abbildung 2: Teilergebnis des FLZ vor / nach dem Therapieaufenthalt (± 1SD)

5 Diskussion

Das Anliegen der vorliegenden Studie war es in Zusammenarbeit mit der Psychiatrischen, Psychosomatischen und Psychotherapeutischen Tagesklinik Lauchhammer zu prüfen, inwieweit das dort angewandte systemische Konzept in Verbindung mit Gruppentherapie wirksam ist. Dabei wurde besonders auf den Aspekt der Aufenthaltsdauer fokussiert.
Aufgrund der angestellten Berechnungen konnte die systemische Therapie in der vorliegenden Stichprobe als wirksam beurteilt werden. Die Ergebnisse lassen auf eine Verbesserung der psychischen Belastung, der allgemeinen Lebenszufriedenheit sowie der von den Behandlern bewerteten körperlichen, psychischen und sozialkommunikativen Beeinträchtigungen nach Beendigung der Therapie schließen. Die Resultate deuteten gleichzeitig an, dass Personen mit einer Therapiedauer von bis zu sieben Wochen mehr, hinsichtlich des vorgeschriebenen Normbereichs, profitierten, da sie nach Beendigung der Therapie weniger belastet waren und über eine höhere Lebenszufriedenheit verfügten. Jedoch ist dies unter dem Blickwinkel zu betrachten, dass Langzeitbehandelte insgesamt höhere Verbesserungen zeigten, obwohl sie sich erst zum Therapieende an die Ausgangswerte der Kurzzeitbehandelten annäherten. Dies steht im Zusammenhang mit dem eingangs beschriebenen Aspekt, dass die Behandlungsintensität und die Problemschwere nicht unmittelbar in Verbindung stehen [Ho96]. Jedoch kann generell gesagt werden, dass die systemische Gruppentherapie bei beiden Gruppen eine Verbesserung erbrachte. Diese Ergebnisse relativieren sich aufgrund der sehr geringen Patientenzahl. Des Weiteren wurde kein Kontrollgruppenansatz verfolgt. Zusätzlich wurden die ICD-10-Diagnose und andere Variablen wie Einfluss des Gruppen- bzw. tagesklinischen Konzepts oder systemische Methoden nicht kontrolliert.

6 Literaturverzeichnis

[CH97] Christ, J.; Hoffmann-Richter, U.: Therapie in Gemeinschaft. Gruppenarbeit, Gruppentherapie und Gruppenpsychotherapie im psychiatrischen Alltag. Psychiatrie-Verlag, Bonn, 1999.

[Be04] Beutler et al.: Therapist Variables. In (Lambert, M. Hrsg.): Bergin and Garfield's Handbook of psychotherapy and behavior change. Wiley, New York, 2004; S. 227-306.

[Ha08] Haase, M. et al.: From symptom relief to interpersonal change: Treatment outcome and effectiveness in inpatient psychotherapy. Psychotherapy Research, [5], 2008, 18; S. 615-624.

[Ho96] Howard, K. I. et al.: Evaluation of Psychotherapy. Efficacy, effectiveness, and patient progress. American Psychologist, [51], 1996, 10; S. 1059-1064.

[Fa00] Fahrenberg, J. et al.: Fragebogen zur Lebenszufriedenheit (FLZ). Handanweisung. Hogrefe, Göttingen, 2000.

[Fr02] Franke, G. H.: SCL-90-R. Die Symptom-Checkliste von L. R. Derogatis. Deutsche Version. Manual. Beltz-Test-GmbH, Göttingen, 2002.

[Sc95] Schepank, H.: Beeinträchtigungs-Schwere-Score. Ein Instrument zur Bestimmung der Schwere einer psychogenen Erkrankung. Beltz-Test-GmbH, Göttingen, 1995.

[Sy07] Sydow, K. von et al.: Die Wirksamkeit der Systemischen Therapie/ Familientherapie. Hogrefe, Göttingen, 2007.

Selbstbeurteilung depressiver Symptome von Menschen mit geistiger Behinderung

Melanie Jagla[1,2], Daniela Schreckenbach[1], Eva Staudt[2], Joachim Müller[2] & Gabriele Helga Franke[1]

[1] Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal

[2] AWO Fachkrankenhaus Jerichow
Johannes-Lange-Str. 20
39319 Jerichow

mellyjagla@hotmail.com, gabriele.franke@hs-magdeburg.de

Hintergrund: Die Prävalenz von psychischen Störungen liegt bei Personen mit einer Intelligenzminderung deutlich höher als in der Bevölkerung. Bisher erfolgt die Diagnostik dieser Störungsbilder in den meisten Fällen durch Verhaltensbeobachtung und Fremdbeurteilung durch Familienmitglieder oder Betreuer. Verfahren zur Selbstbeurteilung psychischer Belastung für Menschen mit Intelligenzminderung liegen im deutschsprachigen Bereich bisher nicht vor. Mit der SCL-90®-S steht (für Personen ohne Intelligenzminderung) ein Selbstbeurteilungsinstrument zur Verfügung, das die subjektiv empfundene Beeinträchtigung durch körperliche und psychische Symptome einer Person erfragt. Ziel der vorliegenden Studie ist die Modifikation der Skala Depressivität der SCL-90®-S, so dass der Einsatz des Verfahrens auch bei Personen mit einer geistigen Behinderung beginnen kann.
Methodik: Von November bis Dezember 2012 wurde die Praktikabilität der modifizierten Skala Depressivität der SCL-90®-S im AWO Fachkrankenhaus Jerichow, in der Abteilung für Psychotherapie für Menschen mit einer geistigen Behinderung, geprüft. Zum Einsatz kam die originale Version der Skala Depressivität sowie die modifizierte Version; hierfür wurden Einleitung und Items in leichte Sprache „übersetzt“ und mit Piktogrammen ergänzt sowie das Antwortformat vereinfacht. Weiterhin wurde die Intelligenzminderung durch den Einsatz des Wechsler Intelligenztests für Erwachsene genauer bestimmt.
Ergebnisse: 11 Patienten im durchschnittlichen Alter von 34.2 Jahren (SD=11.6), 63.6% männlich, nahmen die modifizierte Version der Skala Depressivität gut an und benötigten beim Bearbeiten der Skala nur wenig Hilfe (vor allem beim Vorlesen), bei einigen Items war eine weiterführende Erklärung des Inhaltes notwendig.
Diskussion: Die Praktikabilitätsprüfung zeigte, dass weitere Arbeiten an der modifizierten Skala notwendig sind, um die Praktikabilität zu erhöhen, da es bei einigen Items Verständnisschwierigkeiten gab. In Zukunft sollten weitere relevante Skalen der SCL-90®-S - vor allem die Skalen Aggressivität/ Feindseligkeit, Psychotizismus und Paranoides Denken - modifiziert werden, um ein umfassenderes Selbstbeurteilungsinstrument für den Einsatz im klinischen Setting für Menschen mit geistiger Behinderung bereit zu stellen.

1 Hintergrund

Die Prävalenz psychischer Störungen liegt laut Schanze [Sc07] in der Bevölkerung bei 22.1% und steigt bei Menschen mit einer geistigen Behinderung auf bis zu 60% an. Die Diagnostik psychischer Störungen durch den Einsatz von Selbstbeurteilungsverfahren ist bei geistig behinderten Menschen kaum möglich, da übliche Selbstbeurteilungsverfahren üblicherweise eine „normale intellektuelle Leistungsfähigkeit“ voraussetzen. Hennicke [He05] beschreibt, dass ein multidimensionaler Ansatz, der neben der individuellen Betrachtung des Patienten auch psychosoziale und kontextuelle Faktoren berücksichtigen muss, notwendig ist, auch wenn er keinen direkten Bezug zur Selbstbeurteilung herstellt. Verschiedene Verfahren zur Erfassung psychischer Störungen bei Menschen mit einer geistigen Behinderung liegen zwar vor, es handelt sich allerdings fast ausschließlich um Fremdbeurteilungsinstrumente; exemplarisch werden an dieser Stelle einige Instrumente kurz vorgestellt:

Mit dem Psychopathology Instrument for Adults with Mental Retardation (PIMRA) wurde 1983 erstmalig ein Verfahren zur Diagnostik psychischer Störungen für Menschen mit einer geistigen Behinderung vorgelegt [MKS84]. PIMRA wurde DSM-orientiert entwickelt (d.h. es orientiert sich an den Richtlinien der US-amerikanischen psychiatrischen Gesellschaft) und deckt sieben Störungsbereiche ab. Das aus 57 Items bestehende Verfahren, das eine dichotome Antwortskalierung (vorhandene/ nicht vorhandene Symptome) aufweist, liegt in einer Selbst- und einer Fremdbeurteilungsversion vor. Die Autoren beschreiben die Grenzen der Selbstbeurteilung: „This findings demonstrate difficulty on the part of mentally retarded patients to discriminate on the particular type of psychopathology that they are experiencing“[MKS84, p. 88].

Das DASH (Diagnostic Assessment for the Severely Handicapped; modifizierte Version DASH-II) ist ein 84 Items umfassendes Fremdbeurteilungsinstrument zur Erfassung von 13 psychischen Störungsbildern nach DSM, die hinsichtlich der Auftretenshäufigkeit, -dauer und der Schwere der Symptomatik beantwortet werden [Ma91].

Moss et al. [Mo00] entwickelten mit der Psychiatric Assessment Schedule for Adults with a Developmental Disability (PAS-ADD) ein Verfahren zur Fremdbeurteilung von psychischen Problemen. Die revidierte Version enthält ein Screening, welches die Bereiche (1) affektive/ neurotische Störungen, (2) organische Störungen und (3) psychotische Störungen erfasst, sowie zwei Interview-Leitfäden (Kurz- und Langform).

Die Adolescent Behavior Checklist (ABC) ist ein 86 Items umfassendes Selbstbeurteilungsinstrument für Jugendliche im Alter von 12 bis 21 Jahre. Die ABC erfasst - in Anlehnung an das DSM - mit dichotomer Antwortskalierung (ja/ nein) acht Störungsbereiche [De94]. Eine deutsche Version liegt nur zur internen Nutzung vor; die psychometrische Prüfung ergab zufrieden stellende bis sehr gute Ergebnisse [ZWH11].

Zur Erfassung von Angst, Depression und Stimmungslage entwickelte die Arbeitsgruppe um Esbensen [Es03] die Anxiety, Depression, and Mood Scale (ADAMS), die mit Hilfe von 55 Items die Bereiche (1) Manie/ hyperaktives Verhalten, (2) depressive Stimmung, (3) soziale Vermeidung, (4) generalisierte Angst und (5) zwanghaftes Verhalten erfasst. Zur Selbstbeurteilung der Stimmung entwickelten Argus et al. [Ar04] eine 12-Item-Version des Profile of Mood States.

Zusammenfassend liegt bislang im deutschsprachigen Bereich kein Verfahren zur Selbstbeurteilung psychischer Symptome, insbesondere der Stimmung, für Menschen

mit geistiger Behinderung vor. Daher empfiehlt sich die Modifikation eines etablierten Verfahrens, um es für den Einsatz bei Personen mit einer geistigen Behinderung anzupassen. Hierbei bietet sich der Symptom-Checklistenansatz an, da hier die Patienten selbst beurteilen, ob sie sich durch das Vorhandensein von Symptomen belastet fühlen; im Rahmen der Fremdbeurteilung kann oft nur das Vorhandensein der Symptome, nicht aber die individuelle Belastung erfasst werden.

2 Methodik

2.1 Datenerhebung

Die Erhebung der vorliegenden Daten fand von November bis Dezember 2012 im AWO Fachkrankenhaus Jerichow in der Abteilung für Psychotherapie für Menschen mit geistiger Behinderung statt.

2.2 Eingesetzte Verfahren

Der Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (WIE) [ANH06] erfasst die kognitive Entwicklung von Erwachsenen und setzt sich aus 14 Subtests zusammen, aus denen ein Verbal-, ein Handlung- sowie ein Gesamt-IQ gebildet werden kann.
Die Symptom Checkliste SCL-90®-S [Fr13] misst mit Hilfe von 90 Items, die sich neun Skalen (Aggressivität/ Feindseligkeit, Ängstlichkeit, Depressivität, Paranoides Denken, Phobische Angst, Psychotizismus, Somatisierung, Unsicherheit im Sozialkontakt, Zwanghaftigkeit) und drei globalen Kennwerten zuordnen lassen, die subjektiv empfundene Beeinträchtigung durch körperliche und psychische Symptome einer Person innerhalb eines Zeitraumes von sieben Tagen auf fünf-stufiger Likert-Skala.

2.3 Vorgehen

Die Instruktion der SCL wurde umformuliert, so dass sie den Patienten in leicht verständlicher Sprache und mit Hilfe von Piktogrammen, die aus den Programmen META-COM und Boardmaker® eingefügt wurden, präsentiert werden kann. Das Antwortformat wurde von der fünf-stufigen Likert-Skala (0=überhaupt nicht, 1=ein wenig, 2=ziemlich, 3=stark, 4=sehr stark) auf ein dreistufiges Format geändert und ebenfalls mit Piktogrammen dargestellt (Tabelle 1). Die 13 Items der Skala Depressivität der SCL-90®-S wurden umformuliert und mit Piktogrammen ergänzt; exemplarisch wird in Tabelle 2 das Item „Energielosigkeit oder Verlangsamung in den Bewegungen oder im Denken“ dargestellt.

Tabelle 1: modifiziertes Antwortformat der SCL-90-R

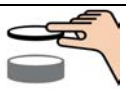
Nein, überhaupt nicht	 Ja, ein wenig	Ja, viel

Tabelle 2: modifizierte Version des Items: „Energielosigkeit oder Verlangsamung in den Bewegungen oder im Denken“

Jeden Tag machen wir Dinge. Zum Beispiel: Wir gehen zum Frühstück. Um das zu schaffen, brauchen wir Kraft. Fühlten Sie sich ohne Kraft? Konnten Sie: sich nur langsamer bewegen? nur langsamer denken?	

3 Ergebnisse

3.1 Stichprobenbeschreibung

Die anfallende Stichprobe umfasste N=11 stationär behandelte Patienten mit einer geistigen Behinderung und einer/ mehreren psychischen Erkrankung(en) im durchschnittlichen Alter von 34.2 Jahren (SD=11.6, Min=19, Max=50); 63.6% waren männlich. Acht Patienten (72.7%) berichteten von einem Abschluss einer Lernbehinderten-Schule, die Mehrzahl der Patienten (72.7%) hat keine (auch keine theoriegeminderte) Berufsausbildung. Acht Probanden (72.7%) waren zum Zeitpunkt des stationären Aufenthaltes in einer WfbM beschäftigt, vier (36.4%) lebten im Wohnheim an WfbM, zwei (18.2%) im intensiv-betreuten Wohnen und drei (27.3%) lebten weitestgehend autonom im ambulant-betreuten Wohnen. Neben der Intelligenzminderung mit Verhaltensstörungen (F70.1/ F71.1) wurden fünf Patienten (45.5%) wegen einer Reaktion auf schwere Belastungen bzw. Anpassungsstörung (F43.-), drei Patienten (27.3%) wegen einer affektiven (F32.-/ F33.-) und zwei Patienten (18.2%) wegen einer schizoaffektiven Störung (F25.-) stationär behandelt.

3.2 Ergebnisse der Testverfahren

Der WIE wurde bei neun Patienten durchgeführt; die Patienten wiesen einen durchschnittlichen Gesamt-IQ von 60 auf. In der Original-Version der SCL wurde bei den 11

Probanden ein Summenwert von 17.7 (insgesamt max. 52) und in der modifizierten Version ein Summenwert von 7.8 (insgesamt max. 26) ermittelt. Die ausführliche Ergebnisdarstellung findet sich in Tabelle 3.

Tabelle 3: Ergebnisse der Testverfahren

Variable	Ausprägung
Intelligenz (n=9)	
Gesamt-IQ	60 (SD=9, Min=46, Max=73)
Verbal-IQ	60 (SD=5, Min=50, Max=67)
Handlungs-IQ	67 (SD=11, Min=54, Max 85)
Depressivität (N=11)	
SCL-90®-S (Σmax. 52)	Σ: 17.7 (SD=14.2, Min=3, Max=43)
	Mittelwert: 1.4 (SD=1.1, Min=0.2, Max=3.3)
Modifizierte Skala (Σmax. 26)	Σ: 7.8 (SD=5.1, Min=1, Max=17)
	Mittelwert: 0.6 (SD=0.4, Min=0.1, Max=1.3)

3.3 Praktikabilität

Die modifizierte Skala Depressivität der SCL-90®-S wurde von den Patienten insgesamt gut angenommen. Während der Bearbeitung des Fragebogens wurde von der Testleiterin die Beantwortung der Items erfasst, parallel dazu wurde kodiert, inwieweit die Probanden Hilfe beim Verstehen der Items benötigten. Es zeigte sich, dass die Mehrzahl der Patienten die Fragen ohne weitere Erklärungen beantworten konnten; es aber auch Erklärungsbedarf gab (Tab. 4).

Tabelle 4: Hilfestellung bei der Beantwortung der Items

Item	Keine Hilfe n (%)	Vorlesen n (%)	Erklären n (%)
Energielosigkeit	5 (45.5)	5 (45.5)	1 (9.1)
Suizidgedanken	7 (63.3)	4 (36.4)	0
Sich ertappt fühlen	5 (45.5)	6 (54.5)	0
Selbstvorwürfe	5 (45.5)	5 (45.5)	1 (9.1)
Weinen	7 (63.3)	4 (36.4)	0
Schwermut	7 (63.3)	3 (27.3)	1 (9.1)
Sorgen	7 (63.3)	4 (36.4)	0
Einsamkeit	7 (63.3)	4 (36.4)	0
Sexualität	5 (45.5)	4 (36.4)	2 (18.2)
Interessenverlust	7 (63.3)	3 (27.3)	1 (9.1)
Hoffnungslosigkeit	6 (54.5)	4 (36.4)	1 (9.1)
Anstrengung	6 (54.5)	5 (45.5)	0
Wertlosigkeit	6 (54.5)	3 (27.3)	2 (18.2)

4 Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war es, eine modifizierte Version der Skala Depressivität der SCL-90®-S auf ihre Praktikabilität hin zu untersuchen. Die Praktikabilitätsprüfung wurde bei 11 Patienten mit einer geistigen Behinderung, die sich aufgrund von Verhal-

tensauffälligkeiten und/ oder einer psychischen Störung in stationärer Behandlung befanden, durchgeführt. Insgesamt zeigte sich, dass die modifizierte Version der Skala von den Patienten gut angenommen wurde, allerdings bestand zumindest bei den Items „Verminderung Ihres Interesses oder Ihrer Freude an Sexualität“ und „dem Gefühl, wertlos zu sein“ noch weiterer Modifikationsbedarf, da Patienten trotz leichter Sprache und Piktogrammen weiterführende Erklärung benötigten. Außerdem sollten einige Items, die gleichzeitig mehrere Aspekte beschreiben, z.B. das Item „Energielosigkeit oder Verlangsamung in den Bewegungen oder im Denken“ so modifiziert werden, dass zwei Items daraus entstehen. Die Überarbeitung der Skala und deren erneute Prüfung stehen noch aus; weiterhin sollten noch andere relevante Skalen der SCL-90®-S - hier vor allem Aggressivität/ Feindseligkeit, Psychotizismus und Paranoides Denken - für den Einsatz bei Personen mit einer geistigen Behinderung modifiziert werden, da bisher keine geeigneten Selbstbeurteilungsinstrumente vorliegen.

Literaturverzeichnis

[ANH06] Aster, v. M.; Neubauer, A; Horn, R.: Wechsler Intelligenztest für Erwachsene (WIE). Harcourt Test Services, Frankfurt, 2006.

[Ar04] Argus et al.: Measurement of mood in adolescents with intellectual disability. Research in Developmental Disabilities, 25, 2004, pp. 493-507.

[De94] Demb, H.B.: The Adolescent Behavior Checklist: Normative data and sensitivity and specificity of a screening tool for diagnosable psychiatric disorders in adolescents with mental retardation and other developmental disabilities. Research in Developmental Disabilities, 15, 1994, pp. 151-165.

[Es03] Esbensen et al.: Reliability and Validity of an Assessment Instrument for Anxiety, Depression, and Mood among Individuals with Mental Retardation. Journal of Autism and Developmental Disorders, 33, 2003, pp. 617-629.

[Fr13] Franke, G.H.: Die Symptom-Checkliste mit 90 Items – Standardform – SCL-90®-S. Hogrefe: Göttingen, 2013, in Vorbereitung.

[He05] Hennicke, K.: Psychiatrische Diagnostik. In (Stahl, B.; Irblich, D. Hrsg.): Diagnostik bei Menschen mit geistiger Behinderung – Ein interdisziplinäres Handbuch. Hogrefe, Göttingen, 2005, S. 349-364.

[Ma91] Matson, J.L. et. al.: A scale for evaluation emotional disorders in severely and profoundly mentally retarded persons. Development of the Diagnostic Assessment for the Severely Handicapped (DASH) scale. The British Journal of Psychiatry, 159, 1991, pp. 404-409.

[Ma11] Matson, J.L. et. al.: Scaling methods to measure psychopathology in persons with intellectual disabilities. Research in Developmental Disabilities, 33, 2012, pp. 549-562.

[MKS84] Matson, J.L.; Kazdin, A.E.; Senatore, V.: Psychometric properties of the Psychopathology Instrument for Mentally Retarded Adults. Applied Research in Mental Retardation, 5, 1984, pp. 81-89.

[Mo00] Moss et al.: Psychiatric symptoms in adults with learning disability and challenging behavior. British Journal of Psychiatry, 177, 2000, pp. 452-456.

[Sc07] Schanze, C.: Intelligenzminderung und psychische Störung – Grundlagen, Epidemiologie, Erklärungsansätze. In (Schanze, C. Hrsg.): Psychiatrische Diagnostik und Therapie bei Menschen mit Intelligenzminderung. Schattauer, Stuttgart, 2007; S.15-24.

[ZWH11] Zeilinger, E.L.; Weber, G.; Haveman, M.J.: Psychometric properties and norms of the German ABC-Community and PAS-ADD Checklist. Research in developmental Disabilities, 32, 2011, pp. 2431-2440.

Voruntersuchungen zur Beurteilung von Bewegungseinschränkungen im Schultergelenk

Katja Orlowski

Fachbereich Informatik und Medien, Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50, 14770 Brandenburg
orlowski@fh-brandenburg.de

Abstract: Die Beurteilung der Bewegungseinschränkung beim Impingement-Syndrom kann im klinischen Umfeld ohne großen Aufwand mit kostengünstigen, mobilen Sensoren, wie die Microsoft Kinect und Sensoreinheiten der Firma Shimmer™ Research erfolgen. Der Bewegungsablauf wird erfasst und offline analysiert. Die Definition des Versuchsaufbaus und -ablaufs, die Auswahl der Signale und die Ableitungsorte, die Identifizierung von Parametern zur Beurteilung der Bewegungseinschränkung sowie Vorbereitungen zur Implementierung eines Diagnose- und Therapiesystems sind Bestandteil der Voruntersuchungen.
Der Schwerpunkt liegt in der Auswahl von Muskeln zur Beurteilung der Muskelaktivität während des Bewegungsablaufs und der Auswertung der Signale. Die Ergebnisse der Analyse werden dargestellt, diskutiert und zusammengefasst.

1 Einführung

Mit mobiler Sensorik können sowohl biologische Signale als auch Bewegungsdaten zur Diagnose oder Therapie in verschiedenen klinischen Bereichen erfasst werden. Diese Daten können zur Beurteilung des Gesundheitszustands herangezogen werden. Die Sensoren sind nahezu überall einsetzbar, kostengünstig und weisen eine ausreichende Genauigkeit auf. Dies haben Fernandez-Baena et al. für die Microsoft Kinect gezeigt [FBSL12].
In diesem Paper werden vorbereitenden Untersuchungen für eine Studie zur Beurteilung der Bewegungseinschränkung im Schultergelenk (Impingement-Syndrom) vorgestellt. Dabei wird in Experimenten die Muskelauswahl und die EMG-Platzierung untersucht. Anhand verschiedener Testfälle wird versucht, Parameter zu identifizieren.

2 Material und Methoden

Die Armbewegungen, Abduktion und Adduktion, werden frontal mit einer Kinect und parallel dazu mit Shimmer™-EMG- und 6-DoF-Sensoreinheiten aufgezeichnet. Die Kinect erfasst während der Bewegungsausführung die Bewegung der oberen Extremitäten, des Kopfes und der Wirbelsäule. Die EMG- und 6-DoF-Sensoren (je 3 Achsen Beschleu-

nigung und Gyroskop) sind beidseitig an den Armen des Probanden appliziert. Zum besseren Vergleich der Daten beider Systeme werden die 6-DoF-Sensoren ebenfalls an den Gelenken angebracht. Ein Referenzsensor wird am Wirbel C7 befestigt. Informationen zum Versuchsaufbau und -ablauf sind nachfolgend dargestellt. Details sind in der Literatur [OSL12, B$^+$02, P$^+$00] enthalten.

Versuch
Für die Bestimmung relevanter Parameter wurden Daten von zehn gesunden Probanden aufgezeichnet. Jeder Proband saß frontal mit Blick in Richtung Kinect und führte je Messung fünf aufeinanderfolgende Abduktionen und Adduktionen mit beiden Armen aus. Die Bewegung wurde mit der Kinect (Abtastrate (AR): 30 Hz) und den Shimmer™-Sensoren (6-DoF, AR:51.2 Hz) registriert. Pro Proband wurden drei Messungen mit paralleler Armführung (maximaler Abduktion) und drei Messungen mit unterschiedlichen Abduktionswinkeln (rechts-links bzw. links-rechts) durchgeführt.

EMG-Untersuchungen
Für die Erfassung von Oberflächen-EMGs (sEMG) stellt SENIAM [1] Empfehlungen und Hinweise für die Anbringung von Sensoren zur Verfügung. Ferner sind für die Muskeln Bewegungen aufgeführt, an denen sie beteiligt sind. Vier Muskeln wurden identifiziert, die maßgeblich an der Ab-/Adduktion beteiligt sind: M. deltoideus anterior, medius und posterior und M. trapezius descendens. Der M. supraspinatus unterstützt den M. deltoideus bei der Abduktion, kann mittels sEMG nicht abgeleitet werden, weil ihn der M. trapezius verdeckt.
Die Muskelaktivität wurde bei der Armbewegung mit verschiedenen Vorgaben nacheinander mit Shimmer™-EMG (AR: 1024 Hz) und einem stationären EMG-Gerät (Neurowerk, AR: 3125 Hz) an den gleichen Positionen der genannten Muskeln (Empfehlungen von SENIAM) abgeleitet.
Mit den Messungen wurden zwei Ziele verfolgt:

- Identifikation von Muskeln mit dem stärkste Erregungspotential während Bewegung
- Untersuchung des Einflusses der Ausführungsvariation (mit/ohne Hanteln, Pausen).

Sowohl die Shimmer™- als auch die Neurowerk EMG-Messungen zeigen (s. Abb. 1), dass alle untersuchten Muskeln bei dem Bewegungsablauf ein Potential aufweisen. Die Stärke der Aktivität hängt von der Ausführung ab. Die Ermüdung der Muskeln dürfte hierbei keine Rolle spielen. Bei den Shimmer-Messungen sind der M. trapezius und der M. deltoideus medius die Muskeln mit dem stärksten Potential, so dass diese für weitere Messungen verwendet werden, vor allem, weil die Positionierung der Elektroden einfacher ist.

Signalverarbeitung
Filterung der Kinect-Daten und Beschleunigungsdaten
Zur Filterung der Kinect-Daten und der Shimmer-Beschleunigungsdaten wurden als Tiefpass Mittelwertfilter unterschiedlicher Länge und zum Entfernen von Ausreißern ein Me-

[1] Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (www.seniam.org)

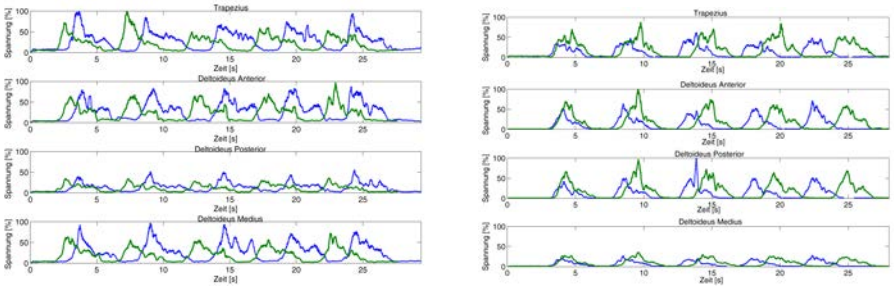


Abbildung 1: EMG von zwei Messungen des Versuchs (links: Shimmer, rechts: Neurowerk, grün: rechter Muskel, blau: linker Muskel).

dianfilter 3. Ordnung. Die Signale werden um ihren Mittelwert bereinigt. Zur Vergleichbarkeit der Daten ist bedingt durch die verschiedenen Abtastraten der Systeme eine Zeitnormierung sowie eine Amplitudennormierung notwendig.
Aus den Bewegungsdaten der Kinect wurde der Abduktionswinkel mittels Vektorprodukt berechnet.

Filterung der Shimmer EMG-Daten
Die EMG-Daten werden mit einem Bandpass (20-500 Hz) und einer Bandsperre (49-51 Hz) gefiltert. Anschließend werden die EMGs gleichgerichtet und die Hüllkurve (RMS-Algorithmus) berechnet. Für die Onset-/Offset-Detektion (die Detektion der Muskelaktivierung) wird ein Schwellwert definiert. Ein Muskel gilt als aktiv, wenn er fünf Prozent des Ruhepotentials überschreitet (vgl. [Kon05]).

3 Ergebnisse

Allgemein ist in allen Signalen (Kinect: Positionen der Gelenke, berechneter Abduktionswinkel, Shimmer: Beschleunigung) die Symmetrie bzw. Asymmetrie der jeweiligen Bewegungsausführung gut erkennbar. Nachfolgend werden die Beobachtungen anhand einiger Signalbeispiele dargestellt.
Zu erkennen sind in der Abbildung 2 oben die auf einer Kreisbahn durchgeführten Bewegungen der einzelnen Gelenke sowie unten die berechneten Abduktionswinkel beider Arme. Links ist die Symmetrie der Arme gut zu sehen. Bei der asymmetrischen Bewegung der Arme spiegelt sich dies sowohl in den Positionssignalen (oben rechts) als auch in den berechneten Winkel wider. Die Amplituden der Winkel zeigen einen deutlichen Unterschied bei dem simulierten Impingement. Zwar korrelieren die Signale, jedoch lässt sich anhand der Amplituden feststellen, ob die Bewegung symmetrisch ist.
Zum besseren Vergleich der Signale, wurden eine Amplituden- und Zeitnormierung vorgenommen. Abbildung 3 besteht aus zwei Grafiken, die eine symmetrische Ausführung links und eine asymmetrische rechts darstellen. Pro Plot sind die Bewegungen des linken (rot) und rechten (blau) Handgelenks je Achse und die beiden Systeme (Kinect links,

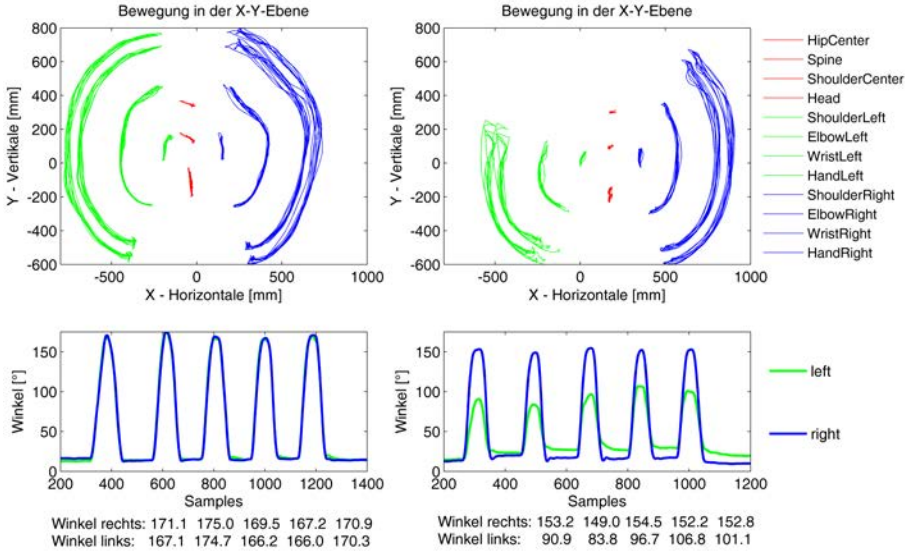


Abbildung 2: Armbewegung in der X-Y-Ebene, Vergleich der Abduktionswinkel sowie unten die maximalen Abduktionswinkel. Links für die synchrone Bewegungsausführung, rechts für asymmetrische Bewegung der Arme.

Shimmer rechts) dargestellt. Ein Vergleich beider Arme je Ausführung und System sowie das Vergleichen der beiden verschiedenen Ausführungen ist möglich. Vor allem in der Y-Achse der Kinect-Daten und der Beschleunigung des Shimmer-Sensors ist die Symmetrie / Asymmetrie erkennbar, die ebenfalls anhand der Amplitude ermittelt werden kann. Beide Systeme liefern vergleichbare Ergebnisse, wenn auch verschiedene Signale dargestellt sind.

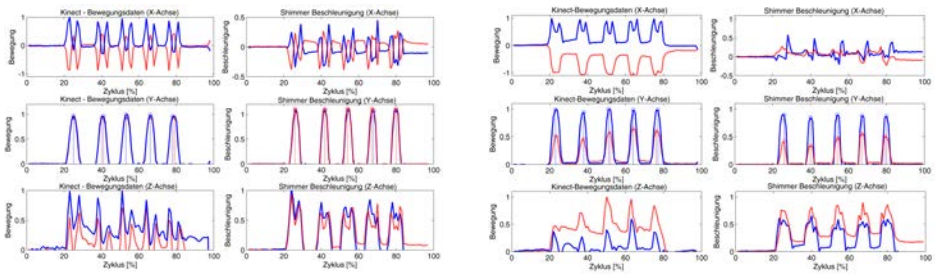


Abbildung 3: Zeit- und Amplitudennormierte Bewegungs- (je linke Spalte) und Beschleunigungsdaten (je rechte Spalte) beider Handgelenke für die symmetrische (linke Grafik) und asymmetrische (rechte Grafik) Ausführung (rot: links, blau: rechts).

Abbildung 4 zeigt die Beschleunigung der Y-Achse beider Arme (Shimmer 6-DoF-Sensor), die Bewegung beider Ellenbogen in der Y-Achse (Kinect), die gefilterte und interpolierte Beschleunigung beider Ellenbogen (durch Ableitung und Berechnung der Hüllkurve) sowie das Ergebnisse der Kreuzkorrelation der Beschleunigungssignale.
Beide Beschleunigungssignale weisen eine Ähnlichkeit auf, vor allem bei der maximalen Abduktion des rechten Armes (blau). Wie vor allem an der Bewegung der Ellenbogen (Kinect) zu erkennen ist, handelt es sich um eine asymmetrische Ausführung. Bei den am Ellenbogen gemessenen Beschleunigungen (Shimmer) ist die Asymmetrie nicht so deutlich wie bei den Handgelenken (s. Abb 3), weil der zurücklegte Weg, der Ellenbogen geringer ist. Folglich gilt das auch für die Beschleunigung.

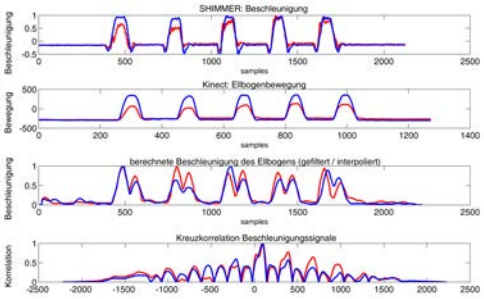


Abbildung 4: Links: Korrelation der erfassten und berechneten Beschleunigung am Ellenbogen (rechts: blau, links: rot).

4 Zusammenfassung und Ausblick

Das Kapitel Ergebnisse stellt dar, dass sowohl aus den Bewegungsdaten der Kinect, den berechneten Winkel sowie den Shimmer-Beschleunigungen bestimmt werden kann, ob es sich um eine symmetrische oder asymmetrische Bewegung der Arme handelt. Dies ist bei den Kinect-Daten durch visuelle Betrachtung der Bewegungsdaten in der X-Y-Ebene, durch Schwellwertuntersuchung des maximalen Abduktionswinkels möglich (s. Abb. 2). Bei den Shimmer-Daten kann der Rechts-Links-Vergleich zur Beurteilung der Symmetrie über eine Schwellwertbetrachtung der Beschleunigung erfolgen (s. Abb. 3 je rechte Spalte). Die Korrelation der erfassten Beschleunigung (Shimmer) und der berechneten Beschleunigung (Kinect) zeigt, dass die Signale der beiden Systeme eine Ähnlichkeit aufweisen(s. Abb. 4). Folglich könnten beide Systeme zusammen oder auch einzeln zur Beurteilung der Bewegung verwendet werden.
Die EMG-Untersuchung hat ergeben, dass alle untersuchten Muskeln ein ähnlich starkes Potential bei der Ausführung haben, die Stärke jedoch etwas variiert (Abweichung aus der X-Y-Ebene, Verwendung einer Hantel). Da die EMG-Elektroden am M. trapezius und am M. deltoideus medius einfach appliziert werden können, werden diese Muskeln in nach-

folgenden Untersuchungen abgeleitet.
Es müssen ferner statistische Parameter berechnet werden und ein Vergleich der genutzten Systeme mit anderen anerkannten Systemen steht aus (z.B. markerbasiertes Motion-Capture-System oder Xsens[2]-Motion-Capture-System). Weiterhin sollte die Anzahl der Probanden für die geplante Studie anhand vorhandener Daten mittels Poweranalyse geschätzt werden, so dass weder zu wenig noch zu viele Probanden akquiriert werden.
Die Algorithmen zur On-/Offset-Detektion werden durch die Anwendung des Teager-Kaiser-Energy-Operator (TKEO) verbessert. Dieser wurde zur Verbesserung des Signalrauschabstands und Verringerung fehlerhafter Onset-Detektion entwickelt [S+08, MMA10, S+10]. Solvik et al. zeigen, dass der Einsatz des TKEO in den getesteten Varianten (Onset-Detektion visuell, mit Schwellwert oder AGLR (Approximated generalized likelihood ratio)) ein besseres Detektionsergebnis liefert.
Ferner kann die Richtungsinformation der Beschleunigung in die Analyse einbezogen werden und die Berechnung des Abduktionswinkels aus der Winkelgeschwindigkeit erfolgen.

Danksagung: Für die Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Versuche danke ich S. Heidepriem und T. Schumitz.

Literatur

[B+02] R. Becker et al. Strength and motion after hemiarthroplasty in displaced four-fragment fracture of the proximal humerus. *Acta Orthop Scand*, 73 (1):44–49, 2002.

[FBSL12] A. Fernandez-Baena, A. Susin und X. Lligadas. Biomechanical Validation of Upper-body and Lower-body Joint Movements of Kinect Motion Capture Data. *4th Int. Conf. on Intell. Netw. and Collab. Sys. (INCoS), 2012*, Seiten 656–661, 2012.

[Kon05] P. Konrad. EMG-Fibel. www.velamed.com/downloads/EMG-Fibel.pdf, 2005. Stand 02.01.2013.

[MMA10] J.A. Biurrun Manresa, C.D. Morch und O.K. Andersen. Teager-Kaiser Energy Operator Improves the Detection and Quantification of Nociceptive Withdrawal Reflexes from Surface Electromyography. *Proceedings of 18th Eur. Sig. Proc. Conf. (EUSIPCO-2010)*, Seiten 910–913, Aalborg, Denmark, 23-27 Aug., 2010.

[OSL12] K. Orlowski, T. Schumitz und H. Loose. Messen von Armbewegungen mit SHIMMER und Kinect. *Abstractband, 57. Jahrestagung GMDS, Braunschweig*, 16.-21. Sept. 2012.

[P+00] G. Pap et al. Dreidimensional Bewegungsanalyse am Schultergelenk. Ein neues Verfahren zur Charakterisierung von Parametern der Schultergelenksfunktion. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.*, 138:344–348, 2000.

[S+08] S. Solnik et al. Teager-Kaiser Operator improves the accuracy of EMG onset detection independent of signal-to-noise ratio. *Acta Bioeng Biomech.*, 10(2):65–68, 2008.

[S+10] S. Solnik et al. Teager-Kaiser energy operator signal conditioning improves EMG onset detection. *Eur J Appl Physiol*, 110:489–498, 2010.

[2] www.xsens.com

Herstellung eines miniaturisierten Bioreaktors für Zellkulturen

Felix Schütze, Andrea Böhme, Andreas H. Foitzik
Labor für Systemintegration
TH Wildau (FH)
Bahnhofstr. 1
15745 Wildau
fschuetze@th-wildau.de
aboehme@th-wildau.de
afoitzik@th-wildau.de

Abstract: Tierversuche sind aufgrund des Mangels an Alternativmethoden ein wichtiges Standardinstrument zur Erprobung neuer biopharmazeutischer Wirkstoffe. Aufgrund der hohen Artenvielfalt sind sie jedoch nicht in jedem Falle sinnvoll. Daher ist das Ziel dieser Arbeit die Konzeptionierung und Entwicklung eines dreidimensionalen organoiden Testsystems. Zwei grundlegende Anforderungen wurden an diesen Prototypen gestellt; zum einen sollte er im Rahmen dieser Abschlussarbeit als Testplattform für unterschiedliche Methoden aus dem Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik dienen und zum anderen als vereinfachtes Modell auch als Spritzgießbauteil realisiert werden können.

1 Zielstellung

Ziel dieser Arbeit sind das Design und die Entwicklung eines Bioreaktors für dreidimensionale organoide Testsysteme. Zielführend dafür sind zwei grundlegende Anforderungen an den Bioreaktor zu stellen. Zum einen gilt es als Testplattform für verschiedene Methoden im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik, zum anderen soll es als vereinfachtes Modell realisiert werden, um eine spätere Massenproduktion der einzelnen Komponenten mittels Spritzgussverfahren zu ermöglichen.
Die Planung, das Design und die Konstruktion des Bioreaktors wurden mit der Konstruktionssoftware SolidWorks durchgeführt. Durch die Auswahl eines geeigneten Fügeverfahrens sind im weiteren Verlauf der Arbeit die einzelnen Komponenten des Bioreaktors zu einem kompletten System zusammen zufügen. Die Funktionalität des Bioreaktors ist in einem abschließenden Dichtigkeits- und Funktionstest überprüft worden.

2 CAD/CAM Systeme

Der Begriff CAD, das rechnerunterstützte Konstruieren, bezeichnet eine elektronische Zeichenumgebung, mit interaktiver Konstruktion und bildlicher Darstellung dreidimensionaler geometrischer Objekte [Bö08]. Um aus einer technischen Zeichnung, die mit

einem CAD-Programm erstellt worden ist, ein reales Modell zu fertigen, müssen die Ergebnisse der CAD-Software in ein für die Maschine lesbares Format umgewandelt werden, der sogenannten Computerized Numerical Control (CNC). In Verbindung mit einer CAM-Software (Computer Aided Manufacturing) werden die erstellten Konturdaten der Zeichnung um Geometrieinformationen, wie Werkzeugwege, Materialdaten, Bahnkorrekturen usw., ergänzt. Diese Geometriedaten sind für die Verfahrbewegung der Fräsmaschine notwendig. Die CAM-Software ist mit einem Postprozessor verknüpft, der die maschinenunabhängigen Daten in ein maschinenabhängiges Format konvertiert. Ein maschinenspezifischer Postprozessor enthält standardisierte CNC-Befehle, die auf die jeweiligen Eigenarten der Werkzeug- Maschine abgestimmt sind. Zusammen mit den festgelegten Bearbeitungsparametern (Vorschub, Drehzahl, usw.) und den Werkzeugabmessungen, kann mit Hilfe der CAM-Software und dem Postprozessor aus den CAD-Daten automatisch das CNC-Programm für die gewünschte Werkstückgeometrie erzeugt werden [WL04].

3 Einwegbioreaktoren

Aufgrund der erhöhten Prozesssicherheit und vermehrter wirtschaftlicher Vorteile, werden in der Zellkultur vermehrt Bioreaktoren als Ersatz für traditionelle Bioreaktoren eingesetzt. Ihre leichte Verfügbarkeit macht es einfach, Zelllinien und Zielproteine in einem Produktionsprozess schnell und kostengünstig zu synthetisieren. Durch ihre einmalige Verwendung können aufwendige Reinigungs- und Sterilisationsverfahren vermieden werden. Das Risiko von Kreuzkontaminationen wird dadurch ebenfalls verringert, was mit eine erhöhten Bio- und Prozesssicherheit einhergeht.

4 Membrankultursysteme

Membrankultursysteme zeichnen sich durch eine Trennung von Zell- und Mediumkompartiment aus. Durch das Einsetzen einer semipermeablen Membran wird die Diffusion kleiner Moleküle zwischen den beiden Kompartimenten gestattet, während zugleich größere Objekte, wie Zellen, zurückgehalten werden. So können zum einen den Zellen Nährstoffe zugeführt und zum anderen Stoffwechselprodukte aus dem Zellkompartiment entfernt werden, ohne dass Zellen unkontrolliert aus der Kulturkammer entweichen.

5 Konstruktion, Planung und Design in SolidWorks

SolidWorks ist eine featurebasierte CAD-Software, die es erlaubt parametrische, dreidimensionale Modelle zu erzeugen. Die erzeugten Komponenten können zu Modulen zusammengefügt werden, was das Erstellen komplexer Strukturen ermöglicht. Das Erstellen eines Modells in SolidWorks beginnt in der Regel mit einer zweidimensionalen Skizze. Diese Skizze besteht aus Geometrien, wie Punkten, Linien und Bögen, deren Größe und Lage durch Hinzufügen von Bemaßungen definiert werden. Beziehungen können genutzt werden, um Eigenschaften wie Tangentialität, Parallelität, Rechtwink-

ligkeit und Rundlauf zu definieren. Um dreidimensionale Objekte, wie Löcher und Aufsätze, zu generieren, können Features den Skizzen hinzugefügt werden.
Als parametrische Software erlaubt es SolidWorks, Änderungen eines beliebigen Elements zu einem beliebigen Zeitpunkt, durchgehend im gesamten Projekt vorzunehmen. Einzelne, erstellte Bauteile können zu Baugruppen zusammengefügt werden. Um die Anordnung der Bauteile festzulegen, können wie bei Skizzen Beziehungen festgelegt werden. Für eine anschauliche zweidimensionale Darstellung können sowohl von Bauteilen, als auch von Baugruppen technische Zeichnungen erstellt werden. Dazu werden Ansichten des Bauteils von SolidWorks selbstständig erstellt und können um Abmessungen und Anmerkungen können leicht ergänzt werden.

6 Design des Bioreaktors

Die folgende Grafik zeigt das konstruierte Modell in einer dreidimensionalen CAD-Ansicht in SolidWorks. Sie zeigt ein Führungsplatte, in die zwei kleinere Inlays, die Bioreaktorplatten, eingesetzt werden können, in denen Reaktionsräume, Hohlfaser-Membranen und Anschlüsse untergebracht sind. Die Anschlüsse sind in dieser Grafik nicht dargestellt. Ausgangsmaterial für sowohl die Bioreaktorplatte, als auch die Führungsplatte ist eine 4 mm dicke Platte aus Polycarbonat, in die im weiteren Verlauf mit einer Kern-Mikrofräse Strukturen eingebracht werden. Auf der Bioreaktorplatte können bis zu sechs Kulturräume mit einem jeweiligen Reaktionsvolumen von 150 μl platziert werden. Somit können auf einer gesamten Platte 12 Versuche gleichzeitig im Perfusionsbetrieb durchgeführt werden.

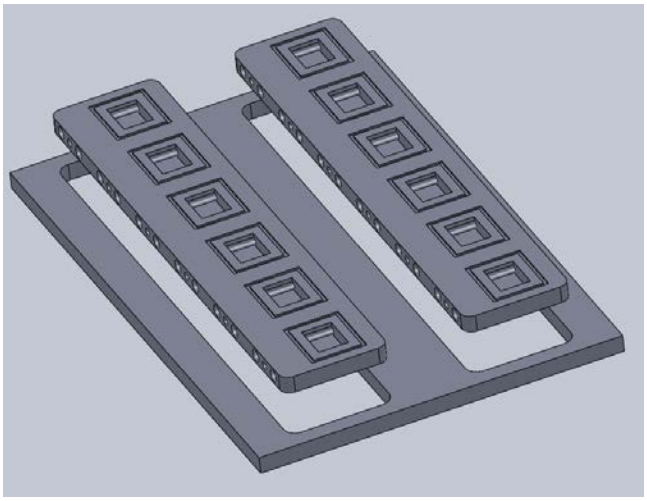


Abbildung 1: 3D-CAD-Ansicht des Bioreaktors, erstellt mit SolidWorks, bestehend aus 2 Bioreaktorplatten und einer Führungsplatte

Die nachfolgende Abbildung illustriert eine Detailansicht einer einzelnen Kulturkammer. An der Längsseite der Bioreaktorplatte wurden für jede Kulturkammer drei Bohrungen platziert. Die beiden Äußeren sind für das Einbringen der Hohlfasern reserviert, die die

Permeation von Nährlösung zulässt und gleichzeitig verhindert, dass die Zellen die Kulturkammer verlassen. Die dritte Bohrung ist für den Injektionskanal reserviert, der für das Einbringen der dreidimensionalen Matrix und der Zellkultur genutzt wird.

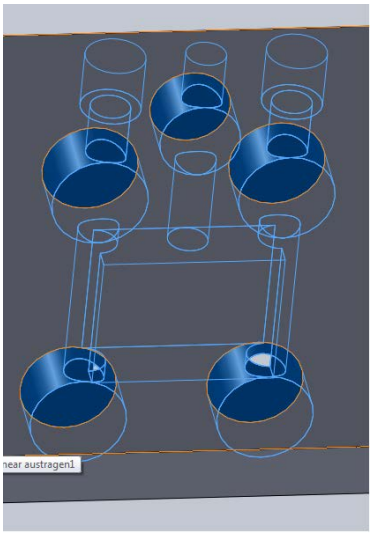


Abbildung 2: CAD-Ansicht einer einzelnen Kulturkammer mit Anschlussbohrungen, Kulturraum, Hohlfaserbohrungen, Impfkanal mit Zulass

Die vier kreisrunden Bohrungen mit gleichem Durchmesser sind die Schnittstelle für die Anschlüsse aus Polycarbonat. Über diese Anschlüsse können Nährstoffe zugeführt und Stoffwechselprodukte abgeführt werden. Die fünfte Bohrung stellt eine Verbindung zum Impfkanal her.

7 Verkleben des Bioreaktors

Ein wesentlicher Bestandteil der Arbeit war die Verbindung der einzelnen Komponenten des Bioreaktors. Dies beinhaltet das Verkleben der Bohrungen für Hohlfasern, das Fügen der Anschlüsse und Verkleben des Werkstücks mit einer 25µm dünnen, gaspermeablen Plastikfolie. Diese Schritte sind notwendig um einen fluiddichten Reaktionsraum zu schaffen. Um einen Klebstoff zu finden, der den Anforderungen der Anwendungen gerecht wird, wurden Klebstoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften getestet. Entscheidende Kriterien für die Wahl eines geeigneten Klebstoffes waren die Adhäsion, der Grad der Verbindung und die Aushärtezeit des Klebstoffes. Während der Tests wurde deutlich, dass UV-härtende Klebstoffe für die Anwendung am besten geeignet sind. Mit Hilfe eines UV-Härtungssystems war es möglich die Klebstoffe innerhalb kurzer Zeit aushärten zu lassen. Der verwendete Klebstoff ist nach ISO 10993 verifiziert, und auch nach internen Zell-Tests als unbedenklich eingestuft worden.

8 Zusammenbau des Bioreaktors

Um den Zusammenbau des Bioreaktors zu realisieren, wurden zunächst auf einem Polycarbonat-Rohling in mehreren Frässchritten die Bohrungen für die Hohlfasern, Injektionskanal und Reaktionskammer gefräst. Die Bohrungen wurden anschließend wieder mit dem UV-Klebstoff versiegelt. In einem weiteren Frässchritt wurden die Bohrungen für die Anschlüsse gefräst. Nach dem Einsetzen der Anschlüssen wurden diese für eine bessere Verbindung mit dem Polycarbonat mit Dichlormethan fixiert. In einem letzten Schritt wurde die gaspermeable Plastikfolie mit dem Bioreaktor verklebt.

Abbildung 3:Endgültige Umsetzung des Bioreaktors mit Anschlüssen für den Mediumsaustausch

Abbildung 4: einzelne Bioreaktorplatte, finale Version

9 Dichttest

Um zu gewährleisten, dass die Reaktionskammer auch fluiddicht ist und Flüssigkeit nur über die Hohlfasern ausgetauscht werden kann, wurde eine farbige Testflüssigkeit in die Reaktionskammer gepumpt. Während einer Testperiode von 2 Stunden konnten keine Leckagen detektiert werden. Um sicherzustellen, dass kein Zellmaterial die Reaktionskammer verlässt, wurde diese mit Cyanobakterien gefüllt und im Perfusionsbetrieb mit Wasser betrieben. Die Tests konnten erfolgreich abgeschlossen werden.

10 Ausblick

Durch die Erprobung von Prototypen und die Optimierung des Designs, sowie umfangreiche Recherchen im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik, war es möglich, den Bioreaktor so zu fertigen, dass auch über einen mehrtägigen Zeitraum keine Flüssigkeit aus dem System entweichen konnte. Fortführend ist der Bioreaktor auf seine Zellkompabilität zu testen. Dazu muss eine Zellkultur über einen definierten Versuchszeitraum in dem Bioreaktor kultiviert werden. Nach Abschluss aller Zelltests wird angestrebt, den Bioreaktor zu einem unabhängigen System weiter zu entwickeln. Darüber hinaus sollen alle notwendigen Anschlüsse, Schläuche, Pumpen, etc. in das System integriert werden. Die Halterung muss die jeweiligen Umweltbedingungen der kultivierten Zellkultur simulieren (Temperatur, Druck, etc.).
Für eine günstigere und effizientere Herstellung soll der Bioreaktor weiterführend auf einer Spritzgussmaschine hergestellt werden.

Literaturverzeichnis

[Bö08] Boehme A. Miniaturisierung eines Bioreaktors als Mikroperfusionssystem, Master Thesis, 2008

[WL04] Wulfsberg J.P., Lehmann J. *Konventionelle CAD/CAM-Systeme in der Mikrotechnik*.Technical report, 2004

[Ta11] Tafelmeier, E. *UV-Strahlungshärtungstechnologien*. Technical report, 2011

What to conserve? Where and how much? Ecosystem-based adaptation of nature conservation to global change

Lisa Freudenberger, Pierre L. Ibisch

Centre for Econics and Ecosystem Management
University for Sustainable Development
Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde
lfreudenberger@hnee.de
pibisch@hnee.de

Abstract: Humankind has substantially altered the global ecosystem. The utilization of natural resources has led to the modification of ecosystem stocks, dynamics and interactions. This has caused loss of ecosystem functionality and a subsequent decrease in regulative capacity and provision of ecosystem services. In the face of global change, including processes such as climate change, population growth or increasing resource consumption, the conservation of Earth´s biodiversity represents a colossal challenge. Conservation planning and priority setting support policy and decision makers in the selection of those areas which are most important to be better protected from anthropogenic disturbance. In this study, we present a conservation priority setting approach in line with principles of ecosystem-based adaptation. In the context of the UN Framework Convention on Climatic Change, ecosystem-based adaptation has been proposed as a concept for reducing risks from global change for ecosystems and communities. The presented prioritization approach combines measures of ecosystem functionality with indicators for climate change vulnerability and the economic and social conditions important for the efficiency of conservation projects. It adopts a proactive strategy, where highest priority is given to those areas that maintain highest ecosystem functionality, show highest resilience and favourable conditions for conservation projects. The presented approach facilitates the implementation of ecosystem-based adaptation towards global change and offers a basis for further research and development in this area. Here, it is adopted at two different spatial scales: first worldwide prioritization and conservation planning, and second for the Federal State of Brandenburg. It provides a fresh perspective on nature conservation and may inform planning for sustainable development, especially spatial planning and priority-setting challenging conventional nature conservation schemes. This study facilitates the implementation of ecosystem-based adaptation towards global change and offers a basis for further research and development in this area.

1 Introduction

Nature conservation has the potential to make a significant contribution to the mitigation of global change induced impacts [Li10]. In the context of climate change, future emissions can be limited and sequestration increased through the protection of functional ecosystems serving as carbon sinks and stores [Na08]. Preserving the functionality of biodiversity also is crucial for adaptation to global change processes [HZ09, MOO09]. More important than the conservation of single species occurrences however is the protection of functional ecosystems including nested species systems. Ecosystems resilience towards disturbances and environmental change as well as their adaptive capacity are especially important conservation targets [AHC10]. The protection of ecosystem services, which are based on ecosystem functions and processes, is especially important from an anthropogenic perspective [Da09]. Accordingly it seems to be of major importance that ecosystem management and climate change adaptation of ecosystems are based on the current knowledge of ecosystem theory and research.

Conservation planning and priority-setting describes the systematic selection of areas for conservation [MP00]. This selection process is usually based on certain predefined indicators. Different prioritization approaches have been suggested, such as the Global Biodiversity Hotspots [My03]. However, these approaches often aim at particular biodiversity patterns (e.g. high species richness or endemism) rather than ecosystem structures and processes important for functionality and services. Ecosystem-based management approaches that have been called for since the early 1990s have ultimately led to the ecosystem approach of the Convention on Biological Diversity [CBD01] including principles for the practical implementation. However, till today its practical applications in conservation planning remain exceptional. The term "ecosystem-based adaptation" has recently been used to promote the practical implementation of the Ecosystem approach as a cost-effective approach for the adaptation towards negative climate change impacts [AHC10].

In this study different approaches for nature conservation priority-setting were formulated following a consistent framework and defined standards. We will give a short overview of the formulated standards, the general methodology applied to develop prioritization indices and show one index for Brandenburg as an example for ecosystem-based conservation planning strategies.

2 The framework – standards for ecosystem-based adaptation planning

All prioritization approaches which we used in this study were part of a developed framework including five different standards consistent with the principles of the Ecosystem Approach [CBD01] and the Radical Ecosystem Approach [IHV10].

Overarching Standard A: Priority-setting and conservation planning always involves a certain amount of subjective decision making. Although, scientific arguments can be used to support the reasoning behind a certain conservation priority-setting approach, the choice of priorities ultimately remains a social and political choice.

Overarching Standard B: Conservation planning as well as priority-setting should maintain a general consistency across spatial scales. This does not imply that the selection of indicators cannot vary in resolution and/or character. However, nature conservation will certainly benefit from a generally consistent philosophy behind indicator selection and priority-setting at different scales.

Standard 1: Ecosystem functionality is important for the provision of ecosystem services as well as for the maintenance of ecosystem resilience and adaptive capacity. Ecosystem functionality includes the ability of ecosystems to process energy and biomass but also to maintain evolutionary processes [Fr12a]. Highest functionality can be found in those ecosystems that show the highest conservation status and connectivity.

Standard 2: Social and economic conditions have a considerable influence on the effectiveness of conservation projects. Pressures on natural resources as well as political instabilities may weaken the ability of authorities to implement and reinforce conservation projects. Furthermore, opportunity costs should be taken into account for cost-effective conservation investments.

Standard 3: Models have been used to predict the impact of global change, especially climate change, and show that significant effects can be expected on the distribution and conditions of current conservation targets. These outputs can be used for formulating conservation strategies effective under future conditions by including them in conservation priority-setting approaches.

3 The methodological framework – indices and statistical sensitivity analysis

Based on the presented standards, a general methodology was developed to create conservation priority-setting indices. These indices were based on different selected indicators satisfying the standards 1, 2 and 3 and for different spatial scales to meet the requirements of the overarching standard B for spatial consistency. All indicators were selected according to the spatial scale, data availability and the adequate resolution. To create the index all indicators were adjusted in resolution, spatial extent and projection and normalized on a scale between 0 and 100. All indicators were then combined in an additive index. Generally we applied an equal weighting scheme. However, for several indices it seemed appropriate to group indicators in sub-indices first based on their implication, e.g. different indicators for climate change impact. The general subjective judgement that is inherent to conservation priority-setting (Overarching Standard A), as well as to index construction, is reflected by the selection of indicators and the applied weighting scheme. For the purpose of index development and sensitivity analysis as well as other statistical calculations, “Insensa GIS”, a new GIS software, was designed and developed also as part of this dissertation [BFI11].

4 Conservation Planning for Brandenburg – an index example

Different indices at different spatial scales have been developed as part of this study. An index for conservation priority-setting for Brandenburg was based on three sub-indices

for a. the biological and ecological value; b. landscape connectivity and naturalness and c. robustness towards climate change. These results were also published in Freudenberger et al. [FSI12] together with the specific methodology that has been applied to construct the index. Another complimentary publication has been submitted [Fr13a]. All three sub-indices prioritize different regions. Areas with high biological and ecological priority are mainly located in Ostprignitz-Ruppin, Oberhavel, Uckermark, Barnim, the lower Oder Valley, Märkisch-Oderland and scattered across southern Brandenburg, especially in Dahme-Spreewald (Fig. 1a). Most of these regions were also prioritized by the index of landscape connectivity and naturalness (Fig. 1b), but similarly high values were also achieved by areas in Potsdam-Mittelmark, Teltow-Fläming, Oder-Spree and Spree-Neiße. Areas prioritized by the third sub-index for robustness towards future climate change are mainly located in Barnim and Havelland (Fig. 1c). The combined index based on all three sub-indices gives highest priority to those areas in the North and East of the regions Havelland, Potsdam Mittelmark and Dahme-Spreewald. located in Barnim, Oder-Spree, Ostprignitz-Ruppin, Oberhavel and scattered throughout the south and west of Brandenburg (Fig. 1d).

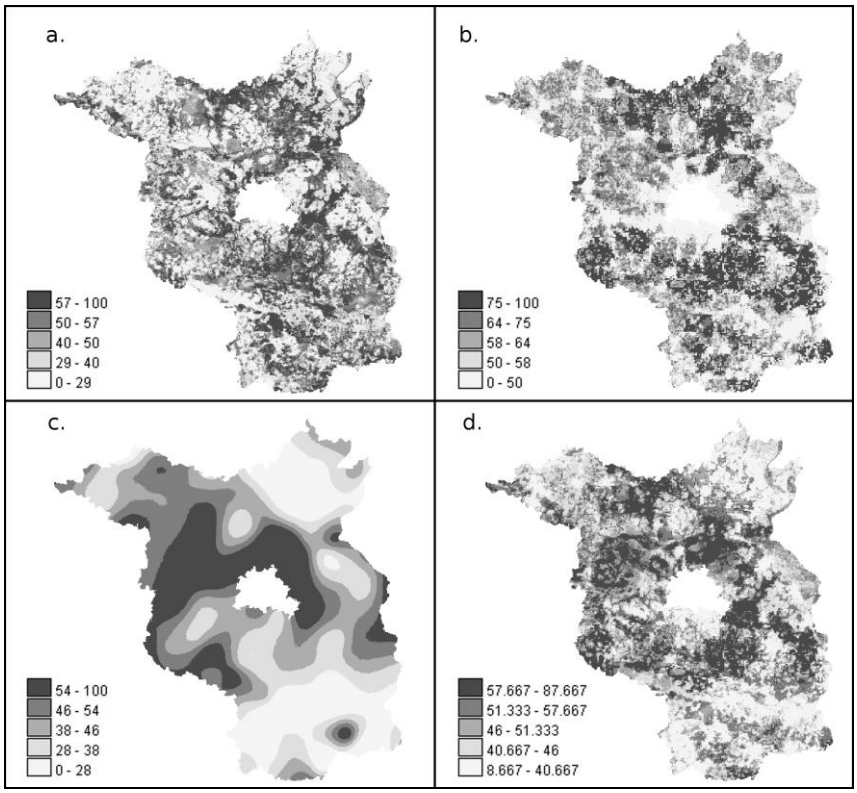


Figure 1: Maps of sub-indices for a) the biological and ecological value, b) the connectivity and naturalness and c) the robustness towards projected impacts of climate change as well as d) the overall combined prioritization index. See [FSI12] for details.

5 Discussion

A systemic approach in nature conservation planning facilitates not only a certain level of transparency of the selection process but also a just distribution of funds. Due to strongly limited resources for conservation projects priority-setting has received considerable attention during the last years for the implementation of protected areas as well as for the distribution of resources. Similar approaches have also been developed at the global scale creating indices for ecosystem functionality [Fr12a] and the EcoSocioClimateWise Index [Fr13b] combining measures for the ecological value with a sub-index for the likelihood of severe climate change impacts and a sub-index for the socio-economic conditions having an impact on the effectiveness of conservation actions such as political instability, economic pressures and state failure. Global prioritization maps do not only highlight the importance of tropical and sub-tropical areas for global sustainability but also of forests in the temperate and boreal region. The ecological value of these regions has been neglected by most other prioritization maps, especially those favouring high species richness and threat levels over intact ecosystem structures and high functionality. The here presented indices aim to suggest methods and a novel approach for the practical application of ecosystem-based adaptation of conservation planning to global change on different spatial scales. The presented framework and indices do not intend to overhaul existing protected area structures but provide concepts for their complementation and critical evaluation. The results suggest to critically reflect current conservation approaches and concepts. The list of indicators and the prioritization algorithms can be further developed, but a new discourse on functional, ecosystem-based conservation is needed.

References

[AHC10] Andrade Pérez, A.; Herrera Fernández, B.; Cazolla Gatti, R.: Building resilience to climate change. Ecosystem-based adaptation and lessons learned from the field. IUCN, Gland, Switzerland, 2010.

[BFI11] Biber, D.; Freudenberger, L.; Ibisch P.L.: INSENSA-GIS: an open-source software tool for GIS data processing and statistical analysis. Beta version (0.1.4.3), www.insensa.org, 2011.

[CBD01] CBD – Convention on Biological Diversity: COP5 decision V/6 ecosystem approach. In: Convention on Biological Diversity (ed.) Handbook of the Convention on Biological Diversity. Earthscan Publications, London, 2001.

[Da09] Daily, G.C. et al.: Ecosystem services in decision making: time to deliver. Frontiers in Ecology and the Environment 7: 21-28, 2009.

[Fr12a] Freudenberger, L. et al.: A global map of the functionality of terrestrial ecosystems. Ecological Complexity 12: 13-22, 2012.

[Fr13a] Freudenberger, L. et al.: Ecosystem-based adaptation in conservation planning to climate change and prioritization of ecosystem functionality in nature conservation in Brandenburg (Germany), currently in preparation, status 2013.

[Fr13b] Freudenberger, L. et al.: Nature conservation: priority-setting needs a global change. Biodiversity Conservation, DOI 10.1007/s10531-012-0428-6.

[FSI12] Freudenberger, L.; Schluck, M.; Ibisch, P.L.: Bewertung der Funktionstüchtigkeit von Ökosystemen im Klimawandel – Neuartige Prioritätensetzung auf der Grundlage aktueller Ökosystemforschung. In Ibisch, P.L.; Kreft, S.; Luthardt, V. (eds.) Regionale Anpassung des Naturschutzes an den Klimawandel – Strategien und methodische Ansätze zur Erhaltung der Biodiversität und Ökosystemdienst-leistungen in Brandenburg, 2012.

[HZ09] Heller, N.E.; Zavaleta, E.S.: Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. Biological Conservation 142: 14-32, 2009.

[IHV10] Ibisch, P.L.; Hobson, P.; Vega, A.: Mutual mainstreaming of biodiversity conservation and human development: Towards a more radical ecosystem approach. In: Ibisch, P.L., Vega A., Herrmann T.M. (eds.): Interdependence of biodiversity and development under global change. Technical Series No. 54. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal (second corrected edition).

[Li10] Lindenmayer, D.B. et al.: Conservation strategies in response to rapid climate change: Australia as a case study. Biological Conservation 143: 1587-1593, 2010.

[MOO09] Mawdsley, J.R.; O´Malley, R.; Ojima, D.S.: A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. Conservation Biology 23: 1080-1089, 2009.

[MP00] Margules, C.R.; Pressey, R.L.: Systematic conservation planning. Nature 405: 243-253, 2000.

[My03] Myers, N.: Biodiversity Hotspots Revisited. BioScience 53(10): 916-917, 2003.

[Na08] Naidoo, R. et al.: Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. Proceedings of the National Academy of Sciences 105: 9495-9500, 2008.

Analysis of Verification Requirements in Cloud Computing

Waheed Aslam Ghumman, Jörg Lässig
Department of Electrical Engineering and Computer Science
University of Applied Sciences Zittau/Görlitz
Obermarkt 17, 02826 Görlitz, Germany
{wghumman, jlaessig}@hszg.de

Abstract: In a remarkably short time, cloud computing has emerged as a highly important evolution in the way how businesses and individuals consume and operate computing. It is considered as a fundamental shift to an operational model in which applications are not executed on a specific piece of hardware and in which resources are more flexibly deployed than in previous systems. Cloud computing can be thought of as an evolution of classical distributed systems. Like any other security and correctness sensitive computer system, cloud solutions also need to be fully verified to ensure their correctness precisely. In this study, we argue that cloud computing might be similar to classical distributed computing in certain aspects, however, verification approaches of distributed systems can not be directly applied to cloud systems due to many reasons. We differentiate the verification in distributed and cloud systems based on their business models, architecture models, programming models and security models to highlight verification requirements in cloud computing. Also we propose an abstract verification model, targeting specifically cloud systems.

1 Introduction

Cloud computing is one contemporary technology in which many practitioners and enterprises have recently embarked. Manifesting itself as the descendant of several other computer science areas such as service-oriented architectures (SOA), distributed and grid computing, and virtualization, cloud computing inherits their advancements and limitations [YBDS08]. With the emergence of cloud computing as a new paradigm in distributed computing and business efficient solution for many companies, it is becoming critical that verification techniques and tools for cloud computing also grow as rapidly as the cloud computing approach itself. It is not immediately clear if general formal verification approaches for distributed systems can be applied straight forward to cloud computing, if they need some modification or if they are not applicable at all. However, it is quite clear that cloud computing is not simply distributed computing. Cloud computing is a technology that delivers many kinds of resources as services, mainly over the internet, whereas distributed computing can be identified as a type of computing, which uses a group of machines to work as a single unit in order to solve a large scale problem. Distributed computing achieves this by breaking the problem down into simpler tasks, and assigning these tasks to individual nodes. There have been great advances in formal methods research via tool support and industrial best practices, and their role in a variety of industries, domains,

and in certification and assurance gained more importance. Currently, many formal methods have been applied to the modeling, interoperability, dependability and trustworthiness of SOA based computing. For example, how to formally describe and define the syntactic, semantic and behavioral aspects of a web/cloud service [ZWL10]; how to formally analyze and verify security properties [WWL+09] and performance in services computing [MR08].
In this work, we investigate differences in the verification approaches between cloud computing and distributed systems. This comparison is necessary to establish the fact that existing verification models for traditional distributed systems are not enough for cloud computing environments and to investigate and to show, which important features have to be added to the cloud computing verification model(s). The rest of the paper is structured as follows. In Section 2, we discuss differences between verification in cloud computing and distributed systems (based on their business model, architecture model, programming model and security model) and highlight specific verification requirements in cloud computing. In Section 3, we discuss some related work and also an abstract overview of one possible verification model to meet the verification requirements in cloud systems and we conclude the paper with Section 4.

2 Comparison of Verification in Distributed and Cloud Computing

Any software product or service offered on premise or targeting usage of the cloud should meet its functional requirements. However, specifically for cloud solutions, more emphasis is required on non functional requirements. For example, availability verification (cloud services should be available at desired times), security verification (i.e., no unauthorized access to data, data integrity and maintenance), performance testing, interoperability verification (any developed or migrated cloud application ideally should work in multiple environments and platforms), disaster recovery verification and verification of multi-tenancy (multiple clients and organizations using an on-demand cloud service). Verification for non-functional system properties requires different types of verification techniques and tools, however, we can generalize a common verification process at abstract level, i.e., to verify requirements of cloud solutions against offered services by the cloud service provider. In the following paragraphs, we elaborate briefly on how verification in cloud computing differs from the traditional distributed systems.
The traditional business model for software has been a one-time payment for unlimited use (on one computer) of the software usually. In a cloud-based business model, a customer pays the provider on a consumption basis, very much like the utility companies charge for basic utilities such as electricity, gas, and water. An effective verification model to suit the cloud business model should be such that cost and profit targets of cloud service users can be correctly verified against the offered cost model of the cloud service provider. We note this verification requirement as follows:
Req1 *= cost/profit requirements of the cloud service users and cost models of the cloud service providers are formally specified using some specification language and then verified by the cloud service user.*

At a lower level in distributed systems, it is necessary to interconnect multiple CPUs with some sort of network, regardless of whether that network is printed onto a circuit board or made up of loosely coupled devices and cables. At a higher level, it is necessary to interconnect processes running on those CPUs with some sort of communication system. In cloud computing, at a fundamental level, virtualization technology enables each application to be encapsulated such that it can be configured, deployed, started, migrated, suspended, resumed, stopped, etc., and thus provides better security, manageability and isolation [FZRL08]. Distributed systems do not rely on virtualization as much as clouds do, but that might be more due to policy and having each individual organization maintain full control of their resources (i.e., by not virtualizing them). Distributed systems involving virtualization generally belong to a single organization opposite to cloud systems which typically involve multiple parties belonging to different organizations. Verification in distributed systems generally involves such architectures which belong to a single organization, whereas cloud computing involves different organizations/entities using the virtualized resources. We note this verification requirement as follows:
Req2 = *verification of the cloud applications in virtualized environments also considering the possible impact of other parties' applications*.
For distributed systems, there exist two main programming directions: 1) message passing interface and 2) shared memory architecture. Other programming models in distributed systems involve remote procedure calls or remote method invocation and distributed event based programming. In the cloud, most compute resources are essentially server instances with virtual compute capacities or virtualized services. Classical and state of the art model checkers and verification tools applied in distributed systems mainly focus on verifying the message passing protocols and shared memory access/management methods whereas cloud computing having a different programming model than distributed systems needs to verify different aspects, e.g., service agreements, scaling options, management of cloud service, etc. We note this verification requirement as follows:
Req3 = *verification of scaling options, management, configuration, programming, failure recovery and backup (etc.) of the cloud service*.
Cloud security can also be categorized in two types: 1) security issues faced by cloud providers and 2) security issues faced by their customers. In most cases, the provider must ensure that its infrastructure is secure and that its clients' data and applications are protected while the customer must ensure that the provider has taken the proper security measures. The major difference in the verification process for cloud and distributed systems (based on security models) is that usually distributed systems belong to a single organization and involve a simple verification process due to homogeneous security protocols, whereas cloud computing may involve heterogeneous security protocols (probably unknown to the user) which complicates the verification process and simple verification methods can not ensure the thorough correctness. We note this verification requirement as follows:
Req4 = *verification of heterogeneous security protocols and data security*.
We discuss in Section 3 about these verification requirements to check whether our verification model can be adapted to meet these verification requirements or not.

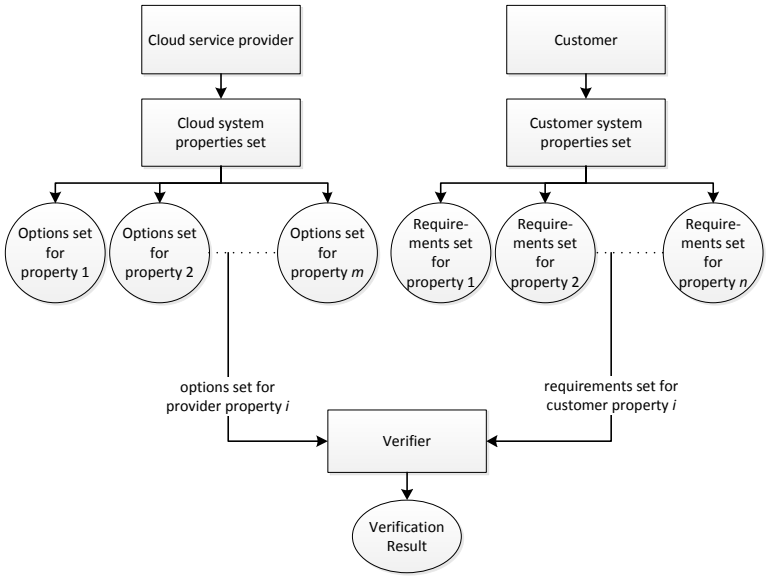


Figure 1: Abstract verification model for cloud computing

3 Abstract Verification Model for Cloud Computing

In this section we describe an evolving model that responds to the issues raised in the above sections. Since our research is not yet complete, we do not claim this to be as a complete and final model, but rather an abstract proposal that paves the way to develop more constructive models that resolve the raised issues. There has not been much research work done in this direction and according to the best of our knowledge, no general approach exists which proposes any formal verification method(s) covering cloud systems in general. Few verification models in this area exist, for instance, Jarraya *et al.* [JED+12] recently published about security verification in elastic cloud computing platforms using cloud calculus (which they define in that paper). More specifically, they present a framework for virtual machine migration and security policy updates using their cloud calculus. This approach however does not give a general verification model for complete cloud systems including cloud service providers and cloud service users. Another (partial) system verification is presented in [RFVE11] where verification of the data location is proposed based on network coordinate systems. Even if the cloud operator uses supplemental measures like traffic relaying to hide the resource location, the authors claim that a high probability of location disclosure is achieved by the means of supervised classification algorithms. Shraer *et al.* [SCC+10] present a service that verifies the usage of cloud storage but this service also does not ensure the complete verification of a cloud application, e.g., of service contracts, integration and resource provisioning. In this paper we propose an abstract verification model for cloud systems as shown in Figure 1, addressing the issues of classi-

cal approaches as discussed in the previous sections. Depending on nature of the system to be implemented, different approaches can be used to formally specify the system for the further formal verification process. The verification model verifies the customer's requirements set with the provider's options set for each property and returns sets of all customer requirements which are fulfilled by the provider. Now we examine how this generalized model can be implemented to meet the verification requirements mentioned in Section 2. We check those requirements (*Req1, Req2, Req3, Req4*) one by one.

Verification for *Req1*: For *Req1*, we need to verify that the cost model of the cloud service provider is compatible with the cost/profit requirements of the customer. Suppose, a customer has a formal specification for the cost/profit requirements of its solution/application which is going to be run in the cloud. We also suppose that the cloud service provider has published its cost model(s) for its offerings (using some formal specification language). Having the formal specification of cost/profit models from both sides (i.e., from the provider and the customer), we can use these specifications to formally verify (by comparing the customer's requirements and the provider's offerings) whether the customer's cost/profit requirements are fulfilled completely, partially or not at all.

Verification for *Req2*: The verification of the cloud applications in a virtualized environment (considering the impact of co-hosted applications) can be performed by having formal specification of the architecture at the provider side. The customer can use the formal specification of the provider's architecture to compare and verify its requirements (which are also formally specified). Major problems in this verification process are: 1) non-existence of common standards to formally specify the provider's architecture for cloud services and 2) the customer has to trust the provider's information (i.e., the customer can not verify so far whether the information provided by cloud service provider about the offered architecture is really true or not). A possible solution for the second problem can be that a trustworthy third party certifies the cloud service provider's architecture information.

Verification for *Req3*: For *Req3*, we want to verify the customer's requirements for scaling options, management, configuration, programming, failure recovery and backup for the cloud service. Suppose the cloud service provider has published its offering (for scaling options, configuration, programming and backup options, etc. for the cloud services) using a formal specification language. The customer gets the provider's formal specification and can use our verification model to verify its formally specified requirements. However, there is no common standard to write the formal specification for the options offered by the provider.

Verification for *Req4*: In *Req4*, we want to verify heterogeneous security protocols and data security. The verification process is becoming complex when multiple security protocols are involved. The customer has to trust the cloud service provider for data security and privacy. As we mentioned above, this trust level can be improved by having a trustworthy third party which certifies the provider for its security protocols. The verification process of our model is based on the assumption that a common security protocol exists. With this assumption, the customer can verify its formally specified security and data requirements against the security options offered by the provider.

4 Conclusions

In this paper, we presented an analysis which strives to highlight verification requirements in cloud computing based on the comparison of business models, architecture models, programming models and security models of distributed and cloud computing. We also presented an abstract verification model for cloud computing. The model is based on the discussion that existing general and traditional formal verification methods and approaches for distributed systems do not fit well for cloud computing environments and that specialized verification models/techniques are needed. In future, we intend to formalize and implement this abstract verification model specifically for cloud computing and plan to test it for artificial scenarios first and later on for real world scenarios. There remain many other hazards before we can come-up with some robust and state of the art verification model, like lack of standardization in cloud computing. However, we believe that with ongoing active research in cloud computing, it will not take a long time before the community comes up with the models that are able to confidently and securely verify applications and services in cloud computing environments.

References

[FZRL08] I. Foster, Yong Zhao, I. Raicu, and S. Lu. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared. In *Grid Computing Environments Workshop, GCE*, pages 1–10, 2008.

[JED+12] Y. Jarraya, A. Eghtesadi, M. Debbabi, Y. Zhang, and M. Pourzandi. Cloud calculus: Security verification in elastic cloud computing platform. In *International Conference on Collaboration Technologies and Systems, CTS*, pages 447–454, 2012.

[MR08] Radu Mateescu and Sylvain Rampacek. Formal Modeling and Discrete-Time Analysis of BPEL Web Services. In *Advances in Enterprise Engineering I*, volume 10 of *Lecture Notes in Business Information Processing*, pages 179–193. Springer Berlin Heidelberg, 2008.

[RFVE11] T. Ries, V. Fusenig, C. Vilbois, and T. Engel. Verification of Data Location in Cloud Networking. In *2011 Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing, UCC*, pages 439–444, 2011.

[SCC+10] Alexander Shraer, Christian Cachin, Asaf Cidon, Idit Keidar, Yan Michalevsky, and Dani Shaket. Venus: Verification for Untrusted Cloud Storage. In *ACM Cloud Computing Security Workshop*, CCSW, pages 19–30, New York, NY, USA. ACM, 2010.

[WWL+09] Qian Wang, Cong Wang, Jin Li, Kui Ren, and Wenjing Lou. Enabling Public Verifiability and Data Dynamics for Storage Security in Cloud Computing. In *Computer Security - ESORICS*, volume 5789 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 355–370. Springer Berlin/Heidelberg, 2009.

[YBDS08] L. Youseff, M. Butrico, and D. Da Silva. Toward a Unified Ontology of Cloud Computing. In *Grid Computing Environments Workshop, GCE*, pages 1 –10, 2008.

[ZWL10] Joe Zou, Yan Wang, and Kwei-Jay Lin. A Formal Service Contract Model for Accountable SaaS and Cloud Services. In *IEEE International Conference on Services Computing, SCC*, pages 73–80, 2010.

Dynamisches Methoden-Matching anhand von Parameter-signaturen

Christoph Ott, Jonas Brüstel, Thomas Preuss

Fachhochschule Brandenburg
Fachbereich Informatik und Medien
Magdeburger Str. 50
D-14770 Brandenburg an der Havel
Christoph.Ott | Jonas.Bruestel | Thomas.Preuss
@fh-brandenburg.de

Abstract: Dieses Paper beschreibt die Verwendung von Java mit deren Komponenten Reflection und Annotation. Es werden Lösungsansätze analysiert, wie ein Methoden-Matching aufgebaut werden kann, um eine lose Kopplung zu erzeugen. Dabei werden Vor- und Nachteile beschrieben. Durch das Matching wird die Entwicklung eines Softwareprojektes vereinfacht, weil der Entwickler die Methoden nicht kennen muss, um sie aufzurufen.

1 Einleitung

In der Softwareentwicklung wird von den Entwicklern immer mehr gefordert. Sie sollen schneller bessere Software entwickeln. Zusätzlich soll die Software für spätere Änderungen modifizierbar sein, was eine lose Kopplung der Softwarekomponenten voraussetzt. Zwischen der Oberfläche und der Komponenten-Services befindet sich meist eine Zwischenschicht, die die Kommunikation zwischen diesen beiden übernimmt. Für eine schnellere Entwicklung der Oberfläche wäre eine Möglichkeit Methoden automatisch - aber ohne vorherige Kenntnis der Methode - hilfreich. Das dynamische Methoden-Matching soll einen Ansatz dafür liefern.

Ziel ist es, mithilfe der Java Reflection API, Methoden in einem lose gekoppelten Kontext, während der Laufzeit, automatisiert aufzurufen. Zusätzlich soll Java-Annotation eingesetzt werden, um zusätzliche Metainformationen zu hinterlegen.

In diesem Paper werden zunächst die Grundlagen für die Thematik gegeben. Im Anschluss wird die Problematik erklärt, gefolgt von der Problemlösung und der Zusammenfassung mit Ausblick.

2 Mapping und Matching

Mapping und Matching sind Begriffe die im Zusammenhang stehen. Mapping ist der Prozess, zwei unterschiedliche Schemata aufeinander abzubilden. Die wohl häufigste Verwendung von Mapping und damit auch Matching befindet sich im Bereich der Datenbank [RB01]. Dort wird Mapping eingesetzt, um zwei unterschiedliche Datentabellen auf einander abzubilden. Das Matching, das zum Identifizieren der zusammenhängenden Elemente der Schemata dient, muss manuell durchgeführt werden. Das Matching ist wegen der manuellen Tätigkeit sehr zeitintensiv, fehleranfällig und damit auch kostspielig und aufwendig.

3 Grundlagen

3.1 Java Reflection

„Reflection is the ability of a running program to examine itself and its software environment, and to change what it does depending on what it finds.“ [For04]

Java Reflection ist eine API, um die Introspektion eines Programms durchzuführen. In der Psychologie bedeutet Introspektion Selbstbeobachtung. Dies kann auch in der Informatik wiedergefunden werden. In den Hochsprachen wie Java, C# und Ruby wird Introspektion eingesetzt, um während der Laufzeit Metainformationen aus der Programmstruktur auszulesen. Metainformationen sind Daten zu einem Programmelement, wie zum Beispiel Klassennamen, Methodenparameter, Annotationen und Klassenattribute. Ein Programm weiß also über sich selbst, dass die Klasse Person die Attribute Namen, Vornamen und Alter hat. Die Metainformationen werden vom Compiler benutzt um die Korrektheit der Syntax zu prüfen und die Typsicherheit zu gewährleisten. Die Struktur des Programms lässt sich aber damit nicht verändern.

Mit der JDK Version 1.1 [OR12] wurde die Java Reflection API eingeführt und mit den darauffolgenden Versionen weiter verbessert. Seitdem ist es möglich ein Programm flexibler zu entwickeln und Redundanzen zu verringern. Jedoch wirkt sich eine größere Flexibilität negativ auf die Performance aus.

3.2 Java Annotation

Wie schon vorher erwähnt, sind Annotationen dafür da, weitere Metainformationen zu hinterlegen. Die Informationen, die in den Klassen hinterlegt werden, können entweder vom Compiler oder vom Entwickler selbst interpretiert werden. Annotationen können an fast jedem Java-Element verwendet werden. Die Annotationen können ebenfalls per Reflection API während der Laufzeit ausgelesen werden.

4 Vorbetrachtung

Die Realisierung basiert auf ein Projekt der]init[AG namens Dialog Box. [BPSW12] In diesem Projekt werden Workflows verwendet um zwischen Weboberfläche und Services zu kommunizieren. Wie Abbildung 1 zeigt, werden der Workflowname und die Workflow-Parameter an einen Core übergeben, der mit Hilfe eines Workflow-Managers, anhand des mitgelieferten Workflownamen, den entsprechenden Workflow herausfindet. Der Core leitet die Parameter an den Workflow weiter, in dem dann die eigentliche Ausführung des Workflows mit den Parametern stattfindet.

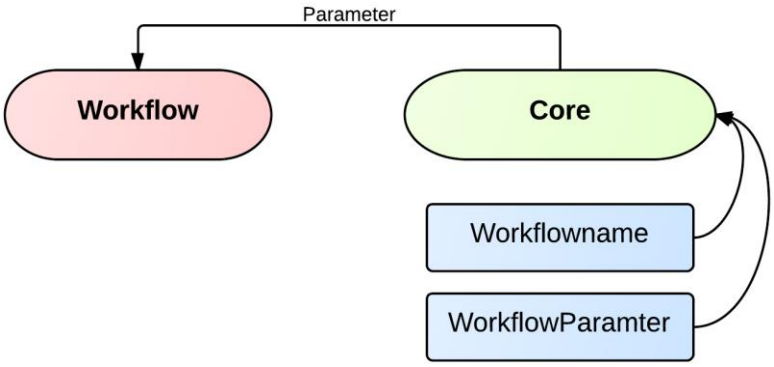


Abbildung 1: Workflow-Aufbau

Jeder Workflow hat in diesem Kontext nur eine vom Anwender ausführbare Methode. Dadurch ergeben sich bei einem komplexen System viele Klassen

5 Realisierung mit Reflection und Annotation

Die Realisierung mit Reflection und Annotation soll es ermöglichen, mehrere ausführbare Methoden in einem Workflow zu schreiben und damit mehrere Workflows zusammen zu fassen. Die Anzahl der Klassen im Projekt soll somit verringert werden. In Abbildung 2 wird eine beispielhafte Zusammenfassung von Workflows gezeigt. Bei dieser werden drei Erzeugungsworkflows in einem Workflow vereint.

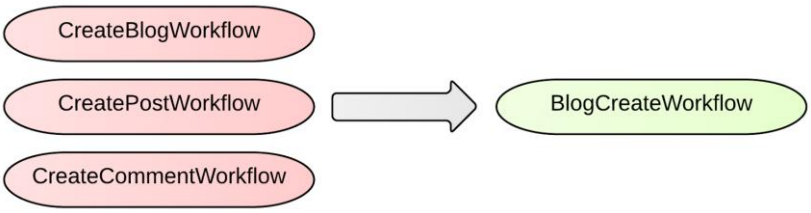


Abbildung 2: Zusammenfassung von Workflows

5.1 Aufruf der Workflows

Das Projekt Dialog Box hat das Spring Framework zum Erstellen einer Workflow-Liste benutzt. Zur Vereinfachung wird in dieser Realisierung eine vereinfachte Lookup-Table benutzt, die nach dem Initialisieren als Key-Value-Map abgespeichert wird. Das heißt, der Entwickler kann den Workflow wie gewohnt per Name ansprechen. Das Füllen der Tabelle wird beim Start der Anwendung einmal ausgeführt. Dies steigert die Performance des Systems, weil die Workflows nicht mehr gesucht werden müssen.

Das Finden der Workflows kann mit zwei unterschiedlichen Methoden bewerkstelligt werden, wobei bei beiden Java Reflection zum Einsatz kommt. Zum einen kann mittels Annotationen ein Workflow als einer beschrieben werden, indem die Klasse mit der selbst erstellten Annotation *@Workflow* annotiert wird. Zum anderen kann Vererbung eingesetzt werden, wobei jede Workflow-Klasse von einer Oberklasse abgeleitet wird. Beim Füllen der Tabelle werden bei dieser Variante also nur Klassen eingefügt, die von der Oberklasse abgeleitet sind.

Egal welche Variante benutzt wird, Java Reflection findet alle Workflows, indem die Metainformationen jeder Klasse analysiert werden. Wenn also keine Workflow-Annotation oder Oberklasse in der analysierten Klasse gefunden wird, dann wird sie nicht in die Liste der Workflows aufgenommen.

5.2 Matching der Methoden

Durch das Zusammenführen von Workflows (s. Abbildung 2) ist es möglich, ein Matching von Methoden durchzuführen. Das Matching soll eingesetzt werden, um die richtige Methode in einem Workflow zu finden, wenn der Entwickler nur den Workflownamen und die Parameterliste übergibt. Die Entscheidung welche Methode letztendlich ausgeführt wird, wird in der Core-Klasse getroffen, wo sich der Matching-Algorithmus befindet. Hierzu bieten sich zwei Lösungsansätze an.

Zum einen können die Parameternamen und ihre Werte als Key-Value-Tabelle an den Core zu übergeben werden. Durch Reflection sollten dann die Parameternamen aller Methoden herausgesucht und mit der Key-Value-Tabelle verglichen werden. Methodenparameter werden aber nicht beim Kompilieren des Codes für Reflection bereitgestellt. Aus diesem Grund ist diese erste Variante nicht umsetzbar.

Eine zweite Variante die Methoden zu matchen ist es, die Parameter anhand ihres Typs bzw. Klasse zu analysieren. Beim Übergeben der Parameterliste an den Core wird eine Methode eines Workflows gesucht, die den Typen der Parameter entspricht. Die Abbildung 3 zeigt eine mögliche Konstellation eines Workflows. Wenn also *method1* ausgeführt werden soll, dann müssen Parameter mit den Typen *Long, String, boolean* wie gewohnt an den Core übergeben werden.

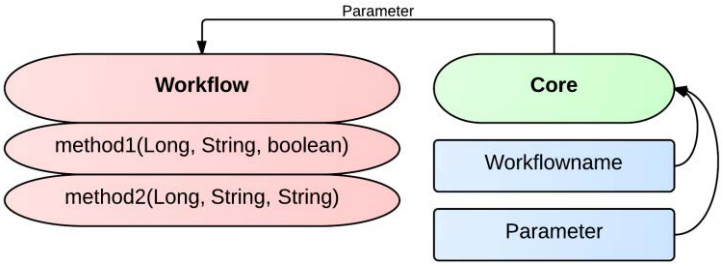


Abbildung 3: Methoden-Matching mit Parametertypen

Die Reihenfolge der Übergabe spielt dabei eine Rolle. Die Reflection API erkennt nämlich nur die Methode, wenn die Parameter in der richtigen Reihenfolge sind. Ein weiterer Nachteil an dieser Variante ist, dass wenn mehrere Methoden die gleiche Methodensignatur haben, eine Exception auftritt, weil keine eindeutige Zuordnung einer Methode getroffen werden kann.

Eine weitere Variante, die letztlich auch umgesetzt wurde, ist die Verwendung von Parameterannotationen. Hier werden Annotationen verwendet, um den Methodenparametern zusätzliche Metainformationen zu übergeben, die dann während der Laufzeit mit Reflection ausgewertet werden können.

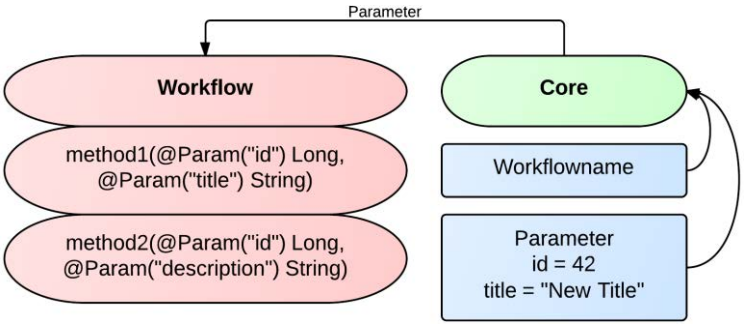


Abbildung 4: Variante mit Parameterannotationen

Die übergebenen Parameter werden in einer Key-Value-Tabelle gespeichert. Der jeweilige Key entspricht dem Wert der Annotation des Methodenparameters. Die beispielhaften Parameter in Abbildung 4 führen dazu, dass die *method1* ausgeführt wird, denn die Parameter können zu den Annotationswerten der einzelnen Methodenparameter zugeordnet werden.

Vorteil gegenüber der Variante mit Parametertypen ist, dass die Parameter in beliebiger Reihenfolge übergeben werden können. Das liegt daran, dass Reflection die Annotationswerte auslesen und die Übergabeparameter zu den Werten direkt zuweisen kann.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In der Beispielanwendung, die im Rahmen der Arbeit erstellt wurde, ist die Variante der Parameterannotationen gewählt worden, weil es die beste Flexibilität für den Anwender bietet. Während der Konzeptionsphase wurden weitere Methoden analysiert, die in diesem Paper aber keinen Platz gefunden haben.

Für die weitergehende Entwicklung der Anwendung ist es möglich, eine automatische Objekterzeugung zu entwickeln. Diese kann anhand von Parameterannotationen erkennen, welches Objekt der Benutzer erwartet. Nachdem der Core die entsprechende Methode gefunden hat, wird das Objekt initialisiert. Ein Beispiel wäre das Benutzer-Objekt, das bei einigen Workflows benötigt wird. Im Moment wird die Benutzer-ID übergeben und der Workflow muss sich den Benutzer suchen. In der erweiterten Version sucht der Core nach dem User und übergibt ihn an den Work-flow, sodass ein Suchen des Benutzers nicht mehr in jedem Workflow implementiert werden muss. Durch diese Technik werden nicht nur Codezeilen gespart, sondern es führt auch zur effizienteren Entwicklung von Workflows.

Literaturverzeichnis

[BPSW12] Brüstel, J.; Preuss, T.; Schwenke, C.; Wieczorek, D.: An Architecture for eGovernment Social Web Applications, In: Proceedings of the 6th Workshop on Engineering of Complex Distributed Systems, 2012.

[FOR04] Forman, I.; Forman, N.: Java Reflection in Action. Manning. 2004.

[MH01] Madhavan, J.; Halevy, A. Y.:, Composing Mappings Among Data Sources, VLDB Journal 10(4), 2001.

[Ott12] Ott, C.: Dynamisches Methoden-Matching anhand von Parameter- signaturen in lose gekoppelten Umgebungen, Bachelorarbeit, FH Brandenburg, 2012.

[OR12] Oracle: Java Documentation, 1993-2012

[RB01] Rahm , E.; Bernstein, P. A.:, A survey of approaches to automatic schema matching, VLDB Journal 10(4), 2001.

Implementing Cloud Extensions for Desktop Applications

Markus Ullrich, Klaus ten Hagen, Jörg Lässig

Faculty of Electrical Engineering and Computer Science
University of Applied Sciences Zittau/Görlitz
Obermarkt 17
02826 Görlitz
{mullrich,ktenhagen,jlaessig}@hszg.de

Abstract: Cloud computing became increasingly popular during the last years and many cloud applications have been developed already. However, many existing applications, especially those used by small and medium sized enterprises, are not considered for executing them in the cloud due to uncertainty about cost, runtime and security. In this paper we conduct a case study with a desktop data mining application and we focus on these issues while developing a cloud extension for the application. Thereby, we present solution approaches to deal with the above problems.

1 Introduction

The popularity of cloud computing nowadays can be explained with all the benefits mentioned in several cloud computing definitions [MG11, AFG+10, VRMCL08, WTK+08]. The most highlighted features of cloud computing are rapid elasticity, on-demand self-service, broad network access and the "pay per use" principle. However, many users are still afraid of migrating into the cloud because many of the concerns about cloud computing, analyzed in a survey by Gens in 2009[1], are still not or only partially solved [MVML12].

Despite those obstacles, a lot of companies are today using the cloud to deploy their applications because of the benefits offered by cloud computing. IDC stated that the cloud software market reached $22.9 billion in revenue in 2011 and expects a growth to $67.3 billion by 2016[2]. In this work, we are concentrating on computationally expensive applications with an overall low utilization, which benefit the most from the "pay per use" principle, using an exemplary data mining application. We measure the runtime and thus the cost for different cloud setups and aim to use these values for a runtime and cost prediction system that abstracts from technical considerations and details but is transparent enough to support the user in the process of choosing a Pareto-optimal setup for a certain task based on his preferences. Furthermore, we want to prevent security and privacy issues as good as possible and analyze methods for that as well.

[1] `http://blogs.idc.com/ie/?p=730` - (2012-09-14)
[2] `http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=236184` - (2013-01-02)

2 Related Work

The application deployment in a public cloud is described frequently [ESG09, KEK+09, CMKS12] but only a few authors refer to the specific problem of adding a cloud layer to a desktop application. The case study in [KHGS10] describes the migration of an enterprise IT system to IAAS using amazons EC2 cloud. It concludes with the potential of cost savings of about 37 percent over five years due to the migration but also with possible customer dissatisfaction and risks due to the uncertainty of the new technology. Continuity is usually very important for enterprise IT systems. In [SvISL10], an implementation of the Generic Worker for Microsoft Azure is presented, which allows the user to register almost any .NET, Java or command line based application in the cloud and to execute each of them on demand. This enables to run applications without modifying them at all. However, this approach is not suitable for creating a complex infrastructure with several working nodes and a database as in our application case. Data security and privacy issues are also not considered as well as applications with a graphical user interface.

3 Our Approach

For our approach, we want to achieve as much transparency as well as data security and privacy as possible combined with a high abstraction from technical details. We are using the amazon cloud for our approach since it allows us to freely configure the instances we want to launch and to automate most of the processes using an API which is a standard nowadays for all big cloud vendors. Furthermore, we used the amazon cloud before for a similar purpose so we already have some experience with it.

3.1 Exemplary Application

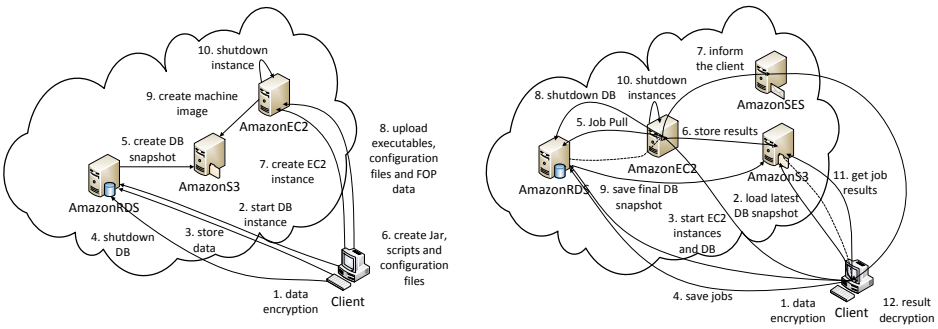
Before the implementation of a general solution, we started with an exemplary application. We choose the Predictive Maintenance Toolbox (PdM-Toolbox) which is a data mining application that analyzes large data sets of measured values and failures from several machines to detect deterioration pattern. Those are used to predict machine failures later in advance of those events to prevent unwanted downtime. The analysis of the data is a computationally expensive process which takes a lot of time but it only has to be executed once a year for several days or maybe some weeks, depending on the size of the data. This is a perfect example for our application case. The utilization of a local data center which afterwards is not used for the rest of the year would be too low and thus it is less expensive if a public cloud is utilized for the short execution time.

Another benefit of the PdM-Toolbox is the possibility to distribute a task over several machines to speed up the execution. This is perfect for the cloud since it does not matter if one machine is running 10 days or if 240 machines are running one hour. The cost is

the same. Additionally, we also need a database instance which is necessary for the PdM-Toolbox to store metadata like machine and part names as well as the description of the tasks that are going to be executed.

3.2 Automated Execution

One method to abstract from technical details is to automate as much of the execution in the cloud as possible. To achieve this we can use the amazon web service (AWS) API. First of all, we had to create a database, using the relational database service (RDS), and an execution instance, using the elastic compute cloud (EC2), and fill them with data. We decided to encrypt the data before storing it in the cloud. Furthermore, we had to upload the application and several script files to the execution instance to make sure that every other instance based on this one is able to start the job execution automatically and to shut itself and the database down afterwards. From the database instance we create a snapshot to save the current state and from the execution instance we create an amazon machine image (AMI) which can be used to create multiple instances of the same type. Snapshots and AMIs are stored in amazons simple storage service (S3). The database and the execution instance used for the setup are shut down afterwards to not cause any unnecessary cost. Figure 1 (a) shows the complete setup process.



(a) Image Creation

(b) Job Execution

Figure 1: The automatic image creation and execution of the jobs

With all those preparations, it is only necessary to start the database from the latest snapshot, upload the tasks in form of encrypted job descriptions to the database and to start a number of instances to execute the tasks. The execution instances will automatically pull the jobs from the database and execute them as well as store the results in S3. After the execution has been finished, all instances including the RDS instance are shut down and the user will be informed via email, using the simple email service (SES), that the results can be downloaded. This includes the automatic decryption of the results. Figure 1 (b) shows the complete job execution process.

3.3 Security Mechanisms

As explained already, we encrypt most of the data to prevent third parties from being able to use it. That works well since we only encrypt critical identifiers that could reveal the analyzed machines or the company. Encrypting the whole data is, unfortunately, not possible because that would require the decryption in the cloud, which would just slow down the execution runtime. Another possibility would be the application of homomorphic encryption methods, which are not available yet. Our method instead is already very secure and the data can stay encrypted on the server side which is another huge benefit since the encryption key has not to be stored with the encrypted data in the cloud.

A potentially huge security risk is the upload of the security credentials of the account owner since they can and have to be used for accessing most of the cloud services. Consequently, the job execution process as described above will not work without security credentials. Hence, it is better to not use the security credentials of the account owner, but to create a new user instead, with limited access rights - only for the used services and service calls. This can be achieved by using the identity access management (IAM) service. The created user is only permitted to use the S3, RDS and SES services. Additionally, further security mechanisms have been considered. The user created with the IAM has to have access to the bucket where the results are going to be stored as well. This is controlled via the bucket policy for this specific bucket. Furthermore, the EC2 and RDS instances have to be added to a security group with certain permissions first. Those security groups act each like a firewall that denies every access by default. We added port 22 and the IP address of the account owner to the EC2 security group, which is necessary to set up the instance via SSH. The RDS security group only requires to set the IP address since the port is chosen automatically, depending on the database server that is running on the instance. To allow the EC2 instances to have access to the database as well, the EC2 security group can be added to the RDS security group, which is a convenient solution to allow access for a group of instances. With that, most of the best practices as recommended by amazon in a white paper[3] about security and AWS have been implemented.

3.4 Benchmarks and Results

For the runtime and cost measurement we decided to run several benchmarks with the same task but different instance types and instance counts to check if a linear speedup is possible. The results in Table 1 show that this is not the case. Consequently, the cheapest setup is just one Extra Large - High-CPU instance. This is the case if the cost for the additional RDS instance is considered as well, which is included in the total cost column. The High-CPU instances generally perform best since the tasks are more compute expensive than memory expensive. The fastest setup are 5 Medium - High-CPU instances. Although multiple Quadruple Extra Large - High Memory instances may be much faster, they would be a waste of money.

[3] `http://d36cz9buwru1tt.cloudfront.net/Whitepaper_Security_Best_Practices_2010.pdf` - (2012-09-16)

Table 1: The runtime results for different instance types and counts with the calculated cost

Instance Type	**Count**	**Average Runtime (h)**	**Cost (USD)**	
			EC2	**Total**
Small	1	7.527	0.720	1.640
	2	3.808	0.720	1.180
	5	2.163	1.350	1.695
	10	1.266	1.800	2.030
Medium	1	3.898	0.720	1.295
	2	2.262	1.080	1.425
	5	1.166	1.800	2.030
Large	1	2.264	1.080	1.425
	2	1.175	1.440	1.670
	5	0.570	1.800	1.915
Extra Large	1	1.172	1.440	1.670
	2	0.645	1.440	1.555
Extra Large - High Memory	1	1.535	1.012	1.242
	2	0.885	1.012	1.242
Double Extra Large - High Memory	1	0.964	1.012	1.242
Quadruple Extra Large - High Memory	1	0.612	2.024	2.139
Medium - High CPU	1	2.066	0.558	0.903
	2	1.102	0.744	0.974
	5	**0.506**	0.930	1.045
Extra Large - High CPU	1	0.841	0.744	**0.859**
	2	0.555	1.488	1.603

A visualization of the data as in Table 1 is not very user friendly of course since the user is only interested in the best setups which would be the Pareto-optimal setups. Those are highlighted in Fig. 2. In this case, the user has to choose between two setups only. A lot more choices than the ones visualized as data point in Fig. 2 may be possible but that requires more benchmarks with different setups. To actually make use of those benchmarks we are aiming for the runtime prediction for new tasks on different setups that uses the benchmark results from previous task executions.

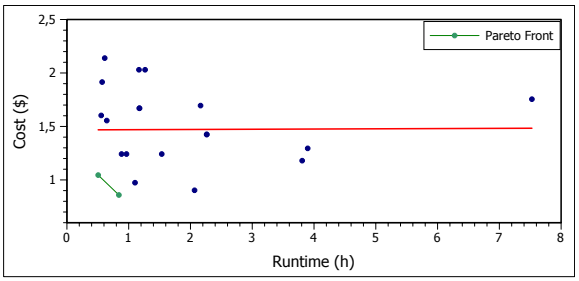


Figure 2: The Pareto-front in the runtime/cost tradeoff chart includes only the cheapest and the fastest setup.

4 Conclusion and Future Work

With an exemplary application we demonstrated the transparent, automatic execution of data mining tasks in the amazon cloud. We also showed several security mechanisms that can be used to improve data security and privacy. Due to the automation we managed to keep the application very user friendly since, except for the additional setup process, not much changed compared to the task execution before we added the cloud extension.

Our next steps include the runtime and thus cost prediction for new cloud tasks and the implementation of a general solution.

References

[AFG+10] Michael Armbrust, Aramndo Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, and Matei Zaharia. A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4):50–58, Apr 2010.

[CMKS12] T.C. Chieu, A. Mohindra, A. Karve, and A. Segal. Solution-based deployment of complex application services on a Cloud. In *IEEE SOLI*, pages 282–287, Jul 2012.

[ESG09] Giacomo V. Mc Evoy, Bruno Schulze, and Eduardo L.M. Garcia. Performance and deployment evaluation of a parallel application in an on-premises Cloud environment. In *Proceedings of the 7th International Workshop on Middleware for Grids, Clouds and e-Science*, 2009.

[KEK+09] Alexander V. Konstantinou, Tamar Eilam, Michael Kalantar, Alexander A. Totok, William Arnold, and Edward Snible. An architecture for virtual solution composition and deployment in infrastructure clouds. In *Proceedings of the 3rd international workshop on Virtualization technologies in distributed computing*, pages 9–18, 2009.

[KHGS10] A. Khajeh-Hosseini, D. Greenwood, and I. Sommerville. Cloud Migration: A Case Study of Migrating an Enterprise IT System to IaaS. In *IEEE CLOUD*, pages 450–457, Jul 2010.

[MG11] Peter Mell and Timothy Grance. The NIST Definition of Cloud Computing, Jan 2011.

[MVML12] R. Moreno-Vozmediano, R. Montero, and I. Llorente. Key Challenges in Cloud Computing to Enable the Future Internet of Services. *IEEE Internet Computing*, PP:1, 2012.

[SvISL10] Y. Simmhan, C. van Ingen, G. Subramanian, and Jie Li. Bridging the Gap between Desktop and the Cloud for eScience Applications. In *IEEE CLOUD*, volume 3, pages 474–481, Jul 2010.

[VRMCL08] Luis M. Vaquero, Luis Rodero-Merino, Juan Caceres, and Maik Lindner. A break in the clouds: towards a cloud definition. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39:50–55, Jan 2008.

[WTK+08] Lizhe Wang, Jie Tao, M Kunze, A.C. Castellanos, D. Kramer, and W. Karl. Scientific Cloud Computing: Early Definition and Experience. In *IEEE HPCC*, volume 10, pages 825–830, Sep 2008.

Optimierung der Berechnung der Anteile diffuser und direkter Strahlung aus Messdaten der Globalstrahlung

Sindy Schmidt

Hochschule Lausitz (FH)
Fakultät für Ingenieurwissenschaften und Informatik
Großenhainer Str. 57
01968 Senftenberg
sschmidt@hs-lausitz.de

Abstract: Der Vergleich des bisherigen theoretischen Modells der Berechnung der diffusen Strahlung aus der Globalstrahlung in Abhängigkeit vom Klarheitsgrad nach Orgill und Hollands mit erfassten Messdaten ergab zum Teil gravierende Unterschiede. Hierzu wurde die Global- sowie die Diffusstrahlung mittels eines Pyranometers SPN1 über einen Zeitraum von mehreren Tagen erfasst. Der Vergleich ergab bis zu 9 % Abweichung bei den Tagessummen der theoretischen Diffusstrahlung nach Orgill und Hollands und den gemessenen Werten. Hieraus folgend ergibt sich die Notwendigkeit, das Modell zur Ermittlung der Strahlungsanteile zu verbessern. Die Optimierung des Berechnungsmodells wurde auf Grundlage der Messdaten vorgenommen und ergibt eine den aktuellen Gegebenheiten bessere Annäherung an den Verlauf der Messdaten.

1 Einleitung und Grundlagen

Die Verwendung von Strahlungsdaten stellt eine wichtige Grundlage zur Hochrechnung der zu erwartenden Erträge bei Photovoltaikanlagen dar. Im Rahmen der Planung und Errichtung solcher Anlagen ist insbesondere bei der Entscheidung über die Ausrichtung und den Anstellwinkel fest montierter Module zu ermitteln, welche zugehörigen Winkel den zu erwartenden Ertrag maximieren würden. Hierzu kann bei Vorliegen von Messdaten für die Strahlung auf die horizontale Ebene berechnet werden, wie sich die Strahlung bei Anstellung und Ausrichtung des Moduls ergibt.

Da in der Regel der Einfachheit halber nur die Globalstrahlung auf die horizontale Ebene messtechnisch kontinuierlich erfasst wird, muss eine Möglichkeit gefunden werden, diese Globalstrahlung in ihre Bestandteile der Direkt- und Diffusstrahlung aufzuteilen. Einen Ansatz hierzu lieferten bereits 1977 Orgill und Hollands unter Zuhilfenahme des durch Liu und Jordan [Liu1960] beschriebenen Klarheitsgrades k_T.

2 Theorie und Vergleich mit Messdaten

Auf der Grundlage des durch Liu und Jordan hergeleiteten Klarheitsgrades k_T entwickelten Orgill und Hollands 1970 eine Beschreibung zur Auftrennung der Gesamtstrahlung $E_{glob,h}$ auf die horizontale Ebene in dessen Anteile in Form von Direktstrahlung $E_{dir,h}$ und Diffusstrahlung $E_{dfu,h}$.

$$E_{glob,h} = E_{dfu,h} + E_{dir,h} \qquad \text{[F1]}$$

Für die Ermittlung von $E_{dfu,h}$ abhängig von der aktuellen Globalstrahlung auf die horizontale Ebene $E_{glob,h}$ und dem Klarheitsfaktor k_T haben Orgill und Hollands nachfolgenden Zusammenhang aufgestellt [Org1977]:

$$\frac{E_{dfu,h}}{E_{glob,h}} = \begin{cases} 1{,}0 - 0{,}249 \cdot k_T & für \quad k_T < 0{,}35 \\ 1{,}557 - 1{,}84 \cdot k_T & für \quad 0{,}35 < k_T < 0{,}75 \\ 0{,}177 & für \quad 0{,}75 < k_T \end{cases} \qquad \text{[F2]}$$

Hierbei wird für $E_{glob,h}$ der Messwert für die Globalstrahlung zum betrachteten Zeitpunkt eingesetzt, k_T ist allein von der Globalstrahlung sowie von der extraterrestrischen Strahlung abhängig, welche mit den nachfolgenden Zusammenhängen für den betrachteten Zeitpunkt berechnet werden kann [Liu1960]:

$$k_T = \frac{E_{glob,h}}{E_{extr,h}} \qquad \text{[F3]}$$

$$E_{extr,h} = E_0 \cdot \left(1 + 0{,}033 \cdot cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n}{365}\right)\right) \cdot \sin\,(h_S) \qquad \text{[F4]}$$

Für E_0 ist die Solarkonstante, für n der Tag des Jahres und für h_s der Höhenstand der Sonne einzusetzen.

Zur Überprüfung der Zusammenhänge nach Orgill und Hollands wurden Vergleichsmessungen mit einem Pyranometer SPN1 der Firma Delta-T vorgenommen. Dieses Pyranometer zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass es durch eine Kombination von insgesamt sieben Sensorelementen sowie einem patentierten Verschattungselement sowohl die Gesamtstrahlung als auch die diffuse Strahlung getrennt erfassen kann. Die Messwerte wurden über einen Zeitraum von mehreren Tagen aufgenommen und exemplarisch untersucht. [SPN1] Die Messwerte und auch die sich gemäß Orgill und Hollands ergebenden berechneten Werten sind gemeinsam mit dem Ergebnis des neuen Modells zum Vergleich in Abbildung 6 dargestellt. Es ist eindeutig erkennbar, dass hier in der Theorie ein linearer Zusammenhang zur Berechnung vorgegeben wird, wo doch ganz offensichtlich ein Kennlinienfeld aus den Messdaten resultiert, welches exponentieller Natur scheint und abhängig von einem Parameter streut.

3 Herleitung der neuen Berechnung

In der Folge hieraus wurden diverse Untersuchungen vorgenommen. Im Ergebnis stellte sich heraus, dass die Auftragung der direkten Strahlung als Differenz aus gemessener globaler und diffuser Strahlung auf die horizontale Ebene in Abhängigkeit von der Globalstrahlung ein Kennlinienfeld zur Folge hat, welches nahezu linear erscheint. Der Zusammenhang ist exemplarisch in Abb.1 dargestellt.

Für weitere Untersuchungen wurden Messdaten von mehreren Tagen zusammengefasst und hiernach für unterschiedliche zugrunde liegende $E_{extr,h}$ dargestellt und analysiert. In Abbildung 2 und Abbildung 3 sind die Verläufe für $E_{extr,h}$ = 300 W/m² sowie für $E_{extr,h}$ = 1000 W/m² jeweils gemeinsam mit deren Linearisierung dargestellt. Die Beschreibung für die linearisierten Kennlinien ergeben sich zu:

$$E_{dir,h}\left(E_{extr,h} = 300\frac{W}{m^2}\right) = 0{,}886 \cdot E_{glob,h} - 55{,}064\frac{W}{m^2} \qquad \text{[F5]}$$

sowie

$$E_{dir,h}\left(E_{extr,h} = 1000\frac{W}{m^2}\right) = 1{,}065 \cdot E_{glob,h} - 264{,}105\frac{W}{m^2} \qquad \text{[F6]}$$

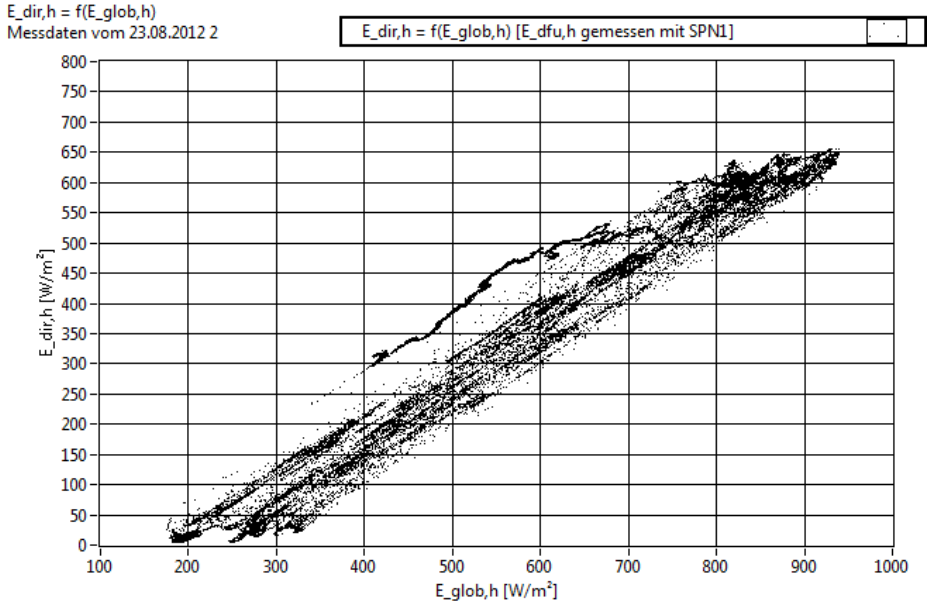


Abbildung 1: E_dir,h = f (E_glob,h) aus Messdaten vom 23.08.2012

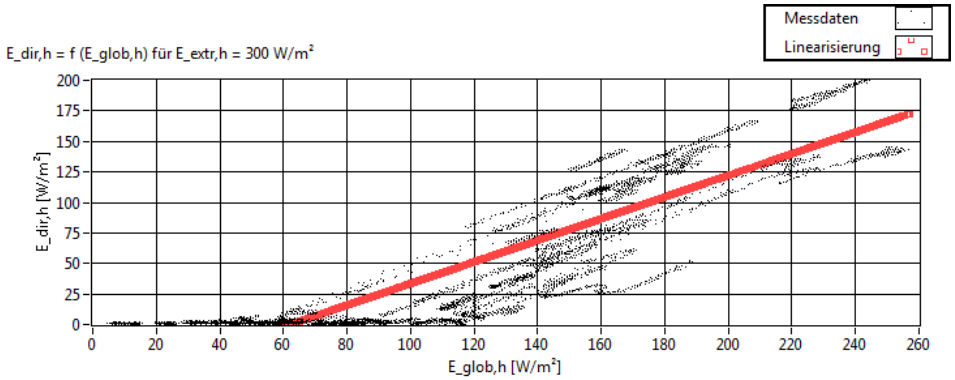


Abbildung 2: E_dir,h = f (E_glob,h) für E_extr,h = 300 W/m²

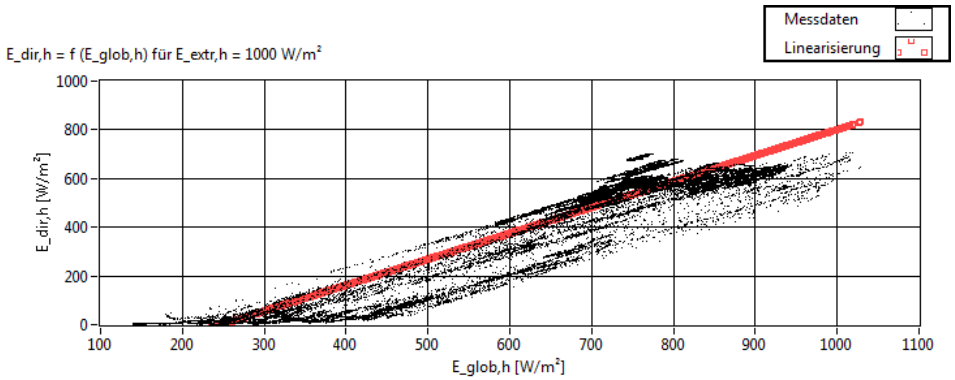


Abbildung 3: E_dir,h = f (E_glob,h) für E_extr,h = 1000 W/m²

Aus diesen Darstellungen und ersten Untersuchungen kann geschlussfolgert werden, dass die Kennlinien mit den zugrunde liegenden $E_{extr,h}$ eng zusammenhängen. Aus diesem Grund wurde die Ermittlung der Kennlinien mit deren Steigungen m und Ordinatenabschnitte n für variierende $E_{extr,h}$ ermittelt und über diesen aufgetragen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Abbildungen 4 und 5 gemeinsam mit resultierenden Beschreibungen der Abhängigkeiten der beiden Geradenparameter von den $E_{extr,h}$ dargestellt. Es ergibt sich als neue Beschreibung für die Berechnung von $E_{dir,h}$ wie folgt:

$$E_{dir,h,neu} = E_{glob,h} \cdot \left(1 - 0{,}97 \cdot e^{\left(-\frac{E_{extr,h}}{160}\right)}\right) - 0{,}204 \cdot E_{extr,h} \qquad \text{[F7]}$$

Da die Berechnungsvorschrift in bestimmten Konstellationen von $E_{glob,h}$ und $E_{extr,h}$ auch negative Werte hervorbringen kann, ist eine Begrenzung notwendig.

$$E_{dir,h,neu,ltd} = \max \begin{pmatrix} 0 \\ E_{dir,h,neu} \end{pmatrix} \qquad \text{[F8]}$$

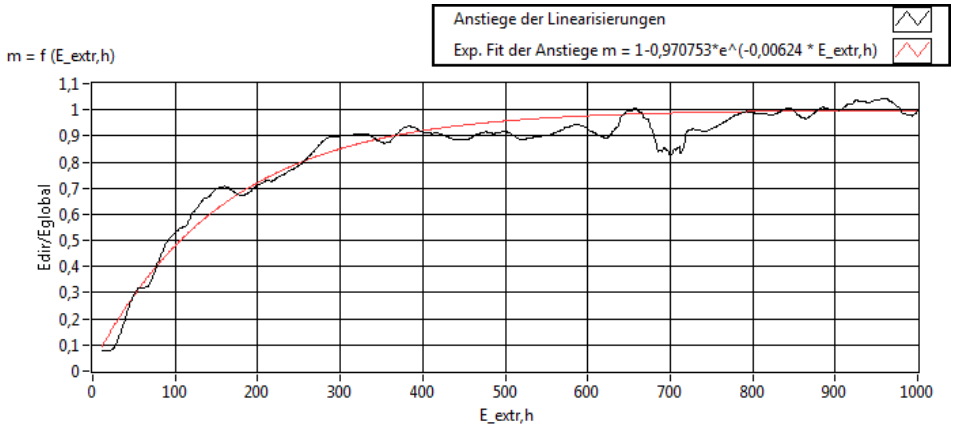


Abbildung 4. Steigungen der linearisierten Kennlinien

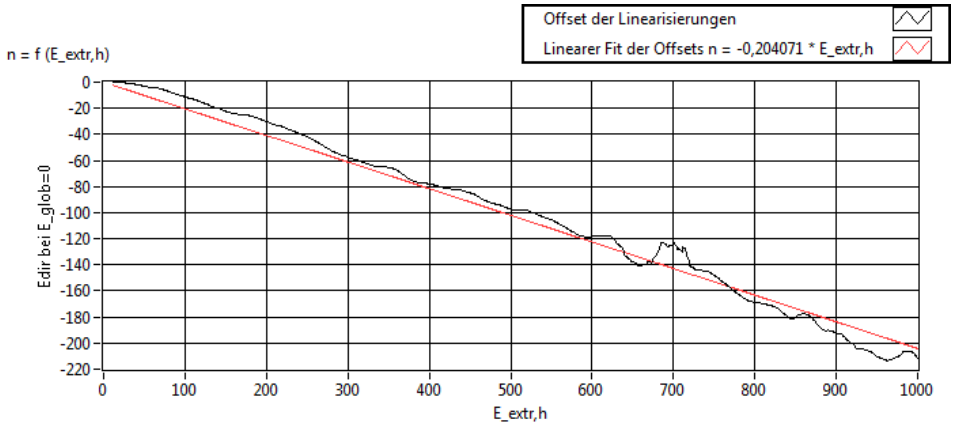


Abbildung 5: Ordinatenschnittpunkte der linearisierten Kennlinien

Überführt man die neu gewonnene Beschreibung für $E_{dir,h,neu,ltd}$ nun in eine mit der bisher verwendeten Berechnungsvorschrift vergleichbare Form so ergibt sich wie folgt:

$$E_{dfu,h,neu,ltd} = \min \begin{pmatrix} E_{glob,h} \\ \left(0{,}97 \cdot E_{glob,h} \cdot e^{\left(-\frac{E_{extr,h}}{160}\right)}\right) + 0{,}204 \cdot E_{extr,h} \end{pmatrix} \qquad \text{[F9]}$$

$$\frac{E_{dfu,h,neu,ltd}}{E_{glob,h}} = \min \begin{pmatrix} 1 \\ \left(0{,}97 \cdot e^{\left(-\frac{E_{extr,h}}{160}\right)}\right) + 0{,}204 \cdot \frac{1}{k_T} \end{pmatrix} \qquad \text{[F10]}$$

Trägt man diesen Zusammenhang nun gemeinsam mit den Messdaten sowie dem Modell nach Orgill und Hollands auf, so ergibt sich nachfolgendes Diagramm.

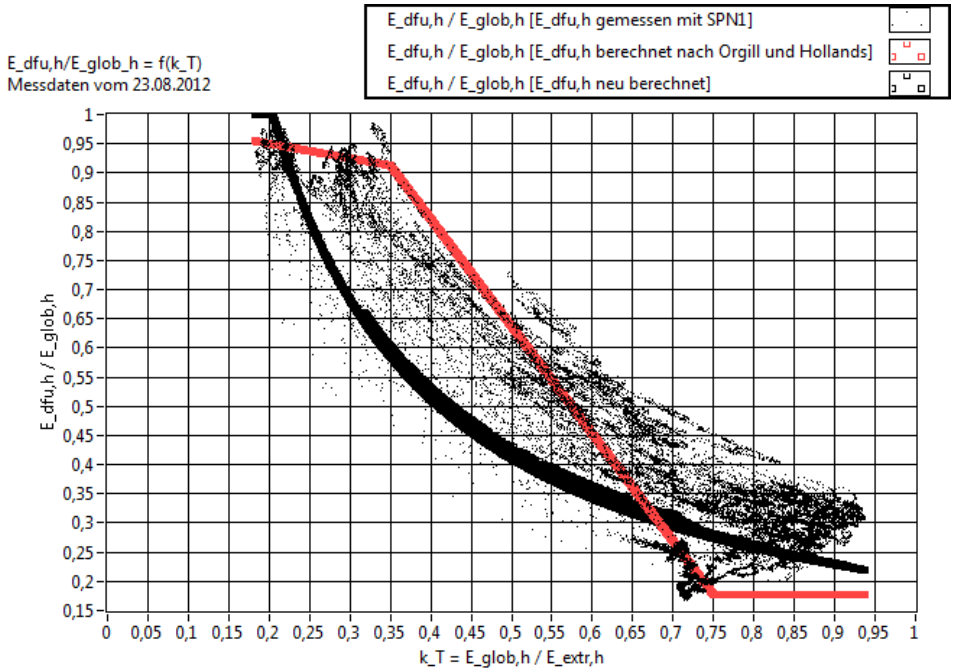


Abbildung 6: Vergleich Theorie, Messdaten sowie neues Modell

Es ist erkennbar, dass die Form der Kennlinienschar bereits besser nachempfunden werden kann. Insbesondere im Bereich hoher Klarheitsgrade kann jetzt der Anteil diffuser Strahlung besser rekonstruiert werden. Dies hat auch zur Folge, dass der Gesamtfehler bei der Hochrechnung auf die Einstrahlung auf geneigte Ebenen verringert werden kann.

Mit der Berechnung nach Orgill und Hollands würde man im Mittel insbesondere bei hohen Klarheitgraden eine zu geringe diffuse Strahlung ermitteln. Dies hat bei der Hochrechnung der Strahlung auf geneigte Ebenen einen höheren erwarteten Wert der Gesamtstrahlung auf diese geneigten Ebenen zur Folge. Mit der neuen Berechnungsvorschrift wird der höhere Anteil diffuser Strahlung berücksichtigt.

Literaturverzeichnis

[Org1977] **Orgill, J. F. und Hollands, K. G. T. 1977.** Correlation equation for hourly diffuse radiation on a horizontal surface. *Solar Energy, Volume 19, Issue 4, Pages 357-359.* 1977. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0038092X77900068. ISSN 0038-092X, 10.1016/0038-092X(77)90006-8

[Liu1960] **Liu, Benjamin Y.H. und Jordan, Richard C. 1960.** The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation. *Solar Energy, Volume 4, Issue 3, July 1960, Pages 1-19.* 1960. ISSN 0038-092X, 10.1016/0038-092X(60)90062-1

[SPN1] **Wood, John Graham. 1998.** *Solar Radiation Sensor. EP 1012633B1* 04. 09 1998.

Analyse der Vorgänge im Reaktordruckbehälter eines DWR während schwerer Störfälle

Sebastian Schmidt, Alexander Kratzsch, Daniel Fiß

Institut für Prozesstechnik, Prozessautomatisierung und Messtechnik (IPM)
Hochschule Zittau/Görlitz
Theodor-Körner-Allee 16
02763 Zittau
{s.schmidt; a.kratzsch; d.fiss}@hszg.de

Abstract: Eine detaillierte Kenntnis über die Vorgänge im Reaktordruckbehälter eines Kernkraftwerkes während schwerer Störfälle ist für die Entwicklung eines Messverfahrens für die Kernzustandsdiagnose von entscheidender Bedeutung. Insbesondere das Verhalten des Kühlmittelinventars und der Verlagerungsmechanismus von Kernmaterialien sind dabei von großem Interesse. Ziel dieses Beitrags ist es, den Ablauf der „In-Vessel-Phase“ eines schweren Störfalls in signifikante Zustände zu unterteilen, um damit die Entwicklung eines Messverfahrens zur Kernzustandsdiagnose zu unterstützen.

1 Einleitung

Störfälle mit Mehrfachversagen von Sicherheitssystemen können zu einem signifikanten Füllstandsabfall im Reaktordruckbehälter (RDB) eines Kernkraftwerkes (KKW) und letztendlich zu einer Kernaufheizung und Kernschmelze führen. Für die Einleitung von Notfallmaßnahmen ist es wichtig, den Füllstandsabfall und den Beginn sowie den Verlauf der Kernschmelze zu erkennen. Eine mögliche Lösung liegt in der Entwicklung eines Verfahrens[1] zur Detektion der Füllstandsabsenkung und des Einsetzens bzw. Fortschreitens der Kernschmelze mittels nichtinvasiver Messung der Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite [KRA11]. Die prinzipielle Funktionsweise wird in der Abbildung 1 veranschaulicht.

Der Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass eine Messlanze mit Gammastrahlungssensoren außerhalb des RDB angeordnet ist. Die Messlanze befindet sich über der gesamten Höhe des Kerns und der Bodenkalotte. Durch geeignete Methoden erfolgt die Auswertung der gemessenen Gammastrahlungssignale. Mit Hilfe der ausgewerteten Signale und weitere messtechnisch erfassten Größen kann auf den Zustand des RDB-Inventars während eines schweren Störfalls geschlossen werden.

[1] Nach aktuellem Wissenstand der Autoren existieren momentan keine Messsysteme, die den Verlauf einer Kernschmelze in Kernkraftwerken in ausreichendem Maße detektieren können.

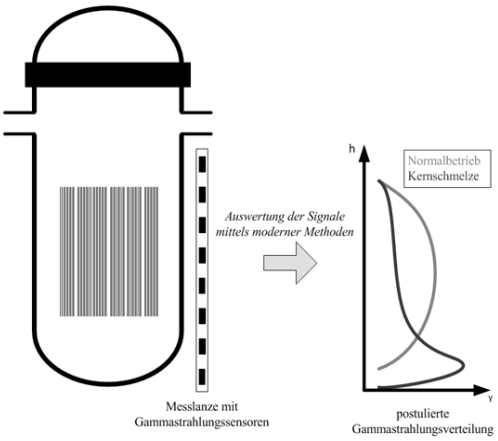


Abbildung 1: Prinzipdarstellung der Messanordnung zur Detektion der Gammastrahlungsverteilung im Zuge eines Störfalls in einem KKW [KRA11]

Insbesondere die Auswertung der gemessenen Gammastrahlungssignale aber auch die Auswahl weiterer messtechnisch zu erfassenden Größen für das Messverfahren setzt eine detaillierte Kenntnis über die Vorgänge im RDB während eines schweren Störfalls unbedingt voraus. Von großer Bedeutung sind dabei die Abschmelzcharakteristik des Kerns sowie das Verhalten von Spaltprodukten (SP). Sind z.B. die Verlagerungsmechanismen der zerstörten Kernmaterialien bekannt, kann auf die Gammastrahlungsverteilung außerhalb des RDB geschlossen und damit die gemessenen Gammastrahlungssignale des beschriebenen Messsystems entsprechend be- bzw. auswerten werden. Ist es außerdem möglich den Verlauf des schweren Störfalls im RDB in einzelne signifikante Zustände[2] zu unterteilen, lässt sich mit Hilfe des Messsystems ein Fortschreiten der Kernzerstörung detektieren.

Im Ergebnis der Auswertung entsprechender Fachliteratur wird deutlich, dass es keine ausreichenden Definitionen der o.g. signifikanten Zustände gibt. Nach einem Kapitel zum grundlegenden Ablauf von schweren Störfällen erfolgt daher in diesem Beitrag die Definition von signifikanten Zuständen während schwerer Störfälle.

2 Grundlegender Ablauf schwerer Störfälle in Druckwasserreaktoren

Die Vorbedingung für das Einsetzen eines schweren Störfalls (Kernschmelzunfall) in Druckwasserreaktoren (DWR) ist die über einen längeren Zeitraum unzureichende Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern. Voraussetzungen dafür sind ein Kühlmittelverlust aus dem RDB mit gleichzeitigem Ausfall der mehrfach redundant und diversitär ausgeführten Kühl- und Sicherheitssysteme (z.B. ein sog. „Station Black Out“) eines DWR. Auslösende Ereignisse, die zu einem schweren Störfall führen können, sind Inhalt

[2] Jeder signifikante Zustand ist durch eine unterschiedliche Geometrie des zerstörten Kerns und die dazugehörige Gammastrahlungsverteilung außerhalb des RDB charakterisiert.

von nationalen und internationalen Risikostudien ([GRS90], [RAS75]). Demnach werden folgende zwei Szenarien abhängig vom auslösenden Ereignis definieren:

- Szenarien, die zum Kernschmelzen unter niedrigen Druck führen (Niederdruckpfad)
- Szenarien, die zum Kernschmelzen unter hohem Druck führen (Hochdruckpfad)

Am Ende beider Szenarien hat der Füllstand im RDB die Kernoberkante erreicht. Sinkt der Füllstand unterhalb der Kernobergrenze beginnt der eigentliche Kernschmelzunfall, der sich in die in Abbildung 2 dargestellten vier Phasen einteilen.

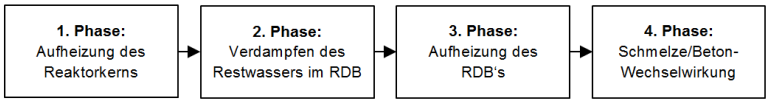


Abbildung 2: Phasen eines Kernschmelzunfalls [HAS87]

In der **ersten Phase** führen ein weiteres Absinken des Füllstandes und die daraus resultierende unzureichende Kühlung zum Aufheizen und Zusammenschmelzen des Reaktorkerns. Am Ende dieser Phase stürzen Kernmaterialien in das Restwasser der RDB-Bodenkalotte. In der nachfolgenden **zweiten Phase** wird das in der Bodenkalotte verbliebene Restwasser durch die wärmeproduzierenden Kernmaterialien vollständig verdampft. Durch das Ausdampfen des RDB während der ersten beiden Phasen steigt der Druck im Reaktorschutzgebäude an. Mit dem Aufschmelzen der Reaktordruckbehälterwand durch die Kernmaterialien setzt die **dritte Phase** eines Kernschmelzunfalls ein. Den Abschluss der Vorgänge im RDB bilden das thermische und mechanische Versagen der Bodenkalotte und die Verlagerung von Kernmaterialien in das Containment des KKW. Die **vierte Phase** beginnt mit einer Schmelze/Beton-Wechselwirkung in der Reaktorgrube. Hierbei kommt es zu einer Zerstörung des Containments sowie durch Wasserverdampfung aus dem Beton zu einem weiteren Druckaufbau im Reaktorschutzgebäude. Mit einem evtl. Überdruckversagen des Containments und der damit verbundenen Freisetzung von Spaltprodukten an die Umwelt endet der Kernschmelzunfall.

3 Signifikante Zustände im DWR-Reaktordruckbehälter während schwerer Störfälle

Der Zeitraum, der während eines Kernschmelzunfalls die Vorgänge im RDB beschreibt, wird als sog. „In-Vessel-Phase“ bezeichnet. Diese unterteilt sich in eine frühe (Kernaufheizung bis zum Abschmelzen metallischer Bestandteile des Kerns) und eine späte Phase (beginnt mit der Bildung eines keramischen Schüttbetts im RDB). Zum Verhalten des RDB-Inventars während der frühen „In-Vessel-Phase“ eines Kernschmelzunfalls ist der Kenntnisstand im weiten Maße fortgeschritten. Insbesondere die Analyse des zerstörten Three-Mile-Island-Reaktors [BRO89] hat wesentlich dazu beigetragen. Auch integrale Experimente (z.B. [SCH01]) und Einzeleffektanalysen sowie verifizierte Störfallablaufcodes [BRO95] sind für das breite Verständnis von

großer Bedeutung. Für die späte „In-Vessel-Phase“ sind weniger detaillierte Kenntnisse vorhanden. Dieser Sachverhalt begründet sich damit, da die Spätphasenvorgänge von den geometrischen Veränderungen der frühen „In-Vessel-Phase“ abhängen. Die damit auftretende Vielfalt an geometrischen Randbedingungen erschwert die Identifikation von signifikanten Zuständen (SZ) für die späte „In-Vessel-Phase“. Aus der Analyse des zerstörten Three-Mile-Island-Reaktors (partielle Kernzerstörung) lassen sich jedoch Vorgänge postulieren, die für die Definition von signifikanten Zuständen der späten „In-Vessel-Phase“ hinreichend genau sind. Die definierten signifikanten Zustände innerhalb des RDB während eines Kernschmelzunfalls sind in der Abbildung 3 illustriert.

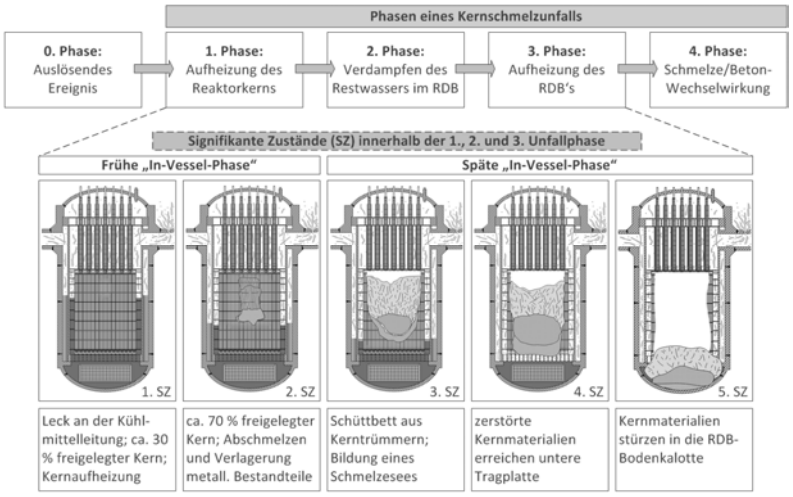


Abbildung 3: Signifikante Zustände des RDB-Inventars beim Kernschmelzunfall

Wesentliche Unterscheidungsmerkmale zwischen den definierten Zuständen sind die sich ändernde Kerngeometrie, das Spaltproduktverhalten sowie eine sich ändernde Gammastrahlungsverteilung an der Außenseite der RDB-Wandung. Die Definition eines sechsten signifikanten Zustandes (Ausbildung eines Schmelzesees in der Bodenkalotte) wäre denkbar. Allerdings sind hier eine vergleichbare Gammastrahlungsverteilung sowie ein ähnliches Spaltproduktverhalten im Bezug zum vorherigen signifikanten Zustand zu erwarten.

Im **ersten SZ** kommt es durch die Freilegung der oberen Kernbereiche zu einer starken Aufheizung der Brennstäbe. Erste gravierende Kernschäden sind ab ca. 900 °C zu erwarten. Aufgrund eines Hüllrohrblähens entstehen lokale Blockaden in den Kühlkanälen. Die durch vorangegangene Oxidation versprödeten Hüllrohre reißen und es werden erstmalig größere Mengen an Spaltprodukten (Edelgase: Xe, Kr; leichtflüchtige SP: I, Cs, Bi, Rb) in den Kühlkreislauf abgegeben. Ab ca. 1000 – 1100 °C setzt eine exotherme Reaktion des Wasserdampfes mit dem Zirkaloy der Brennstäbe ein. Diese Reaktion führt zu einer Temperatureskalation (Anstieg Aufheizrate von ca. 1 K/s auf ca. 20 K/s). Die Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite verändert sich im Vergleich zu einem vollständig benetzten Kern aufgrund der fehlenden Abschirmung des absinkenden Kühlmittelinventars.

Der **zweite SZ** ist geprägt durch das Abschmelzen metallischer Bestandteile (Brennstabhüllrohre, Absorbermaterialien, Strukturteile) und die Verlagerung sowie das Wiedererstarren dieser Bestandteile in tieferen Kernregionen. Diese wiedererstarrten Kernbestandteile führen zu Kühlkanalblockaden und fungieren als Auffangstellen für nachrückende Kernfragmente. Im Kern treten Temperaturen von bis zu 2000 °C auf und eine erste Freisetzung von halbflüchtigen Spaltprodukten (Te, Ru, Mo, Tc, Sb, Sn, Ag) setzt ein. Der weiter abgesunkene Füllstand hat im Vergleich zum vorherigen Zustand eine Änderung der Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite zur Folge. Aufgrund der abschirmenden Wirkung der äußeren noch intakten Bereiche des Kerns hat die durch die freigelegten keramischen Bestandteile sich ändernde Gammastrahlungsverteilung im Inneren des Kerns keinen Einfluss auf die Änderung der Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite.

Im **dritten SZ** erreicht die Kernzerstörung den unteren Bereich des Kerns. Es kommt zur Bildung eines Schüttbettes aus keramischen Kerntrümmern aufgrund des Fehlens der stützenden Hüllen und Strukturteile. Die Nachzerfallswärme heizt die Kerntrümmer weiter auf (über 2600 °C). Im Inneren des Schüttbetts bildet sich ein Schmelzesee aus vorwiegend keramischen Bestandteilen. Halbflüchtige Spaltprodukte werden in größerem Maße in den RDB freigesetzt. Ebenfalls werden in geringen Mengen schwerflüchtige Spaltprodukte (z.B. Zr, Y, Nd, Sr, Rh, Pu, Am, Cm) freigesetzt. Die zerstörten Brennstäbe im oberen Kernbereich haben einen Verlust der Selbstabschirmung des Kerns in diesem Abschnitt zur Folge. Aufgrund dessen ändert sich die Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite.

Die physikalischen Vorgänge (Spaltproduktverhalten, Schmelzeseebildung) des **vierten SZ** sind mit dem vorherigen signifikanten Zustand vergleichbar. Die leichtflüchtigen Spaltprodukte sind zu diesem Zeitpunkt fast vollständig aus den Kernmaterialien freigesetzt und haben sich in den oberen Bereichen des RDB wieder abgesetzt (Quelltermverlagerung). Der Füllstand ist bis auf die Kernunterkante abgesunken. Es befindet sich nur noch Kühlmittel in der Bodenkalotte. Die zerstörten Kernmaterialien erreichen die untere Kerntrageplatte und es ist mit einem kompletten Verlust der Selbstabschirmung des Kerns sowie einer daraus resultierenden Änderung der Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite zu rechnen.

Im **fünften SZ** kommt es zur Verlagerung von Kernmaterialien in die Bodenkalotte. Mit einem vorübergehenden Erstarren der aufgeschmolzenen Kernmaterialien setzt die Restwasserverdampfung ein. Das Spaltproduktverhalten ist mit dem der zwei vorhergehenden Zustände vergleichbar. Aufgrund der Verlagerung der zerstörten Kernmaterialien in die Bodenkalotte kommt es zu einer wesentlichen Änderung der Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite.

4 Zusammenfassung

Für die Entwicklung eines Verfahrens zur Detektion der Füllstandsabsenkung und des Einsetzens bzw. des Fortschreitens einer Kernschmelze mittels nichtinvasiver Messung der Gammastrahlungsverteilung an der Außenseite der RDB-Wandung ist die Kenntnis

über die Vorgänge im Reaktordruckbehälter während eines Kernschmelzunfalls von wesentlicher Bedeutung. Der grundlegende Ablauf eines Kernschmelzunfalls in einem generischen Druckwasserreaktor gliedert sich in vier Phasen. Für die ersten drei Phasen lassen sich fünf signifikante Zustände definieren, die die unterschiedlich fortgeschrittene Verlagerung von zerstörten Kernmaterialien im RDB sowie das zugehörige Spaltproduktverhalten beschreiben. Die Unterschiede zwischen den einzelnen signifikanten Zuständen bestehen in einer sich ändernden Kerngeometrie, einer unterschiedlichen Spaltproduktfreisetzung sowie einer sich ändernden Gammastrahlungsverteilung an der RDB-Außenseite. Die Definition weiterer signifikanter Zustände wäre möglich, wenn ein Wiederfluten des RDB einsetzt. Hierbei würde es bspw. im Falle eines vorhandenen keramischen Schmelzesees durch ein Wiedereinspeisen von Kühlmittel zur Bildung einer Kruste um die aufgeschmolzenen Kernmaterialien kommen. Das Fortschreiten der Kernzerstörung wäre vorerst gestoppt. Durch konvektive Vorgänge im krustenumschlossenen Schmelzesee durchbricht die Schmelze allerdings nach einer bestimmten Zeit die Kruste. Aufgrund dessen kommt es zu einer Verlagerung und zu einem Wiedererstarren von aufgeschmolzenen Kernmaterialien in tiefere Regionen des RDB sowie in lokalen Bereichen zu einer sich ändernden Gammastrahlungsverteilung an der Außenseite der RDB-Wandung.

5 Danksagung an den Projektträger

Das Forschungsvorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen des Konzeptes *„Grundlagenforschung Energie 2020+“* gefördert. Förderkennzeichen: 02NUK018A

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Literaturverzeichnis

[BRO89] Broughton, J. M.; Kuan, P.; Petti, D. A.; Tolman, E. L.: A Scenario of the Three-Mile-Island-Unit 2 Accident. Nuclear Technology, Vol. 87, pp. 34-53, 1989

[BRO95] Brockmeier, U.: Programmsysteme zur Analyse schwerer Störfälle in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren. Habilitationsschrift, Bochum, 1995

[GRS90] Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH (GRS): Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke Phase B. Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln, 1990

[HAS87] Hassmann, K.; Hosemann, J. P.; Peehs, M.: Spaltproduktfreisetzung beim Kernschmelzen – Methodische Bestimmung und experimentelle Absicherung. Kerntechnische Gesellschaft, Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln, 1987

[KRA11] Kratzsch, A; Hampel, U.: Nichtinvasive Zustandsüberwachung von Kernreaktoren zur Detektion von Füllstandsänderungen und der Deformation des Kerns. Vorhabensbeschreibung, Zittau/Dresden, 2011

[RAS75] Rasmussen, N.: USNRC Reactor Safety Study – An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Power Plants. WASH-1400, NUREG-75-014, 1975

[SCH01] Schwarz, M.; Clement, B.; Jones, A. V.: Application of PHEBUS FP Results to Severe Accidents Safety Evaluations and Management Measures. Nuclear Engineering and Design, Vol. 209, pp. 173-181, 2001

Optisches und Taktiles miteinander in Beziehung bringen

2D-Rauheitsmessung mit dem Weißlichtinterferometer Zygo NewView

R. Stolze, R. Sachs, H. Goldau, F. Stanzel

Hochschule Magdeburg-Stendal
Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Industriedesign
Institut für Maschinenbau
39114 Magdeburg
ronny.stolze@hs-magdeburg.de

Abstract: Für die Charakterisierung von Funktion und Rauheit technischer Oberflächen sind heutzutage immer noch 2D-Profilmessungen weit verbreitet und bilden den Stand der Technik. Hierfür sind alle Mess- und Auswertestrategien über diverse ISO-Normen festgelegt. Dominiert von diesem genormten, anerkannten und langjährig etablierten tastenden Messprinzip, treten die optischen Verfahren immer mehr in den Mittelpunkt. Optische 3D-Profilometer bieten die Möglichkeit einer flächenhaften Beschreibung technischer Oberflächen und sind für den Einsatz zur Qualitäts- und Prozesskontrolle gleichermaßen geeignet, nur schneller, einfacher, flexibler und zuverlässiger. Obwohl die dreidimensionale Beschreibung technischer Oberflächen immer mehr in den Mittelpunkt rückt, wird die Bewertung am 2D-Profilschnitt auch zukünftig ihre Bedeutung und Berechtigung behalten. Aus diesem Grund ist und bleibt die Vergleichbarkeit von optischen und taktilen Rauheitsmessungen eine der wesentlichen Fragen, welche in der Forschung und Entwicklung sowie der Industrie regelmäßig gestellt werden.

1 Einleitung

Die ersten optischen Instrumente für 3D-Oberflächenmessung, erschienen Anfang der 1980er Jahre, waren Weißlichtinterferometer und 3D-Profilometer. Zu diesem Zeitpunkt erarbeitete jeder Messgerätehersteller eigene Mess- und Auswertealgorithmen [Whi94]. Seit Anfang der 1990er Jahre erkannte man die Notwendigkeit einer Standardisierung der flächenhaften Messung und Auswertung. Über diverse EU-Projekte wurden in den letzten 20 Jahren die Grundlagen zur flächenhaften 3D-Oberflächenmesstechnik gelegt [Sto93, Blu03]. Das Ergebnis ist die heute in Teilen existierende ISO Normenreihe 25178 [Sur12].
Die ISO-Norm 25178 stellt aber keineswegs einen Ersatz zu den bisherigen Normenreihen der 2D-Rauheitsmessung dar, sondern eine wichtige und notwendige Erweiterung für die Charakterisierung der Funktion von technischen Oberflächen. Voraussetzung für die sinnvolle Beschreibung einer technischen Oberfläche ist das Vorhandensein aller funktionsrelevanten Strukturen im erfassten Profil. Hierfür kann ein 2D-Profil durchaus

ausreichend sein. Dies ist immer dann der Fall, wenn die durch das Fertigungsverfahren (z.B. Drehen, Fräsen, Schleifen) erzeugte Oberfläche eine ausgeprägte Vorzugsrichtung aufweist. Bei Oberflächen mit lokal ausgeprägten Strukturen (Laser- oder Walztekturen) bzw. Oberflächen mit stark funktional ausgeprägten Strukturen (Plateaustruktur) ist die Anwendung einer 2D-Messung nur bedingt aussagekräftig. Hier ist das flächenhafte Messen und Auswerten zwingend erforderlich.

2 Einflussfaktoren auf taktile und optische Rauheitsmessungen

Die Anwendung der ISO-Normenreihe 25178 führt nicht dazu, dass die optisch und taktil erfassten Daten direkt miteinander vergleichbar sind [Bec09]. Die grundlegend unterschiedlichen Messprinzipien sowie die Abhängigkeiten und Einflussfaktoren führen zu Abweichungen, wobei die Vergleichbarkeit auch von den Oberflächeneigenschaften des zu messenden Objektes sowie den Auswertestrategien und Algorithmen abhängig ist.

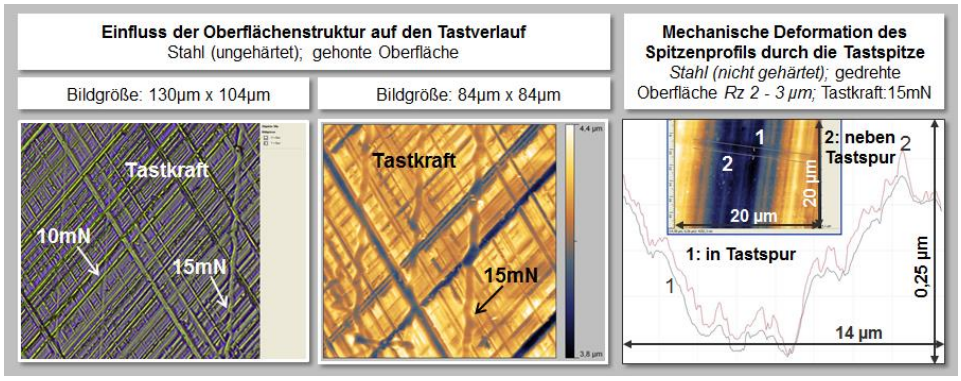


Abbildung 1: Einflussfaktoren auf eine mechanische Oberflächenabtastung

Das Erfassen von technischen Oberflächen mit tastenden Systemen ist durch die endliche Ausdehnung der Tastspitze und die Geschwindigkeit der Abtastung begrenzt. Riefen können nur entsprechend der Dimension der Tastspitze ertastet werden. Spitzen werden abgerundet oder können durch eine benachbarte überlagert sein. Des Weiteren kann es infolge der Oberflächenstruktur (z.B. Honstruktur) zu einer Ablenkung des Tasters aus der idealen Vorschubrichtung kommen (Abbildung **1**, links). Weiterhin kann es bei empfindlichen Oberflächen sowie weichen Materialien, wie zum Beispiel Leichtmetall oder Kunststoff zu einer mechanischen Deformation des Spitzenprofils kommen (Abbildung **1**, rechts). Diese Einflussgrößen und auftretenden Effekte bei taktilen Rauheitsmessungen führen hinsichtlich der Vergleichbarkeit zwischen optischen und taktilen Messprinzipien zu ersten grundsätzlichen Abweichungen. Eine optische Datenerfassung ist stark von den Oberflächeneigenschaften der zu messenden Probe abhängig. Dabei spielen besonders die Werkstoffoberfläche mit seinen Reflexionseigenschaften, das Fertigungsverfahren und die damit aufgebrachte Oberflächenstruktur sowie die Rauheit der Oberfläche eine entscheidende Rolle. Auch Flankenwinkel von lokalen Steigungen einer aufgebrachten Oberflächenstruktur haben einen erheblichen Einfluss.

3 Studie zur Vergleichbarkeitssteigerung der Messprinzipien

Die Erarbeitung und Aufbereitung der Ursachen für die Abweichungen optischer und taktiler Oberflächenmessungen ist die Grundlage für die Steigerung der Vergleichbarkeit der Messprinzipien. Hierzu wurden im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten ZIM-Projektes (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand) zwischen der ZygoLOT GmbH und der Hochschule Magdeburg-Stendal Mess- und Auswerteverfahren erarbeitet, welche die Vergleichbarkeit zwischen der optischen und taktilen 2D-Rauheitsmessung steigern. Die Vergleichsstudie wurde für das optische Verfahren der Weißlichtinterferometrie durchgeführt. Zum Einsatz kam das SWLI (Scanning White Light Interferometry) Zygo NewView (Abbildung 2, unten). Die Basis für den Vergleich bildeten taktile Rauheitsmessungen, durchgeführt mit dem Hommel-Etamic T8000 (Abbildung 2, oben).

Abbildung 2: Messtechnik und deren technische Daten

Die Beschreibung technischer Oberflächen über Rauheitskenngrößen beinhaltet zum einen die Erfassung des Oberflächenprofils und zum anderen die Auswertung dieser Profildaten. Ausgehend von den Einflussgrößen auf optische und taktile Messungen und den theoretischen Grundlagen liegen der Vergleichsstudie insgesamt vier Betrachtungsgrößen zu Grunde. Dies sind auf der Seite der Messdatenerfassung die laterale und die vertikale Auflösung sowie auf der Seite der Messdatenauswertung die Tiefpassfilterung und ein morphologischer Filter, um die Effekte der Tastspitze zu kompensieren.

3.1 Optische und vertikale Auflösung

Die ISO 3274 [Nen98] definiert für die taktile Messung einen Messpunktabstand in Vorschubrichtung von 0.5 µm. Die laterale Auflösung ist bei optischen Systemen von den verwendeten Objektiven abhängig. Im Rahmen der Studie wurden ein 5x Objektiv mit einer lateralen Auflösung von 2.9 µm und ein 10x Objektiv mit 1.24 µm verwendet. Geringere laterale Auflösungen führen im Allgemeinen zu einem Detail- und Informationsverlust und damit zu Abweichungen in den errechneten Rauheitswerten. Die Vergleichbarkeit ist damit vom Einsatz der entsprechend der Rauheit notwendigen optischen lateralen Auflösung abhängig. Grundsätzlich ist festzustellen, dass mit feiner werdender Rauheit die Abweichung der optischen zur taktilen Messung, ohne Anpassung der latera-

len Auflösung, zunimmt (Abbildung **3**). Raue Oberflächen bzw. grobe Strukturen (Rz > 4 µm) werden von den unterschiedlichen Messprinzipien gleichermaßen erfasst. Für Rauheiten Rz < 2 µm ist grundsätzlich ein 10x Objektiv einzusetzen (Abbildung **3**).

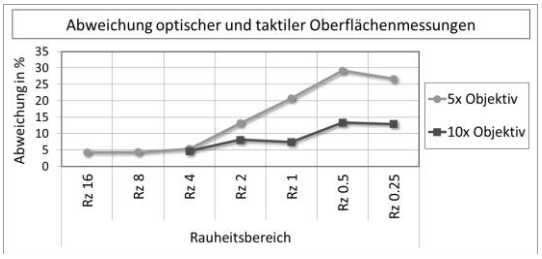


Abbildung 3: Zusammenhang von Rauheit und optischer Auflösung

Die vertikale Auflösung moderner stationärer Tastschnittgeräte liegt im Bereich von 1 bis 2 nm. Grundsätzlich ist die zu wählende vertikale Auflösung von der zu messenden Grundrautiefe abhängig. Im Allgemeinen gilt die Regelung, dass die Auflösung des Messsystems gegenüber der tolerierten Messgröße um den Faktor 10 genauer sein soll. Die vertikale Auflösung des optischen Systems ist vom Messverfahren abhängig. Bei diesem Interferometer unterscheidet man u.a. in Kohärenzmessung mit einer vertikalen Auflösung von 3 nm und Phasenmessung mit einer vertikalen Auflösung von 1/3 nm. Für Messungen bei Rautiefen größer als 0.1 µm ist prinzipiell die Kohärenzmessung zu bevorzugen. Eine Kohärenzmessung kann bis in den Bereich von Rz 30 nm noch Anwendung finden. Hier ist aber eine Phasenmessung, aufgrund der deutlich höheren vertikalen Auflösung von 1/3 nm empfehlenswert.

3.2 Tastspitzensimulation und Tiefpassfilterung

Die ISO 3274 schreibt bei der taktilen Rauheitsmessung für Rz > 2 µm einen Tastspitzenradius von 5 µm und für Rz < 2 µm einen Radius von 2 µm vor. Die Erfassung des Riefenprofils ist bei der taktilen Messung von der Dimension der Tastspitze und bei der optischen Messung vom Flankenwinkel und der Riefenausleuchtung abhängig. Je nach Rauheitsstruktur treten die größten Abweichungen hauptsächlich im Riefenprofil auf, welches von der optischen Messung zumeist in größerer Tiefe erfasst wird. Diese Abweichung kann mit Hilfe eines morphologischen Filters, welcher in der ISO/TS 16610-41 [Mor06] definiert ist, korrigiert werden. In diesem Fall werden mit Hilfe eines „morphological closing filter“ [Kry08] die Riefenbereiche am optischen Profil gefiltert, welche durch die eingesetzte Tastspitzengeometrie nicht erfasst werden können. Die Abbildung **4** zeigt zwei Vergleiche zwischen tastend und optisch gemessenen Daten. Im oberen Grafen ist der Vergleich zwischen ertasteten und ungefilterten optischen Daten dargestellt. Wie erwartet, treten die Abweichungen hauptsächlich in den Riefen auf. Im unteren Grafen ist derselbe Vergleich dargestellt. Der optische Datensatz ist aber numerisch mit einer 5 µm/ 90° Tastspitze behandelt. Die Pfeile zwischen den beiden Grafen weisen auf die auffälligsten Unterschiede in den Riefentiefen hin.
Das Grundrauschen optischer Systeme ist mit denen von taktilen Systemen nicht vergleichbar. Die ISO 3274 definiert für die taktile Messung eine Grenzwellenlänge λs von 2.5 µm zum Entfernen der hochfrequenten Störanteile. Eine direkte Anwendung dieser

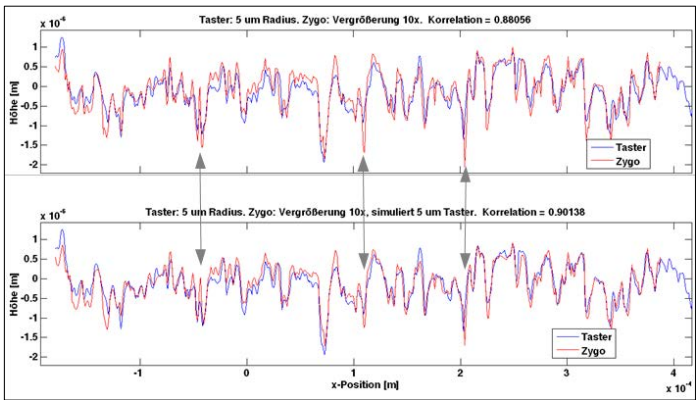


Abbildung 4: Einsatz eines morphologischen Filters für die Korrektur der optischen Daten

Grenzwellenlänge auf das optisch erfasste Profil liefert nur bedingt vergleichbare Ergebnisse. Innerhalb der Studie wurde der Grenzwellenbereich von 0.01 – 7.0 µm als Betrachtungsbereich festgelegt, analysiert und ausgewertet. Diese Auswertung brachte mit einer Wahrscheinlichkeit von 57% für das Eintreten einer Abweichung von weniger als 10% eine Grenzwellenlänge von λs 5.25 µm als bestmöglichen Parameter hervor.

4 Optische Rauheitsmessung mit dem SWLI Zygo NewView

Die Ergebnisse dieser Studie basieren auf jeweils 3750 optisch und taktil erfassten Datensätzen sowie auf ca. 150 000 Auswertungen und Vergleichen über die zuvor beschriebenen Betrachtungsgrößen. Das Zielkriterium wurde auf eine maximale Abweichung der optischen zur taktilen Messung von 10% festgelegt und die Daten nach der Häufigkeit für das Eintreten dieses Zielkriteriums ausgewertet. Grundsätzlich ist die optische 2D-Rauheitsmessung auf spanend bearbeiteten Metalloberflächen mit mehr als 80% gut bis sehr gut vergleichbar. Bei allgemein feiner werdender Oberflächenstruktur wird diese zwar mit 50-60% und bei fein geläppten metallischen Oberflächen mit 30-40% geringer, es kann aber dennoch von einer Vergleichbarkeit gesprochen werden. Auch optische Rauheitsmessungen auf Keramik- und Kunststoffoberflächen ergaben bereits in dieser Studie mit teilweise bis zu 65% vergleichbare Ergebnisse.
Im Bereich der Rauheitsmessung erstreckt sich das Anwendungsspektrum optischer Systeme von der Automobilindustrie zum Beispiel der Vermessung von Komponenten aus Einspritzsystemen bis hin zur Medizintechnik, wo die Oberflächen von Hüftgelenkkugeln und Kalotten oder Knieimplantate vermessen werden. Oftmals werden noch 2D-Rauheitskenngrößen zur Beschreibung der Funktionalität eingesetzt. Da diese auch in Zukunft für bestimmte Oberflächenstrukturen ihre Berechtigung haben werden, ist das Erzielen einer Vergleichbarkeit zwischen optischen und taktilen Messprinzipien gerechtfertigt. Am Beispiel einer Distanzscheibe aus einem piezo-aktorischen Einspritzsystem ist in der Abbildung 5 die praktische Anwendung der erarbeiteten Algorithmen dargestellt. Betrachtet wird hier die Qualität der Dichtfläche nach dem Vorschleifen. Die Korrelationsüberprüfung der erfassten Profile zeigt einen Wert von über 93%. Der Vergleich der berechneten Rauheitsparameter weist nur sehr geringe Abweichungen, teilweise

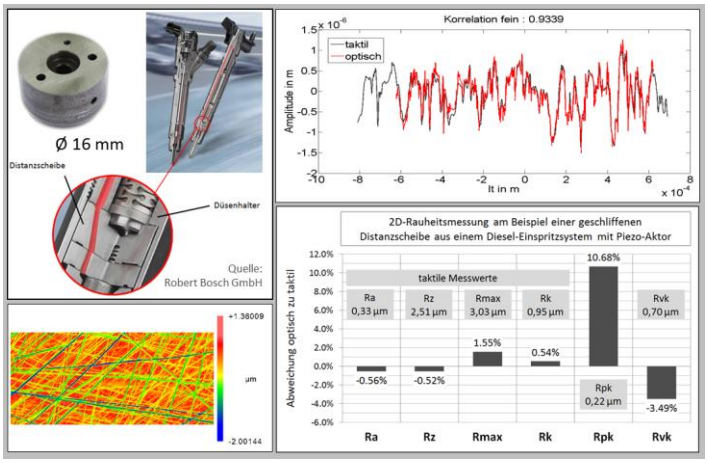


Abbildung 5: 2D-Rauheitsmessung auf einer geschliffenen Einspritzkomponente

sogar weniger als 1% auf. Lediglich die reduzierte Spitzenhöhe Rpk stellt mit ca. 10% eine etwas höhere Abweichung dar. Dennoch entsprechen diese 10% dem gesetzten Zielkriterium. Diese Studie zeigt eindeutig, dass trotz unterschiedlicher physikalischer Messprinzipien beachtliche Übereinstimmungen in den erfassten Profilen und den daraus berechneten Rauheitskennwerten erzielt werden können. Aktuelle Projekte befassen sich mit der Übertragung der Ergebnisse auf die flächenhafte Charakterisierung von technischen Bauteiloberflächen. Die Aufgabe besteht darin, die aktuellen Auswertealgorithmen aus den Vergleichsstudien an die Definitionen der ISO 25178 anzupassen, um somit ISO-konforme flächenhafte Rauheitsmessungen und Auswertungen zu realisieren.

Literaturverzeichnis

[Bec09] Beck, Christian, „Quo vadis Rauheitsmessung? - Dreidimensionale Beschreibung technischer Oberflächen," Qualität und Zuverlässigkeit, Bd. 54, Nr. 5, 2009.

[Blu03] Blunt, L.; Xiangqian, J., Advances techniques for assessment surface topography. Development of a Basis for 3D Surface Texture Standards "Surfstand", Kogan Page Science, 2003.

[Kry08] Krystek, Michael P.; Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany, Filtration of data according to the new ISO 16610 series, Querétaro, 2008.

[Mor06] ISO/TS 16610-41, Geometrical product specifications (GPS) -- Filtration -- Part 41: Morphological profile filters: Disk and horizontal line-segment filters, 2006.

[Nen98] ISO 3274, Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren - Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten, 1998-04.

[Sto93] Stout, K. et al., The development of methods for the characterisation of roughness in three dimensions, Commission of the European Communities: European Report EUR 15178N, 1993.

[Sur12] ISO 25178, Geometrical product specifications (GPS) -- Surface texture: Areal, 2012.

[Whi94] Whitehouse, D.J., Handbook of surface metrology, Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 1994.

„Da war ich ein Film und eine Wochenschau“ – Medienkritische Reflexion in Irmgard Keuns Roman „Das kunstseidene Mädchen“

Anna Luise Kiss

Hochschule für Film und Fernsehen „Konrad Wolf“
Medienwissenschaft
Marlene-Dietrich-Allee 11
14482 Potsdam
a.kiss@hff-potsdam.de

Abstract: In ihrem Roman *Das kunstseidene Mädchen* (1932) beschreibt die Schriftstellerin Irmgard Keun die Großstadt Berlin mittels Adaption filmischer Erzählstrukturen und formaler Mittel der Kinematographie. Ihre Romanheldin Doris wird dabei zur Protagonistin einer neuen, vom Kino geprägten Wahrnehmung.

1 Das Sujet der Großstadt als erzählerische Herausforderung

Für Literaten wie Alfred Döblin oder Bertolt Brecht stellte der noch junge Spielfilm eine wichtige Inspirationsquelle bei der künstlerischen Erfassung der neuen urbanen Welten des beginnenden 20. Jahrhunderts dar. Auch für die Schriftstellerin Irmgard Keun (1905 - 1982) erwies sich das Wesen des Films als besonders geeignet, den dynamischen Charakter des großstädtischen Daseins zum Ausdruck zu bringen. *Gilgi – eine von uns*, ihr erster und viel beachteter Roman, wurde 1931 veröffentlicht. Bereits ein Jahr später folgte *Das kunstseidene Mädchen* und wurde zu einem umjubelten Erfolg.[1]

Darin nutzt Irmgard Keun verschiedene dem Film entlehnte Gestaltungsmittel, um die Großstadt Berlin in gleichsam „bewegten“ literarischen Bildern darzustellen. Ein Ansatz, der seinen stärksten Ausdruck im von der Kinematografie beeinflussten – von der Autorin zugleich kritisch reflektierten – Blick der Protagonistin Doris auf die sie umgebende urbane Wirklichkeit findet.

1.1 Die Großstadt Berlin als Film geschrieben

Spätsommer 1931. Die achtzehnjährige Ich-Erzählerin Doris kommt aus einfachsten Verhältnissen. Doch die junge Frau hat ein klares Ziel: Sie will sich aus ihrem Milieu

[1] Die Nationalsozialisten setzten das Buch jedoch schnell auf den Index, die Autorin ging ins Exil, wo sie weitere Romane verfasste (u.a. *Nach Mitternacht* und *D-Zug dritter Klasse*). 1940 nach Deutschland zurückgekehrt, lebte sie in der Illegalität und konnte nach Kriegsende nicht mehr an ihre früheren Erfolge anknüpfen.

befreien und ein „Glanz werden, der oben ist“ [Ke05: 44]; ein Filmstar, der im dunklen Kinosaal von der Leinwand auf die Zuschauer hinunterstrahlt. Der Versuch, als Schauspielerin an einem Kölner Theater Karriere zu machen, misslingt. Nach ihrem Diebstahl eines kostbaren „Fehs“ aus der Theatergarderobe entzieht sich Doris der drohenden Verhaftung, indem sie sich nach Berlin absetzt – eine Flucht nach vorn: Doris hofft, in der Hauptstadt ihrer glanzvollen Zukunft ein Stück näher zu kommen.

Bereits diese Ausgangssituation spielt auf die Grundkonstellation rührseliger Liebesfilme der 1920er Jahre an: Ein armes Mädchen kommt voller Hoffnung in eine große Stadt, um nach einigen Irrungen und Wirrungen das Glück zu finden. Diese Konstellation lässt an ELLA CINDERS (USA 1926, A. E. Green) oder SYNTHETIC SIN (USA 1929, W. A. Seiter) denken: In beiden Filmen tritt Colleen Moore als Glückssuchende auf, mit der sich Doris zu Beginn des Romans ausdrücklich vergleicht [vgl. ebd.: 11]. Großstädte werden in diesen Filmen positiv assoziiert; sie erscheinen als aufregende Orte des Glücks und verheißen ein besseres Leben.

Keuns Romanheldin Doris kennt diese Filmbilder nur zu gut, und so gerät ihre erste Schilderung Berlins zum Vorspann einer Großstadtschmonzette, in der sie selbst die Hauptrolle spielt: Alle geläufigen Versatzstücke einer Metropole werden zu einer „Schnittfolge“ montiert: die „übermäßige Lichtreklame“ [ebd.: 65], „schicke Männer“ [ebd.], die aussehen wie „Mädchenhändler“ [ebd.], die Huren auf dem Kurfürstendamm [vgl. ebd.], der beleuchtete „Sarg“ [ebd.] der U-Bahn, die Arbeitslosen in der Münzstraße [vgl. ebd.: 66] und die Doppeldeckerbusse, die wie „Aussichtstürme“ [ebd.] durch die vielen Straßen fahren. Die Sequenz endet mit der resümierenden Feststellung: „Es ist eine fabelhafte Stadt“ [ebd.].

Ihr Berlin-Abenteuer hält die Protagonistin in einem Buch fest, schließlich ist Doris davon überzeugt, „etwas Besonderes“ [ebd.: 10] in sich zu tragen, und als ein derart „ungewöhnlicher Mensch“ [ebd.] möchte sie ihr Leben dokumentiert wissen. Im Hinblick auf die erzählerischen Merkmale ließe sich von einem Tagebuch-Roman sprechen – doch davon will die Ich-Erzählerin nichts wissen:

„Ich denke nicht an Tagebuch – das ist lächerlich für ein Mädchen von achtzehn und auch sonst auf der Höhe. Aber ich will schreiben wie Film, denn so ist mein Leben und wird noch mehr so sein. Und ich sehe aus wie Colleen Moore, wenn sie Dauerwellen hätte und die Nase mehr schick ein bisschen nach oben. Und wenn ich später lese, ist alles wie Kino – ich sehe mich in Bildern.“ [ebd.: 10 f.]

Doris sucht kein Medium der Introspektion, sondern eines, mit dem sie ihr Leben und ihre Umgebung in Filmbildern – also für ein Publikum – festhalten kann. Die Programmatik „schreiben wie Film“ setzt Irmgard Keun mittels einer „Entliterarisierung“ [Bec93: 226] des Romans durch Montage um: Visuelle und auditive Stadteindrücke werden unvermittelt durch harte Schnitte aneinander gereiht. Statt eine kausal und chronologisch erzählte, rein fiktionale Handlung zu entwickeln, wird die Realität in Form von Liedtext-Fragmenten oder durch Versatzstücke wie ein Kinoplakat (DER KONGRESS TANZT, GER 1931, E. Charell) „sicht- und hörbar“ gemacht [vgl. u.a. Ke05: 121]. Diese Darstellung wird durch parataktische Textpassagen verstärkt, in denen Ein-

drücke der Ich-Erzählerin mittels der Konjunktion „und“ oder durch den häufigen Einsatz von Bindestrichen aneinandergereiht werden: „[...] – der Gloriapalast schillert – ein Schloß, ein Schloß – es ist aber Kino und Kaffee und ein Berlin W – um die Kirche sind schwarze eiserne Ketten – und drüben das Romanische Café mit den längeren Haaren von Männern!“ [ebd.: 99]

Diese stenografischen Reihungen setzen auf die Simulation schneller harter Schnitte als Ausdruck von Gleichzeitigkeit, in anderen Passagen auf eine innerbildliche Montage mittels beschreibender Simulation einer Kamerafahrt: Doris bewegt sich zu Fuß oder im Taxi durch die Stadt und nimmt ihre Eindrücke sukzessive – als aufeinander folgende Bilder – wahr. Dabei wird ihr Auge zum „Objektiv“, das sowohl umfassende Totalen einfängt als auch an Details „heranzoomt“. Unermüdlich nimmt sie wahr, sammelt ihre Eindrücke und geht schließlich vollends in der Identifikation mit dem Medium Film auf: „Da war ich ein Film und eine Wochenschau“ [ebd.: 121]. Die parataktischen Textpassagen führen die Metropole Berlin als einen, auf sozialer wie räumlicher Ebene, polymorphen Lebensraum vor, in dem die verschiedensten sozialen Gruppen (Prostituierte, Verkäufer, Künstler, Angestellte, reiche Damen) – nebeneinander existierend – auftreten; der städtische Raum wird als inhomogenes Ensemble erlebt und beschrieben. Die sozialen und räumlichen Übergänge werden weder kaschiert noch egalisiert.

Forciert werden die Stadteindrücke durch eine ausgeprägte Lichtmetaphorik, für die sich Doris aus der impressiven Fülle der Glanz- und Glamourmetropole bedient: Die unerschöpflichen Variationen der elektrischen Beleuchtung verwandeln das nächtliche Berlin in eine durch Lichteffekte dramatisch in Szene gesetzte „Filmkulisse“. Immer wieder wird auf Leuchtreklame Bezug genommen [vgl. ebd.: 92, 97, 110]. Doris lässt sich von einem regelrechten „Gefunkel“ [ebd.: 65] von „viele[n] Millionen Lichter[n]“ [ebd.: 121] berauschen [vgl. ebd.: 86 ff.]. Die Stadt ist für sie „ein Frühling“ und „ein Ostern, was auf Weihnachten fällt, wo alles voll geschillerten Betrieb ist“ [ebd.: 91]. Doris’ Glanz verschmilzt schließlich mit ihrer individuellen Projektion der Großstadt: „Mein Leben ist Berlin, und ich bin Berlin“ [ebd.: 88].

1.2 Die Geburt eines neuen Wahrnehmungsmodus

Mit ihrem „Berlin-Film“ reflektiert Irmgard Keun die Bewusstseinslage ihrer Protagonistin: Doris lässt sich nicht nur formal vom Film inspirieren, auch die gesamte Strukturierung ihrer städtischen Erfahrungen folgen der Formatierung medialer Bilder [vgl. He05: 24]. Registriert und wiedergegeben wird nur, was zu ihnen passt. Doris – das Kameraauge – ist keine neutrale Dokumentaristin urbaner Wirklichkeit, sondern zu gleichen Teilen Aufzeichnung- und Wiedergabeinstanz und Hauptdarstellerin ihres ganz persönlichen Berlin-Films. Auf die Romanfigur Doris passt paradigmatisch, was Béla Balázs 1924 zur Verbreitung und Wirkung des Kinos feststellte:

„[...] der Film ist *die Volkskunst* unseres Jahrhunderts. Nicht in dem Sinn, leider, daß sie aus dem Volksgeist entsteht, sondern der Volksgeist aus ihr entsteht. [...] Die Phantasie und das Gefühlsleben des Volkes wird im Kino befruchtet und gestaltet. [...] Der Film hat in der Phantasie und im Gefühlsleben der städtischen Bevölkerung die Rolle über-

nommen, die früher einmal Mythen, Legenden und Volksmärchen gespielt haben.“ [Ba82: 46 f.; Hervorh. i.O.]

Doris fällt es im Verlauf der Romanhandlung immer schwerer, ihre medial bestimmte Sicht auf Berlin aufrechtzuerhalten. Ihre den Spielfilmen und Wochenschauen entlehnten Illusionen einer Glamourmetropole werden bald „an der Realität zerrieben; Stück für Stück entzaubert der Roman die faszinierende Unwirklichkeit der Filmwelt“ [Ro95: 285]. Erste Anzeichen, dass dem als so faszinierend dargestellten Stadtraum eine zermürbende Kraft innewohnt, zeigen sich schon wenige Tage nach Doris’ Ankunft:

„Und Berlin ist sehr großartig, aber es bietet einem keine Heimatlichkeit, indem daß es verschlossen ist. Und das kommt auch, weil es unter Menschen hier ganz kolossale Sorgen gibt, und daraufhin haben sie alle mit wenigeren Sorgen kein Mitleid, aber mir sind sie schwer genug. –“ [Ke05: 85]

Als Doris mit Herrn Brenner, einem Kriegsblinden, durch die Berliner Straßen zieht und ihm ihre euphorischen Berlin-Eindrücke vermittelt, stößt die filmische Imagination an ihre Grenzen [vgl. ebd.: 108 ff.]. Der Blinde kann Doris’ Schilderungen nichts abgewinnen. An seiner Seite unterlässt sie für einen Moment das ‚Immer-alles-sehen-müssen‘ und schließt zum ersten Mal bewusst die Augen. Verwundert registriert sie den städtischen Lärm: „wie das alles in einen dringt – so viel Lautes“ [ebd.: 110]. Das Licht, das zuvor Berlin erstrahlen ließ, lässt die Menschen auf einmal blass aussehen, offenbart ihre Armut und erlischt schließlich vollends: „Jetzt wird doch alles dunkel – wo ist denn mein helles Berlin?“ [ebd. 111]. Die ungeschminkte Realität einer brutalen, von Armut beherrschten, entmenschlichten Stadt tritt nun auch Doris ins Bewusstsein [vgl. Sh88: 323], indem der blinde Brenner ausspricht, was auch für die Sehende nicht mehr zu ignorieren ist: „‚Die Stadt ist nicht gut, und die Stadt ist nicht froh, und die Stadt ist krank‘“ [Ke05: 113]. Doris’ Berlin erweist sich als ebenso kunstseiden wie die eigene Identität als Glanz: Kunstseide, ein billiger Ersatz für echte Seide, die nur ähnlich schimmert und glänzt – eine Metapher für Künstlichkeit und trügerischen Schein.

Auf den ersten Blick könnte Irmgard Keuns Roman als eindimensionale Kritik an einer von den Medien hervorgerufenen und beeinflussten Wahrnehmung der Welt verstanden werden. Für eine solche Interpretation spricht, dass Doris am Ende des Romans feststellt, dass es auf den Glanz vielleicht gar nicht so ankommt [vgl. ebd.: 205]. Nach diesem Verständnis ist es allein Doris’ durch den Film verfälschter Blick auf die Welt, der ihr eine authentische Identitätsfindung verweigert, der bloße Schein, auf dessen Grundlage nur ein kunstseidenes und heimatloses Leben möglich ist. Berlin erscheint so als „ein schillerndes Symbol eines zerstreuten Daseins“ [Fl06: 67].

Andererseits legt die Protagonistin nach der erfolgten Erschütterung ihrer kinematographisch inspirierten Beobachtung der Wirklichkeit diese keineswegs ab. Auch nachdem Doris die dunklen Seiten der Großstadt wahrgenommen hat, erachtet sie die „filmische Rezeption“ dessen, was sie erlebt, als geeignet, die sie umgebende Realität zu verarbeiten [vgl. Ke05: 182 f., 186 f.] und sie führt auch ihre Aufzeichnungen in entsprechender Weise fort. Nach und nach findet jedoch eine Erweiterung ihres Wahrnehmungsspektrums statt und es geraten zunehmend unspektakulärere Impressionen in ihren Fokus:

Anders als zuvor, nimmt Doris nun etwa wahr, dass Sterne am Berliner Himmel leuchten und im Prater die Bäume blühen [vgl. ebd.: 166, 187]. Auf einem Markt bestaunt sie die vielen „Mandarinen, Apfelsinen und Kochäpfel“ [ebd.: 186], eine Post mit Briefkästen, eine Würstchenbude, einen Bahnübergang, einen Lachsstand. Sie registriert das Marktgeschrei der Händler und die Gespräche der Marktbesucher und bewundert den ersten Schnee, der die Berliner Straßen bedeckt [vgl. ebd.: 194]. In dieser Erweiterung liegt eine Relativierung: Blieb die filmische Erforschung der urbanen Realität zunächst den leuchtenden Oberflächen, den impressiven Details vorbehalten, werden nunmehr verborgene Fragmente in den Blick genommen, die für die mehrdimensionale Realität der Stadt stehen. Hier setzt Keun einer – bezogen auf die Kinematographie – kulturpessimistischen Haltung, die Darstellung eines zwar von dem neuen Medium beherrschten, in Ansätzen dennoch aufgeschlossenen und bereichernden Blicks auf das Phänomen der Großstadt entgegen. Ganz ähnlich beschreibt Walter Benjamin die Möglichkeiten einer Erforschung der urbanen Realität mit den Mitteln des Films:

„Indem der Film durch Großaufnahmen aus ihrem Inventar, durch Betonung versteckter Details an den uns geläufigen Requisiten, durch Erforschung banaler Milieus unter der genialen Führung des Objektivs, auf der einen Seite die Einsicht in die Zwangsläufigkeiten vermehrt, von denen unser Dasein regiert wird, kommt er auf der anderen Seite dazu, eines ungeheuren und ungeahnten Spielraums uns zu versichern! Unsere Kneipen und Großstadtstraßen [...] schienen uns hoffnungslos einzuschließen. Da kam der Film und hat diese Kerkerwelt mit der Dynamik der Zehntelsekunden gesprengt, so daß wir nun zwischen ihren weitverstreuten Trümmern gelassen abenteuerliche Reisen unternehmen.“ [Ben93: 35 f.]

Es ist ausgerechnet der blinde Herr Brenner, der Doris zu einer neuen Wahrnehmungsqualität inspiriert. Mit dem Blinden – im Kino der Weimarer Republik ein wiederkehrendes Motiv – wurde nicht allein der zahllosen Kriegsblinden des 1. Weltkriegs mediale Aufmerksamkeit geschenkt [vgl. Sc92: 38], sondern auch metaphorisch „die Leistung des kinematographischen Apparates als ‚Geburt eines neuen Sehens‘“ [ebd.: 47] aufgezeigt. Am Beispiel des Films DER GANG IN DIE NACHT (GER 1921, F. W. Murnau) zeichnet Heide Schlüpmann nach, wie Friedrich Wilhelm Murnau die kinematographischen Möglichkeiten virtuos einsetzt, um tiefste Seelenregungen aufzuzeigen [vgl. ebd.: 44], zugleich aber auch auf „eine generelle ‚Blindheit‘ inmitten technisch reproduzierter Bilder“ [ebd.: 47] aufmerksam macht. Ordnet man diesem – hier sehr verkürzt wiedergegebenen – Diskurs Irmgard Keuns Motivwahl zu, kann Doris Spaziergang mit dem blinden Herrn Brenner exemplarisch als literarische Darstellung der „Geburt eines neuen Sehens“ verstanden werden. Doris befindet sich allerdings noch in der kritischen Grauzone zwischen einer medial verursachten Blindheit für das reale Treiben der Stadt und einem neuen Wahrnehmungsmodus, der sich der kinematographischen Betrachtung bemächtigt und pars pro toto den verborgenen Funktionszusammenhang der urbanen Welt dechiffriert. Zu einer produktiven (und kreativen) filmischen Erforschung der urbanen Realität gehört dabei, dass sich der Betrachter der Bildtäuschungen bewusst ist und mit ihnen spielt.

Irmgard Keuns Roman *Das kunstseidene Mädchen* beschreibt die moderne Großstadt also nicht nur narrativ als einen lichtflirrenden und dynamischen Handlungsort. Durch

die literarische Adaption filmischer Gestaltungsmittel wird dem Leser Berlin vielmehr auf die „innere Leinwand“ projiziert und so als geschriebenes „Filmwerk“ vorgeführt. Damit wird eine Rezeptionsweise evoziert, die sich durch die Multiplikation von physiologischer und kinematographischer Wahrnehmung auszeichnet und, als bewusste Reflexion, zu einer gesteigerten Durchdringung der städtischen Welt führt [vgl. Vo01: 34].

Literaturverzeichnis

[Ba82] Balázs, B.: Der sichtbare Mensch. Kritiken und Aufsätze 1922-1926. In (Diederichs, H.H. et.al., Hrsg.): Schriften zum Film; 1. Henschelverl., Berlin, 1982; S. 45-143.

[Bec93] Becker, S.: Urbanitat und Moderne. Studien zur Großstadtwahrnehmung in der deutschen Literatur, 1900-1930. Rohrig St., Ingberg, 1993.

[Ben93] Benjamin, W.: Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit. Suhrkamp, Frankfurt a. M., 1993.

[Fl06] Fleig, A.: „Ein Ostern, was auf Weihnachten fällt“ oder Die „utopischen“ Glücksversprechen der Netzestadt; Brecht, Keun, Kracauer. In (Koch, G., Hrsg.): „Können uns und euch und niemand helfen“: Die Mahagonnysierung der Welt; Bertolt Brechts und Kurt Weills „Aufstieg und Fall der Stadt Mahagonny“. Wissen & Praxis; 138. Brandes & Apsel, Frankfurt am Main, 2006; S. 60-70.

[He05] Helduser, U.: Sachlich, seicht, sentimental. Gefühlsdiskurs und Populärkultur in Irmgard Keuns Romanen Gilgi, eine von uns und Das kunstseidene Mädchen. In (Arend, S.; Martin, A., Hrsg.): Irmgard Keun 1905 / 2005. Deutungen und Dokumente. Aisthesis-Verl., Bielefeld, 2005; S. 13-27.

[Ke05] Keun, I.: Das kunstseidene Mädchen. Claassen, Berlin, 2005.

[Ro95] Rosenstein, D.: „Mit der Wirklichkeit auf du und du“? Zu Irmgard Keuns Romanen 'Gilgi, eine von uns' und 'Das kunstseidene Mädchen'. In (Becker, S.; Weis, C., Hrsg.): Neue Sachlichkeit im Roman. Metzler, Stuttgart u.a., 1995; S. 273-290.

[Sc92] Schlüpmann, H.: Der Gang in die Nacht. Das Motiv des Blinden und der Diskurs des Sehens im Weimarer Nachkriegsfilm. In (Jung, U.; Schatzberg, W., Hrsg.): Filmkultur zur Zeit der Weimarer Republik. Beitrag zu einer internationalen Konferenz vom 15. bis 18. Juni 1989 in Luxemburg. Saur, München u.a., 1992; S. 38-53.

[Sh88] Shafi, M.: „Aber das ist es ja eben, ich habe ja keine Meinesgleichen.“ Identitätsprozess und Zeitgeschichte in dem Roman „Das kunstseidene Mädchen“ von Irmgard Keun. In (Stapf, P., Hrsg.): Colloquia germanica., Vol. 21. Internationale Zeitschrift für germanische Sprach- u. Literaturwissenschaft. Francke, Basel, Tübingen, 1988; S. 314-325.

[Vo01] Vogt, G.: Die Stadt im Kino. Deutsche Spielfilme 1900-2000. Schüren, Marburg, 2001.

Sind Online-Spiele eine Gefahr für Studierende?

Swantje Ferchow & Gabriele Helga Franke

Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal
s.ferchow@web.de
gabriele.franke@hs-magdeburg.de

Abstract: Onlinespiele sind eine beliebte Freizeitbeschäftigung junger Erwachsener. Vor allem Studierende verfügen situationsbedingt oftmals über uneingeschränkten Internetzugang sowie unstrukturierte Zeit, was die Entwicklung suchtartigen Online-Verhaltens begünstigen könnte. In der vorliegenden Studie sollte deshalb untersucht werden, ob Studierende gefährdet sind, pathologisches Onlinespielverhalten zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurden im Jahr 2012 aus einer größeren Stichprobe Studierender (N=827) eine Teilstichprobe Computerspieler selegiert. Diese wurde in drei Untersuchungsgruppen unterteilt: unregelmäßige (selten), regelmäßige (oft) sowie Vielspieler (sehr oft). Die Analyse des Onlineverhaltens erfolgte mithilfe der Skala zum Online-Suchtverhalten *OSVe-S* sowie der Compulsive Internet Use Scale *CIUS*. Zusätzlich wurde das NEO-Fünf-Faktoren-Inventar *NEO-FFI* zur näheren Untersuchung der Persönlichkeit sowie die Symptom-Checkliste *SCL-90®-S* zur Überprüfung der psychischen Belastung eingesetzt. Die Auswertung erfolgte mittels SPSS V 20 ($p \leq .05$).
Die untersuchte Stichprobe umfasste 270 Probanden (m=193, w=77) im Alter zwischen 18 und 35 Jahren (M=21,6, SD=2,6). Die demografisch homogenen Spielergruppen bestanden aus 170 unregelmäßigen, 70 regelmäßigen und 30 Vielspielern. Es ergaben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bei den Nutzungszeiten und der Verwendung verschiedener Online-Angebote. Der prozentuale Anteil an Onlinespielern mit pathologischem PC-Gebrauch stieg mit zunehmender Nutzungsintensität. Zudem konnten innerhalb der Untersuchungsgruppen verschiedene Ausprägungen hinsichtlich der Persönlichkeit bestimmt werden. Gruppendifferenzen bei der psychischen Belastung konnten nicht gefunden werden; die Werte befanden sich durchschnittlich im unauffälligen Bereich.
Der Verdacht, dass es sich bei Studierenden um eine Risikopopulation für pathologisches Online-Verhalten handelt, konnte nicht eindeutig bestätigt werden. Die absente psychische Belastung aller drei Spielergruppen weist nicht auf eine drohende Gefahr hin. Vielspieler scheinen vielmehr einer intensiv ausgeübten Freizeitbeschäftigung nachzugehen. Eher gefährdet sind die regelmäßigen Spieler, die neben hohen Gesamtwerten typische Persönlichkeitsausprägungen des pathologischen PC-Gebrauchs aufweisen.

1 Hintergrund

Das Internet hat in den letzten zwei Jahrzehnten eine exorbitante Entwicklung erfahren und ist heute aus dem Alltag der Menschen vieler Nationen nicht mehr wegzudenken. Mehr als drei Viertel der Deutschen nutzt es gelegentlich, bei den Jugendlichen und jungen Erwachsenen von 14-29 Jahren ist es beinahe jeder [EF12]. Neben der Nutzung als Informations- und Kommunikationsmedium ist das Internet bei der jüngeren Generation vor allem wegen seines Unterhaltungswertes beliebt. Laut Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware e.V. spielen 15,5 Millionen Deutsche Online- oder Browser-Games [BIU12]. Der durchschnittliche Online-Spieler ist dabei Anfang Zwanzig, männlich, gebildet und spielt knapp fünfundzwanzig Stunden in der Woche [BS11], [Cy05]. Die Auswahl der Spiele ist groß: Von Fantasy-Rollenspielen über 3D-Shooter und Weltraumabenteuer bis hin zu zahllosen Simulationen ist für jeden Geschmack etwas dabei. Ihre Faszination liegt in ihren endlosen Weiten, der Interaktivität, der Möglichkeit des gemeinsamen Spielens sowie schnellen Erfolgen, und so passiert es häufig, dass man während des Spielens die Zeit vergisst [WMB11]. Manche Spieler investieren so mehr als 60 Stunden in einer Woche [BS11], [Cy05].
Seit einigen Jahren allerdings häufen sich Hilferufe von Spielern (bzw. deren Angehörigen), die die Kontrolle über den Aufenthalt in der virtuellen Welt verloren haben und deshalb professionelle Hilfsangebote in Anspruch nehmen mussten [PT10], [WMB11]. Dort berichteten die Betroffenen von einer regelrechten Sucht, vergleichbar mit dem Verlangen nach Alkohol oder Drogen. Aus diesem Grund stehen Online-Spiele verstärkt im Interesse psychologischer Forschung [Mü10], [WMB11]. Mittlerweile ist belegt, dass das Spielen zu suchtartigem Verhalten führen kann, welches mit seinen charakteristischen Symptomen dem der stoffgebundenen Abhängigkeit ähnelt: Einengung des Verhaltensraums, Toleranzentwicklung, Kontrollverlust, Entzugserscheinungen sowie anhaltender Gebrauch trotz schädlicher sozialer und/ oder persönlicher Folgen [Mü10], [PT10], [WMB11]. Häufig tritt das pathologische Spielverhalten im Zusammenhang mit anderen psychischen Problemen wie Depressionen, Angststörungen, substanzgebundenen Abhängigkeiten oder der Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (ADHS) auf [PT10].
Ob ein Spieler gefährdet ist, ein solches pathologisches Verhalten zu entwickeln, ist individuell bedingt [WMB11]. Die Vermutung liegt aber nahe, Studierende als mögliche Risikopopulation zu untersuchen. Ihre Lebenssituation führt dazu, dass sie oftmals uneingeschränkten Internetzugang besitzen und über unstrukturierte Zeit verfügen. Zudem passen sie in das Muster des charakteristischen Online-Spielers [BS11], [Cy05]. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, studierende Online-Spieler in ihrem Internetgebrauch und dessen Korrelaten zu analysieren und zu prüfen, ob diese Zielgruppe anfällig für die Entwicklung von pathologischem Online-Verhalten ist. Es wird vermutet, dass die Gefährdung mit steigender Spielintensität zunimmt [BS11].

2 Methodik

Im Jahr 2012 wurden an 827 Studierenden Daten zum pathologischen PC-Gebrauch erhoben, aus denen eine Teilstichprobe Computerspieler für die folgende Untersuchung

selegiert wurde. Einschlusskriterium war die Beantwortung des OSVe-S-Items *Welche Online-Angebote nutzen Sie? Onlinespiele (Rollenspiele, Ego-Shooter etc.)* mit mindestens *selten*. Mithilfe des Antwortverhaltens desselben Items wurde diese Teilstichprobe in drei Untersuchungsgruppen unterteilt: unregelmäßige Spieler (URS, Antwort: selten), regelmäßige Spieler (RS, Antwort: oft) und Vielspieler (VS, Antwort: sehr oft).
Es wurden insgesamt vier Verfahren zur Analyse des Online-Verhaltens und zur Erfassung des Ausmaßes an pathologischem Internetgebrauch für die vorliegende Untersuchung genutzt. Die Skala zum Online-Suchtverhalten *OSVe-S* [WMB10] ist ein Instrument zur Selbsteinschätzung des Internetverhaltens mit 15 Items, die sich an den Kriterien für stoffgebundene Abhängigkeiten orientieren. Die deutsch adaptierte Version der Compulsive Internet Use Scale *CIUS* [Pe12] ist ebenso ein Selbstbeurteilungsverfahren für Online-Verhalten, bestehend aus 14 Items. Bereits vorhandene Verfahren zur Messung des pathologischen Internetgebrauchs wurden bei der Konstruktion berücksichtigt. Beide Verfahren eigneten sich für die vorliegende Untersuchung, da sie neben dem pathologischen Internetgebrauch auch die Nutzungszeiten sowie die Anwendung verschiedener Online-Angebote erfassen. Das NEO-Fünf-Faktoren-Inventar *NEO-FFI* nach Costa und McCrae [BO08] wurde verwendet, da von einigen Persönlichkeitseigenschaften vermutet wird, dass sie als Risikofaktoren für die Entwicklung von pathologischem Internetgebrauch wirken [VdA08]. Es handelt sich um ein Selbstbeurteilungsverfahren, das individuelle Unterschiede auf einer fünfstufigen Likert-Skala anhand von fünf Persönlichkeitsdimensionen erfasst. Aus ökonomischen Gründen wurde in dieser Untersuchung eine Kurzversion mit 25 Items verwendet. Die Symptom-Checkliste *SCL-90®-S* [Fr13] misst anhand von 90 Items die subjektiv empfundene Beeinträchtigung durch körperliche und psychische Symptome einer Person innerhalb von sieben Tagen auf einer fünfstufigen Likert-Skala. Die individuelle Belastung könnte Aufschluss darüber geben, ob die Studierenden einen subjektiven Leidensdruck in Zusammenhang mit ihrem Online-Verhalten verspüren.
Die Auswertung der Daten erfolgte mit SPSS Version 20. Die Spielergruppen wurden mittels multifaktorieller Varianzanalysen mit anschließenden post-hoc-Tests (Scheffé) auf statistisch signifikante Mittelwertsunterschiede ($p<.05$) hinsichtlich soziodemografischer Variablen und in Bezug auf die verwendeten Verfahren überprüft. Es werden Effektstärken berichtet (klein: $\eta^2 \geq ,01$; mittel: $\eta^2 \geq ,06$; groß: $\eta^2 \geq ,14$); bei kategorialen Variablen wurden χ^2-Tests eingesetzt.

3 Ergebnisse

Die Stichprobe umfasste 270 Studierende aus mathematisch-naturwissenschaftlichen, human- und geisteswissenschaftlichen Studiengängen im Alter zwischen 18 und 35 Jahren (M=21,6; SD=2,6). Männer waren stärker vertreten (N=193) als Frauen (N=77); mehr als die Hälfte der Probanden kam aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich (N=145). Die soziodemografisch homogenen Untersuchungsgruppen bestanden aus 170 URS, 70 RS sowie 30 VS.

3.1 Online-Verhalten der Spielergruppen

Die Untersuchungsgruppen unterschieden sich statistisch signifikant in ihrem Internetverhalten, wie die detaillierten Ergebnisse in Tab. 1 zeigen. Vielspieler und regelmäßige Spieler verbrachten innerhalb der Woche und an den Wochenenden deutlich mehr Zeit online als die unregelmäßigen Spieler. Neben dem Spielen nutzten die Gruppen auch andere Online-Angebote in unterschiedlichem Ausmaß. Dies betraf das Einkaufen, Chatten, Emails schreiben und die Nutzung von Online-Sexangeboten.

Tabelle 1: Unterschiede zwischen den Spielergruppen im Online-Verhalten

Variable	VS (N=30) M±SD	RS (N=70) M±SD	URS (N=170) M±SD	statistische Prüfung	post-hoc-Vergleich
OSVe: Einkaufen (0=nie, 1=selten, 2=oft, 3=sehr oft)	1,4±0,7	1,2±0,6	1,5±0,8	F=5,1; p<.01; η^2=.04	RS vs URS
OSVe: Chatten (0=nie, 1=selten, 2=oft, 3=sehr oft)	1,7±1,1	2,0±0,9	2,1±0,8	F=3,14; p<.05; η^2=.02	VS vs URS
OSVe: Emails schreiben (0=nie, 1=selten, 2=oft, 3=sehr oft)	1,6±0,9	1,8±0,8	2,1±0,7	F=6,24; p<.01; η^2=.04	VS vs URS
OSVe: Online-Sexangebote (0=nie, 1=selten, 2=oft, 3=sehr oft)	0,9±1	0,4±0,7	0,4±0,8	F=5,12; p<.01; η^2=.04	VS vs URS
OSVe: Wie viele Stunden sind Sie durchschnittlich pro Wochentag (Mo-Fr) online?	8,4±5,4	7,4±5,6	4,9±4,4	F=10,54; p<.001; η^2=.07	VS vs URS RS vs URS
OSVe: Wie viele Stunden sind Sie durchschnittlich pro Tag am Wochenende/ Ferien/ Feiertag online?	8,4±5,4	8,1±5,5	4,9±4,1	F=16; p<.001; η^2=.11	VS vs URS RS vs URS
CIUS: Wie viel Zeit verbringen Sie *privat* im Internet an einem durchschnittlichen Wochentag? (in Stunden)	5,6±3,7	4,8±4,3	3,7±4,5	F=3,25; p<.05; η^2=.02	
CIUS: Wie viel Zeit verbringen Sie *privat* an einem Tag am Wochenende? (in Stunden)	7,0±4,3	6,0±4,4	4,1±4,6	F=8,03; p<.001; η^2=.06	VS vs URS RS vs URS

Die Cut-Off-Werte von OSVe-S und CIUS zeigten an, dass mit zunehmender Nutzungsintensität die Auftretenshäufigkeit des pathologischen Online-Verhaltens zunimmt (siehe Tab. 2). Die Gruppenunterschiede waren bei der OSVe-S statistisch signifikant (p<.001), beim CIUS jedoch nicht.

Tabelle 2: Verteilung der Cut-Off-Werte von OSVe-S und CIUS nach Gruppen (Angaben in %)

	OSVe: <4= unbedenklich	*OSVe:* 4 bis <7= Missbrauch	*OSVe:* ≥7= abhängig		*CIUS:* <28= unauffällig	*CIUS:* ≥28= abhängig
URS	48,8	37,1	14,1	*URS*	95,3	4,7
RS	34,3	41,4	24,3	*RS*	92,9	7,1
VS	13,3	40	46,7	*VS*	90	10

Auf der Itemebene berichteten Vielspieler über mehr Verlangen (η^2=.09) und stärkere gedankliche Beschäftigung (η^2=.07) im Vergleich mit den anderen beiden Gruppen. Unregelmäßige sowie regelmäßige Spieler wiesen im Vergleich zu den Vielspielern vermehrt berufliche Probleme durch das Internetverhalten auf (η^2=.07).

3.2 Persönlichkeit und psychische Belastung der Spielergruppen

Statistisch signifikante Differenzen in den Persönlichkeitsausprägungen des NEO-FFI wurden zwischen den unregelmäßigen und den regelmäßigen Spielern bei den Skalen Extraversion (URS > RS; η^2=.04) und Verträglichkeit (URS > RS; η^2=.02) bestimmt. Personen mit geringen Werten auf der Skala Extraversion gelten als in sich gekehrt, zurückhaltend und sind gerne alleine. Geringe Ausprägungen der Dimension Verträglichkeit deuten auf Egozentrik und Misstrauen gegenüber anderen hin [BO08].
Es konnten keine statistisch bedeutsamen Gruppenunterschiede bei der psychischen Belastung gefunden werden; die Werte befanden sich im Durchschnitt im unauffälligen Bereich.

4 Diskussion

Online-Verhalten wird zu einer Gefahr, wenn über einen längeren Zeitraum hinweg typische Phänomene wie Entzugserscheinungen, Kontrollverlust, Toleranzentwicklung, Suchtverlangen bzw. negative soziale und/ oder berufliche Konsequenzen bestehen. Im Falle der Online-Spieler führen diese oftmals zu einem psychischen Leidensdruck beim sozialen Umfeld (Familie und Freunde). Der Betroffene selbst spürt diesen meist viel später, wenn die entstandenen sozialen Spannungen kaum noch auszuhalten sind [WMB11]. Die Entwicklung pathologischen Online-Verhaltens hängt dabei eindeutig von den Lebensumständen der Spieler ab. Man sollte hierbei nicht fragen, ob jemand spielt, sondern *warum*. Studien zeigten, dass suchtartiger Online-Gebrauch häufig als Kompensation für tieferliegende Psychopathologien genutzt wird, z. B. zur Steigerung des Selbstwerts [BS11] oder als inadäquate Stressbewältigungsstrategie [Mü10]. Spielzeiten alleine können dabei keinen eindeutigen Hinweis auf das Vorliegen eines pathologischen Internetverhaltens liefern [PT10].
Der Verdacht, es handele sich bei studierenden Online-Spielern um eine vom pathologischen Internetverhalten gefährdete Population, konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht bestätigt werden. Die absente psychische Belastung aller drei Spielergruppen weist nicht auf eine drohende Gefahr hin. Die untersuchten Vielspieler scheinen einer intensiv ausgeübten Freizeitbeschäftigung nachzugehen. Sie spielen zwar lange und weisen die höchsten Gesamtwerte des pathologischen Gebrauchs auf, doch konnten nur bei einem der verwendeten Instrumente statistisch signifikante Unterschiede zu den anderen beiden Gruppen festgestellt werden. Zudem empfinden sie subjektiv keinen Leidensdruck und keine sozialen oder beruflichen Probleme aufgrund ihres Spielverhaltens. Am ehesten gefährdet sind die regelmäßigen Spieler. Sie weisen neben hohen Gesamtwerten typische Persönlichkeitsausprägungen des pathologischen Gebrauchs auf [VdA08] und berichten vermehrt über berufliche Konsequenzen durch ihr Online-Verhalten. Da allerdings auch die unregelmäßigen Spieler verstärkt berufliche Probleme berichtet haben, kann vermutet werden, dass möglicherweise eine Gefährdung von anderen Onlineanwendungen ausgeht. Dies müsste in weiteren Untersuchungen aber erst noch bestätigt werden.
Die Leitfrage, ob Online-Spiele eine Gefahr für Studierende darstellen, kann durch das vorliegende Studiendesign nur in Ansätzen beantwortet werden. Die Ergebnisse deuten dabei darauf hin, dass die Spielintensität kein eindeutiges Kriterium für eine Gefährdung darstellt. Die stark individuell bedingte Gefährdung und deren spätes Erkennen kann

durch Selbstbeurteilungsverfahren allein nicht gänzlich aufgeklärt werden. Beurteilungen von Freunden oder Verwandten sind hier notwendig. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die Struktur der Spiele Auswirkungen auf die Entwicklung von pathologischem PC-Gebrauch hat [WMB11], [Mü10].
Das zentrale Ergebnis dieser Studie ist, dass die durchschnittlichen Online-Spieler grundsätzlich nicht die durchschnittlichen Online-Spielsüchtigen sind und Spielzeiten isoliert betrachtet kein eindeutiges Indiz für pathologisches Onlineverhalten darstellen. Künftige Studien sollten auch Gleichaltrige anderer Bildungsbereiche berücksichtigen, um die gefundenen Ergebnisse zu replizieren. Auf spielsüchtige Patienten sollte ein besonderer Fokus gelegt werden, um die Entwicklung der Sucht noch besser verstehen zu können. Längsschnittstudien werden angeraten; überdies ist im speziellen Fall der Online-Spieler eine Untersuchung mittels Selbst- sowie Fremdbeurteilung zu empfehlen.

Literaturverzeichnis

[BIU12] Bund Interaktive Unterhaltungssoftware e. V.: Nutzerzahlen Online- und Browsergames; 2012, online verfügbar unter: http://www.biu-online.de/de/fakten/marktzahlen/online-und-browser-games/nutzerzahlen.html (letzter Zugriff: 21.12.2012).

[BO08] Borkenau, P.; Ostendorf, F.: F.: NEO-Fünf-Faktoren-Inventar (NEO-FFI) nach Costa und McCrae. 2., neu normierte und vollständig überarbeitete Auflage. Hogrefe, Göttingen, 2008.

[BS11] Blinka, L.; Smahel, D.: Addiction to Online Role-Playing Games. In: (Young, K.S.; de Abreu, C.N. Hrsg.) (2011). Internet Addiction. A Handbook and Guide to Evaluation and Treatment. John Wiley & Sons , New Jersey; pp 73-90.

[Cy05] Cypra, O.: Warum spielen Menschen in virtuellen Welten? Eine empirische Untersuchung zu Online-Rollenspielen und ihren Nutzern. Diplomarbeit der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, 2005.

[EF12] van Eimeren, B.; Frees, B.: Ergebnisse der ARD/ZDF-Onlinestudie 2012. Media Perspektiven 7-8, 2012, S. 362-379.

[Fr13] Franke, G.H.: Die Symptom-Checkliste mit 90 Items – Standardform – SCL-90®-S. Handanweisung. Hogrefe, Göttingen, in Vorbereitung, 2013.

[Mü10] Mücken, D.: Online-Sucht – was ist das? AJS Forum, 1/2010, 2010, S. 4-6.

[Pe12] Peukert et al.: Faktorielle Struktur der deutschen Version der Compulsive Internet Scale (CIUS) nach konfirmatorischer Faktorenanalyse. Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie, 41 (2), 2012, S. 101-108.

[PT10] Petersen, K.U.; Thomasius, R.: „Süchtige“ Computer- und Internetnutzung. Psychiatrie und Psychotherapie up2date, 4, 2010, S. 97-108.

[VA09] Van der Aa et al.: Daily and compulsive internet use and well-being in adolescence: A diathesis-stress model based on Big Five personality traits. Journal of Youth and Adolescence, 38, 2009, pp 765-776.

[WMB10] Wölfling, K.; Müller, K.W.; Beutel, M.: Reliabilität und Validität der Skala zum Computerspielverhalten (CSV-S). Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie, 61, 2010, S. 216-224.

[WMB11] Wölfling, K.; Müller, K.W.; Beutel, M.: Internetsucht. Psychologische Variablen, diagnostische Einordnung und therapeutische Implikationen. Psychotherapie im Dialog, 12 (2), 2011, S. 132-136.

Glücksspiel im Alter

Andreas Böhme

Fachbereich Sozial- und Gesundheitswesen
Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg

Andreas.Boehme82@web.de

Abstract: In Anbetracht des demographischen Wandels zeichnet sich unter finanziellen und/oder psychosozialen Aspekten die Problematik von fehlenden Freizeitgestaltungsmöglichkeiten für ältere Menschen bereits heute ab. Außerdem zieht ein Strukturwandel im Alter neue Anforderungen und veränderte Lebensumstände mit sich (Tesch-Römer et al. 2006, S. 11 f). Durch Herausforderungen wie Singularisierung, Entberuflichung oder Altersarmut werden auch die Bewältigungsstrategien zunehmen, die beispielsweise durch Kompensation und Verdrängung gekennzeichnet sind (ebenda).

In der Zeitschrift „Focus“ wird berichtet, dass aufgrund der allgemeinen gesellschaftlichen Beschleunigung des Lebensstils und der damit verbundenen Neuorientierung von Freizeit, diese nicht mehr einzig der Erholung dient, sondern vor allem in der Zeit möglichst viel erlebt werden soll (Schindler 2011, S. 80 - 86). Ein Beispiel für diese Art der Freizeitgestaltung ist das Glücksspiel, das jedoch mit dem Risiko einer nichtstoffgebundene Abhängigkeit, der Glücksspielsucht, einhergeht. Glücksspielsucht wird in zwei Indikationsbereiche klassifiziert (Horstmann et al. 2006 S. 5). Gemeint sind zum einen die Abhängigkeitserkrankung, zum anderen die damit verbundene Psychosomatik (ebenda). Letzteres ist oftmals durch eine verdrängende Strategie von Problemen sowie eigener Defizite in der Persönlichkeitsstruktur gekennzeichnet (Horstmann et al. 2006 S. 5). Ob und in welcher spezifischen Weise dieses Risiko auch ältere Menschen betrifft, wird in der vorgelegten Arbeit beleuchtet. Nach einer theoretischen Einführung werden die Ergebnisse einer qualitativen empirischen Untersuchung in Magdeburger Spielhallen vorgestellt.

1 Glücksspielsucht

Laut der 14. Jahrestagung des Fachverbandes „Glücksspielsucht“ und der Studie der Klinik „Schweriner See“ ist in stationären Einrichtungen eine steigende Zahl der Perso-

nengruppen zu verzeichnen, die als pathologisch glücksspielsüchtig gelten (Horstmann et al. 2006 S. 5). Die Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen bestätigt diese Erkenntnis (Meyer 2011 S. 109 - 127). Füchtenschnieder und Petry (2004, S. 5) berichten, dass es sich früher eher um Einzelfälle handelte und derzeit eine zunehmende Zahl derer zu verzeichnen ist, die als beratungsbedürftige Glücksspielsüchtige bezeichnet werden. Laut Füchtenschnieder & Petry (2004, S. 6) gilt Glücksspielsucht als spezielle Form nichtstoffgebundener Suchterkrankung. Laut Schwager (2009) ist der Bereich der Glücksspielsucht älterer Menschen absolutes „Neuland" für Forschung und Wissenschaft. Die mediale Aufmerksamkeit zum Thema Glücksspielsucht ist zu gering ausgeprägt. Dadurch wird die Aufklärung über Gefahrpotenziale, die mit dem Konsum der Geldspielautomaten einhergeht, vernachlässigt. Interessenvertreter wie Automatenhersteller, Spielhallenbetreiber und der Staat sollten Gefahren und Risiken klarer formulieren.

In der Bundesrepublik Deutschland hat die Zahl der zu behandelnden Glücksspieler in den letzten zehn Jahren zugenommen, wobei der Anteil Glücksspielsüchtiger in den alten Bundesländern größer ist als in den neuen Bundesländern. Zwar weisen aktuelle Zahlen der BZgA (Voelker 2011, S. 1) einen leichten (minus 50.000 Personen) Rückgang der betroffenen Personengruppen auf, trotzdem hat es den Anschein, dass sich dieses Krankheitsbild weiter ausbreitet. Durch die Verabschiedung des Glücksspielstaatsvertrages (im Jahr 2008), haben Anbieter für gewerbliche Geldspielautomaten darüber hinaus die Möglichkeit erhalten, Spielangebote anzubieten. Aus staatlicher Sicht gelten diese Angebote nicht als „Glücksspiel". Dass gerade diese Form des Glücksspiels als gefährlich einzustufen ist, ist erwiesen (Meyer 2011, S. 109/117; Voelker 2011, S. 1; Füchtenschnieder & Petry 2004, S. 9).

Anhand der Recherchen hat sich gezeigt, dass Männer häufiger durch das Glücksspiel süchtiges Verhalten entwickeln als Frauen (Meyer 2011, S. 117). Wird das Thema global betrachtet, deutet sich auch in den USA ein Zuwachstrend an. Die Vielzahl der Glücksspielangebote, die Anzahl der betroffenen Personen und die jährlichen Umsätze des amerikanischen Glücksspielmarktes belegen diesen Trend (White 2012). In den Vereinigten Staaten von Amerika hat jeder dritte Bürger bereits mit Glücksspiel Erfahrungen gesammelt und insgesamt 5 Prozent spielen mindestens einmal im Jahr. 15 Prozent davon suchen sogar einmal wöchentlich Casinos auf (ebenda).

Der Zuwachs an Angeboten für Glücksspiele in der Bundesrepublik deutet darauf hin, dass auch der Zugang zu sogenannten Spielhallen und Spielotheken einfacher geworden ist. Daher liegt die Vermutung nahe, dass auch ältere Personen einfacher mit dem Thema Glücksspiel in Berührung kommen als beispielsweise vor zehn Jahren.

2 Glücksspiel im Alter

Für Schwager (2009) handelt es sich bei der Glücksspielsucht im Alter vorrangig um ein Wohlstandsphänomen. Seiner Meinung nach ist das Alter durch Erscheinungsmerkmale wie Wohlstand, Überfluss und Geldbesitz gekennzeichnet. Geldreichtum wird in der Bevölkerung scheinbar nicht selten mit dem Erreichen von „Glück" verbunden (ebenda). Das Glücksspielsucht im Alter u.a. mit dem gesellschaftlichen Verständnis für das

„Streben nach Lebens-Glück“ zu tun hat, ist für Schwager (2009) schlüssig. Als zweite Ursache sieht Schwager (2009) die Vereinsamung im Alter. Er führt neben psychosozialen Faktoren außerdem Langeweile als mögliche Begründung für das Spielen an (Schwager 2009).

In der Regel verläuft der Einstieg in die „Glücksspielsuchtkarriere“ durch einen ersten größeren Gewinn am Automaten, wobei sich Experten einig sind, dass vielmehr von einem „unglücklichen Gewinn“ auszugehen ist, da soziale und finanzielle Folgen oft weitreichende Ausmaße annehmen (Schwager 2009). Oftmals lassen die spezifischen Suchtbiographien älterer Betroffener ein allumfassendes Erklärungsmodell allerdings nur bedingt zu, so Schwager (2009).

Ursachen des Glücksspiels im Alter

In Abbildung 1 sind mögliche Ursachen des Glücksspiels im Alter modellhaft dargestellt. Die aufgeführten Merkmale basieren auf Ausführungen verschiedener Autoren, die nachfolgend aufgeführt sind. Mit Bezug auf Abbildung 1 werden die einzelnen Ursachen anschließend erläutert.

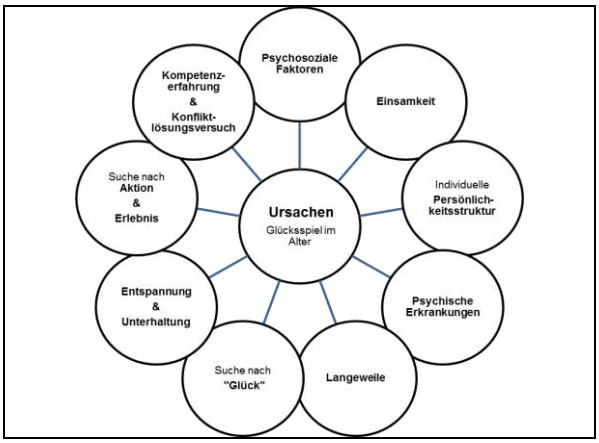


Abbildung 1: Ursachen für Glücksspiel im Alter (eig. Darstellung)

Die psychosozialen Faktoren beziehen sich auf „ungünstige“ und belastende Lebensumstände im Alter (Meyer & Bachmann 1993, S. 54). Exemplarisch wird das „Phänomen“ der vorzeitigen Entberuflichung (zu früher Austritt aus dem Erwerbsleben), welches von Älterwerdenden als psychosoziale Belastung empfunden werden kann, erwähnt (Engstler 2006, S. 86). Einsamkeit (Abb.1) kann durch einen Mangel an sozialen Kontakten im Alter, beispielsweise durch den Verlust des Ehepartners oder Familienangehöriger, entstehen (Hippel 2007; Schwager 2009).

Des Weiteren können individuelle Persönlichkeitsstrukturen, wie ein geringes Selbstwertgefühl oder eine genetisch bedingte depressive Veranlagung, für eine Glücksspiel-

karriere im Alter verantwortlich sein (Meyer & Bachmann 2005, S. 102; Schwager 2009). Daran anknüpfend sind psychische Erkrankungen ebenfalls als Indiz zu benennen. Verhoeven (2012) vermutet, dass Ältere eher gefährdet sind, eine Spielsucht zu entwickeln, wenn sie eine psychische/ psychiatrische Erkrankung aufweisen.

Weitere Auslöser können Langeweile oder die gesellschaftliche Interpretation von Glück darstellen (Hinz 2012; Meyer & Bachmann 1993, S. 55; ebenda 2005, S. 102; Schwager 2009). Glücksspiel ist sowohl für jüngere als auch für ältere Spieler als Entspannungs- und Unterhaltungsmöglichkeit zu betrachten (Fabiansson 2010, S. 15).

Des Weiteren kann das Verlangen nach Aktion und Erlebnis (Abb.1) zum dauerhaften Spielen animieren (Hinz 2012; Meyer & Bachmann 1993, S. 55; Schwager 2009). Meyer & Bachmann (1993, S. 55) beschreiben das Glücksspiel als *„Prototypen“* von Aktion und sehen es als eine Alternative zu routinemäßigen und monotonen Alltagshandlungen.

Mit Kompetenzerfahrung und Konfliktlösungsversuch (Abb.1) sind Strategien wie Verdrängung und Kompensation von Problemen gemeint (DHS 2012, S. 5; Füchtenschnieder & Petry 2004, S. 21). Darauf bezugnehmend gibt Heckmann (1997, S. 92) eine Vielzahl an Reaktionsmöglichkeiten für Probleme und Alltagsschwierigkeiten an. Seiner Meinung nach besteht die Möglichkeit, Alltagschwierigkeiten abzuschalten, auszuspannen, aufzuarbeiten und aufzuwerten (Heckmann 1997, S. 92). Das Ignorieren von negativen Gefühlen und das Kompensieren von Problemen werden als Realitätsflucht verstanden. Angenommen eine ältere Person fühlt sich als „Versager“, dann könnte das Selbstwertgefühl durch ein positives Erlebnis (z.B. Gewinn am Automaten) gesteigert werden. Während eine ältere Person beispielsweise am Automaten gewinnt, steht sie im Mittelpunkt und erhält von anderen Spielhallenbesuchern Aufmerksamkeit. Die Kombination aus „Bühne“ und „Gewinn“ kann zur Förderung des Selbstwertgefühles beitragen (DHS 2012, S. 5; Füchtenschnieder & Petry 2004, S. 21; Heckmann 1997, S. 92; Hinz 2012; Meyer & Bachmann 2005, S. 100).

Andererseits erlernt eine ältere Person durch den Besuch in Spielhallen, Konflikte und Probleme zu vergessen und Illusionen zu erschaffen. (Heckmann 1997, S. 92). Dies ist allerdings eher der Versuch, Probleme zu bewältigen. Denn festzuhalten ist, dass die Flucht aus der Realität durch konditionierte Verhaltensstrategien wie Kompensation und Verdrängung nicht als nachhaltig wirksam gelten (Füchtenschnieder & Petry 2004, S. 21; Heckmann 1997, S. 92; Hinz 2012; Lützenkirchen 2010, S. 18; Meyer & Bachmann 2005, S. 94).

3 Untersuchungsmethodik

Im theoretischen Teil der Masterarbeit sind verschiedene Ansätze zum Verständnis der Thematik „Glücksspiel im Alter“ dargelegt. Offen bleiben die Forschungsfragen, wie und warum Ältere spielen und wie das Suchtgefährdungspotenzial einzuschätzen ist.

Um Daten zur Beantwortung dieser Fragen zu gewinnen, wurde eine qualitative empirische Untersuchung mit fünf leitfadengestützten Experteninterviews (zwei Servicekräfte/ drei Betroffene) und drei teilnehmenden Beobachtungen durchgeführt. Da zur Thematik

„Glückspiel im Alter“ noch keine ausreichende Datenlage existiert, haben die beiden Methoden zur Erkenntnisgewinnung beigetragen.

4 Ergebnisse

Nachfolgend sind die Ergebnisse aus der Theorie und der empirischen Untersuchung zusammenfassend dargestellt.

Sogenannte Geldgewinnspielautomaten weisen ein hohes Suchtpotenzial auf und sind als sehr gefährlich einzustufen. Insbesondere die Möglichkeit der Umwandlung von Geld in Punkte birgt Gefahren, wodurch der tatsächliche Wert des Geldes in den Hintergrund rückt. Die Kombination aus Serviceleistungen (z.B. kostenloser Kaffee, Raucherlaubnis) und den individuellen Ursachen eines Betroffenen (z.B. soziale Kontakte, Unterhaltung, Entspannung) begünstigen einen Spielhallenbesuch im Alter. Dabei spielen Ältere weniger risikofreudig und agieren beim Glückspielkonsum entspannter und ruhiger als jüngere Glücksspieler. Ältere Betroffene aus bildungsfernen, einfachen Schichten spielen häufiger und sind stärker suchtgefährdet. Langjährige Spieler entwickeln mehr oder weniger erfolgreiche Strategien, um die Folgen übermäßigen Spielens zu begrenzen. Das Angebot an Spielhallen nimmt in Magdeburg stetig zu. Dabei ist der Zugang zum Glücksspiel für ältere Menschen einfach.

Fazit

Die ausgewertete Literatur und die Ergebnisse der empirischen Untersuchung zeigen, dass Ältere durchaus gefährdet sind, glücksspielsüchtig zu werden. Spielhallen sind für diese Zielgruppe attraktiv, weil sie dort neben dem Spielreiz, Ansprache und Kaffee erhalten. Obwohl sie weniger risikofreudig spielen, können sich die befragten älteren Männer dem Reiz der Automaten nicht entziehen. Langjährige Spieler entwickeln Strategien, um die Spielsucht möglichst zu kontrollieren.

Um tatsächlich valide Angaben bezüglich der umfangreichen Thematik „Glücksspiel im Alter“ treffen zu können, bedarf es weiterer empirischer Forschung. Dabei zeigt die Erfahrung aus der vorliegenden Arbeit, dass die teilnehmenden Beobachtungen leicht umsetzbar sind. Bezüglich der Experten- und Betroffeneninterviews kann festgehalten werden, dass sich der Zugang zu den Interviewpartnern als schwieriger erweist. Die vermeintliche „Hürde“ ist hierbei, Skepsis und Schamgefühl der potenziellen Interviewbeteiligten zu überwinden. Speziell weibliche ältere Damen sind schwer für ein Interview zu motivieren. Um Genderfragen klären zu können, ist es jedoch notwendig, weibliche Betroffene ebenfalls zu befragen.

Literaturverzeichnis

Engstler, H. (2006) Erwerbsbeteiligung in der zweiten Lebenshälfte und der Übergang in den Ruhestand. In: Tesch – Römer, C.; Engstler, H.; Wurm, S. (Hrsg.). Altwerden in

Deutschland. Sozialer Wandel und individuelle Entwicklung in der zweiten Lebenshälfte. Wiesbaden: VS Verlag. (S. 85 -149).
Fabiansson, C. (2010): Pathways to Excessive Gambling. A Societal Perspective on Youth and Adult Gambling Pursuits. Burlington: Ashgate.
Füchtenschnieder, I. & Petry, J. (2004): Game Over. Ratgeber für Glücksspielsüchtige und ihre Angehörigen. Freiburg: Lambertus.
Heckmann, W. (1997) Ursachen und Folgen süchtigen Verhaltens. In: Fleisch, E.; Haller, R. & Heckmann, W. (Hrsg.): Suchtkrankenhilfe. Lehrbuch zur Vorbeugung, Beratung, Therapie. Basel: Beltz. (S.88-102).
Horstmann, M. (Hrsg.); Füchtenschnieder, I.; & Petry, J.(2006): Glücksspielsucht heute. Therapeutische, sozialpolitische und rechtliche Aspekte. Geesthacht: Neuland. (S.5-7).
Lützenkirchen, A. (2010): Sucht im Alter. Soziale Arbeit mit alkoholabhängigen Menschen ab 60 Jahren. Lage: Jacobs Verlag.
Meyer, G. (2011) Glücksspiel – Zahlen und Fakten. In: Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen. Jahrbuch Sucht 11. Geesthacht: Neuland. (S.109-127).
Meyer, G. & Bachmann, M. (2005): Spielsucht. Ursachen und Therapie. Heidelberg: Springer 2. Auflage.
Meyer, G. & Bachmann, M. (1993): Glücksspiel. Wenn der Traum vom Glück zum Albtraum wird. Heidelberg: Springer.
Schindler, B. (2011): Endlich mehr Zeit haben. In: FOCUS Magazin. Ausgabe 43/2011. (S. 80-86).
Tesch-Römer, C.; Wurm, S.; Hoff, A.; Engstler, H.; Motel-Klingbeil, A. (2006) Der Alterssurvey: Beobachtung gesellschaftlichen Wandels und Analyse individueller Veränderungen. In: Tesch-Römer, C.; Engstler, H.; Wurm, S. (Hrsg.) Altwerden in Deutschland. Sozialer Wandel und individuelle Entwicklung in der zweiten Lebenshälfte. Wiesbaden: VS Verlag. (S.11-40).
Voelker, M. (2011): Pressemitteilung. Glücksspielsucht: Prävention notwendig. Köln: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung.

Internetquellen

Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen (2012): Empfehlung der Spitzenverbände der Krankenkassen und Rentenversicherungsträger für die medizinische Rehabilitation bei pathologischen Glücksspielen. Unter: http://www.dhs.de/fileadmin/user_upload/pdf/Broschueren/Empfehlungsvereinbarung_Glueckssspiel.pdf (17.07.12.12.35.MEZ)
Hinz, H. (2012): Wie zocken Glücksspieler mit ihren Beratern und Behandlern? Unter: http://www.ahg.de/AHG/Standorte/Wigbertshoehe/Service/Veranstaltungen/Workshop_Glueckssspielsucht.html (30.07.12.14.09.MEZ)
Hippel, B. (2007): Brain atrophy in elderly leads to unintended racism, depression and problem gambling. Unter: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2007-09/afps-bai092107.php (02.08.12.11.30.MEZ)
Schwager, J. (2009): Glücksspielsucht im Alter. Unter: http://www.ahg.de/AHG/Standorte/Wigbertshoehe/Service/Presse/Aktuelles/Glueckssspiel.html (30.07.12.13.59.MEZ)
Verhoeven, V. (2012): Glücksspiel im Alter. Unter: http://www.spielsucht.net/download/GlueckssspielImAlter.pdf (10.08.12.08.05.MEZ)
Whyte, K. (2012): Problem Gambling Information. Unter: http://www.npgaw.org/problemgamblinginformation/factsfigures.asp (14.20.MEZ.09.07.12)

360 Grad - Stereo3D Dome-Projektion von Lat/Long Bildmaterial

Patrick Ingwer

Informatik und Medien
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Strasse 50
14770 Brandenburg
ingwerp@fh-brandenburg.de

Abstract: Stereo3D-Projektionen sind im kommerziellen Kino nicht mehr wegzudenken. Das mögliche Kino der Zukunft könnte noch einige Schritte weitergehen, bis hin zu 360 Grad Projektionen in Stereo3D. Als Projektionsfläche wird hierbei ein um den Betrachter als Himmel aufgezogener Dome verwendet. Anwendungsbereite Technologien für eine korrekte und verzerrungsfreie Projektion existieren[1]. Probleme entstehen bei Dome-Projektion in Stereo3D an den Polen. Im Folgenden wird ein möglicher Lösungsansatz vorgestellt.

1. Problembeschreibung Stereo3D-Projektion

Die Stereo3D-Projektion erfolgt z.B. in einem standardisierten Kino auf einer räumlich eng begrenzten Ebene. Zwei Betrachter befinden sich in einer sich aufrechten Betrachtungssituation. Beide Betrachter können das Stereobild korrekt rezipieren. Eine fehlerhafte Betrachtung würde bei der Verwendung der linearen Polarisation durch eine Neigung des Betrachtungswinkels in seiner Z-Achse[2] hervorgerufen werden. Eine korrekte Kanaltrennung wäre nicht mehr gegeben. In modernen Kino-Projektionsverfahren, wie z.B. dem RealD[3] oder InfiTec[4], wird eine Projektionsweise verwendet, um auch bei Neigung des Kopfes eine korrekte Kanaltrennung zu ermöglichen [vgl. Jj08].

Die Problematik besteht in der Rezeption des Stereobildes. Eine reguläre Stereo3D-Produktion wird mit zwei zueinander, waagerecht versetzten Views produziert. Die Views dürfen nicht zueinander in der Z-Achse geneigt sein[5]. Unterschiede in Lage, Größe, Helligkeit, Schärfe etc. würden eine binokulare Rivalität bei der Fusion der

---

[1] siehe „Mainshow“ - http://www.expo2012-deutschland.de/de/deutscher_pavillon/pavillon.php oder auch City of Dreams Macau - http://www.youtube.com/playlist?list=PLEB73F1CDA2353954 (letzter Zugriff 3.3.2013)

[2] die Z-Achse entspricht dem Normalenvektor der Projektionsfläche

[3] siehe http://www.reald.com/ (letzter Zugriff 2.3.2013, 11:00Uhr)

[4] siehe http://www.jumbovision.com.au/files/Infitec_White_Paper.pdf (letzter Zugriff 2.3.2013, 11:00Uhr)

[5] unter Vernachlässigung der weiteren wichtigen Parameter wie Farbe, Helligkeit, Gamma, Auflösung, Synchronität, Konvergenz, etc.

Teilbilder im Gehirn des Betrachters hervorrufen [vgl. Th10, S.67-76]. Hier ist es ganz gleich, ob die Produktion mit zwei virtuellen oder realen Kameras erstellt wurde. Daher ist es auch zwingend notwendig, dass bei Stereo3D die Projektion der L/R-Teilbilder korrekt waagerecht zueinander erfolgt[6] [Kg99]. Im Fall einer Dome-Projektion in Stereo3D mit Hilfe einer Lat/Long Bildquelle würden alle Betrachter innerhalb des Projektions-Domes ein korrektes Stereobild erhalten[7], vorausgesetzt niemand neigt seinen Kopf zu den Polen, weder zum Zenit noch zum Nadir. Die Folge wäre ein binokularer Wettstreit bzw. eine retinale Rivalität [vgl. Th10, S. 67-76], [vgl. Df10, S. 7].

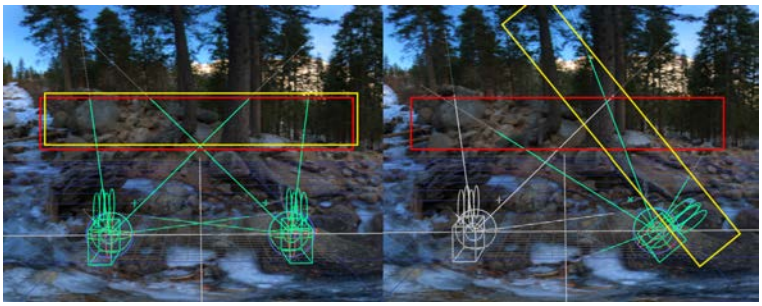


Abbildung 1: Links mit korrekter Ausrichtung zweier Betrachter zueinander (Rot Betrachter A, Gelb Betrachter B) - Rechts, Betrachter B (Gelb) neigt seinen Betrachtungswinkel um ca. 50 Grad und verliert zunehmend seinen Stereoeindruck

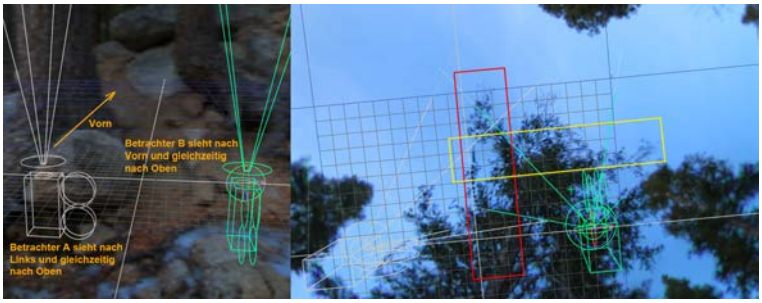


Abbildung 2: Betrachter bewegen sich innerhalb einer 360 Grad - Stereo3D Dome-Projektion mit unterschiedlichen Betrachtungswinkeln zueinander zum Zenit (oder auch zum Nadir) mit der Folge einer unterschiedlichen bis fehlerhaften Stereobild-Rezeption

---

[6] hier sollen die weiteren Parameter wie Trapez-Verzerrung, Bildgröße, Farbe, Helligkeit, Gamma, etc. vernachlässigt werden

[7] bei segmentweiser Projektion - der 360 Grad Kreis wird vom Horizont ausgehend in mehrere Stereoprojektionen paarweise aufgeteilt und in der Gesamtprojektion „verschmolzen“

2. Lösungsansatz einer 360 Grad - Stereo3D Dome-Projektion

In einem möglichen 360 Grad Betrachtungsfeld, in dessen Raum sich der Betrachter, im Gegensatz eines herkömmlichen Kinos, zusätzlich in einem 6DOF[8] Bereich bewegen kann, treffen Betrachter auf ein Problem. So lange sich alle Betrachter waagerecht zum Horizont befinden, ist die Stereobild-Rezeption bei allen nahezu gleich und korrekt[9]. In dem angenommenen Extremfall, in dem ein Betrachter direkt nach vorn gerichtet zum Zenit, der Zweite z.B. um 90 Grad nach Links und auch gleichzeitig zum Zenit (zum Nadir gleichermaßen) sieht, würde eine unterschiedliche Stereobild-Rezeption mit mehr oder weniger binokularen Rivalitäten die Folge sein [vgl. Th10, S.67-76], [vgl. Df10, S. 7]. Eine Möglichkeit der Umgehung der hier beschriebenen fehlerhaften Stereobild-Rezeption wäre das Unterbinden einer Betrachtung nach oben, als auch nach unten.

Ein anderer Lösungsansatz einer Stereo3D Dome-Projektion wäre die interaxiale Separation, bzw. Disparity des Stereobildes zu den Polen hin kontinuierlich gegen 0 zu versetzen. Da die Stereopsis[10] des Menschen infolge eines immer geringer werdenden Konvergenzwinkel mit zunehmender Entfernung zum Betrachtungsobjekt abnimmt, würde dieser Lösungsansatz in Anbetracht einer beispielhaften Aussen-Szenerie mit Blick zum Zenit hin ein akzeptables Ergebnis liefern [vgl. Th10, S.31], [vgl. Df10, S. 7]. Im realen Himmel geht die Stereopsis gegen Null. Die Stereogrenze befindet sich bei etwa 1500m Entfernung [vgl. Th10, S.39]. Ab etwa 30m nimmt die Stereopsis rapide ab [vgl. Th10, S.45]. Problematisch wäre in diesem Zusammenhang der Blick zum Nadir[11] sowie in Innen-Szenarien im Zenit. Abbildung 4-7 zeigt wie der Lösungsansatz exemplarisch anhand einer Aussen-Szenerie umgesetzt wurde. Zur Simulation einer Stereo3D Dome-Projektion wurden zwei Lat/Long Stereo3D Bilder erstellt. Anschliessend erfolgte eine virtuelle Projektion innerhalb The Foundry´s Nuke.

Abbildung 3: Lat/Long Bild zur Dome-Projektion

[8] 6DOF - Six Degrees Of Freedom, Bewegung / Blick in allen 6 Richtungen

[9] physiologische Unterschiede in der Wahrnehmung unterschiedlicher Betrachter sollen hier vernachlässigt sein

[10] Wahrnehmung eines „davor“ oder „dahinter“ im binokularen Sehen des Menschen

[11] es sei denn, die Kamera befindet sich weit weg von einem möglichen Boden, z.B. in der Luft oder im Meer

Abbildung 4: Links - Ausschnitt Anaglyphen-Ausgabe einer unveränderten S3D Lat/Long Projektion in Zenit-Nähe / Rechts - Ausschnitt Anaglyphen-Ausgabe - ab innerhalb der Baumverzweigung (ab realer Höhe von ca. 9-10m) geht die Disparity zum Zenit hin gegen den Wert 0 - der Konvergenzpunkt befindet sich somit im Zenit exakt auf der Projektionsebene

Abbildung 5: v.L.n.R. - Disparity Map des aus Abbildung 5 verwendeten S3D Lat/Long Bildes von Ocula (The Foundry) Ausgabe O_DisparityGenerator / Graustufen-Ramp mit Werten 0 bis 1 / Disparity Map mit Ramp pixelweise multipliziert, das Ergebnis wird als neue Disparity Map zur Erzeugung einer neuen rechten View verwendet

Abbildung 6: simulierte Stereo3D Dome-Projektion in The Foundry´s Nuke / v.l.n.r. - virtuelle Kamera auf horizontaler Ebene, mit Blick zum Zenit, Dome-Simulation von „Aussen“

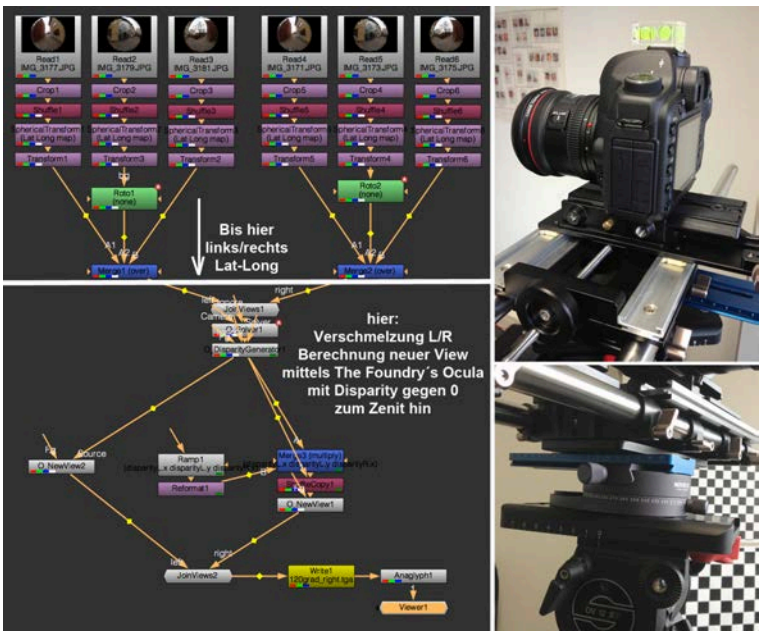


Abbildung 7: Links - Nodegraph der in The Foundry´s Nuke verwendeten Funktionen (Nodes) zur Generierung eines S3D Lat/Long Bildes mit Disparity gegen 0 zum Zenit hin / Rechts - Versuchsaufbau zur Aufnahme eines Lat/Long Bildes mittels Vollformat Kamera (Canon 5D Mark II), Canon EF 8-15mm f/4L Fisheye USM, Genus Hurricane Stereo SBS-Rig, sowie Teile des Novoflex VR-PRO System

3. Zusammenfassung

Dieser hier dargestellte Lösungsansatz einer 360 Grad - Stereo3D Dome-Projektion, mit seinen Betrachtungsproblemen an den Polen der Lat/Long Map, könnte bei einer Aussenaufnahme mit Blick zum Zenit eine gute bis sehr gute Projektionsmöglichkeit bieten. Alle Betrachter innerhalb des selben Raumes erhalten eine nahezu gleiche Stereobild-Rezeption. Bei Flugaufnahmen sowie Aufnahmen im Meer oder im Weltall sollte die vorgestellte Methode ebenfalls eine mögliche Anwendung finden. Bei Innenaufnahmen ist diese Methode nicht anwendbar, da die Stereopsis bis etwa 20m sehr intensiv ist.

Weiterhin sollte auch beachtet werden, dass der Stereographer bei einer möglichen 360 Grad - Stereo3D Dome-Projektion das gesamte Stereo-Budget im Auge behält. Die hier vorgestellte Methode versetzt die interaxiale Distanz zu den Polen hin gegen 0, somit liegt die Projektion an den Polen in seiner Empfindung durch den Betrachter auf der Projektionsebene. Ein möglicher Himmel müsste sich in seiner Stereorezeption der Dome-Projektion sehr weit bis unendlich weit weg befinden. Es besteht eine Abhängigkeit zum Ausgangsmaterial. Weiterhin muss auch die Art der Ramp-Funktion

als auch der Startpunkt der Ramp untersucht werden. In dieser Abhandlung unbetrachtet ist die segmentweise Aufteilung der Gesamtprojektion in einzelne Stereo3D-Projektionen. Es entstehen weitere Fragestellungen und Problematiken die separat betrachtet werden müssen. Hierzu gehören z.B. die Art und Weise der Ramp-Funktion, die Zerlegung der Gesamtprojektion in die einzelnen Projektionsteile, Farbe und Gamma, die Vermeidung von positiven Parallaxen bei der Produktion des Materials vor der Berechnung einer neuen View an den Polen, u.a. .

Literaturnachweis

[Df10] Dingeldey, F. et al.: Interactive 3D Steroscopic Dome with Automatic Calibration / Fraunhofer Institute for Computer Architecture and Software Technology (FIRST) Germany, EUROGRAPHICS 2010

[Jj08] Janssen, J.-K.: 3D 2.0 - Neuer Anlauf für Stereoskopie im Kino / http://www.heise.de/ct/artikel/3D-2-0-291654.html - letzter Zugriff: 4.01.2013, 12:00Uhr

[Kg99] Kuhn, G.: Stereo Fotografie und Raumbild Projektion / Verlag für Foto, Film und Video, 1999, S. 113-114

[Th10] Tauer, H.: Stereo 3D - Grundlagen, Technik und Bildgestaltung / Fachverlag Schiele und Schön GmbH, 1. Auflage, 2010

Optimierung der akustischen Emissionen von Küchengeräten

Martin Fischer

Fachbereich Maschinenbau
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
martin.fischer@fh-jena.de

Abstract: Bei der Kaufentscheidung für Haushaltsgeräte gewinnen neben Funktionalität, Lebensdauer und Kaufpreis weitere Kriterien an Bedeutung. Eines dieser Kriterien ist die Geräuschemission. Diese wird an besonders lauten Küchengeräten experimentell untersucht. Dazu werden die Geräuschemissionen festgestellt und analysiert, einzelne Geräuschquellen (wie z.B. Unwucht, Lager, Luftströmungen) identifiziert und das vorhandene Geräuschminderungspotential (u.a. durch Verringerung der Geräuschanregungen, Bedämpfung, Entkopplung, Teil- und Vollkapselung) quantifiziert. Dabei werden nicht nur die erzielbaren Pegelreduktionen festgestellt, sondern auch untersucht, ob die Geräuschminderungen subjektiv wahrnehmbar sind. Ziel ist die Entwicklung von nicht nur messbaren, sondern auch subjektiv gut wahrnehmbaren Geräuschminderungsmaßnahmen.

1 Einleitung

Bei der Kaufentscheidung für hochwertige Haushaltsgeräte (wie Spül- und Waschmaschinen sowie Kühlgeräte) spielen schon heute neben Funktionalität, Lebensdauer und Kaufpreis zunehmend weitere Kriterien wie der Energieverbrauch und die Geräuschemission eine wesentliche Rolle. Dazu trägt bei, dass bei diesen Geräten Energieverbrauch und Geräuschemission vom Hersteller angegeben werden müssen.

Zu erwarten ist, dass zukünftig auch für Kleingeräte wie Mühlen und Standmixer auch die Geräuschemissionen für die Kaufentscheidung wichtiger werden. Dabei ist bezüglich der Geräuschemission gerade für diese relativ lauten Kleingeräte neben dem „objektiven“ Schallleistungspegel auch die Geräuschqualität, also der „Sound“ wichtig. Erste Entwicklungsansätze, welche sich konkret mit der Einführung von Soundlabels für Haushaltsgeräte auseinandersetzen, wurden auf der DAGA 2012 vorgestellt [A12]. Weitere Forschungsarbeiten sind u.a. von [P12] und [S12] bekannt.

Im Fokus der dargestellten Forschungsarbeit stehen Standmixer als Beispiel für besonders laute Küchengeräte. Dies wurde anhand der Voruntersuchungen von [S10] festgestellt. Insbesondere preiswerte Standmixer weisen nach [F11] eine höhere Geräuschemission auf als vergleichbare teurere Produkte. Dieser Aspekt ist durch die minderwer-

tige Verarbeitung, die verwendeten Materialien und durch die konstruktive Gestaltung begründet.

2 Ausgangszustand

Standmixer bestehen im Allgemeinen aus einem Ständer mit Antriebsmotor (i.d.R. Reihenschlussmotor) und einem Messbehälter mit Messereinheit. Die Kraftübertragung vom Antriebsmotor auf die Messereinheit erfolgt über eine elastische Kupplung, wobei sich anhand der Kupplungsgeometrie mehrere Kombinationsmöglichkeiten zwischen motor- und messerseitiger Kupplungskomponente ergeben.

Die Geräuschemission von Standmixern hängt wesentlich von den Betriebsparametern und den verarbeiteten Materialien ab. Im Allgemeinen steigt mit der Drehzahl (DZ) die Geräuschemission. Mit zunehmendem Füllstand (FS) sinkt die Drehzahl und damit auch die Geräuschemission. Eine weitere Einflussgröße stellt die Kombination zwischen der motor- und messerseitigen Kupplungshälfte dar. Reproduzierbare Pegeldifferenzen von bis zu 3 dB konnten in diesem Zusammenhang ermittelt werden. Ursache sind Unwucht und Durchbiegungen rotierender Bauteile.

Ein Vergleich zwischen drei gleichen (preiswerten) Produkten ist in Abbildung 1 dargestellt, wobei die Standmixer in der ungünstigsten Kupplungskombination betrieben wurden. Der Messbehälter wurde bei den Untersuchungen mit Wasser befüllt, um stationäre Betriebsbedingungen zu ermöglichen. Dennoch treten transiente Pegeldifferenzen von ±2 dB auf, welche grundsätzlich der Dynamik des Füllmediums geschuldet sind.

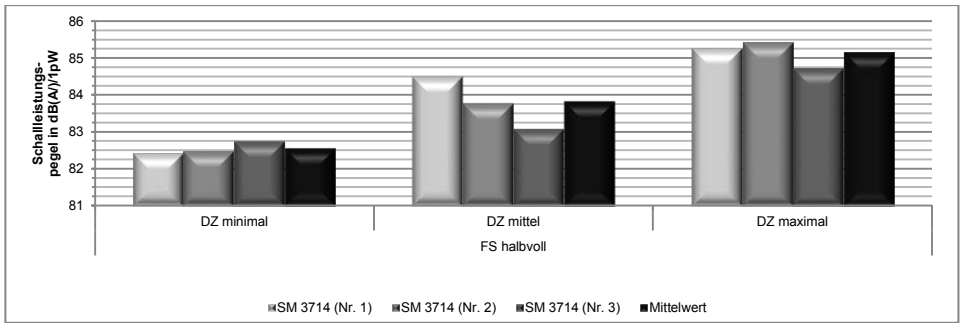


Abbildung 1: Schallleistungspegel von drei Standmixern bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen und ungünstigster Kupplungskombination

Die aufgeführten Messungen sowie alle Folgeuntersuchungen wurden in einem reflexionsarmen Halbraum durchgeführt. Die Genauigkeitsklasse des Halbraumes beträgt nach DIN 45635-1 (1984) die Stufe 2 (>250 Hz), dies entspricht einer Messgenauigkeit von ±0,5 dB. Die Anordnung der verwendeten Mikrofone (Anzahl: 5) richtet sich nach DIN 60704-1 (2010). Während einer Messung wurden 186 Messwerte je Mikrofon aufgenommen. Durch eine dreifache Wiederholung der Messungen ergeben sich 2.790 Einzelmessungen, welche gemittelt wurden sind.

3 Geräuschquellen

Der Gesamtschallleistungspegel ermöglicht nur eine stark eingeschränkte Beurteilung von Geräuschqualität/Geräuschwahrnehmung sowie Geräuschursache/Geräuschquelle. Wesentlich umfangreichere Erkenntnisse können anhand von Oktav-/Terzspektren sowie Schmalbandspektren gewonnen werden. In Abbildung 2 sind die Schallleistungspegel für einen Standmixer bei halbvollem Füllstand und unterschiedlichen Drehzahlen dargestellt. Neben der breitbandigen Anregung treten insbesondere die tonalen Effekte deutlich hervor, welche auf die Drehfrequenz und deren Harmonische zurückzuführen sind und maßgeblich von Unwuchten generiert werden.

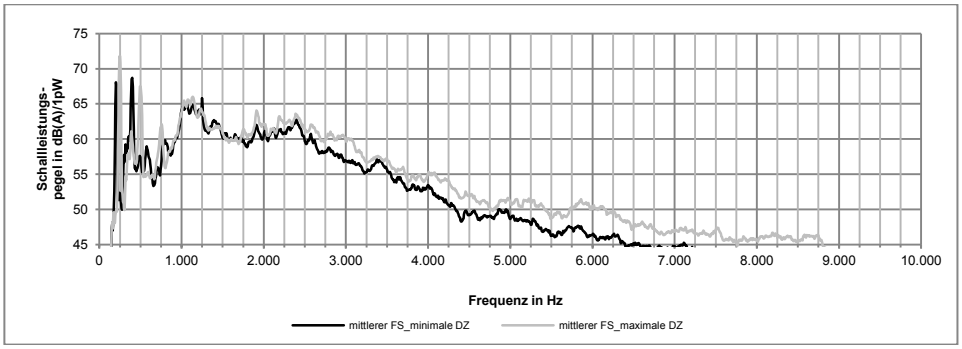


Abbildung 2: Schmalbandspektren der Schallleistung eines Standmixers (SM 3714; Nr.1) bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen mit ungünstigster Kupplungskombination

Durch ungleiche Massenverteilungen und durch Durchbiegungen rotierender Bauteile entstehen Unwuchtkräfte, die die Geräuschemission deutlich erhöhen. Eine mittels einer Zusatzmasse erzeugte Unwuchtkraft von 117 N (3 g auf einem Radius von 15 mm bei einer Drehzahl von ca. 15.375 U/min) führte zu einer Gesamtpegelzunahme von 6 dB, wobei das Geräusch insbesondere für die Frequenzen erhöht wird, die ganzzahligen Vielfachen der Drehzahl (= „Ordnungen“) entsprechen (Abbildung 3). Auch subjektiv ändert sich dadurch die Geräuschemission deutlich.

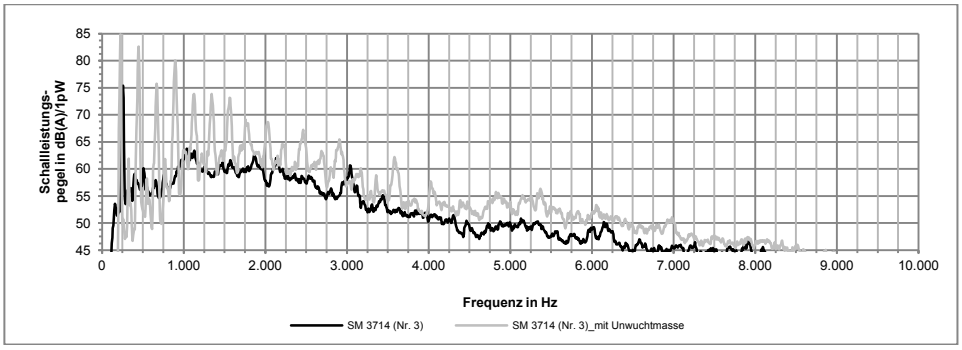


Abbildung 3: Veränderung des Schmalbandspektrums der Schallleistung eines Standmixers bei maximaler Drehzahl und halbvollem Füllstand sowie günstiger Kupplungskombination durch eine Zunahme der Unwuchtkraft von 117 N

Eine weitere Geräuschquelle ist die Lagerung. Die Geräuschemission der Lagerung ist durch die Schmierung beeinflussbar. Infolge eines sich im Laufe der Nutzung reduzierenden Schmierfilms in den (Gleit-) Lagern treten breitbandige (stochastische) Geräuschanregungen und -emissionen auf. Dies wird in Abbildung 4 für die Modifizierung eines Lagers verdeutlicht. Insgesamt sind gewöhnlich drei Lager anzufinden. Der Gesamtschallleistungspegel erhöht sich mit geringerer Schmierung nachweislich um mindestens 2 dB.

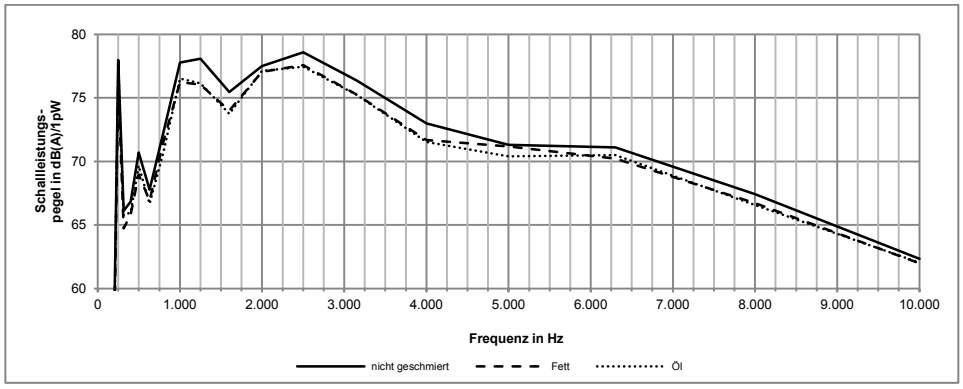


Abbildung 4: Einfluss der Schmierung auf das Terzspektrum der Schallleistung eines Standmixers (SM 3714; Nr. 1) bei halbvollem Füllstand, und maximaler Drehzahl und günstigster Kupplungskombination

Weitere Geräuschquellen sind Strömungsstörungen im Kühlluftstrom insbesondere durch den Lüfter für den Antriebsmotor sowie im zu mischenden Medium im Messbehälter durch die Messereinheit. Magnetische Geräuschanregungen sind nach [F10] bei dem verwendeten Antriebsmotortyp dagegen nicht signifikant.

4 Geräuschmodifikation

Geräuschemissionen von Maschinen können durch direkte und indirekte Modifikationen verändert und/oder verringert werden. Geräuschreduktionsmaßnahmen wie z.B. eine Voll-/Kapselung, eine Bedämpfung oder eine Entkopplung wurden durchgeführt und dabei signifikante Pegelreduktionen erzielt.

Insbesondere ist eine Bedämpfung ein wirksames Mittel zur Geräuschreduktion. Durch eine Massenzunahme werden die Eigenfrequenzen spektral verschoben und in diesem Fall die Geräuschemission nachweislich verringert. Durch eine Bitumenmatte auf der gesamten Ständer- und Messbehälteroberfläche konnten mit einer Massenzunahme von lediglich 0,8 kg Geräuschreduktionen von bis zu 3 dB realisiert werden. In den Frequenzspektren sind breitbandige Pegelreduktionen sichtbar (Abbildung 6).

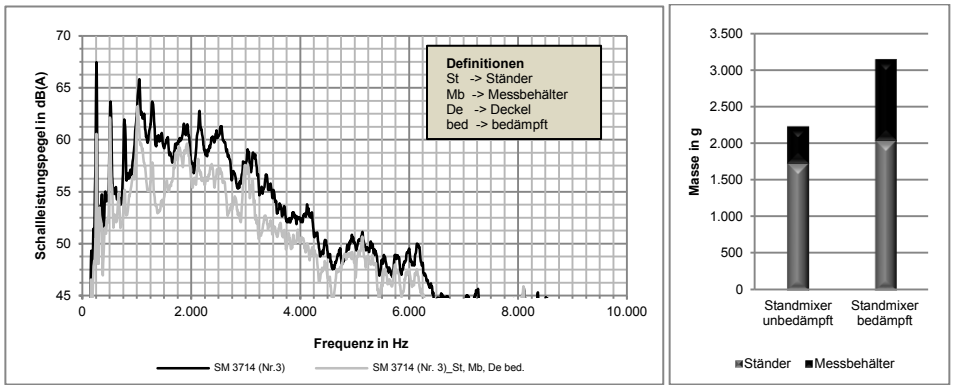


Abbildung 5: Einfluss der Bedämpfung auf das Schmalbandspektrum der Schallleistung bei halbvollem Füllstand, maximaler Drehzahl und günstigster Kupplungskombination sowie die Massenzunahme des Standmixers durch Bitumenmatten (rechts) bei nicht befülltem Messbehälter

Eine Vollkapselung wurde durch eine körperschallisolierte, zum Standmixer hin mit 30 mm dickem Schallabsorber beklebte Verkleidung aus Blech realisiert. Ab ca. 1 kHz wurden dadurch die Geräuschemissionen stark reduziert (Abbildung 6).

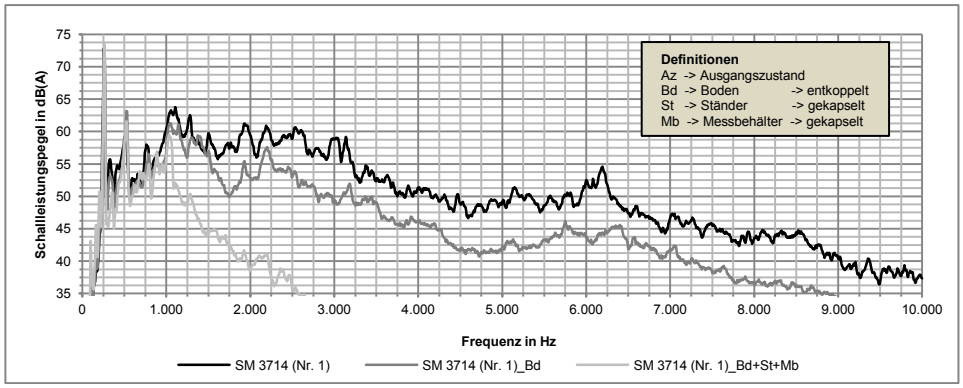


Abbildung 6: Vergleich der Schmalbandspektren der Schallleistung modifizierter Standmixer bei halbvollem Füllstand und maximaler Drehzahl sowie in der günstigsten Kupplungskombination

Bei Vergleich einer akustisch besonders ungünstigen Variante (mit erhöhter Unwuchtkraft, s.o.) mit einer akustisch optimierten Variante wurden Schallleistungspegeldifferenzen von bis zu 18 dB festgestellt (Abbildung 7). Diese Pegeldifferenzen spiegeln den großen Spielraum der Geräuschmodifikationen wieder.

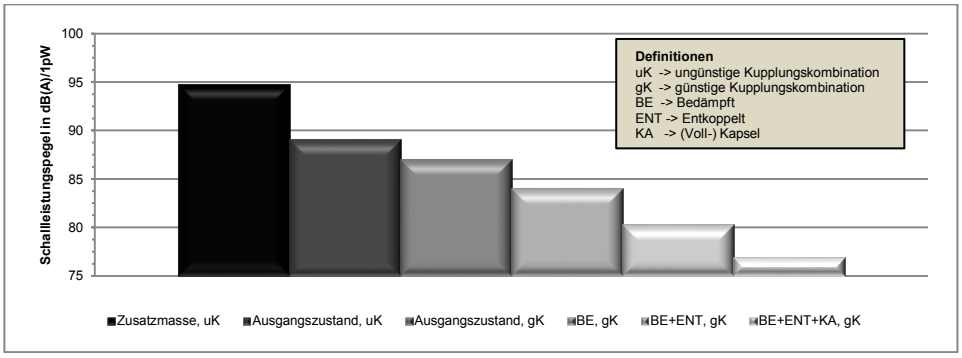


Abbildung 7: Schallleistungspegel unterschiedlich modifizierter Standmixer bei halbvollem Füllstand und maximaler Drehzahl

5 Ausblick

Die Klassifizierung von diversen Haushaltsgeräten und Küchengeräten hinsichtlich deren Geräuschemission spielt eine immer größere Bedeutung. Durch die Forschungsarbeit konnte gezeigt werden, dass mittels einer gezielten Modifikation die Geräuschemission in Bezug zum Ausgangszustand um bis zu 10 dB reduziert werden kann. Weiterhin ist der Einfluss der Unwucht auf die Drehfrequenz und deren Harmonischen experimentell nachgewiesen worden. Neben diesen konnte ebenso der Einfluss der Bedämpfung, Entkopplung, Kapselung und Schmierung auf die Geräuschemissionen erfasst werden. Durch die Modifikationen wurden nicht nur geringere Schallleistungspegel, sondern auch subjektiv anders klingende Geräusch erzeugt. Deren Wirkung (subjektiv/objektiv) wird im Anschluss an Probanden experimentell untersucht, um grundlegende Aussagen zur Wirkung von Geräuschreduktionsmaßnahmen bzw. Pegelverringerungen auf das subjektive Geräuschempfinden machen zu können.

Literaturverzeichnis

[A12] Andreis, R.: Entwicklung subjektiver Geräuschklassen für Haushaltgeräte mit dem Ziel der Einführung eines Sound Labels; DAGA 2012; Darmstadt; 2012.

[F10] Fischer, M.: Literaturrecherche über die Geräuschentstehung und Geräuschreduktion bei Elektromotoren.; Masterarbeit; Jena; 2010.

[F11] Fischer, M.; Spessert, B. M.; Kühn, B.: Küchenmaschinenlärm. Jenaer Akustiktag 2011; Jena; 2011.

[P12] M. E. Altinsoy; TU Dresden, Lehrstuhl für Kommunikationsakustik; DAGA Tagungsband, S. 204; Darmstadt; 2012.

[S10] Spessert, B. M.; Kühn, B.; Fischer, M.: Blender Noise. 16th International Congress on Sound and Vibration (ICSV16); Krakow, Poland, 5 – 9 July, 2009.

[S12] J. Steffens, B. Schulte-Fortkamp, J. Becker-Schweitzer; Mensch-Maschine-Interaktion als Einflussgröße bei der Geräuschbewertung im akustischen Produkt-Design; FH Düsseldorf, ISAVE; TU Berlin; DAGA Tagungsband, S. 212; Darmstadt; 2012.

Entwicklung eines flexiblen Anrufmanagementsystems für Telekommunikationsanlagen

Dipl.-Ing. (FH) Florian Knobloch, B.Eng. Thomas Just, B.Eng. Erik Baumann, B.Sc. Stefan Schmidt

FB Technik IT-Elektronik
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
D-14770 Brandenburg an der Havel
knobloch@fh-brandenburg.de
justt@fh-brandenburg.de
baumanne@fh-brandenburg.de
schmidst@fh-brandenburg.de

Zusammenfassung: Im Projekt FlexiTrailBox wurden grundsätzliche Untersuchungen und Entwicklungsarbeiten eines Einspielgerätes durchgeführt. Es geht um die Fernkonfiguration von Telekommunikationsanlagen (TK-Anlagen) mit flexiblen Sprachansagen. Die technischen Neuheiten der rufnummernspezifischen Audioeinkopplung und der flexiblen Wartungsmöglichkeiten wurden experimentell nachgewiesen. Es wurde ein Embedded Linux PC Prototyp realisiert und erfolgreich getestet.

Schlüsselwörter: Embedded PC, Linux, Mikrocontroller, Audiosysteme, MP3, Datennetze

1 Einführung

1.1 Ausgangsituation

Die Investitionspolitik kleiner und mittelständischer Unternehmen (KMU) in ihre Telekommunikationsstruktur ist auf langfristige und kostengünstige Nutzung ausgelegt. Anlagen mit komplexer Rufumleitung und Einspielen von individuellen Ansagen oder Warteschleifenmusik bedürfen zusätzlicher Investitionen. Bisherige Zusatzgeräte sind unflexibel in ihrer Audioausgabe. Individuell planbare Ansagen werden kaum oder unzureichend unterstützt. Die Ansagen in unterschiedlichen Sprachen, abhängig von der Herkunft der Anrufer, werden nur im Hochpreissegment am Markt unterstützt. Dienstleistungen für die Wartung und Aktualisierung von Sprachansagen sind kosten- und arbeitsintensiv. Zeitkritische Änderungen können nicht ausreichend schnell durchgeführt werden. Bei besonders sensiblen Sicherheitsbestimmungen, beispielsweise in Bankensystemen, ist Zugriff über Internet nicht erlaubt. Daher können Wartungen nur vor Ort oder über geschützte Point-to-Point-Verbindungen erfolgen.

Es existieren Systeme am Markt, welche einige der genannten Probleme aufgreifen. Die volle Komplexität konnte jedoch kein untersuchtes Produkt lösen, vgl. [JH03].

1.2 Motivation und Ziel

In dem Projekt FlexiTrailBox soll experimentell die Lösbarkeit der genannten Problemfelder nachgewiesen werden und ein entsprechender Prototyp geschaffen werden. Das modular aufgebaute Gerät soll verschiedene MP3-Audiotrailer für TK-Anlagen, in Abhängigkeit der Ländervorwahl, wiedergeben. Es soll ein autonomes Anruf- und Ansagemanagementsystem entwickelt werden. Die Wartung soll über ISDN und Ethernet LAN möglich sein. Programmierbare Sprachansagen und Warteschleifenmusik soll in verschiedenen Sprachen unterstütz werden. Per „Drag and Drop“ sollen MP3-Audiodaten schnell und benutzerfreundlich ausgetauscht und die zeitgesteuerte Ausgabe programmiert werden. In der Abbildung 1 werden die Funktionen vereinfacht dargestellt.

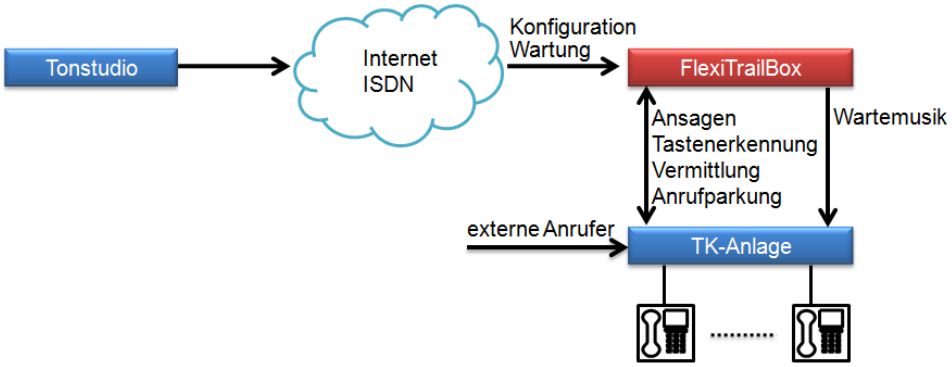


Abbildung 1: Funktionsübersicht zur FlexiTrailBox

Der wirtschaftliche Nutzen eines solchen Systems liegt in der besonders kundenfreundlichen Anrufweitervermittlung mit hohen Servicestandards. Als weitere Motivation und mit wissenschaftlichem Nutzen soll dargestellt werden, wie fortgeschritten die Leistungsfähigkeit der Embedded-PC-Technologie mit freien Linuxsystemen ist. Die relativ neue Technologie der 32-Bit Mikrocontroller erlaubt die Nutzung leistungsfähiger Betriebssysteme. Aufwendige Software und Hardwaretreiber (z.B. Webserver, Datenbanksysteme oder LCD-Controller) können unter Embedded Linux kostengünstig genutzt werden.

2 Methoden und Umsetzung

Für die Umsetzung des Gesamtsystems bietet der DIL/NetPC DNP/9200 (32 Bit AT91RM9200 ARM9 Modul mit 200 MHz Taktfrequenz) von SSV Software Systems GmbH als Master-Mikrocontrollereinheit (MCU) alle Schnittstellen und Funktionen, um das Vorhaben umzusetzen. Auf diesem MCU wird über einen Bootloader ein für die ARM-Architektur kompiliertes Linux mit Kernel Version 2.6 und entsprechendem

Dateisystem gestartet, vgl. [SS12a]. Es übernimmt hauptsächlich die Hardwareverwaltung, sodass sich die Anwendungssoftware auf die Wartungs- und Verwaltungsaufgaben der Slave-MCUs beschränken kann. Für echtzeitfähige periphere Funktionen werden mehrere ATmega32 Mikrocontroller eingesetzt. Die Kommunikation zwischen den Slave- und Master-MCUs erfolgt über den SPI-Bus.

2.1 Telefondienste

Mit dem Telefondienst Musik on Hold (MoH) wird Wartemusik in einer Endlosschleife zu geparkten Anrufern eingespielt. Dies geschieht über spezielle analoge RJ-11 Ports der TK-Anlage. Für die MoH-Funktion existiert keine eigenständige Software für Embedded Linux, sodass diese auf dem AT91RM9200-Modul in C++ neu programmiert wurde.
Um zu verschiedenen Zeiten unterschiedliche MoH-Trailer auszugeben, wird eine genaue Uhrzeit benötigt. Die integrierte Echtzeituhr des AT91RM9200 MCU übernimmt diese Aufgabe und wird über das Systemprogramm *rdate* regelmäßig synchronisiert. Die zeitgesteuerte Traileraktivierung erfolgt über die Planung in einer *SQLite* Datenbank, die vor dem Abspielen eines Trailers abgefragt wird. Die Trailer werden im MP3-Format vorab auf einem externen USB-Stick gespeichert oder via *SFTP* hinzugefügt. Für die rechenaufwendige MP3-Decodierung wurde der VS1011e MP3 Audio Decoder verwendet. Die MP3-Daten werden durch das MoH-Programm vom USB-Stick geholt und dann über den SPI-Bus Bitweise an den VS1011e versendet. Nach 32 Audiobytes beginnt die Tonausgabe über den Kopfhörertreiber des VS1011e. Für die Benutzung des SPI-Busses wird direkter Hardwarezugriff über das Linux benötigt. Normalerweise sperrt die Memory Management Unit (MMU) des AT91RM9200 den physikalischen Speicherzugriff. Daher muss in C++ der Speicherbereich direkt reserviert (gemappt) werden. Dieser Mapping-Prozess ist die Grundlage für die anwenderseitige Nutzung der MCU-Peripherie aus dem Betriebssystem heraus. Nach der analogen Audioausgabe wird das Tonsignal über einen 1:6 Übertrager in den Telefonkanal parallel eingekoppelt. Dabei muss auf die Impedanzanpassung von 600 Ohm geachtet werden. Siehe dazu den folgenden Schaltplan aus Abb. 2.

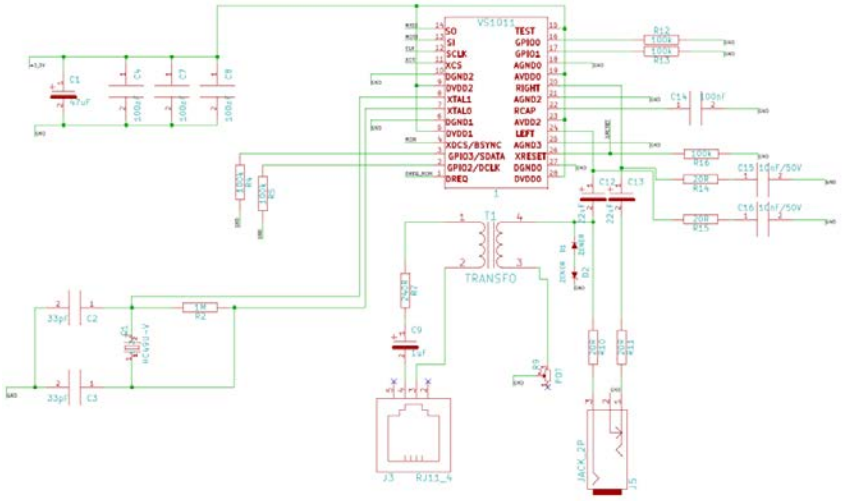


Abbildung 2: Schaltplan Audioeinkopplung zum RJ-11 Telefonkanal

Für den Telefondienst Ansage vor dem Melden (AvM) wird eine komplexere Funktionalität gefordert. Die folgende Methodik wurde eingesetzt: Als erstes muss die Rufnummer des Anrufers ausgelesen werden. Dafür wird das DELOCK Modem Modul V.90 / V.92 RJ-11genutzt. Es unterstützt Rufnummernerkennung, Tastenerkennung und Weitervermittlung über AT-Befehle. Das Modem wird von dem ATmega32 über RS232 angesteuert und wie in Listing 1 dargestellt initialisiert:

```
ATH0            //Auflegen
AT&F            //Reset der Einstellungen
AT+GCI=42       //Ländercode für Europa setzen
ATE0            //lokales Echo deaktivieren
AT+FCLASS=8     //Voice-Modus aktivieren
AT+VCID=1       //Rufnummernerkennung aktivieren
AT+VRN=0        //Freizeichenerkennung deaktivieren
```

Listing 1: Modeminitialisierung

Danach wartet es auf eingehende Anrufer der TK-Anlage. Wenn ein RING-Befehl und die Telefonnummer vom Modem kommen, antwortet der Slave MCU mit der Anrufannahme durch *ATH1* und *ATO*. Es wird die Rufnummer seriell ausgelesen und dem Master-MCU über SPI übertragen. Dieser sucht in der SQLite Datenbank nach geeigneten Ansage-Trailern und spielt diese in den Telefonkanal ein. Die Audioeinkopplung erfolgt ähnlich wie bei MoH, jedoch in Reihe. Anschließend wird durch die AvM-Software auf dem Slave-MCU und dem Master-MCU (zusammen Anrufmanagementsoftware) eine Tasteneingabe über RS232 erkannt und in der SQLite Datenbank eine dazugehörige Weitervermittlungsrufnummer ausgelesen. Die Anrufweiterleitung wird mittels des Befehls $AT + VTS = \{!,8\}, [0,0,100]$ eingeleitet und anschließend die Zielrufnummer über eine MFV-String Wahl dem Modem übergeben. Innerhalb der Weiterleitung wird der Anrufer in der Wartschleife geparkt und hört die zu ihm passenden MoH-Trailer.

2.2 Wartung

Für die Wartungsfunktionalitäten der Trailerplanung und -übertragung gibt es vier Möglichkeiten:
1. lokale Wartung über USB mit einer separaten Wartungssoftware auf dem Host-PC
2. lokale Wartung über Ethernet LAN via Intranet
3. ferne Wartung über Ethernet LAN via Internet mit SSH
4. ferne Wartung über ISDN mit SSH und Intranetdatenbroadcast

Alle vier Varianten sorgen zusammen für einen universellen Einsatz mit vielfältigen Servicemöglichkeiten. Für Punkt 1 wird der externe USB-Stick vom Gerät getrennt und an einen Host-PC angeschlossen. Es installiert sich automatisch eine betriebssystemunabhängige shellskriptbasierte Software, welche die Wartung ausführt. Für Punkt 2 wird eine durch SSH abgesicherte TCP/IP-Verbindung über ein Ethernet mit der Box hergestellt und die Wartung manuell vorgenommen. Ähnlich dazu ist die Möglichkeit in Punkt 3. Dazu ist eine Freigabe in Firewalls und den Routereinstellungen durch Administratoren des KMU notwendig. Das kann ein Sicherheitsrisiko darstellen. Für kritische

Systeme wird Methode 4 angeboten. Hierbei wird über ISDN vom Wartungsdienstleister zu der FlexiTrailBox ein Anruf durchgeführt. Das Gerät weist den Anruf ab und ruft dann den Wartungsdienstleister über eine fest eingestellte Telefonnummer zurück. Für die ISDN-Wartung ist das ISDN Modem TA+SOC von der Stollmann Entwicklungs- und Vertriebs-GmbH geeignet. Es unterstützt das PPP-Protokoll, um eine TCP/IP-Verbindung über ISDN herzustellen. Das Modem wird über RS232 an den Master MCU angeschlossen. Auf dem Embedded Linux wird das PPP-Protokoll installiert und auf die serielle Schnittstelle eingerichtet. Dafür liefert der Hersteller SSV Embedded Systems GmbH Beispielprogramme [SS12b]. Auf dem Wartungsserver des Dienstleisters wird eine ISDN PCI Card eingebaut und auf eingehende PPP-Verbindungen eingerichtet. Nachdem die FlexiTrailBox den Dienstleister anruft, wird eine PPP-Verbindung mit dem Wartungsserver hergestellt. Über das PPP-Protokoll kann dann eine TCP/IP Ethernet Verbindung hergestellt werden. Autorisationen werden beidseitig überprüft. Die weitere Wartung erfolgt wie bei Punkt 2 und 3 über SSH. Sollen mehrere Boxen innerhalb des geschützten Intranets mit Trailern versorgt werden, müssen die über ISDN empfangenen Daten an weitere Boxen über das interne LAN verteilt werden. Dafür wurde ein Datenbroadcastsystem entworfen, welches alle Daten von der ISDN-Box an andere Boxen überträgt. Im lokalen LAN der Bank beispielsweise wird dann eine SSH Verbindung von der ISDN-Box zu weiteren Boxen über das lokale Intranet aufgebaut und die Daten wie über Punkt 2 und 3 hochgeladen. Abbildung 3 veranschaulicht das Verfahren.

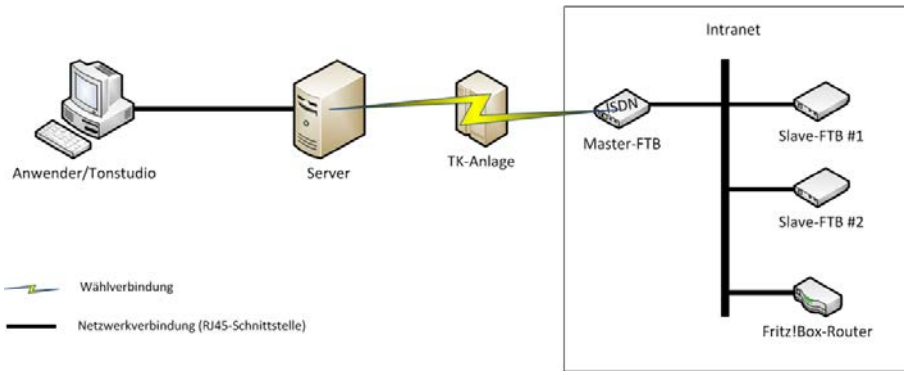


Abbildung 3: ISDN Datenbroadcastsysteme

3.Ergebnisseund Zusammenfassung

Das Gesamtsystem wurde in zwei Stufen umgesetzt und getestet. Als erstes wurde ein Standard-PC mit ISDN-Karte, analog PCI-Modem und proprietärer Software eingerichtet. Anhand des Rechners wurden verschiedene Messdaten wie Audioqualität, Rechenleistung und Telefonsignale gewonnen und die Methoden für die Dienste MoH und AvM bestimmt. Die Wartungsmöglichkeiten wurden hinsichtlich der Sicherheit und des Komforts überprüft und geeignete Verfahren ausgewählt. Die Forschungsergebnisse dieser PC-Variante flossen dann in die zweite Stufe ein. Die zweite Stufe bestand aus einem

mikrocontrollerbasiertem System, wie es in Kapitel 2 beschrieben worden ist. In der Abb. 4 wird der FlexiTrailBox-Prototyp mit allen Modulen dargestellt.

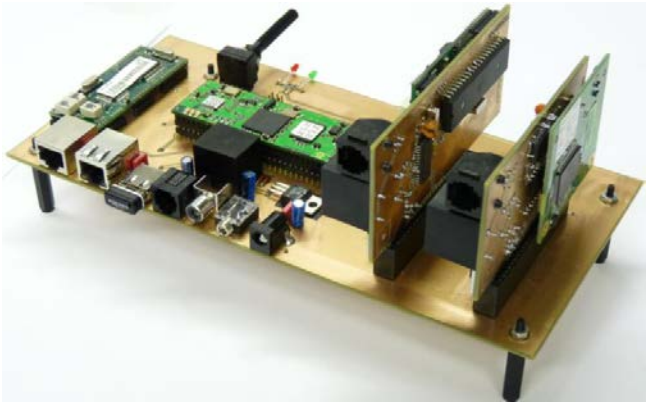


Abbildung 4: Mikrocontrollerbasierter Prototyp

Das neu erworbene Wissen über die Leistungsfähigkeiten der Embedded-PC Technologie, der verschiedenen Wartungsvarianten und der Telekommunikationsverfahren liefert einen Beitrag, um weitere Problemstellungen in der Kommunikationstechnik in Angriff zu nehmen. Besonders die Nutzung der kostenfreien Open-Source Software von Linux ermöglicht die schnelle Bewältigung vieler aktueller Datenübertragungsprobleme. Über 90% der vorhandenen Linuxsoftware kann auf Embedded-PC-Technik übertragen werden. Es muss nicht mehr hardwarenahe Software für die Mikrocontroller programmiert werden, weil das inzwischen sehr leistungsfähige Betriebssystem Linux einen Großteil der Aufgaben übernimmt. Literatur ist dafür zum aktuellen Stand noch nicht ausreichend erhältlich, da die Linux Community aus unzähligen einzelnen Entwicklern besteht. Diese arbeiten über öffentliche Onlineforen zusammen. Jeder kann die Ergebnisse einsehen, weiterverwenden und sich beteiligen. Die Linux GNU GPL Lizenzen regeln die Softwarehandhabung. Alle tragen so ihren kleinen Betrag zu einem großen Ganzen bei.

Das Forschungsvorhaben wurde im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) beim Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie für die marktorientierte Technologieförderung der innovativen mittelständischen Wirtschaft in Deutschland gefördert. FKZ: KF2337701 KM9

Literaturverzeichnis

[JH03] Jentgens, B.; Höller, H.; Telekommunikationsanlagen: Analyse und Handlungsempfehlungen.Bund-Verlag, Frankfurt, 2003.

[SS12a] SSV - SBC for Embedded Networking with Ethernet and USB: DIL/NetPC DNP/9200. www.dilnetpc.com. [Online] 20.09 2012.[Zitatvom: 20. 09 2012.] http://www.dilnetpc.com/dnp0069.htm.

[SS12b] SSV - DIL/NetPC Family: Download. www.dilnetpc.com. [Online] 20.09 2012. [Zitat vom: 20. 09 2012.] http://www.dilnetpc.com/dnp0078.htm#9200.

Reproduzierbare Tiefengravur und Oberflächen-modifizierung mittels Faserlaser

Jeannette Grüning (M.Eng.), Prof. Hartmann
Westsächsische Hochschule Zwickau
AG Optische Technologien
Dr.-Friedrichs-Ring 2a
08056 Zwickau
E-Mail: jeannette.gruening@fh-zwickau.de

Abstract: Im Bereich der Münzindustrie werden an die Gravur von metallischen Werkstoffen immer höhere Anforderungen an die zu erzielende Oberfläche gestellt. In dieser Arbeit werden systematisch Untersuchungen zu den Prozessparametern wie Frequenz, Pulsdauer und Brennweite der Abbildungsoptiken durchgeführt. Dabei wird deren Wirkung auf die Oberflächenrauheit, Maßgenauigkeit und die Abtragtiefe mit einbezogen. Mittels unterschiedlicher Abtragverfahren werden verschiedene Strukturen erzeugt. Zur Beurteilung der Strukturqualität wird ein Bewertungssystem eingeführt, welches sichere Rückschlüsse auf die Abtragqualität erlaubt. Daraus ergibt sich ein Hauptbearbeitungsparameter der auf Grund des wirtschaftlichen Aspektes Verwendung in der Münzindustrie finden soll.

1 Einleitung

Die Nachverfolgbarkeit von Produkten wird für die Hersteller immer wichtiger, denn Produktfälschungen stellen für zahlreiche Industriezweige ein großes Problem dar. Der wirtschaftliche Schaden allein in Deutschland liegt bei ca. 30 Milliarden Euro pro Jahr, [VDMA12, DIHK12, BMWi12]. Derzeit befinden sich ca. 80 Tsd. falsche Münzen im deutschen Zahlungsverkehr, [DBE12, DBE09]. Der Vorteil des Laserbearbeitungssystems ist die Reduzierung der Prozesszeit und die Behebung von Fehlern in der Software unmittelbar nach der Abtastung. Darüber hinaus eröffnet dies eine ganz neue Möglichkeit hinsichtlich der Gestaltung und es können Sicherheitsmerkmale sowie beliebige Strukturen mit interessanten optischen Effekten, [FOBA12, ACSY12] eingebracht werden, welche mit dem klassischen Verfahren (Fräsmaschine) nicht möglich sind. Die Probleme hierbei sind die Schmelzaufwürfe und die erreichbaren Abtragtiefen, welche von den Parametern abhängig sind. Es wird ein Chrom-Stahl (X14CrMoS17) hinsichtlich des Einflusses auf sein Oberflächengefüge untersucht sowie die richtigen Parametersätze für die Bearbeitung erforscht. Dabei werden die Prozeßparameter und deren Wirkung auf die Rauigkeit, Abtragrate und gleichmäßige Abtragtiefe mit einbezogen. Zur Bestimmung der Qualität der Abtragstruktur wird ein Verfahren zur Beurteilung der Qualität erarbeitet.

2 Grundlagen

Mit einem 1064 nm Faserlaser werden unterschiedliche Strukturen erzeugt. Durch die gepulste fokussierte Laserstrahlung wird ein paraboloidfömiger Abtrag auf der Materialoberfläche pro Laserpuls erzeugt und das Material wird durch Sublimation von der Oberfläche entfernt. Die Nut entsteht durch die Aneinanderreihung mehrerer Einzelpulsabträge und durch die Bewegung des Laserstrahls über die Oberfläche. Der dabei erzeugte Pulsabstand führt zur Pulsüberlappung, welcher Einfluss auf die Abtragtiefe und Qualität hat. Ein flächiger Abtrag entsteht durch die Aneinanderreihung von Einzelpulsen mit einer bestimmten Überlappung der Pulse und mittels paralleler Linien, (Abbildung 2.1).

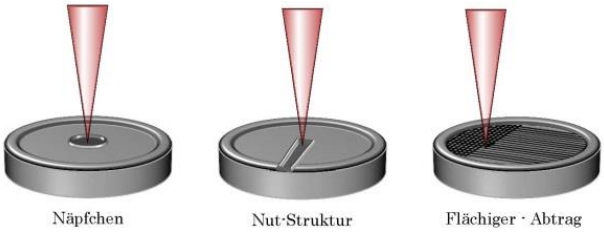


Abb. 2.1: Strukturerzeugung

3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Als Idealform wird eine Struktur mit rechtwinklig zur Basis stehenden Wänden und einem homogenen Abtraggrund vorausgesetzt. Die real erzeugte Struktur wird mittels Laser-Scanning-Microscope 700 untersucht. Zur Beurteilung und Auswertung der erzeugten Strukturen wird ein grafischer Querschnitt (Abbildung 3.1) erstellt, mit dem die Abtragtiefe, der Durchmesser, die Steilheit und Unebenheiten im Boden vermessen werden können. Nach folgenden Formeln werden die Abweichungen (Differenz der gemessenen zu den eingestellten Abmaßen) berechnet:

Durchmesser: $\left|1 - \frac{\emptyset_{gemessen}}{30\ \mu m}\right| \cdot 100\%$

Abtragtiefe: $\left|1 - \frac{Abtragtiefe_{gemessen}}{20\ \mu m}\right| \cdot 100\%$

Steilheit: $\left|\frac{\alpha_S}{90°}\right| \cdot 100\%$ Unebenheit: $\left|\frac{Rauheit}{Abtragtiefe_{gemessen}}\right| \cdot 100\%$

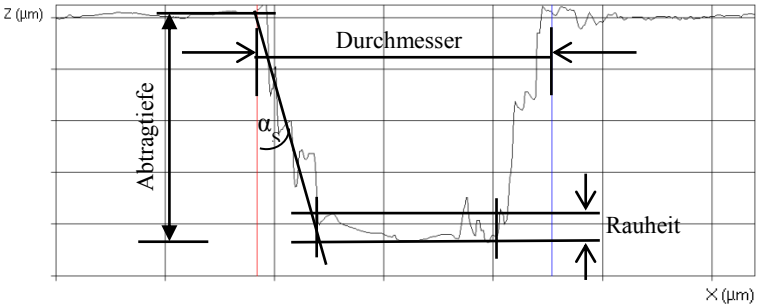


Abb. 3.1: Grafische Auswertung zum Qualitätsbewertungssystem, [CORD07]

Diese Einflussgrößen werden jeweils mit Punkten versehen. Die zu vergebenden Punkte richten sich nach der jeweilig berechneten prozentualen Abweichung der erzeugten Struktur. Am Ende werden diese Punkte ohne Wichtung aufsummiert, sodass eine maximale Punktzahl von 30 erreicht werden kann. Die folgende Aufstellung gibt beispielhaft die Verteilung der Punkte pro Kriterium wieder: Abweichung < 5 % → 10 Punkte

Abweichung	20 %	→ 7 Punkte
Abweichung	> 50 %	→ 0 Punkte

Bei den Untersuchungen stellte sich heraus, dass die einmalige Laserüberfahrt nicht zur gewünschten Abtragtiefe führt. Eine Steigerung der Abtragtiefe ist durch die Variation der Wiederholungen und die Stapelstrategie möglich. Dies führt aber auch zur Änderung der Struktur und damit zur Änderung der prozentualen Abweichungen der jeweiligen Einflussgrößen (Abb.3.2 siehe Punkteverteilung). Weiterhin hängt die Qualität des Abtrags auch von den Brennweiten der Abbildungsoptiken ab, (Abbildung 3.2). Die einfachste Form, einen Schichtabtrag zu erzeugen, ist der flächige Abtrag. Um eine einfache 3D-Struktur herzustellen, muss ein flächiger Abtrag Schichtweise (Stapelstrategie) bearbeitet werden, [KOR07], wodurch ein homogener flächiger Abtrag erzielt wird. Zusätzlich dazu werden sogenannte Verfahrzyklen eingesetzt. Je nach Verfahrweg gibt es unterschiedliche Effekte. Ziel ist es, möglichst steile Wände, konstante Abtragtiefen und minimale Oberflächenrauheiten im Abtraggrund zu erreichen. Mit zunehmender Frequenz und einer kürzeren Pulsdauer konnte ein homogener Abtraggrund mit einer geringeren Rauheit und steilen Wänden erzeugt werden. Alle erzeugten Strukturen sind reproduzierbar und bestätigen so die Abtraggenauigkeit. Nachdem geeignete Parametersätze für homogene Einzelschichtabträge mit reproduzierbaren Abtragtiefen untersucht wurden, folgen nun Untersuchungen zur Stapelstrategie, um eine Erhöhung der Abtragtiefe und -qualität zu erreichen. Die Ausbildung des Strukturrandes ist gleichmäßig und bei zunehmender Schichtanzahl minimiert sich der Schmelzrand an der Bauteiloberfläche.

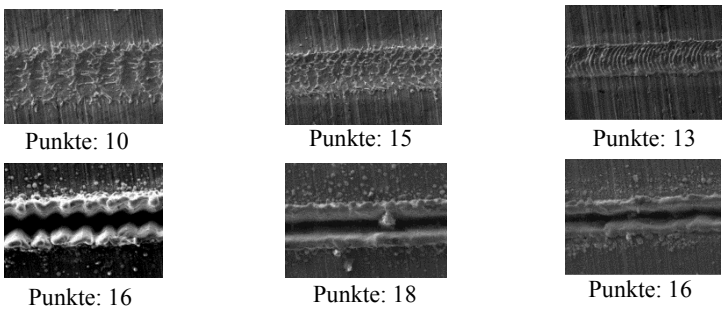


Abb. 3.2: Ergebnisse der Überlapppulsabträge mit einer 125 mm-Optik; SEM MAG: 1 kV; 50 µm

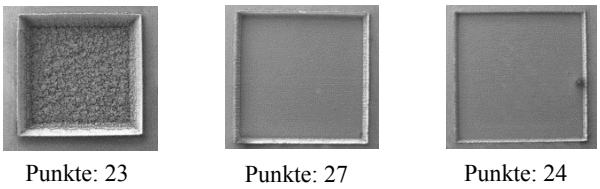


Abb. 3.3: Ergebnisse der Stapelstrategie; SEM MAG: 40x; 2 mm

Die Schlussfolgerung aus den Ergebnissen ist, dass keine Verschlechterung der Abtragtiefe, Abtraggenauigkeit und Oberflächenrauheit durch die Stapelung auftritt (Abbildung 3.3). Von der einfachen Schichtstruktur wurde nun der Parameter (60 kHz, 110 ns) und die Stapelstrategie übernommen und in eine 3D-Struktur übertragen. In Abbildung 3.4 oberhalb sind fälschungssichere Merkmale erkennbar, wie z.B. das Reh oder im Buchstaben „D“ versteckte kleinere „D“. Weiterhin entstehen bei der Materialbearbeitung Mikrorisse und unsaubere Abtragränder, (Abbildung 3.4 unten).

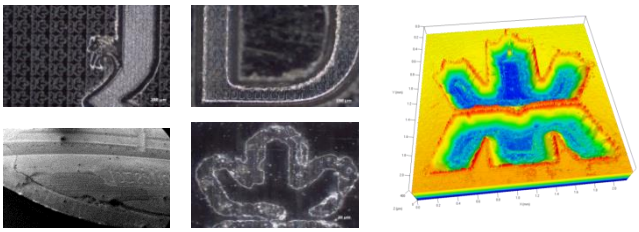


Abb. 3.4: 3D-Strukturierung; Mikrorisse; Höhenprofilmessung eines fälschungssicheren Merkmals

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei der Firma Baublys Laser GmbH für die Vergabe des Interessanten Themas und der Bereitstellung der Lasermaterialbearbeitungsanlage sowie bei allen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Optische Technologien an der Westsächsischen Hochschule Zwickau.

Literaturverzeichnis

[ACSY12] ACSYS Lasertechnik GmbH: Infoblatt. Recherche, Juni 2012

[BMWiG12] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Infoseite. Re cherche, Juni 2012

[CORD07] Dittrich, C.: Scannerbasierte Mikromaterialbearbeitung mit dem Faserlaser. Diplomarbeit, 2007

[DBE12] N.N.: Halbjährlicher Kurzbericht über die Fälschung von Euro Banknoten. Pressemitteilung, Deutsche Bundesbank Eurosystem, Januar 2012

[DBE09] N.N.: Falschgeldaufkommen im Jahre 2009. Pressenotiz, Deutsche Bundesbank, Eurosystem, 2009

[DIHK12] Der Deutsche Industrie- und Handelskammertag e.V.: Interessensver- band deutscher Unternehmen. Recherche zu Produktpiraterie, Juni 2012

[FOBA12] FOBA Technology + Services GmbH: Lasergravuren für die Münzindustrie. Datenblatt, Recherche Juni 2012

[KOR07] Kordt, J. M.: Konturnahes Laserstrahlstrukturieren für Kunststoffspritz-gießwerkzeuge. Dissertation Aachen, 2007

[POPRA05] Poprawe, R.: Lasertechnik für die Fertigung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005

[VDMA12] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau: Technologien gegen Produktpiraterie. Infoveranstaltung, Messe Hannover, April 2012

Aufbau und Test einer neuartigen in situ Impact-Monitoring-Technik für polymere Bauteile am Beispiel einer Windkraftanlage (WindSens)

Ch. Taudt, N. Schrader, A. Meyer, S. Slawinsky, K. Hoffmann, L. Zacharias, P. Hartmann

Westsächsische Hochschule Zwickau
AG Optische Technologien
Dr.-Friedrichs-Ring 2a
08056 Zwickau
christopher.taudt@fh-zwickau.de

Abstract: Der moderne Leichtbau kann durch den Einsatz innovativer Werkstoffe und Fügetechnologien Ziele wie Effizienz, Ressourceneinsparung und eine hohe Betriebssicherheit erfüllen. Zur möglichst betriebssicheren Gestaltung moderner Leichtbausysteme werden zunehmend Strukturüberwachungstechnologien (sog. Structural Health Monitoring) optimalerweise nicht als externes Bauteil, sondern direkt in die entsprechende Leichbaustruktur integriert.
In der vorliegenden Arbeit wird ein neuartiger Ansatz zur Erfassung von Belastungszuständen und Schädigungen in Polymeren vorgestellt. Auf Basis des spannungsoptischen Messprinzips wird zunächst die Möglichkeit zur dynamischen Analyse von Belastungszuständen vorgestellt. Es zeigt sich, dass im Besonderen schnelle Änderungen des Belastungszustandes durch die Messtechnik detektiert werden können. Dies wird durch die Realisierung eines applikationsspezifischen Polarisationssensors erreicht.
Abschließend wird ein Feldtest des Messprinzips anhand einer Windkraftanlage demonstriert. Die Analyse von Messdaten zeigt die Anwendbarkeit der Technik für die Sonderereignisdetektion von stark belasteten Leichtbausystemen.

1 Einleitung

Ein besonderes Problem bei Faserverbundkunststoffen wie auch bei Klebeverbindungen sind (Mikro-)Schädigungen beziehungsweise Fehlstellen vor allem an Grenzflächen, welche von außen nicht erkennbar sind, aber dennoch zu einer strukturellen Schwächung führen können, [Ha03]. Derartige Schädigungen können sowohl bei der Fertigung als auch im belasteten Einsatz entstehen und somit systematisch die Betriebsfestigkeit eines Systems negativ beeinflussen. Im besonderen Maße tragen Einschläge von Fremdkörpern sowie dauerhafte (Über-)Belastungen zur Entstehung von Schädigungen bei und führen durch den mehrschichtigen Aufbau von Faserverbundkunststoffen zu komplexen Schädigungssituationen, [KS00].
In vielen Anwendungsfällen ist es daher sinnvoll, derartige Lastsituationen beziehungsweise belastungsbedingte Schädigungen in komplexen Materialien und Fügestellen im

laufenden Betrieb dauerhaft zu erkennen (Structural Health Monitoring (SHM)) sowie eine Aussage über die möglichen Auswirkungen auf die Bauteillebensdauer zu treffen, [Ch00]. Unter SHM versteht man insbesondere die Integration von Sensoren in Materialien, Bauteilsystemen bzw. ganzen Bauwerken zur Erfassung physikalischer Größen wie Spannungen, Dehnungen oder Temperatur sowie zur Detektion von Anomalien wie Impacts, (Mikro-)Rissen und beginnende Delaminationen an Grenzflächen.
Die vorliegende Arbeit stellt eine neuartige SHM-Technik zur Überwachung von polymeren Faserverbundbauteilen vor. Ausgehend vom Prinzip der spannungsoptischen Belastungsmessung wird eine alternative Signalinterpretationsmethode entworfen, welche im besonderen Maße zur Detektion von Spannungsspitzen bzw. Impacts geeignet ist. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wird ein Impact-Sensor entworfen und als proof-of-concept in eine Windkraftanlage intergriert. Es erfolgt außerdem eine Diskussion erster Ergebnisse und möglicher Entwicklungsrichtungen dieser Messtechnik.

2 Hintergrund

Im Bereich der Detektion von Sonderereignissen wie Impacts sowie statischen und dynamischen Überbelastungen haben sich bisher hauptsächlich piezokeramische Sensorelemente durchgesetzt, [LC02, LS08]. Eine verbreitete Möglichkeit der Auswertung ist hierbei die Analyse sogenannter Lamb-Wellen und der daraus resultierenden Signalmuster zur Bewertung des Schädigungszustandes (Schadensgröße, -lage und -art), [DS10, YWP05]. Ebenfalls bekannt ist die Analyse von Schallemissionen bzw. Ultraschallwellen in Anlehnung an die Methoden der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, [Wö98, Gr04]. Zusätzlich zu den genannten Methoden werden auch teilweise Dehnungsmesstechniken (Dehnungsmessstreifen und Faser-Bragg-Sensoren) benutzt um Rückschlüsse auf Schädigungen ziehen zu können, [WC06, WXC11, Li06, Sc99, JG02].
Bei Messtechniken dieser Art gelten sowohl die Integration der Sensoren als auch die aufwendige Peripherie- und Datenverarbeitungstechnik, deren Energieversorgung als auch die Kosten der Messsysteme als Herausforderung. Eine Möglichkeit, einige der genannten Schwierigkeiten zu bewältigen, ist die Detektion von Änderungen im Polarisationszustand von Licht, welches durch Teile des Bauteils propagiert ist, [Ta12]. In Folge von Änderungen im mechanischen Spannungszustand wird sich der optische Zustand analog ändern und kann somit zeitrelativ zur Einschätzung von Belastungsveränderungen dienen. Besondere Schwerpunkte liegen in der Auswertung der Messinformation und in der bauteiloptimierten Integration aller nötigen Messtechnikkomponenten.

3 Material und Methoden

Die wesentlichen Komponenten bei der Herstellung von Rotorblättern sind Glasfasertextilien und duroplastische Kunststoffe als Matrixmaterial. Eine optische Eigenschaft, die zum Beispiel Epoxidharze besitzen, ist die Spannungsdoppelbrechung, welche bereits bei

dem Vollfeldmessverfahren der Spannungsoptik genutzt wird, um mechanische Spannungen an komplexen Bauteilen zu visualisieren, [Ro89].
Zum Zweck der Bauteilüberwachung kann im Wesentlichen die Messanordnung der Spannungsoptik angewendet werden, Abb. 1. Für die Detektion von Spannungsänderungen in

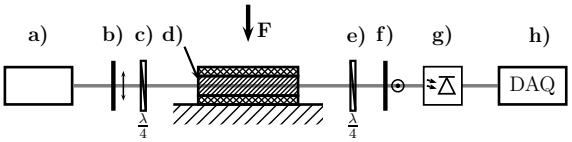


Abbildung 1: Prinzipielle Anordnung zur Detektion von aufgebrachten Lasten (F) an d) transparenten Werkstoffen mit a) Lichtquelle, b) & f) gekreuzte Polarisationsfilter, c) & e) Lambda-Viertel-Plättchen sowie g) Photodetektor mit entsprechender h) Messdatenerfassungseinheit

vielschichtig aufgebauten Bauteilen ist die Auswertung des Phasenunterschiedes zur Gewinnung absoluter Spannungswerte allerdings nicht zielführend. Vielmehr ist die Detektion von relativen Änderungen im Polarisatonszustand von durch das Medium propagierendem Licht von Interesse. Durch die erste zeitliche Ableitung des Intensitätssignals am Photodetektor kann ein Eindruck des dynamischen Spannungszustandes einzelner Messbereiche gewonnen werden.
Im Sinne einer prototypischen Evaluierung wurden Sensoren nach dem vorgestellten Messprinzip in die Befestigungspunkte der Rotoren einer Kleinwindkraftanlage (Typ VK-36, Fa. Fiber-Tech, Chemnitz, Deutschland) befestigt und Messdaten mit Hilfe einer Datenerfassungs- und Funkeinheit (MSP430 eZ430-RF2500, Texas Instruments, Dallas, USA) aufgenommen und an einen PC zur Auswertung weitergeleitet, Abb. 2.

(a) (b)

Abbildung 2: (a) Kleinwindkraftanlage als Versuchsträger sowie (b) Detail des Testsensors

4 Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 3 ist der Signalverlauf an einem Testsensor während eines bewusst herbeigeführten Impactereignisses dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass durch den Impact eine

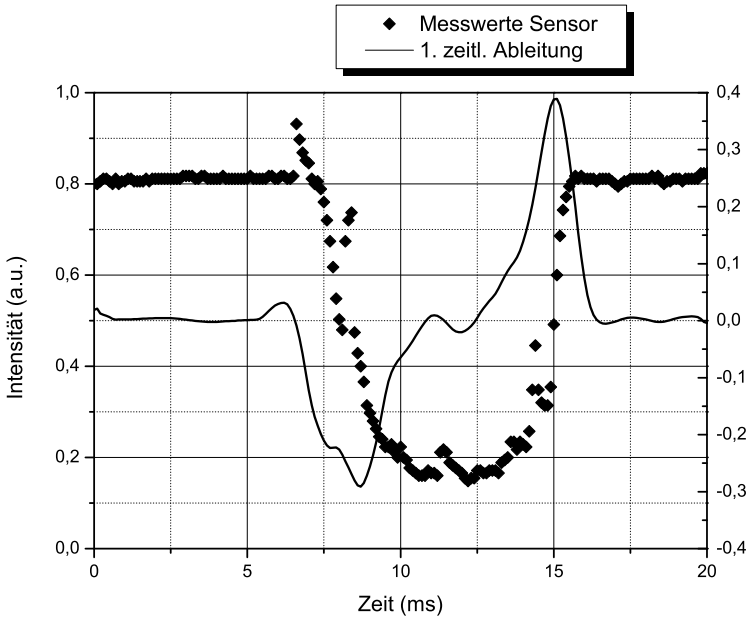


Abbildung 3: Darstellung der Rohmesswerte und der ersten zeitlichen Ableitung

Änderung im Polarisationszustand entsteht, welche sich in diesem Fall in einer Änderung der Intensität niederschlägt. Nach der Belastung geht der Signalpegel in den Ausgangszustand zurück. Die erste Ableitung der Messdaten nach der Zeit hebt das Sonderereignis deutlich hervor, da hierbei die zeitliche Änderung des Polarisationszustandes dargestellt wird. Die derartige Betrachtung des Signals kann einerseits zur Triggerung eines Überwachungssystems dienen, weil die Überschreitung eines festgelegten Signalanstiegs bzw. -abfall als verlässlicher Impact dient. Andererseits kann somit eine Klassifizierung von Sonderereignissen anhand der zeitlichen Änderung erfolgen, welche zur statistischen Auswertung einer Belastungshistorie nötig ist.
Da die dargestellten Messwerte lediglich erste Ergebnisse sind, ist eine fortschreitende Analyse geplant. Hierbei werden auch weitere Signalverarbeitungsmethoden (z.B. FFT, Waveletanalyse, etc.) herangezogen um Erkenntnisse über die Stärke von Impacts oder langfristigen Veränderungen im Windradrotor zu bestimmen. Als weiteres Entwicklungsziel wird die Auswertung von derartigen Messdaten über vergleichsweise lange Zeiträume und in Verbindung mit anderen Kennwerten wie Temperatur und Windgeschwindigkeit angestrebt.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass das Structural Health Monitoring von polymeren Komponenten durch die Auswertung von Polarisationsänderungen möglich ist. Insbesondere ergeben sich dadurch Vorteile, da ein Teil des Bauteilwerkstoffes neben seiner strukturellen Funktion als Messmittel genutzt werden kann. Somit entspricht die Sensitivität des Messsystems automatisch den Eigenschaften des jeweiligen Materials. Weitere Vorteile dieses neuartigen Ansatzes sind die geringen Anforderungen an die Peripherie- und Auswertetechnik sowie die weitreichenden Anwendungsmöglichkeiten. So können alle spannungsdoppelbrechenden Materialien ohne die Einbringung externer Sensoren, wie Faser-Bragg- oder Piezosensoren, überwacht werden.
Anhand der Implementation dieser Technik in eine Windkraftanlage konnten bereits erste Messwerte erlangt werden. Zukünftig wird dieser Versuchsstand zur Untersuchung des Langzeitverhaltens der Messtechnik genutzt.

Danksagungen

Die Autoren bedanken sich beim Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst für die finanzielle Unterstützung des Projektes *WindSens* unter dem Förderkennzeichen 4-7531.60-02-5160-12/5, bei allen Projektbeteiligten, vor allem Herrn Dipl.-Ing.(FH) S. Slawinsky und Frau Dipl.-Ing.(FH) N. Schrader sowie bei allen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe *Optische Technologien* an der Westsächsischen Hochschule Zwickau.

Literatur

[Ch00] Chiu W K et al(2000): Smart structure application in bonded repairs. Composite Structures 50, 433-444

[DS10] Diamanti K, Soutis C (2010): Structural health monitoring techniques for aircraft composite structures. Progress in Aerospace Sciences 46, 342-352

[Gr04] Grondel S et al(2004): Health monitoring of a composite wingbox structure. Ultrasonics 42, 819-824

[Ha03] Harris, B (2003): Fatigue in composites: Science and technology of the fatigue response of fibre-reinforced plastics, Woodhead Publishing Ltd, Cambridge

[JG02] Jones R, Galea S (2002): Health Monitoring of Composite Repairs and Joints Using Optical Fibers. Composite Structures 58, 397-403

[KS00] Kim J K, Sham M L (2000): Impact and delamination failure of woven-fabric composites. Composites Science and Technology 60, 745-761

[LC02] Lin M, Chang F K (2002): The manufacture of composite structures with a built-in network of piezoceramics. Composites Science and Technology 62, 919-939

[Li06] Li H C H et al (2006): Health monitoring of marine composite structural joints using ?bre optic sensors. Composite Structures 75, 321-327

[LS08] Lin Y, Sodano H.A (2008): Concept and model of a piezoelectric structural fiber for multi-functional composites. Composites Science and Technology 68, 1911-1918

[Ro89] Rohrbach C (Hrsg.) (1989): Handbuch für Experimentelle Spannungsanalyse. VDI-Verlag, Düsseldorf

[Sc99] Schultz W L et al (1999): Health monitoring of an adhesive joint using a multi-axis fiber grating stain sensor system. SPIE Proceedings, Vol. 3586, 41-53

[Ta12] Taudt Ch, Hartmann P (2012): In-situ Impact Monitoring of Polymer-based Multi Material Systems by Stress Optical Analysis. in Proceedings of the 6th Workshop on Structural Health Monitoring, Dresden, Germany, 499- 506

[WC06] Wang S, Chung D D L (2006): Self-sensing of ?exural strain and damage in carbon fiber polymer-matrix composite by electrical resistance measurement. Carbon 44, 2739-2751

[Wö98] Wölfinger C et al (1998): Health-monitoring-system based on piezoelectric transducers. Aerospace Science and Technology 6, 391-400

[WXC11] Wen J, Xia Z, Choy F (2011): Damage detection of carbon fiber reinforced polymer composites via electrical resistance measurement. Composites: Part B 42, 77-86

[YWP05] Yuan S, Wang L, Peng G (2005): Neural network method based on a new damage signature for structural health monitoring. Thin-Walled Structures 43, 553-563

Waffenforensik - Vergleich der Standard Hough-Transformation und probabilistische Hough-Transformation zur Kreisdetektion in Patronenhülsenböden

Mildred Bläsing, Keith Schlittkus

Fachbereich Informatik und Medien
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Strasse 50
14770 Brandenburg
blaesing@fh-brandenburg.de
schlittk@fh-brandenburg.de

Abstract: In dieser Arbeit werden die Algorithmen der Standard Hough-Transformation und Probabilistische Hough-Transformation zur Kreisdetektion in Bezug auf Rechenzeit und Richtigkeit der Detektion verglichen. Die Kreise sollen auf den Böden von Patronenhülsen detektiert werden. Die in dieser Arbeit verwendeten Bilder mit den Patronenhülsenböden werden vorgestellt. Diese bedürfen einer Vorverarbeitung, wobei in dieser Arbeit der Canny-Algorithmus zum Einsatz kommt. Die Algorithmen der Standard Hough-Transformation und Probabilistische Hough-Transformation sowie deren Implementierung und Optimierung werden erläutert. Zum Schluss werden die durchschnittlichen Ausführungszeiten sowie die Trefferquote und die Präzision der Algorithmen angegeben.

1 Einleitung

Die Kriminalistik verfolgt das Ziel, Nachweise zu erbringen, die dabei helfen, einen Täter zu enthüllen und zur Verantwortung zu ziehen. Wenn ein Schuss aus einer Waffe abgefeuert wurde, resultieren daraus verschiedene Spuren, die auf der Patronenhülse gefunden werden können. Mit Hilfe dieser Spuren kann die genutzte Waffe ermittelt werden.(vgl. [Spe09]) In dieser Arbeit sind die Spuren, die auf dem Hülsenboden entstehen, von Bedeutung. Der Hülsenboden kann in spurenbehaftete und nicht spurenbehaftete Abschnitte eingeteilt werden.(vgl. [Spe09]) Zur Einteilung des Hülsenbodens ist eine Segmentierung desselben notwendig. Da der Hülsenboden kreisförmig ist, können die Segmente in Kreise unterteilt werden. Kreisdetektionsalgorithmen können diese Aufgabe übernehmen. In dieser Arbeit soll ein Vergleich der Algorithmen der Standard Hough-Transformation (SHT) und der Probabilistischen Hough-Transformation (ProbHT[K$^+$95]) nach Kiryati et al.(vgl. [K$^+$91]) für die Kreisdetektion vorgenommen werden. Dabei ist es Ziel, vorhandene Kreise auf dem Boden einer Patronenhülse zu identifizieren. Der Vergleich erfolgt in Bezug auf die Trefferquote und die Präzision der Algorithmen sowie der Rechenzeit.

2 Material und Methoden

2.1 Bildmaterial

Bei den in dieser Arbeit verwendeten Bildern handelt es sich um Böden von vier verschiedenen Patronenhülsen. Für jeden Patronenhülsenboden existiert ein Farbbild, ein Laserbild, ein Laserfarbbild und ein Topographiebild. Das ergibt insgesamt 16 Bilder. Die Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Bildarten eines Patronenhülsenbodens.

Abbildung 1: a) Farbbild, b) Laserbild, c) Laserfarbbild, d) Topographiebild

2.2 Vorverarbeitung

Die Hough-Transformation für Kreise dient der Erkennung eines kreisförmigen Objektes in einem Bild. In den Ausgangsbilder ggf. vorliegendes Rauschen erschwert die Erkennung von Objekten. Ausserdem erfordert die Hough-Transformation eine Segmentierung des Bildes durch eine Kantendetektion. Aus diesem Grund bedürfen die Bilder einer Vorverarbeitung. (vgl. [R$^+$05])
Die in dieser Arbeit vorgenommene Vorverarbeitung der Bilder wird in der Programmiersprache Java implementiert. Diese umfasst zunächst die Umwandlung der Bilder in Grauwertbilder. Auf die entstandenen Bilder wird der Canny-Algorithmus angewandt. Dieser wurde entwickelt von John Canny (vgl. [Can86]) und gilt aktuell als einer der besten Algorithmen zur Kantendetektion.(vgl. [AK$^+$12]) Die Implementierung des Algorithmus umfasst die folgenden vier Einzelschritte: Glättung, Kantendetektion, Unterdrückung von Nicht-Maxima sowie Hysterese. (vgl. [Zim11]) Zusätzlich zu den vier Schritten wird nach dem Schritt der Glättung ein Zwischenschritt eingebaut. Dieser entspricht einem Bandsperren-Filter. Damit sind die Kanten, die aus dem letzten Schritt der Hysterese entstehen, deutlicher zu erkennen. Je nach Art des Originalbildes entstehen im Hysteresebild vier bis sechs Kreise.

2.3 Standard Hough-Transformation für Kreise

Die SHT ist eine Technik zur Linien-, Kreis- und Ellipsenerkennung in Bildern, die als robust gilt.[R$^+$92] In dieser Arbeit wird nur die Kreisdetektion durchgeführt. Die Implementierung erfolgt ebenfalls in der Programmiersprache Java.
Bei der SHT für Kreise wird jeder Punkt im Originalbild bzw. im Kantenbild auf eine Zelle im dreidimensionalen Hough-Raum abgebildet. Zur Ausführung der Hough-Transformation

wird die Kreisgleichung $r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2$ benötigt. Der Punkt (x_0, y_0) ergibt den Mittelpunkt des Kreises. Der Wert der Variable r entspricht dem Radius des Kreises. Mit jedem Punkt (x, y), der auf dem Kreis liegt, wird die genannte Kreisgleichung erfüllt. Der Mittelpunkt des gesuchten Kreises ist jedoch zunächst unbekannt und muss erst gefunden werden. Der Punkt (x, y) stellt einen Kantenpunkt im Kantenbild dar. Bei der Hough-Transformation wird davon ausgegangen, dass jeder Kantenpunkt wiederum den Mittelpunkt eines Kreises darstellt. Im Kantenbild wird nun nach Punkten gesucht, die mit dem Kantenpunkt als Mittelpunkt und einem bestimmten Radius r einen Kreis bilden. Wird mit diesen Parametern die Kreisgleichung erfüllt, kann jeder einzelne dieser Punkte zu den Zellen im dreidimensionalen Hough-Raum in Beziehung gesetzt werden (one-to-many Abbildung). Dort, wo sich die so erzeugten Kreise am häufigsten schneiden, liegt der Mittelpunkt des gesuchten Kreises, wie in Abbildung 2 dargestellt.(vgl. [K$^+$94][Mor09])

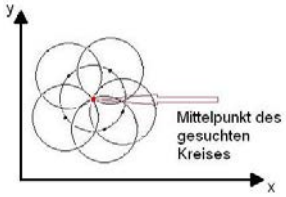


Abbildung 2: Ermittlung des Mittelpunktes des gesuchten Kreises

Die Ausführung der Hough-Transformation stellt sich wie folgt dar. Zuerst werden alle Kantenpunkte des Kantenbildes ermittelt und in einem zweidimensionalen Kantenpunkt-Array (x- und y-Werte der Kantenpunkte) abgelegt. Das Akkumulator-Array wird mit null initialisiert. Für jeden Kantenpunkt wird für jeden Bildpunkt überprüft, ob die Kreisgleichung für einen bestimmten Radius erfüllt ist. Wenn dies der Fall ist, wird im Akkumulator-Array die zum aktuellen Bildpunkt und dem betrachteten Radius gehörende Zelle um eins erhöht. Zuletzt wird im Akkumlator-Array nach Maxima gesucht.(vgl. [K$^+$94])
In dieser Arbeit wird zunächst bei der Implementierung der SHT wie dargestellt vorgegangen. Die Kantenpunkte werden ausgehend vom Hysteresebild, welches durch den Canny-Algorithmus (siehe Kapitel 2.2) entstanden ist, ermittelt. Dies ergibt durchschnittlich 51278 Kantenpunkte in einem Bild. Ein Hysteresebild besitzt etwa 1546 x 1334 Pixel und der kleinste Radius eines möglichen Kreises beträgt 1 Pixel bzw. der grösste Radius etwa 610 Pixel. Das ergibt 1546 x 1334 x 610 = 1.258.042.040 Zellen im Akkumulator-Array für ein Hysteresebild. Diese Zahlen allein verdeutlichen die Tatsache, dass die SHT entsprechend zeit- und rechenaufwendig ist. Dies erfordert Änderungen in der Implementierung. Für jedes Hysteresebild werden von Hand die Radien der dort zu sehenden Kreise abgemessen und für die Ausführung kleinere Radienbereiche mit einer Grösse von maximal 11 Pixeln (bspw. 600 bis 610) verwendet. Dies hat zwar zur Folge, dass für ein Bild die SHT mehrmals ausgeführt werden muss, was nicht desto trotz eine wesentliche Zeitersparnis einbringt.
Die Grösse der Bilder von 1546 x 1334 Pixel bedeutet allerdings noch immer einen Zeitaufwand von durchschnittlich acht Stunden für einen Radienbereich. Das heisst, einen Zeitaufwand von 8 Stunden x 6 o. 5 o. 4 Radienbereiche für ein Bild. Das ergibt einen

Zeitaufwand für die 16 Bilder von etwa 608 Stunden. Dies führt zu einer Anpassung des SHT-Algorithmus. Diese zielt darauf ab, dass für einen Kantenpunkt nicht mehr mit sämtlichen Bildpixeln geprüft werden muss, ob die Kreisgleichung erfüllt wird. Es ist logisch, dass nicht jeder Punkt des Bildes auf einem Kreis liegt, der um einen Mittelpunkt für einen bestimmten Radius erzeugt werden kann. Vielmehr befinden sich diese in einem bestimmten Bereich. Der in Abbildung 3 grau gekennzeichnete Bereich ist jener, in welchem die Bildpunkte liegen, die weiterhin bei der SHT betrachtet werden, d. h. jene, die die Kreisgleichung erfüllen könnten.

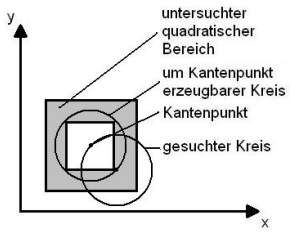


Abbildung 3: Darstellung des Bereiches (grau) in dem ein Bildpunkt liegt, der die Kreisgleichung erfüllen könnte

Somit konnte die Rechenzeit wesentlich verkürzt werden. Für jedes aus einem Radienbereich entstandene Akkumulator-Array erfolgt die Ermittlung bzw. Suche nach nur einem absoluten Maxima. Dies folgt aus der Tatsache, dass in einem Radienbereich nur ein Kreis detektiert werden soll.

2.4 Probabilistische Hough-Transformation für Kreise

Der Algorithmus und die durchgeführte Implementierung der ProbHT[K$^+$95] von Kiryati et al. (vgl. [K$^+$91]) unterscheidet sich nur unwesentlich von der SHT. Der entscheidende Unterschied besteht darin, dass bei der Ausführung des Algorithmus von allen Kantenpunkten zufällig eine bestimmte Anzahl ausgewählt wird, für welche die Hough-Transformation wie bei der SHT durchgeführt wird. Es hat sich als robust erwiesen, zwei Prozent der vorhandenen Kantenpunkte zufällig auszuwählen, mit denen noch immer eine erfolgreiche Detektion durchgeführt werden konnte. Die niedrige Anzahl der verwendeten Kantenpunkte erzielte eine wesentlich kürzere Rechenzeit, als bei der SHT benötigt wird.(vgl. [K$^+$91])
Die Implementierung des Algorithmus der ProbHT[K$^+$95] erfolgt in dieser Arbeit demnach ähnlich der Implementierung des Algorithmus der SHT. Es werden dieselben Radienbereiche verwendet und auch nur die in Abbildung 3 grau gekennzeichnete Fläche um einen Kantenpunkt herum auf Bildpunkte untersucht, die mit dem jeweiligen Kantenpunkt und einem bestimmten Radius die Kreisgleichung erfüllen. Es werden jedoch fünf statt zwei Prozent der Kantenpunkte gewählt, da dies sich für die hier verwendeten Bilder als robuster erwiesen hat.

Tabelle 1: Durchschnittliche Anzahl der verwendeten Kantenpunkte und durchschnittliche Rechenzeiten der SHT und ProbHT[K$^+$95]

	SHT	ProbHT[K$^+$95]
durchschnittl. Anz. der Kantenpunkte	51278	5 Prozent: 2564
durchschnittl. Dauer der Ausführung für 10er Radienbereiche < 100	10 min	2 min
zwischen 100 und 200	30 min	3 min
zwischen 200 und 300	1 h	6 min
zwischen 300 und 400	2 h	10 min
zwischen 500 und 600	4 h	17 min
zwischen 600 und 610	4,5 h	18 min

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die ermittelten Ergebnisse bezüglich der benötigten Rechenzeit und der detektierten Kreise jeweils für die SHT und die ProbHT[K$^+$95] dargelegt. Die Tabelle 1 zeigt, wie viele Kantenpunkte insgesamt in einem Hysteresebild vorhanden sind und demnach von der SHT verwendet werden, wieviele Kantenpunkte die ProbHT[K$^+$95] auswählt und wie lange die Ausführung der Algorithmen für bestimmte Radienbereiche dauert. Die Werte sind Durchschnittangaben. Es werden die Trefferquote und Präzision für beide Algorithmen ermittelt. Diese sind in der Tabelle 2 dargestellt. Mit dem Algorithmus der ProbHT[K$^+$95] werden weniger Kreise detektiert als mit dem Algorithmus der SHT. Wobei letztere jedoch auch nicht sämtliche Kreise detektiert. Allerdings ist erstere bezüglich der Rechenzeit wesentlich schneller als die SHT.

Tabelle 2: Trefferquote und Präzision der SHT und ProbHT[K$^+$95] bezüglich der Detektion von Kreisen

	Kreisanz.	True-Positv	False-Positiv	False-Negativ	Treffer-quote	Präzision
SHT	76	72	4	4	0.95	0.95
ProbHT	76	58	18	18	0.76	0.76

4 Fazit

Es wird festgestellt, dass die Ausführung des Algroithmus der SHT sehr zeitaufwendig ist. Ohne die Erweiterung des Algorithmus, dass nur Bildpunkte betrachtet werden, die sich in einem quadratischen Bereich um einen potentiellen Kreis herum befinden (vgl. Abbildung 3), hätte die gesamte Detektionszeit etwa 608 Stunden betragen. Diese Erweiterung verändert den Algorithmus an sich nicht wesentlich. Es macht keinen Sinn sämtliche

Bildpunkte zu betrachten, denn es können sich nicht alle auf dem gesuchten Kreis befinden. Die Tatsache, dass die SHT derart zeitaufwendig werden kann, liegt zum einen an der Grösse der verwendeten Bilder. Zum anderen und vor allem beeinflusst die Vorverarbeitung der Bilder die Geschwindigkeit des Algorithmus. Je weniger Kantenpunkte betrachtet werden müssen, desto schneller ist die Ausführung. Dies verdeutlichen die ermittelten, durchschnittlichen Rechenzeiten der ProbHT[K+95]. Die Geschwindigkeit der ProbHT[K+95] wird wie auch die der SHT durch die Einführung des zu betrachtenden quadratischen Bereiches weiter erhöht. In Bezug auf den Speicherbedarf, der für die Initialisierung des Akkumulator-Arrays benötigt wird, unterscheiden sich die SHT und die ProbHT[K+95] nicht. Sie verwenden genau das gleiche Array.
Auch wenn die ProbHT[K+95] wesentlich schneller ist als die SHT, liefert erstere jedoch in dieser Arbeit keine besseren Ergebnisse. Diese detektiert weniger Kreise als die SHT. Allerdings detektiert letztere auch nicht sämtliche Kreise korrekt. Auch hierbei spielt die Vorverarbeitung der Bilder eine entscheidende Rolle. Diese wird in dieser Arbeit bereits durch die Einführung des Bandsperren-Schrittes zusätzlich zu den reinen Canny-Algorithmus-Schritten verbessert. Eine weitere Verbesserung könnte dazu beitragen, bspw. noch weniger irrelevante und mehr relevante Kanten zu erhalten. Eine weitere Möglichkeit, damit der Algorithmus der ProbHT[K+95] mehr Kreise richtig detektiert, ist, den prozentualen Anteil der verwendeten Kantenpunkte zu erhöhen.

Literatur

[AK+12] Ali Abdo Mohammed Al-Kubati et al. Evaluation of Canny and Otsu Image Segmentation. *International Conference on Emerging Trends in Computer and Electronics Engineering*, Seiten 23–25, 2012.

[Can86] John Canny. A Computational Approach to Edge Detection. *IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE*, Pami-08:679–698, 1986.

[K+91] N. Kiryati et al. A probabilistic Hough Transform. *Pattern Recognition*, 24:303–316, 1991.

[K+94] Senthil Kumar et al. Parallel algorithm for circle detection in images. *Pattern Recognition*, 27:1019–1028, 1994.

[K+95] Heikki Kälviäinen et al. Probabilistic and non-probabilistic Hough-Transform: overview and comparisons. *Image and Vision Computing*, 13:239–252, 1995.

[Mor09] Vitaly Morozov. Automatische und videobasierte Erstellung einer Endoskopmaske, 2009.

[R+92] K. Raymond et al. Modification of Hough Transform for circles and ellipses detection using a 2-dimensional Array. *Pattern Recognition*, 25:1007–1022, 1992.

[R+05] Mohamed Rizion et al. Object Detection using Circular Hough Transform. *Amarican Journal of Applied Sciences 2*, 12:1606–1609, 2005.

[Spe09] Christoph Speck. *Automatisierte Auswertung forensischer Spuren auf Patronenhülsen*. Dissertation, Universität Karlsruhe, Fakultät für Maschinenbau, 2009.

[Zim11] Laura Zimmermann. *Dreidimensional nanostrukturierte und superhydrophobe mikrofluidische Systeme zur Tröpfchengenerierung und -handhabung*. Number Band 8. KIT Scientific Publishing, 2011.

Entwicklung einer orthogonalen Steuerarchitektur für ein autonomes Segelboot

Helge Scheel, Michael Kant

Fachbereich Informatik und Medien
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
scheel@fh-brandenburg.de
kant@fh-brandenburg.de

Abstract: Bei der „World Robotic Sailing Championship (WRSC)“ treten seit 2008 autonom agierende Segelboote in unterschiedlichen Wettbewerben und Kategorien gegeneinander an. Ein wesentlicher Einfluss auf den Erfolg der Segelboote ist der jeweiligen Steuerarchitektur zuzuschreiben. Für ein autonomes Segelboot der Fachhochschule Brandenburg wurde ein Konzept für eine orthogonale Steuerarchitektur entwickelt und implementiert. In einem praktischen Test, der sich an einem Wettbewerb der WRSC orientiert, wurde die Eignung dieses Ansatzes demonstriert. Der Inhalt dieser Arbeit ergibt sich aus der Beschreibung des entwickelten Konzeptes und der Präsentation der Testergebnisse.

1 Einleitung

Die Steuerung eines Segelbootes ist ein komplexer Prozess, der stark von den vorherrschenden Umweltbedingungen geprägt ist. Um die Steuerung zu automatisieren und ein Segelboot autonom agieren zu lassen, muss eine Steuerarchitektur bereitgestellt werden, die den Steuerungsablauf definiert. Für Steuerarchitekturen gibt es verschiedene Ansätze, deren Eignung vom zu steuernden mobilen System abhängt [vgl. Ga97]. In dieser Arbeit wird ein Konzept für die Steuerarchitektur eines autonomen Segelbootes der Fachhochschule Brandenburg und dessen Umsetzung vorgestellt.

Das verwendete Segelboot (s. Abbildung 1b) basiert auf dem 1,38 Meter langen Modellbausatz SMARAGD Robbe 1-1076 der Firma Robbe, der beim Aufbau modifiziert und mit Sensoren, Aktoren und elektrischen Steuerkomponenten ausgestattet wurde. Zur Erfassung der Umweltdaten wurden ein Windsensor, ein GPS-Empfänger und ein Lagesensor installiert. Als Aktoren sind zwei Servomotoren vorhanden, mit denen das Ruder und das Segel gesteuert werden. Diese werden über eine an der Fachhochschule Brandenburg entwickelte Steuerplatine [Bo03] angesteuert. Die Hauptanwendung, die u.a. die autonome Steuerung des Bootes realisiert, läuft auf einem Steuerrechner im Bootsinneren. Dieser kommuniziert direkt mit den Sensoren und der Steuerplatine.

2 Steuerarchitekturen

Eine Steuerarchitektur für ein autonomes System beschreibt das grundlegende Paradigma, das für die Steuerung des Systems verwendet wird. Diese definiert Reaktionen auf eingehende Sensordaten, die in Ausgaben für Aktoren resultieren, um ein Ziel bzw. einen gewünschten Zustand des Systems zu erreichen [vgl. MM08].

Der deliberative Architekturansatz zeichnet sich durch einen Zyklus aus Wahrnehmung, Denken und Handeln in Schichten mit hierarchischem Daten- und Kontrollfluss aus [Ni84; KS08; Ne02]. Die Sensordaten werden in einem Weltmodell abgebildet und anschließend von Planungs- und Steuerungskomponenten schrittweise in Aktorbefehle umgesetzt. Dabei wird eine umfangreiche Planung für komplexe Aufgaben wie dem Kreuzen (Zickzack-Kurs entgegen der Windrichtung) ermöglicht. Das Weltmodell entkoppelt die Steuerung von den Sensoren, steigert die Modifizierbarkeit des Systems und erlaubt eine zentrale Vorverarbeitung der Rohdaten. Die Güte des Planungsergebnisses ist allerdings abhängig von der Korrektheit, der Aktualität und der Vollständigkeit des Weltmodells [MM08]. Dies zu gewährleisten ist aufwendig und für die Anpassung an die dynamische Umgebung wird der gesamte Planungszyklus erneut durchlaufen. Somit ist nur eine langsame Reaktion auf Änderungen der Umwelt wie dem Wind möglich.

Beim reaktiven Architekturansatz findet eine direkte Kopplung von Sensoren und Aktoren statt [Br85; Be05]. Mehrere parallel laufende Verhalten werten jeweils einen Teil der aktuellen Sensordaten aus und steuern die Aktoren entsprechend ihrer jeweiligen Zielstellung. Reaktive Architekturansätze erlauben schnelle Reaktionen auf Veränderungen in der Umwelt. Einfache Aufgaben können effizient umgesetzt und durch die Parallelverarbeitung mehrere Zielsetzungen gleichzeitig verfolgt werden. Bei Segelbooten ist das Antriebssystem nicht vollständig unter Kontrolle des Systems, sondern auch von dynamischen Umwelteinflüssen abhängig. Somit benötigen auch einfache Bewegungsabläufe Planung, die sich mit rein reaktiven Ansätzen schwer realisieren lässt. Komplexe Missionen, Lernverfahren und Optimierungsstrategien sind ohne Planungsmodul kaum zu bewältigen [vgl. KS08; MM08]. Im Gegensatz zu landbasierten Robotern sind typische reaktive Verhalten wie Hindernisvermeidung und Umgebungserkundung weniger wichtig. Sie können im Anwendungsfall nicht durchgeführt werden, da das Segelboot keine Sensoren zur Objekterkennung in der Umgebung besitzt.

Hybride Architekturansätze führen Aspekte der deliberativen und der reaktiven Architektur zusammen. Sie ermöglichen die Planung komplexer Aufgaben und gleichzeitig schnelle Reaktion auf Änderungen der Umwelt. Für die Umsetzung existieren verschiedene Ansätze, z.B. die 3-T-Architektur [Ga91] oder der orthogonale Ansatz [Ho92; Be05; Th06]. Das Finden eines allgemein geeigneten hybriden Ansatzes ist ein offenes Forschungsproblem [HLN12]. Der orthogonale Ansatz ist eine Erweiterung der deliberativen Architektur. Die Steuerungsschichten werden parallel mit unterschiedlichen Frequenzen ausgeführt und jede Schicht hat Zugriff auf alle Daten des Weltmodells. Während sich für die unteren Schichten schnell relevante Änderungen durch die Umwelt ergeben können, sind die Auswirkungen auf die globale Planung geringer. Demzufolge ermöglicht eine kontinuierliche Erhöhung der Verarbeitungsfrequenz mit zunehmender Schichtentiefe eine schnelle Reaktion auf Änderungen, ohne dass eine komplette Neu-

planung erforderlich ist. Interpretation und Vorverarbeitung der Sensordaten wird nicht von den Steuerungsschichten übernommen.

	deliberativ	reaktiv	orthogonal
komplexe Bewegungsverhalten	+	-	++
schnelle Reaktionen auf Umweltänderungen	--	++	+
zentrale Sensorinterpretation	++	-	++

Tabelle 1: Bewertung der Architekturansätze im Kontext des autonomen Segelbootes

Tabelle 1 bewertet relevante Eigenschaften der Steuerarchitekturen für den Anwendungsfall, wobei -- die schlechteste und ++ die beste Wertung darstellt. Aufgrund der fehlenden Planungsmöglichkeit sind reaktive Architekturansätze nur im geringen Maße für die gegebene Problemstellung geeignet. Die deliberative Architektur erfüllt die Anforderung einer angemessenen Reaktion auf die dynamische Umwelt nicht. Der orthogonale Ansatz wird den Anforderungen des Anwendungsfalls gerecht.

3 Architektur im Anwendungsfall

Die konzipierte orthogonale Architektur verfügt über vier Steuerungsschichten, deren Aufgaben sich an [Ho92; Ga97] orientieren. Die Schichten haben Zugriff auf ein Weltmodell, das die Steuerung von den Sensoren entkoppelt und die Informationen zum Boot und der Umwelt zentral bereitstellt. Vorverarbeitungen der Sensordaten werden unabhängig von der Steuerung parallel realisiert. Neben der Entkopplung der Sensoren besteht ebenfalls eine Abstraktion der Aktoren, um Abhängigkeiten zur Hardware zu vermeiden. Die strikte Trennung der Schichten lässt die Möglichkeit für eine spätere reaktive Implementierung der Pilotenschicht offen. Auf eine direkte Kopplung einer solchen Implementierung an die Sensoren und Aktoren wird aufgrund der Vorteile, die das Weltmodell und die Abstraktion von der Hardware bewirken, verzichtet.

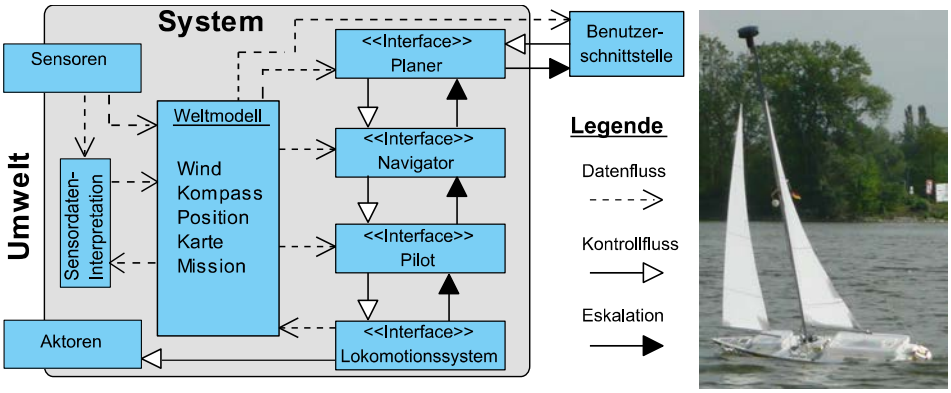


Abbildung 1: a) Daten- und Kontrollfluss der konzipierten Architektur b) Segelboot SMARAGD

Abbildung 1a zeigt die Interaktion der wichtigsten Systembestandteile. Das Weltmodell agiert als zentrale, passive Datenverwaltungskomponente nach dem Blackboard-Prinzip. Es umfasst Daten der Welt (z.B. Bojen, Hindernisse, verbotene Bereiche), des Bootes (Position, Sensordaten, Zustände der Aktoren) und der Mission (Pläne und Zustände der Steuerungsschichten). Für jeden Sensor steht eine Klasse bereit, die die Rohdaten liest, interpretiert und als Objekte in einem eigenen Submodul des Weltmodells speichert. Die Unterteilung in Submodule ermöglicht es, das Weltmodell einfach um Submodule zur Datenfusion zu erweitern, um der Steuerung interpretierte Angaben liefern zu können.

Die Planungsschicht übernimmt die globale Missionsplanung und betrachtet als einzige Steuerungsschicht die gesamte Mission. Eine Mission wird dem Planer vom Benutzer übergeben und bedient sich einer Sequenz von Teilaufgaben unterschiedlichen Abstraktionsgrades. So kann eine Teilaufgabe ein direkter Steuerbefehl sein, um eine manuelle Fernsteuerung zu ermöglichen, ein Navigationsbefehl, z.B. das Erreichen von GPS-Koordinaten, oder ein zusammengesetztes Verhalten, wie das Umrunden einer Boje. Der Planer definiert die Abarbeitungsreihenfolge der Teilaufgaben und kann zusätzliche Teilaufgaben erstellen. Die aktuell auszuführende Teilaufgabe wird dem Navigator übergeben und deren Beendigung überwacht. Parallel überprüft der Planer, ob der Plan aufgrund der aktuellen Situation modifiziert bzw. neu erstellt werden muss. Sobald eine Mission als nicht erreichbar angesehen wird, erfolgt eine Eskalation an den Benutzer.

Der Navigator bildet die zweite Schicht und realisiert die Kursplanung. Er plant die Route zum Erreichen der ihm übergebenen Teilaufgabe. Dazu wird der aktuelle Teilschritt in einfache Anweisungen zerlegt und diese dem Piloten einzeln übergeben. Der Navigator berechnet den optimalen Kurs anhand des Windes und des Bootsmodells. Dabei entscheidet er, ob nach Kompass oder nach Wind gefahren werden soll und ob gekreuzt werden muss. Falls das zutrifft, erstellt der Navigator entsprechende Teilaufgaben und führt sie aus. Der Fortschritt der aktuellen Anweisung wird überwacht, um z.B. bei einer Zeitüberschreitung eine Umplanung in Erwägung zu ziehen. Eine Eskalation erfolgt an den Planer, wenn die Teilaufgabe nicht erreichbar ist, z.B. durch eine zu starke Abweichung vom Kurs. Dadurch wird ggf. eine Neuplanung der Mission angestoßen.

Die dritte Schicht realisiert der Pilot, der Steuerbefehle für die Aktoren entsprechend der Anweisung des Navigators generiert. Die Anweisung des Navigators wird ausgeführt, bis eine neue folgt. Dabei passt der Pilot die Steuerbefehle selbstständig den aktuellen Umweltbedingungen an. Weiterhin wird eine optimale Segelstellung ermittelt und der Fehler der Ruderstellung über einen PID-Regler ausgeregelt. Der Pilot wird mit der höchsten Frequenz ausgeführt. Ziel ist es, die Sensoren und Aktoren mit min. 10 Hz abzufragen bzw. anzusteuern. Wenn eine Anweisung des Navigators nicht umgesetzt werden kann, eskaliert der Pilot und bewirkt eine erneute Kursplanung durch den Navigator.

Die Kommunikation mit den Aktoren wird von dem Lokomotionssystem gekapselt, das eine Abstraktionsschicht zur Hardware bildet. Es passt die übergebenen Steuerbefehle auf die verwendete Hardware an, leitet die transformierten Werte an die Steuerplatine weiter und aktualisiert die Werte der Aktoren im Weltmodell. Das Lokomotionssystem agiert nicht parallel zu den anderen Steuerungsschichten, sondern wird synchron vom Piloten aufgerufen.

4 Umsetzung

Das Konzept der Steuerarchitektur wurde grundlegend implementiert, wobei einige Komponenten wie Planer und Sensordateninterpretation prototypischen Charakter haben. Zum Test wurde eine klassische Regattastrecke ausgewählt (s. Abbildung 2a), welche vom Segelboot auf dem Wasser abzufahren ist. Der erste Abschnitt bestand im Erreichen einer Boje bei Gegenwind. Im zweiten Abschnitt galt es, eine Wende um diese Boje durchzuführen. Abschließend musste das Segelboot im dritten Abschnitt ausgehend von der Boje eine auf 3m begrenzte Ziellinie durchfahren. Zusätzlich zur Teststrecke lag die Herausforderung der Navigation bei den dynamischen Umwelteinflüssen. Mit diesem Test sollte ermittelt werden, wie gut die Steuerarchitektur mit diesen Herausforderungen umgeht. Die Eingabe der Teststrecke erfolgte als Sequenz von GPS-Zielpunkten, die nacheinander abzufahren sind. Ein Zielpunkt galt als erreicht, wenn sich das Segelboot in einem bestimmten Radius um diesen Punkt befindet.

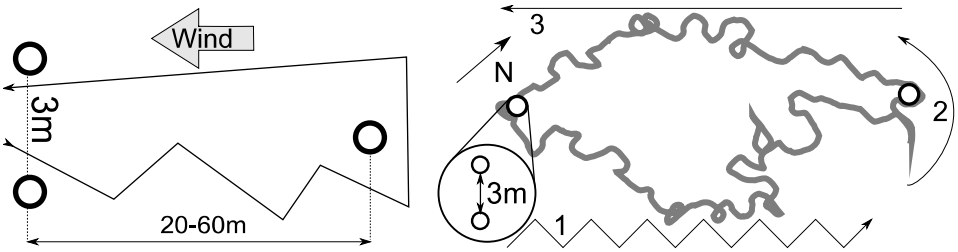


Abbildung 2: a) Mission b) gefahrener Kurs

Abbildung 2b verdeutlicht die tatsächlich gefahrene Strecke. Streckenabschnitte und Fahrtrichtung werden durch die nummerierten Pfeile präzisiert. Der ungerichtete Kurs des ersten Abschnitts (1) war die Folge des unbeständigen Gegenwindes und eines hierzu durchgeführten Kreuzungsmanövers. Das Wendemanöver um die Boje (2) war auf Grund von lokalen Kursabweichungen und dem dichten Wendekreis problematisch, wurde aber erfolgreich durchgeführt. Während des Rückweges zur Ziellinie (3) herrschten wechselnde Winde, die sich zusammen mit dem einseitig gestellten Segel negativ auf den angestrebten linearen Kurs auswirkten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Testfahrt zeigte die prinzipielle Eignung des umgesetzten Architekturansatzes zum Steuern eines autonomen Segelbootes. Die Teilziele wurden nacheinander vom Planer an den Navigator übergeben. Das Weltmodell lieferte alle relevanten Informationen, sodass der Navigator die einzelnen Aufgaben bearbeiten und dem Pilot unmittelbare Steueranweisungen erteilen konnte. Der Pilot setzte diese unter Verwendung von Informationen aus dem Weltmodell in konkrete Steuerbefehle für das Lokomotionssystem um. Die Nebenläufigkeit der Steuerungsschichten, sowie deren unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeiten, ermöglichte eine gute Reaktion auf die dynamischen Umwelteinflüsse.

Dennoch existieren Schwächen bei der Implementierung. Die lokalen Kursabweichungen im Streckenverlauf können auf eine unzureichende Anpassung des PID-Reglers, sowie auf die Reaktionsgeschwindigkeit der Implementierung zurückgeführt werden. So erfolgt die Gegensteuerung in Folge einer plötzlichen Kursabweichung zu spät. Der anschließende Versuch diese Abweichung zu kompensieren, führt in Zusammenhang mit dem PID-Regler zu einer Überkompensation der Steuerbewegungen und den in Abbildung 2b erkennbaren Unstetigkeiten. Das Blackboard-Prinzip des Weltmodells hat sich im Einsatz bewährt. Das für simultane Zugriffe ausgerichtete Weltmodell verhinderte sowohl schichtenübergreifende Zugriffskonflikte auf Sensordaten, als auch Lese-/Schreib-Konflikte zwischen den Steuerungsschichten und den Sensormodulen. Jedoch bewirkt die starke Entkopplung von Sensoren und Steuerungsschichten durch das Blackboard-Prinzip, dass Sensorausfälle auf Seiten der Steuerungsschichten unbemerkt bleiben, da die Steuerarchitektur derzeit keine Fehlerpropagierung umsetzt.

Das unmittelbare Ziel dieses Projektes besteht in der Optimierung vorhandener Komponenten, wie dem PID-Regler und die Ausführungsintervalle der Steuerungsschichten. Zudem müssen Systemstörungen wie Sensorausfälle erkannt und propagiert werden.

Literaturverzeichnis

[Be05] Bekey, George A.. Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2005.

[Bo03] Boersch, Ingo; Heinsohn, Jochen; Loose, Harald; Mrkor, Kai. RCUBE A Platform for Intelligent Autonomous Systems. International Conference on Industrial Technology – ICIT 2003, 2003.

[Br85] Brooks, Rodney A.. A Robust Layered Control System for a Mobile Robot. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1985.

[Ga91] Gat, Erann. Integrating Planning and Reacting in a Heterogeneous Asynchronous Architecture for Controlling Real-World Mobile Robots. ACM SIGART Bulletin Volume 2 Issue 4, 1991.

[Ga97] Gat, Erann. On Three-Layer Architectures. In: Kortenkamp, David (Hrsg.); Bonnasso, R. Peter (Hrsg.); Murphy, Robin (Hrsg.). Artificial Intelligence and Mobile Robots, AAAI Press, 1997.

[HLN12] Hertzberg, Joachim; Lindemann, Kai; Nüchter, Andreas. Mobile Roboter. Springer-Ver lag, Berlin, Heidelberg, 2012.

[Ho92] Hoppen, Peter. Autonome mobile Roboter: Echtzeitnavigation in bekannter und unbekannter Umgebung. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim, Leipzig, Zürich, Wien, 1992.

[KS08] Kortenkamp, David; Simmons, Reid. Robotic Systems Architectures and Programming. In: [SK08]

[MM08] Matarić, Maja J.; Michaud, Fraçois. Behavior-Based Systems. In: [SK08]

[Ne02] Nehmzow, Ulrich. Mobile Robotik: Eine praktische Einführung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2002.

[Ni84] Nilsson, Nils J.. Shakey the robot. Technical Report 323, SRI International, 1984.

[SK08] Siciliano, Bruno (Hrsg.); Khatib, Oussama (Hrsg.). Springer Handbook of Robotics. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2008.

[Th06] Thrun, Sebastian et.al.. Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge. Journal of Field Robotics 23(9), 2006.

Konzeption und Repräsentation von Missionen autonomer Segelboote

Paul Lehmann, Patrick Rutter

Fachbereich Informatik und Medien
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
paul.lehmann@fh-brandenburg.de
patrick.rutter@fh-brandenburg.de

Abstract: Zu den elementaren Fragen bei der Entwicklung autonomer Systeme gehört die Konzeption und Repräsentation der zu bewältigenden Aufgabenstellungen. Inspiriert von vorhandenen Ansätzen stellt diese Arbeit ein eigenes Konzept vor, welches für autonome Segelboote entwickelt wurde. Grundlage ist ein Schema mit 4 Abstraktionsebenen. Eine Mission wird von abstrakteren Repräsentationen intelligent in immer konkretere zerlegt. Am Ende stehen elementare Steuerbefehle, welche die gegebene Mission unter den vorhandenen Umweltbedingungen umsetzen. Dem Anwender wird so ermöglicht, Missionen allgemeingültig über eine geeignete Software zu definieren und selbständig vom autonomen Segelboot bewältigen zu lassen.

1 Einleitung

Bei der Zusammenarbeit mit autonomen Maschinen spielt das Problem der Repräsentation der Aufgabe eine wesentliche Rolle. Die elementare Frage hierbei ist, wie der Maschine ihre Aufgaben verständlich gemacht werden können. Leider wird zwar in vielen Publikationen das Arbeitsprinzip der eingesetzten autonomen Systeme beschrieben, das eigentliche Konzept hinter der Definition und Verarbeitung von Missionen jedoch bleibt unklar. Aufgrund dessen wurde von der Projektgruppe ≫Autonomes Segelboot≪ ein eigenes, im Rahmen dieser Arbeit vorzustellendes Konzept entworfen. Dieses ist stark inspiriert von vorhandener Literatur.
Bei dieser Arbeit wird zunächst ermittelt, wie bei ähnlichen Projekten verfahren wurde und wie dort Missionen beschrieben werden. Wurden Verfahren aus anderen Gebieten der Wissenschaft verwendet, so können diese auch für das autonome Segelboot relevant sein. Es wird definiert, was unter einer Mission verstanden wird, welche Anforderungen an sie gestellt werden, und wie sie sich zusammen setzt.

2 Konzept

2.1 Stand der Technik

In [SK08] werden zwei Ansätze vorgestellt, in denen Mission-Control-Systeme (MCS) entwickelt wurden. MCS dienen dazu, die Aufgaben eines autonomen Fahrzeugs zu verwalten, unterdrücken, sequenzieren, modifizieren oder zu priorisieren (nach [SK08], Seite 998). In diese Arbeit ist nur der Teil des MCS eingegangen, der sich mit der Repräsentation einer Mission für ein autonomes Fahrzeug befasst. Der erste Ansatz ist das Projekt der Naval Postgraduate School (NPS) mit dem Unterwasserfahrzeug Phoenix. Bei diesem Projekt wurde ein PROLOG-Ansatz gewählt [HMM96]. Durch einen Satz von Regeln wird festgelegt, was das Fahrzeug machen kann. Je nach Einsatzzweck kann eine Menge an Aufgaben ausgewählt werden, die dann die aktuelle Mission bilden. Diese Aufgaben werden dann sequentiell abgearbeitet. Je nach Komplexität der Aufgabe setzt sich diese aus kleineren Aufgaben zusammen, die zusammen die komplexere ergeben. Diese Aufgaben werden solange verfeinert bis sie schließlich Steuerbefehle ergeben. Als zweiter Ansatz dient das Projekt des Instituto Superior Técnico (IST) in Lissabon. Dessen Ansatz basiert auf Petrinetzen und wurde mit dem Unterwasserfahrzeug MARIUS realisiert [OPSS]. Durch die Eigenschaft von Petrinetzen auch Nebenläufigkeit ausdrücken zu können, besteht die Möglichkeit Aufgaben auch nebenläufig zu definieren und abzuarbeiten. Wie bei dem Projekt der NPS werden bei diesem Projekt die Aufgaben immer weiter in kleinere Teilaufgaben zerlegt, bis letztlich Befehle entstehen, die direkt ausführbar sind. Bestimmte wiederkehrende Teilaufgaben werden zu Mustern zusammengelegt und bezeichnet, vorstellbar wäre eine Aufgabe, die das Tauchen unter die Wasseroberfläche realisiert oder das Beschleunigen auf eine bestimmte Geschwindigkeit.

Bei unserem Projekt haben wir uns für eine sequentielle Struktur entschieden. Außerdem zerlegen wir die Aufgaben solange in kleinere Teilaufgaben, bis schlussendlich eine Folge von Steuerbefehlen entsteht.

2.2 Missionsdefinition

Das Konzept wird im Folgenden durch vier Ebenen beschrieben. Diese Ebenen beschreiben jeweils einen unterschiedlichen Abstraktionsgrad der Aufgaben. Unter einer Aufgabe wird eine Handlungsanweisung verstanden. Die Aufgaben einer Ebene werden dynamisch in Aufgaben der darunter liegenden Ebene zerlegt. Die Zerlegung wird relativ zu den vorhandenen Daten (Umweltkonditionen, Bootszustand) im Laufe der Missionsbeabreitung durchgeführt. Die Zerlegung einer konkreten Aufgabe kann somit der gegebenen Situation entsprechend variieren. Darüber hinaus können Schwerpunkte wie Schnelligkeit oder Sicherheit der Missionserfüllung mit einfließen. Die Ebenen lehnen sich an die Ebenen der Autonomie an. In [PG11] werden nur drei Autonomieebenen unterschieden. Es gibt ferngesteuerte Systeme, Systeme mit begrenzten autonomen Fähigkeiten (teilautonome

Systeme) und Systeme, die in der Lage sind komplexe Aufgaben autonom auszuführen (vollautonome Systeme).

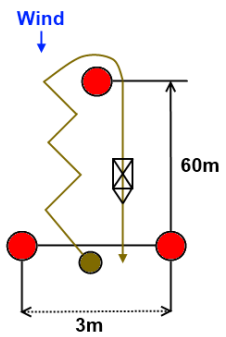


Abbildung 1: Navigationstest nach [sai]

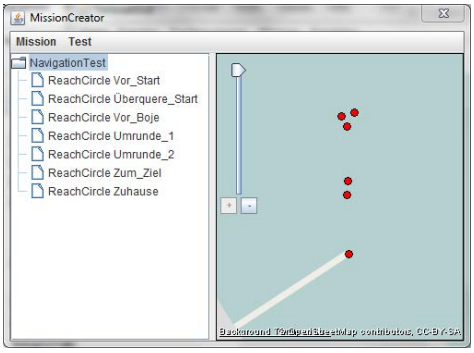


Abbildung 2: Navigationstest Mission im MissionCreator.

2.2.1 Mission

Eine Mission, analog zu [BG09], ist eine Sammlung von Aufgaben ohne eine feste Lösung. Um die Mission zu erfüllen, gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten. Diese Aufgaben können Elemente der Ebenen sein. Wieviele Ebenen es letztendlich gibt, hängt von der Situation und den Anforderungen an die Architektur ab. Propagiert eine Aufgabe ihren Abschluss, wird sie aus der Liste entfernt. Eine leere Mission gilt als erfüllt und propagiert ihren Abschluss. Formal beschrieben stellt sich eine Mission M wie folgt dar, wobei E_j die Elemente der Ebene j umfasst und e_j ein Element dieser Ebene ist:

$$M = [x_1, ..., x_n] \; mit \; x_i \in E_0, ..., E_m; i, n, m \in \mathbb{N} \tag{1}$$

$$e_j = [y_1, ..., y_k] \; mit \; y_i \in E_{j-1}, i, j, k \in \mathbb{N} \tag{2}$$

$$e_{j-1} = [y_1, ..., y_k] \; mit \; y_i \in E_{j-2}, i, j, k \in \mathbb{N} \tag{3}$$

Als begleitendes Beispiel für das Konzept, gibt es den Navigationstest. Dieser bezeichnet eine Aufgabe für das Boot und wird durch 3 Bojen definiert. Es gilt zuerst die Start-/ Ziellinie, die von Boje 1 und 2 gebildet wird, zu überqueren. Eine 3. Boje ist zu erreichen und zu umkreisen. Abschließend muss die Start-/ Ziellinie ein weiteres mal passiert werden. Der Kurs wird so ausgerichtet, das zunächst gegen den Wind zur 3. Boje und anschließend mit dem Wind von ihr weg gesegelt wird. Diese Aufgabenstellung ist eine leichte Abwandlung einer Aufgabe aus [sai], siehe hierzu Abbildung 2.2 auf Seite 3.

2.2.2 Ebene 0 - Steuerbefehle

Steuerbefehle bilden die unterste Ebene der Missionsdefinition. Sie sind konkrete Instruktionen an Aktoren des Segelbootes. Sie benötigen zur Ausführung Parameter. Es wird nur der Erfolg oder Fehlschlag beim Senden eines Steuerbefehls propagiert. Ein üblicher Steuerbefehl ist das Stellen des Ruders auf ≫45 Grad Rechts≪.

2.2.3 Ebene 1 - Basisverhalten

Basisverhalten setzen elementare Segeloperationen um. Sie werden aus Steuerbefehlen zusammengesetzt. Ihre Ausführung endet in einem akzeptierten Zustand (erfolgreicher Abschluss) oder in einem Fehlerzustand (technischer Fehler). Das Ergebnis wird propagiert. Basisverhalten werden über Parameter näher definiert. Ein Beispiel für ein Basisverhalten ist ≫Erreiche Kreis≪. Es wird ein Punkt x und ein Radius y als Paramterer übergeben. Realisiert wird dann das Erreichen der Position x mit einer Toleranz von y Metern. Dieses Basisverhalten kann im Szenario des Navigationstest genutzt werden, um zur Startposition vorzurücken. Eine Realisierung des Navigationstest allein über die Ebene 1 kann durch eine Folge von ≫Erreiche Kreis≪-Elementen umgesetzt werden.

2.2.4 Ebene 2 - Navigationsschritte

Navigationsschritte sind parametrisierte Verhaltensweisen für die Lösung von komplexen Aufgaben. Ein Navigationsschritt ist eine Folge von Basisverhalten. Seine Verarbeitung terminiert mit dem Propagieren seines Abschlusses oder Fehlschlags. Diese Aufgaben entspricht einem teilautonomen System. Dieses kann bestimmte Aufgaben autonom abarbeiten, für andere jedoch von außen Hilfestellungen erfordern. Ein für das Szenario des Navigationstest relevantes Beispiel für Navigationsschritte ist ≫Umrunde Boje≪, welches als Parameter einen Punkt x sowie eine Richtung y benötigt. Eine Realisierung des Navigationstests allein über die Ebene 2 kann mit der Folge ≫Überquere Linie≪, ≫Umrunde Boje≪ und ≫Überquere Linie≪ umgesetzt werden.

2.2.5 Ebene 3 - Pakete

Ein Paket ist eine Folge von Navigationsschritten und stellt derzeit die abstrakteste Aufgabenrepräsentation dar. Es entspricht der obersten Schicht der Autonomie und realisiert eine vollautonome Abarbeitung der Aufgabe ohne weiteres Eingreifen oder Hilfestellungen von außen. Ein solches Paket wäre der Navigationstest.

3 Implementierung/ Aktueller Stand

Zur Zeit ist das vorgestellte Konzept im SAIRO-Projekt in Teilen umgesetzt. Im Zuge der laufenden Entwicklung und Optimierung der Hardware- und Softwarekomponenten

des autonomen Segelbootes wurde zunächst eine grundlegende Missionskontrolle in Java implementiert. Der Benutzer kann Missionen bereits in Form von Elementen der Ebene 1 definieren und zur Ausführung übergeben.

Als Benutzerschnittstelle zur Missionsdefinition wurde das Werkzeug MissionCreator erstellt. Der MissionCreator erlaubt die Definition von Missionen über eine Baumdarstellung und ein Kartenfenster. In der Baumdarstellung können der Mission neue Elemente über ein Kontextmenü hinzugefügt oder bestehende verändert, entfernt oder verschoben werden. Das Kartenfenster dient der farbcodierten Visualisierung der Mission. Wird der Mission ein Element hinzugefügt, werden dessen Parameter über einen geeigneten Dialog eingegeben. Erfordern die Parameter das Festlegen von GPS-Punkten, zum Beispiel bei dem Basisverhalten ≫Erreiche Kreis≪, können diese direkt über Textfelder oder durch Markieren der Punkte auf einer Karte eingegeben werden. Der MissionCreator erlaubt das Speichern und Laden so definierter Missionen und kann diese dem autonomen Segelboot zur Ausführung übermitteln.

4 Zusammenfassung/ Ausblick

In dieser Arbeit wurde ein Konzept vorgestellt, mit dem es möglich ist, einem autonomen Segelboot Aufgaben mitzuteilen. Dabei wurden 4 Ebenen beschrieben, die jeweils einen anderen Detailgrad besitzen und unmittelbar aufeinander aufbauen. Mit Elementen dieser Ebenen kann man eine Mission zusammenstellen. Die daraus entstehende Folge von Aufgaben wird intern, abhängig von unterschiedlichen Faktoren, immer weiter zerlegt, bis diese Folge schlussendlich nur noch aus einer Folge von Steuerbefehlen besteht. Bisher sind nur Elemente der Ebenen 0 und 1 implementiert. Das heißt, dass man Missionen nur als eine Folge von Aufgaben aus den Ebenen 0 und 1 erstellen kann. Hierfür wurde mit dem MissionCreator ein entsprechendes Werkzeug geschaffen.

Die nächsten Schritte wären die Implementierung der unter Aspekten der Optimierung noch nicht vollständigen Aufgaben. Außerdem müssen die Elemente der Ebenen 2 und 3 implementiert werden, also bestimmte Routinen gefunden werden, nach denen man diese Aufgaben aus kleineren Teilaufgaben modellieren kann. Die Implementierung der Mission muss weiterhin so erfolgen, dass es möglich ist, Elemente der unterschiedlichen Ebenen als Folge zu definieren. Darüber hinaus müssen die Fehlerzustände für die unterschiedlichen Aufgaben detektiert, definiert und schlussendlich auch propagiert werden. Da sich das entwickelte Konzept grundsätzlich auch auf andere autonome Systeme anwenden lassen lässt, können auch in dieser Richtung Schritte unternommen werden.

Literatur

[BG09] R. Bischoff und T. Guhl. Robotic Visions to 2020 and beyond - The Strategic Research Agenda for robotics in Europe, 2009. Seite 32.

[HMM96] A. J. Healey, D. B. Marco und R.B. McGhee. Autonomous Underwater Vehicle Control Coordination Using A Tri-Level Hybrid Software Architecture. In *Proceedings of the IEEE Robotics and Automation Conference*, Seiten 2149–2159, 1996.

[OPSS] P. Oliveira, A. Pascoal, V. Silva und C. Silvestre. Mission Control of the MARIUS AUV: System Design, Implementation, and Sea Trials.

[PG11] T. Petermann und R. Grünwald. Stand und Perspektiven der militärischen Nutzung unbemannter Systeme. Bericht, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, 2011. Seite 128.

[sai] SailBot 2012 Sailing Instructions. http://ubcsailbots.files.wordpress.com/2011/07/2012-event-outline-and-sailing-instructions-aug-29.pdf.

[SK08] B. Siciliano und O. Khatib, Hrsg. *Springer Handbook of Robotics*. Springer, 2008.

Virtuelle Smart Meter Infrastruktur nach BSI TR-03109

Oliver Punk[1], Tobias Sauer[2], Bernd Schulz[2], Uwe Heuert[1]

[1]Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Hochschule Merseburg (FH)
Geusaer Straße 88
06217 Merseburg
oliver.punk@hs-merseburg.de
uwe.heuert@hs-merseburg.de

[2]Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH
Magdeburger Straße 36
06112 Halle
tobias.sauer@enviam.de
bernd.schulz@enviam.de

Abstract: Im Rahmen des Energiekonzepts zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Energienetze wird der Gesetzgeber stufenweise für eine intelligente Anbindung von Verbrauchern und Erzeugern an das Energienetz sorgen. Für die Umsetzung werden sogenannte Smart Meter Systeme erforderlich. Die teilweise noch in Arbeit befindlichen Richtlinien des BSI spezifizieren die Funktionalität der Geräte sowie Maßnahmen zur Interoperabilität und zur Einhaltung von Datensicherheit und Datenschutz. Im Projekt Virtuelle Smart Meter Infrastruktur werden die Spezifikationen in Software abgebildet. Damit steht ein vollständig spezifiziertes Model der Smart Meter Infrastruktur zur Verfügung, welches modular mit realen Komponenten erweitert werden kann. Dabei ist insbesondere die Möglichkeit hervorzuheben, gezielte Fehler in das System einzubringen, um reale Komponenten bezüglich ihrer Konformität und Robustheit zu testen. Die Tests von am Markt befindlichen Geräten und Komponenten erfolgen autark und automatisiert, so dass eine Validierung von zukünftigen Smart Meter Gateways unter Laborbedingungen erfolgen kann. Darüber hinaus bildet dieses Referenzlabor die Grundlage für Aus und Weiterbildung. Die Arbeit wird in enger Kooperation mit der Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH vorangebracht.

1 Einleitung und Motivation

Nach dem Beschluss des Energiekonzeptes [fU10] der Bundesregierung vom September 2010 und der damit einhergehenden energiepolitischen Ausrichtung Deutschlands bis 2050 werden Maßnahmen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien bzw. der Energienetze beschrieben. Die damit einhergehende zunehmend dezentralere Einspeisung von Erneuerbaren Energien zu stochastischen Zeiten bedeutet eine immer größer werdende Belastung der vorhandenen energietechnischen Infrastruktur. Zur Kompensation dieser wird in

Zukunft der Ausbau sogenannter intelligenter Stromnetze bzw. Smart-Grids vorangetrieben. Diese bedingen eine Einführung von intelligenten Messsystemen beim Verbraucher bzw. lokalen Energieerzeuger. Die zwischen den Messsystemen bzw. den Marktteilnehmern ausgetauschten, personenbezogenen Daten stellen erhöhte Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit. Die möglichen Bedrohungen bzw. Mindestanforderungen für ein solches Smart Meter werden in dem Schutzprofil [fSidI12a] des BSI, welches in enger Abstimmung mit dem Bundesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (BfDI), der Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) und der Bundesnetzagentur (BNetzA) erarbeitet wurde, festgelegt.

1.1 Technische Richtlinien

Die Umsetzung der festgelegten Sicherheitsanforderungen werden in der Technischen Richtlinie BSI TR-03109 zusammengefasst. Nachfolgende Übersicht stellt die Struktur der Technische Richtlinie 03109 dar.

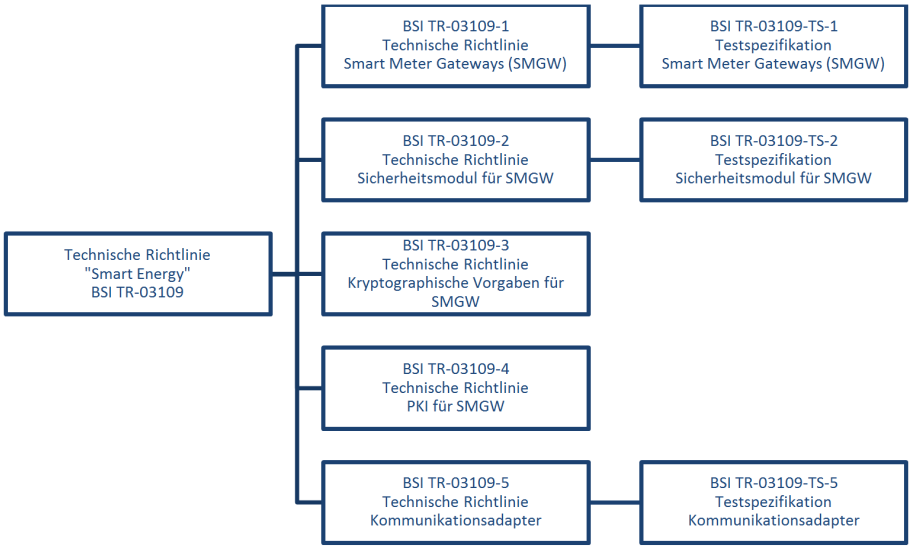


Abbildung 1: Struktur der TR-03109

SMGW Das Smart Meter Gateway stellt die zentrale Baugruppe innerhalb der Smart Meter Infrastruktur dar. Im SMGW laufen verschiedene Netzdomänen zusammen, welche unterschiedliche physikalische bzw. kommunikationstechnische Spezifikationen besitzen. Im Kapitel 1.2 wird darauf näher eigegangen.

SM für SMGW Das Sicherheitsmodul für Smart Meter Gateways ermöglicht es, die Ver-

trauenswürdigkeit und die Integrität von Daten und den damit verbundenen Informationen sicherzustellen. Im SM werden die kryptographischen Methoden, so zum Beispiel sie Signierung bzw. Entschlüsselung von XML[1]-basierten Datensätzen oder die Schlüsselaushandlung des TLS[2] pre-master secrets gemäß Diffie-Hellman vollzogen. Das SM wird mit einem in der TR-03109 Anhang B [fSidI12b] beschriebenen Interface ausgestattet, um die Interoperabilität gewährleisten zu können.

Kryptographische Vorgaben Die Technische Richtlinie zu den kryptographischen Vorgaben [fSidI12c] des SM referenziert auf die Technische Richtlinie Kryptographische Vorgaben für die Infrastruktur von Messsystemen [fSidI] und beinhaltet die zu verwendenden kryptographischen Verfahren. Die Kommunikationsprozesse auf TLS werden hier im Detail beschrieben.

PKI[3] In der Technischen Richtlinie 03109-4 [fSidI12d] wird die Smart Metering PKI bzw. deren Umsetzung mittels digitaler Zertifikate beschrieben. Die Mindestanforderung der Interoperabilität an die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation wird spezifiziert.

1.2 Übersicht der Infrastruktur

In Abbildung 2 ist die Smart Meter Infrastruktur symbolisch dargestellt. Nachfolgend soll

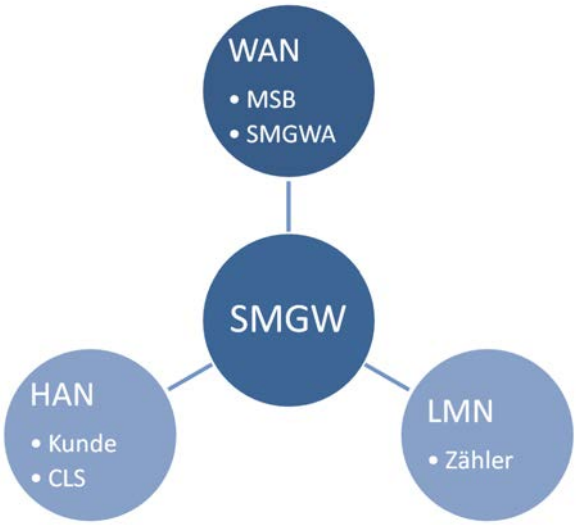


Abbildung 2: Übersicht der Smart Meter Infrastruktur

[1] Extensible Markup Language
[2] Transport Layer Security

eine kurze Übersicht über die entsprechenden Funktionen bzw. Entitäten der dargestellten Domänen gegeben werden.

LMN Das Logical Metrological Network beinhaltet alle Stoff- und Energiemengenzähler. Dabei werden Daten, wie zum Beispiel Angaben über Energiemengen oder andere lokale Netzparameter (Spannung, Phasenwinkel), über sichere Kanäle zum SMGW übertragen. Unsichere bzw. nicht kryptographisch gesicherte Kommunikationskanäle sind dabei nur für sogenannte One-Box-Solutions[4] erlaubt. Die TR schreibt hier zwingend die Verwendung von TLS vor.

WAN Das Wide Area Network stellt das Weitverkehrsnetz zur Kommunikation mit externen Marktteilnehmern und dem SMGWA[5] dar. Der SMGWA ist die einzige Autorität, die eine direkte Verbindung zum SMGW initiieren darf. Alle Verbindungen vom SMGW zum WAN müssen TLS gesichert sein. Dabei nimmt das SMGW die Rolle eines TLS Clients ein und darf alleinig die Verbindung zu externen Marktteilnehmern aufbauen.

HAN Das Home Area Network ist das lokale Kommunikationsnetz beim Endverbraucher. Im HAN existieren zwei Schnittstellentypen: Die CLS[6] Schnittstelle dient zum Aufbau von sicheren Kommunikationskanälen zu externen Teilnehmern, welche für das SMGW transparent sind, und die logische Schnittstelle für Anzeigeeinheiten. Über letztere werden dem Endverbraucher über einen kryptographisch gesicherten read-only Datenstrom benutzerspezifische Daten wie zeitlich fein aufgelöste Messwerte oder Tarifinformationen zur Verfügung gestellt.

2 Implementierung

Die in Kapitel 1.2 gezeigte Infrastruktur wurde als formales Model mithilfe von UML[7] angelegt [Oes06]. Als zugrundeliegende Plattform der eigentlichen Softwareimplementierung wurde das Microsoft .NET Framework genutzt. Dabei stellt eine MDI[8]-Anwendung den Container für die verschiedenen Entitäten dar, welche als dynamisch nachladbare Module implementiert wurden. Die Parametrisierung der einzelnen Komponenten erfolgt über klassenspezifische Dialoge, welche nicht global in der Haupt-Anwendung enthalten sind, sondern zur Laufzeit aus der entsprechenden Bibliothek instanziierte werden. Weiterhin ist die 'physikalische' Verbindung zwischen zwei Modulen ebenfalls als instanziierbares Objekt implementiert, so dass verschiedene Schnittstellen simuliert werden können. Die Implementierung der Schnittstellen zwischen den Modulen erfolgt unter Berücksichtigung der tatsächlichen physikalischen Layer. Als Beispiel sei hier die RS232 Schnittstelle genannt. Die Verbindung zweier Softwaremodule (z.B. Zähler und SMGW) erfolgt hier über zwei virtuelle COM Ports, die im gebrückten Modus verbunden sind. Somit werden bei

[4] Smart Meter Gateway und Zähler befinden sich in einem verplombten Gehäuse
[5] Smart Meter Gateway Administrator
[6] Controllable Local Systems
[7] Unified Modeling Language
[8] Multiple Document Interface: Form der Darstellung eines Benutzerinterfaces

der Implementierung Bibliotheken bzw. Techniken verwendet, die ein einfaches Austauschen des virtuellen Zählers gegen einen realen Zähler ermöglichen, da softwareseitig nur die Adresse der COM Schnittstelle getauscht werden muss. Die gesamte Infrastruktur der

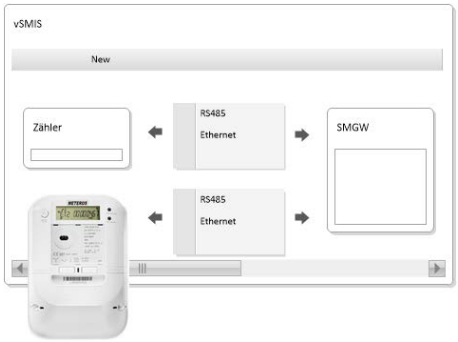


Abbildung 3: Anbindung physikalischer Hardware

Software bzw. der Konfiguration liegt weiterhin als XML Datensatz vor, so dass dieser einfach zwischen verschiedenen Szenarien editiert bzw. erweitert werden kann. Auch bietet sich hier die Möglichkeit zum Entwurf verschiedener Testfälle, in denen virtuelle Komponenten mit definierten funktionalen Fehlern gegen reale Komponenten getestet werden. Mit dieser Technologie lassen sich DUT[9]-Fälle abbilden und am Markt befindliche Komponenten validieren. Ebenso ist damit die Möglichkeit gegeben, Arbeitsabläufe im Sinne des Maintenance von Smart Meter Systemen abzubilden bzw. zu optimieren.

3 Zusammenfassung

Das Virtualisieren der Smart Meter Infrastruktur inklusive der damit einhergehenden PKI in Software bietet eine Möglichkeit, die Komplexität des Gesamtsystems durch granulare Modularisierung und die Verwendung von etablierten Bibliotheken abzubilden und zu durchdringen. Weiterhin kann durch das Implementieren der realen physikalischen Schnittstellen ein modularer Austausch virtueller Komponenten gegen zukünftig am Markt vorhandene Geräte realisiert werden. Durch die gewonnene Flexibilität kann auf kurzfristige Änderung der noch nicht vollständig ausspezifizierten Technischen Richtlinien entsprechend reagiert werden.

[9] Device Under Test

4 Ausblick

Durch die Implementierung einer virtuellen Smart Meter Infrastruktur nach den Technischen Richtlinien des BSI steht ein vollständig spezifiziertes Model der Smart Meter Infrastruktur zur Verfügung, welches modular mit realen Komponenten erweitert werden kann. Dabei ist insbesondere die Möglichkeit hervorzuheben, gezielte Fehler in das System einzubringen, um entsprechende reale Komponenten bezüglich ihrer Konformität bzw. Robustheit zu testen. Die Tests von am Markt befindlichen Geräten erfolgen autark und automatisiert, so dass eine Validierung von zukünftigen SMGWs unter Laborbedingungen erfolgen kann, welche in einer realen Infrastruktur nur sehr schwer bis unmöglich ist und das Risiko des Rollouts eines nicht-vollständig verifizierten Gerätes minimiert.

Literatur

[fSidI] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Technische Richtlinie TR-03116-3 , Kryptographische Vorgaben für die Infrastruktur von Messsystemen.

[fSidI12a] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Schutzprofil für die Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems für Stoff- und Energiemengen, 2012.

[fSidI12b] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Technische Richtlinie TR-03109 - Anhang B: Anforderungen an die Interoperabilität des Sicherheitsmodules, 11 2012.

[fSidI12c] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Technische Richtlinie TR-03109-3 , Kryptographische Vorgaben, 05 2012.

[fSidI12d] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik. Technische Richtlinie TR-03109-4 , Smart Metering PKI - Public Key Infrastruktur für Smart Meter Gateways, 10 2012.

[fU10] Bundesministerium für Umweltschutz. Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 2010.

[Oes06] B. Oestereich. *Analyse und Design mit UML 2.1: objektorientierte Softwareentwicklung ; [inkl. Poster mit UML-Notationsübersicht & OEP-Vorgehensübersicht]*. Oldenbourg, 2006.

Bedarfsgerechte Dosierung von chemischen Abwasserbehandlungsmitteln zur optimalen Reduzierung von Geruch und Korrosion in Abwasserleitungen

Enrico Kerwel, Ute Urban, Andrea Heilmann

Hochschule Harz, Friedrichstraße 57-59, 38855 Wernigerode
ekerwel@hs-harz.de, uurban@hs-harz.de, aheilmann@hs-harz.de

Abstract: Die bedarfsgerechte Dosierung von Abwasserbehandlungsmitteln wird immer wichtiger. Momentan stellen die Hersteller nur Dosieranweisungen für ihr jeweiliges Produkt zur Verfügung. Dabei wird zumeist die Dosierung proportional zum Durchfluss gesteuert. Andere entscheidendere Einflussparameter werden hierbei nicht oder nur unzureichend berücksichtigt. Ziel der aktuellen Forschungsarbeiten an der Hochschule Harz ist es, eine optimale Dosierstrategie zu entwickeln und diese mit verschiedenen Abwasserbehandlungsmitteln zu erproben.1 Kapitelüberschrift

1 Einleitung

Innerhalb eines Kanalsystems baut sich eine von Mikroorganismen und Pilzen gebildete „Sielhaut“ auf, die bis zu mehreren Zentimeter dick sein kann. In dieser Sielhaut laufen verschiedene biologische Prozesse ab, wobei anwesende Schwefelbakterien (Desulfovibrio) in der anaeroben Schicht die schwefelorganischen Verbindungen zu Sulfid reduzieren. Die Sulfide diffundieren aus der anaeroben in die aerobe Schicht und werden bei Anwesenheit von Sauerstoff bzw. sauerstoffhaltigen Verbindungen zu Sulfat oxidiert. Ist nur noch eine ungenügende Menge an Sauerstoff vorhanden, kann der Prozess nicht mehr ablaufen, so dass die Sulfide in das Abwasser gelangen. Bei Sauerstoffkonzentrationen kleiner als 0,1 mg/L und dem Fehlen weiterer Oxidationsmittel (z.B. Nitrate oder Sulfate) geht dann auch das Abwasser in den anaeroben Zustand über. Dies kann insbesondere in langen Kanälen und Druckrohrleitungen in kürzester Zeit auftreten.

Die Entstehung von Schwefelwasserstoff bei der Abwasserbehandlung, bzw.-förderung, stellt zunehmend ein Problem dar. Zum einen tritt eine starke biogene Schwefelsäurekorrosion an Rohrleitungen, Schächten und Sonderbauwerken auf. Da Biogase und Abwasserkanäle immer feucht sind, kondensiert dieser Dampf an kalten Stellen im Abwasserkanal. Der in diesem Kondenswasser gelöste Schwefelwasserstoff wird mit Hilfe von Mikroorganismen und Luftsauerstoff zu Schwefelsäure oxidiert und bildet somit eine extrem saure und damit korrosive Lösung, die metallische Bauteile und Beton zerstört.

Zum anderen wird das Abwasser zuflussbedingt mit anderem Abwasser vermischt. Dieses ist besonders für das in Abwasseranlagen arbeitende Personal gefährlich. Das Personal kann schnell durch lebensgefährliche hohe Gaskonzentrationen gefährdet werden, da das H_2S spontan aus dem anaeroben Abwasser austreten kann.

2 Ausgangssituation - Bekannte Maßnahmen zur Verminderung der Geruchsemissionen

Nach einer Datenerhebung aus der ATV-DVWK-Umfrage über den Zustand der Kanalisation [BF09] sind 17 Prozent der öffentlichen Kanalisation in Deutschland kurz- bzw. mittelfristig sanierungsbedürftig. Weitere 18 Prozent weisen geringfügige Schäden auf und müssen langfristig saniert werden. Eine Ursache hierfür sind die Oberflächenschäden inklusive Korrosion und Verschleiß, welche 11 Prozent der Gesamtschadensverteilung einnehmen.

Rückläufige Abwassermengen, oft bedingt durch demographischen Wandel und Wassersparen führen zu längeren Verweilzeiten in Abwasserbauwerken, wodurch es vermehrt zur Ausbildung anoxischer und anaerober Zustände kommt. Bei einer Befragung der Abwasserzweckverbände von Sachsen-Anhalt gaben 87 Prozent der teilnehmenden Verbände an, Probleme mit Geruch und Korrosion zu haben [Sa09].

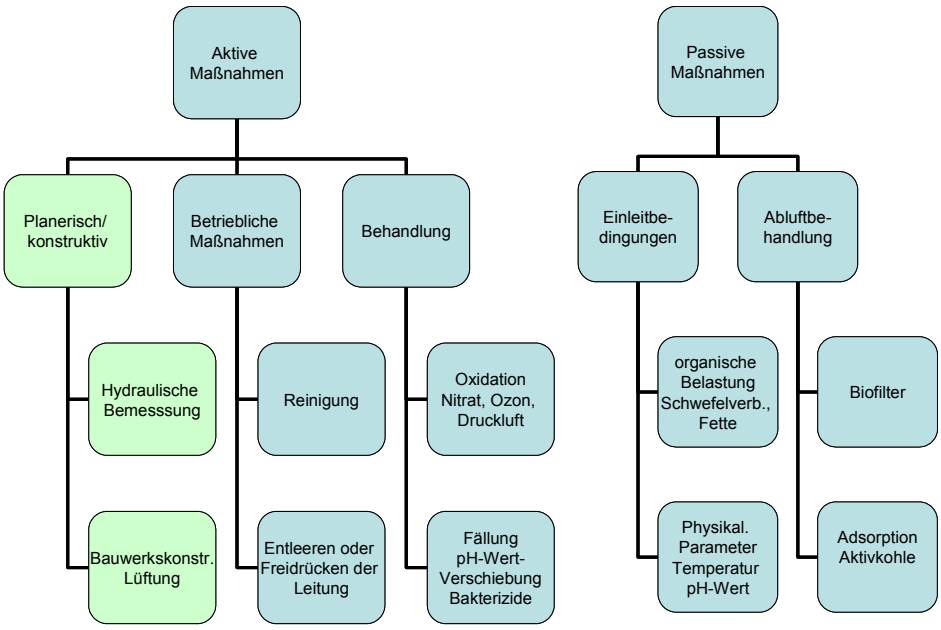


Abbildung 1: Maßnahmen der Abwasserbehandlung [Ur11]

Aus diesem Grund werden zur Vermeidung von Geruch und Korrosion dem Abwasser chemische Behandlungsmittel zugesetzt (Abbildung 1). Problematisch ist hierbei, dass sich die Dosiermenge der Behandlungsmittel nicht von einem auf den anderen Einsatzfall ohne Weiteres übertragen lassen. Die H_2S-Freisetzung ist dabei abhängig von mehreren Faktoren, die letztendlich zu einem typischen Tages- und Jahresgang führen und durch viele weitere Bedingungen im Kanalsystem und des Abwassers bestimmt werden. z.B.

- Veränderung im Zulauf von Indirekteinleitern und damit Abwasserbelastung
- Änderung der Fließgeschwindigkeiten (Einfluss auf Sielhautdicke)
- Verweilzeit in der Abwasserleitung
- Alterungszustand und H_2S-Vorbelastung des Abwassers am Eingang
- Witterungsverhältnisse und Jahreszeit
- Temperatur des Abwassers

Die in großem Umfang eingesetzten Nitrate zur Verminderung von H_2S-Emissionen können bei einer Überdosierung sogar eine zusätzliche Stickstofffracht für die Kläranlagen bedeuten.

Andere oxidierende Substanzen sind sehr kostenintensiv. Somit besteht Bedarf an einem intelligenten Dosiersystem für Abwasserchemikalien, welches punktgenau und bedarfsgerecht die Behandlung des Abwassers ausführt.

3 Versuchsanlage und Dosiersystem

Auf der Grundlage der Sulfidbildungsmodelle und der durchgeführten Untersuchungen zur Sulfidbildung wurde ein Dosiersystem entwickelt.

Das Dosiersystem kommt an der Technikumsanlage auf dem Gelände der Zentralkläranlage in Silstedt bei Wernigerode zum Einsatz. Die Versuchsanlage ist eine 21,5 m lange DN100 Druckrohrleitung. Zur Förderung von echtem kommunalen Abwasser aus einem überlaufenden Vorratsbehälter kommt eine Pumpe zum Einsatz, welche auf eine Förderleistung von 40L/h eingestellt ist. Dies entspricht einer Verweilzeit des Abwassers in der Versuchsanlage von ca. 5 Stunden.

Das entwickelte Dosiersystem besteht aus 4 Komponenten, welche in der Abbildung 2 dargestellt sind. Der H_2S-Analysator der Fa. ECH GmbH misst in einem bestimmten Zeitintervall (<30 Minuten) die Ein- bzw. Ausgangsbelastung an Schwefelwasserstoff des Abwassers in der Druckrohrleitung und schreibt diese zusammen mit einem Zeitstempel in die SQLite Datenbank. Zur Berechnung einer Dosiermenge werden zusätzliche Parameter gemessen.

Derzeit sind dies der pH-Wert, Redox-Potenzial, Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Temperatur. Die Messdaten werden durch den Messumformer sc1000 der Fa. Hach Lange GmbH aufgezeichnet und in der Datenbank gespeichert. Die Software liest in einem festen Zeitintervall die vom H_2S-Analysator und sc1000 geschriebenen Messwerte aus der Datenbank aus und errechnet die entsprechende Dosiermenge an Abwasserbehandlungsmittel, welches zum Abwasser hinzugefügt werden soll und schreibt diese zurück in die Datenbank. Der H_2S-Analysator liest den geschriebenen Wert ein und steuert die Dosierpumpe für das Abwasserbehandlungsmittel entsprechend an (Abbildung 2).

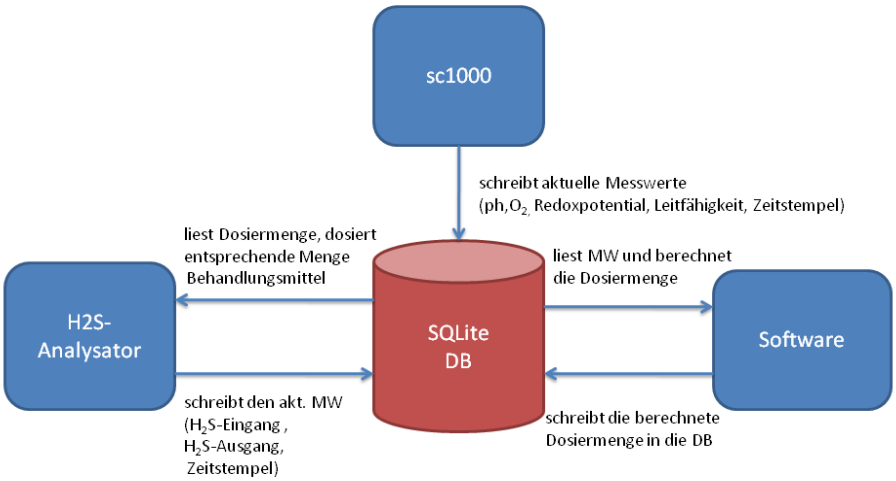


Abbildung 2: Kommunikation der Komponenten

Grundlage für die Berechnung der Dosiermenge des Abwasserbehandlungsmittels ist der, aufbauend auf die bekannten Sulfidmodelle [Hv02], entwickelte Berechnungsansatz, s. Formel 1 [Ur11]. Damit kann das Bildungspotenzial an Schwefelwasserstoff in einer Rohrleitung mit einer bestimmten Länge und einem bestimmten Durchmesser berechnet werden. Weitere relevante Parameter sind der aktuelle Sauerstoffgehalt, die Temperatur, die Trockensubstanz und der chemische Sauerstoffbedarf des Abwassers.

$$H_2S(t) \;=\; a * \frac{4}{d}\, TS * CSB^{0,5} * \frac{K_N}{K_N + S_{NO_3}} * \frac{K_o}{K_o + O_2} * 1{,}03^{(T-20)} * t$$

Formel 1: Berechnungsansatz nach [Ur11]

Addiert man die vom H_2S-Analysator gemessene Eingangsbelastung dazu, wird mit Hilfe der Formel 2 die höchste mögliche H_2S-Belastung errechnet. Daraus wird, unter Zuhilfenahme einer stöchiometrischen Umrechnung, die aktuell notwendige Dosiermenge des Abwasserbehandlungsmittels berechnet.

$$H_2S(t) = H_2S_0 + a * \frac{4}{d} TS * CSB^{0,5} * \frac{K_N}{K_N + S_{NO_3}} * \frac{K_o}{K_o + O_2} * 1{,}03^{(T-20)} * t$$

Formel 2: Schwefelwasserstoffbelastung zum Zeitpunkt t

- H_2S_0 Schwefelwasserstoff - Grundbelastung
- O_2 Sauerstoffgehalt im Abwasser
- T Temperatur des Abwassers
- t Verweilzeit in der Druckrohrleitung in h
- K_o Halbwertkoeffizient Sauerstoff in mg/L
- K_N Halbwertkoeffizient Nitrat im mg/L
- S_{NO_3} Nitrat-Stickstoffkonzentration
- TS Trockensubstanz
- CSB chemischer Sauerstoffbedarf in mg/L
- d Durchmesser der Druckrohrleitung in m
- a Faktor für Sulfidbildung = 153,1 $(mg/L)^{0,5}$*m

4 Ergebnisse der gesteuerten Eisendosierung

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse der gesteuerten Dosierung dargestellt. Der durchschnittliche Eingangswert während des Versuchszeitraumes betrug 7,2 mg/L. Wie die Ergebnisse in Abbildung 3 des ersten Versuches mit einem Fällmittel (Fe^{2+}) zeigen, wird eine Reduzierung des Ausgangswerts auf 2,3 mg/L erreicht. Mit der Dosierung wird die Sulfidbildung und das vorhandene Sulfid überwiegend gefällt, so dass es als schwarzer Niederschlag im Abwasser vorliegt und nicht mehr emittiert.

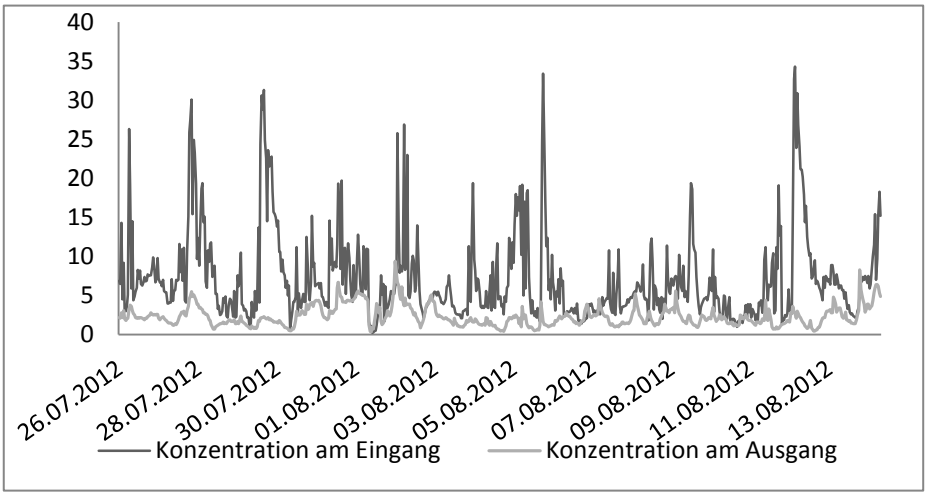


Abbildung 3: Ergebnisse der Eisendosierung

Bei einer konstanten Dosierung, wie Sie bis jetzt auf Kläranlagen eingesetzt wird, werden laut Tabelle 1 mit einem Sicherheitspuffer von 25 Prozent 6,7 – 7,8 ml/h an Abwasserbehandlungsmittel dosiert. Die durchschnittliche Dosiermenge während des Versuchs betrug 5,5 mg/L, was eine Ersparnis an Abwasserbehandlungsmitteln von 17,8 – 29,4 Prozent darstellt.

Beispiel Verweilzeit 5 h Sulfidkonzentration[mg/L] am Eingang	1	3	7	9
Berechnete Fe^{2+} Dosierung [mg/h]	230 - 360	372 - 500	650-780	790 - 920
Dosiermittel in [ml/h]	2,0 - 3,1	3,1 - 4,2	5,5 - 6,6	6,7 - 7,8

Tabelle 1: Übersicht Sulfidkonzentration

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die ersten Versuche in der Technikumsanlage Silstedt mit dem angewendeten Modell führten zu einer Einsparung des Abwasserbehandlungsmittels und somit zu einer Kostenreduzierung. Mit Hilfe dieses Dosiersystems kann auf Schwankungen der H_2S-Belastung des Abwassers bedarfsgerecht und spontan reagiert werden. Weitere Versuche in der Versuchsanlage werden mit dem Ziel stattfinden, weitere Behandlungsmittel zu prüfen und eine optimale Dosierstrategie zu finden. Zudem sollen die zu messenden Eingangsgrößen für die Ansteuerung des Reglers auf ein Mindestmaß reduziert werden, um eine kostengünstige Lösung anbieten zu können.

Literaturverzeichnis

[BF09] Berger, Ch.; Falk, Ch.: Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der DWA-Umfrage 2009. DWA, Hennef, 2009.

[Hv02] Hvitved-Jacobsen, Th.: Sewer Processes – Microbial and Chemical Process Engineering of Sewer Networks, CRC Press, Boca Raton, 2002.

[Sa09] Sauerzweig, S.: Untersuchung der Maßnahmen zur Minderung von Geruch und Korrosion in Abwassersystemen im Land Sachsen-Anhalt zur Ableitung von spezifischen Kennzahlen. Bachelorarbeit HS Harz, Wernigerode, 2009.

[Ur11] Urban, U.: Verhinderung der Sulfidbildung in Abwasserleitungen bei linearer Belüftung. Shaker-Verlag, Aachen, 2011.

Evaluation der Belastungen auf das Mittelgesicht während des Kauens

Constanze Hessler Daniela Gottschling Wolf-Dietrich Knoll

Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Hochschule Merseburg
Geusaer Straße 88
06217 Merseburg
constanze.hessler@hs-merseburg.de
daniela.gottschling@hs-merseburg.de
wolf-dietrich.knoll@hs-merseburg.de

Abstract: Mittelgesichtsfrakturen haben in den letzten Jahren einen starken Anstieg nicht zuletzt durch die Zunahme der Verkehrsdichte und der damit verbundenen Unfallzahlen erfahren. Aufgrund moderner Sicherheitssysteme und Fortschritten in der Intensivmedizin überleben mehr Patienten, die einer Wiederherstellung der Gesichtskonturen bedürfen. Das derzeit übliche Verfahren der Osteosynthese im Mittelgesicht erfordert meist die Verwendung eines Mini– bzw. Mikroplattenimplantates aus Titan. Gerade großflächige Defekte, wie sie bei der Destruktion der Wände der Augenhöhle, der Kiefer– oder Nasenhöhle entstehen, können mit den herkömmlichen Osteosyntheseverfahren oftmals nur unzureichend behandelt werden. Darüber hinaus kommt es im Weichgewebe gehäuft zur Bildung von Kapselgewebe, das eine ästhetische Rehabilitation beeinträchtigt. Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens sollen neue Implantatplatten entwickelt werden, um einen bedeutenden Fortschritt bei der Behandlung von Mittelgesichtsfrakturen zu erreichen und einen Beitrag zur Kostensenkung im Gesundheitswesen zu liefern.
Die hier vorgestellte Arbeit befasst sich mit der Entwicklung eines anatomisch geeigneten Finite–Elemente–Modells, das Ansätze zur Beachtung der muskuloskeletalen Situation enthält. Die Arbeit befindet sich im Anfangsstadium und stellt die Grundlage für eine komplexe numerische Materialmodellierung, die u.a. die Osteoregeneration enthält, dar.

1 Motivation

Die Entwicklung eines geeigneten Finite-Elemente-Modells ist die Grundlage für weiterführende Berechnungen im vom BMBF geförderten Forschungsvorhaben „Beanspruchungs- und Biokompatibilitätsuntersuchungen an Kunststoffen zum Einsatz in Osteosynthesesystemen für die Rekonstruktion des Mittelgesichtes“.
Mittelgesichtsfrakturen haben in den letzten Jahren durch u.a. die Zunahme der Verkehrsdichte und der damit verbundenen Unfallzahlen einen starken Anstieg erfahren. Durch Fortschritte in der Intensivmedizin überleben mehr Betroffene als früher, die einer Wiederherstellung der Gesichtskonturen bedürfen. Ist das Mittelgesicht von einem Trauma

betroffen, kommt es je nach Richtung und Stärke der Krafteinwirkung zu unterschiedlichen Frakturen der Knochen.
Sowohl eine exakte Reposition als auch eine Stabilisierung durch geeignete Osteosyntheseverfahren sind essentiell für die Knochenheilung, die die Voraussetzung für die Wiedererlangung der vollen funktionellen Belastbarkeit darstellt. Das derzeit übliche Verfahren der Osteosynthese im Mittelgesicht erfordert meist die Anwendung eines Mini– bzw. Mikroplattenimplantates aus Titan. Gerade großflächige Defekte, wie sie bei der Destruktion der Augenhöhle, der Kiefer- oder Nasenhöhle enstehen, können mit den herkömmlichen Osteosyntheseverfahren oftmals nur unzureichend versorgt werden. Zusätzlich kommt es im Weichgewebe gehäuft zu einer Bildung von Kaspelgewebe. Die ästhetische Rehabilitation ist von entscheidender Bedeutung, um eine dauerhafte Stigmatisierung der Patienten zu vermeiden.

2 Hintergrund

Das Vorhaben ist darauf ausgerichtet, neue Implantatplatten zu entwickeln. Dazu sind schichtstrukturierte Kunststoff-Implantatsysteme für die Wiederherstellung des Mittelgesichtes zur Osteosynthese für den Langzeiteinsatz zu entwickeln. Es soll ein Last tragender Implantatkern in Abhängigkeit von dem in Kontakt stehenden Gewebe (Knochen oder Weichgewebe) unterschiedlich beschichtet werden. Grundlage dafür ist die Entwicklung eines anatomisch korrekten Finite-Elemente-Modells, das neben der Beschreibung des Implantatverhaltens auch Ansätze zur muskuloskeletalen Situation und der Osteoregeneration enthält.

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines anatomisch geeigneten FE-Modells[1] sowie die Erfassung der auftretenden Beanspruchungen des unfrakturierten Mittelgesichtsknochens.

3 Material und Methoden

Als Basis für die Entwicklung eines anatomisch geeigneten FE-Modells dienten anonymisierte CT-Datensätze[2]. Eine Aufgabe war zu Beginn, aus den in der Medizin typischen *dicom*-Datensätzen ein Geometriemodell so zu entwickeln, dass dieses in ein Volumenmodell überführt werden kann. Das Volumenmodell wurde anschließend in ein numerisches Simulationsprogramm implementiert.
Mit der Aufgabe von entsprechenden Materialkennwerten und Randbedingungen konnte anschließend eine Simulation der Beanspruchung des Mittelgesichtes während des Kauvorganges simuliert werden. Als Randbedingungen dienten u.a. Muskelkräfte.

[1] FE = Finite-Elemente
[2] CT = Computer-Tomographie

3.1 Entwicklung eines Geometrie-Modells

Das Mittelgesichtsmodell umfasst den Bereich vom Oberkiefer bis zur Augenhöhle. Als Nasennebenhöhlen konnten aufgrund der unzureichenden Qualität der CT-Datensätze nur die paarig angelegten Kieferhöhlen präpariert werden. Die Kieferhöhlen stellen die größten Nasennebenhöhlen des Menschen dar.
Die Entwicklung des Geometrie-Modells fand auf der Basis von anonymisierten CT–Datensätzen statt. Die Schnitte der verwendeten Schädel-CT-Daten hatten eine unterschiedliche Schichtdicke (1 mm – 3mm). Mit der Software *AMIRA* fand die Selektion von Grauwerten statt, die den Knochen entsprachen. Dort ließen sich über die Einstellung eines Schwellwertes die Grauwerte der Knochenstruktur großflächig markieren. Später war eine manuelle „Nach-Markierung“ möglich. Es konnten so noch nicht selektierte Strukturen geschlossen werden. Das Glätten der so entstandenen Flächen fand über mehrere Iterationen statt. Zum Abschluss wurde dieses Geometrie-Modell im STL-Format[3] abgespeichert.

3.2 Vom Geometrie-Modell zum Volumenmodell

Es erfolgte die Generierung eines Volumenmodells aus dem erstellten Oberflächenmodell mit Hilfe des CAD-Programms *CATIA V5*. Mit der Funktion „Bereinigung des Netzen“ konnten „Isolierte Dreiecke“ entfernt werden, da das vorliegende Oberflächenmodell Fehler aufwies. Über verschiedene Werkzeuge der Flächenerstellung konnte dann ein Volumenmodell generiert werden. Das schloss die paarig angelegten Kieferhöhlen mit ein. Eine Erarbeitung der Kieferhöhlen erfolgte über diverse Zwischenschritte. Anschließend wurden sie mit der Hilfe von boolschen Operationen vom zuvor geschlossenen Modell entfernt.

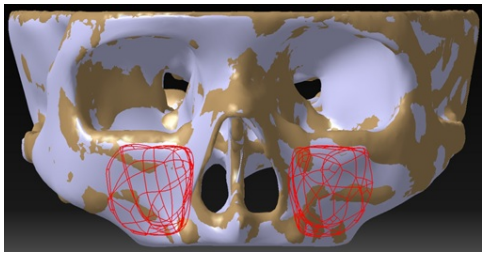


Abbildung 1: **Volumenmodell mit markierten Kieferhöhlen**

[3] STL = SurfaceTesselationLanguage

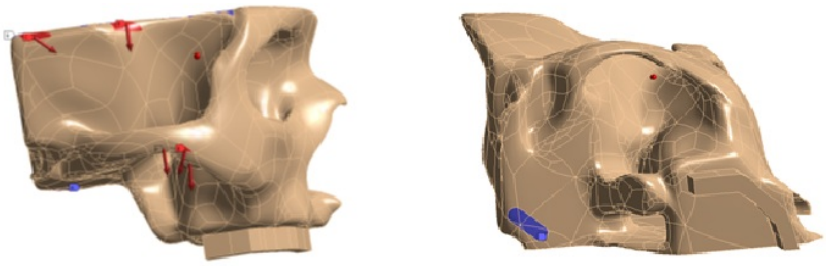
3.3 Numerische Berechnung

Das Volumenmodell ließ sich als externe Geometrie in die *ANSYS Workbench 14.0* laden. Hier wurden nun Materialkennwerte [Are89] und Randbedingungen aufgegeben, mit denen die numerische Simulation erfolgte. Zusätzlich fand die Modellierung einer Zahnleiste statt.

E-Modul: $8700\ N \cdot mm^{-2}$

Querkontraktionszahl: 0,3

Die Materialkennwerte beziehen sich auf ein isotropes Materialverhalten [W.W96] des Knochens. Weiterhin wurde angenommen, dass die Knochenstruktur des Mittelgesichtes nur aus der sogenannten Kompakta besteht. Unter der Voraussetzung, dass eine Verschiebung des Schädels in alle drei Raumrichtungen während des Kauvorganges nicht möglich ist, erfolgten die Lagerungen auf den oberen Kopfgelenken und cranial [4] reibungsfrei . Die Muskeln M. masseter und M. temporalis spezifizierten die mechanischen Belastungen. Die Muskelkräfte wurden durch das Programm *AnyBody* (siehe 3.3.1) berechnet.



(a) Kräfte aus *AnyBody* (b) Lagerung am Kopfgelenk

Abbildung 2: **Randbedingungen des Volumenmodells** (im Vollschnitt)

3.3.1 Bestimmung der Muskelkräfte

Das Programm *AnyBody* erlaubt dem Nutzer, muskuloskeletale Situationen nachzubilden und zu berechnen (siehe Abbildung 3). Der vorherrschende Vorgang in dieser Arbeit ist das Kauen.

Neben der Möglichkeit der Verwendung eigener Geometriedaten verfügt *AnyBody* über das sogenannte „Model Repository“. Sie hat die Funktion ähnlich einer Bibliothek, in der verschiedene anatomische Strukturen wie diverse Knochen und Muskeln hinterlegt sind. Über eine programmeigene Sprache, dem „AnyScript“, lassen sich alle vorgegebenen Parameter wie z.B. die Muskelfaserlänge, an das gewünschte Modell anpassen.

[4] cranial = schädeldeckenwärts

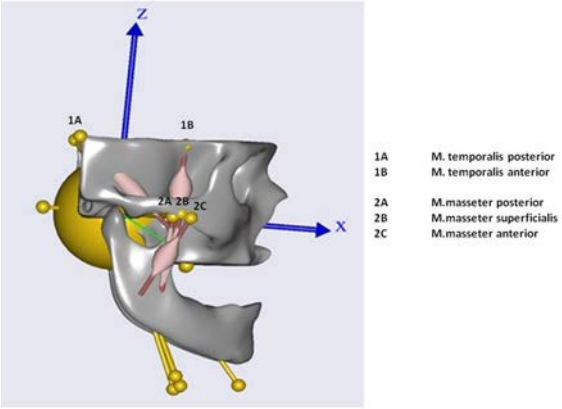


Abbildung 3: **Darstellung der Muskeln**

Als relevante Muskeln werden der M. temporalis und der M. masseter angesehen. Diese spalten sich jeweils in einen anterioren[5] und posterioren[6] Anteil auf. Der M. masseter verfügt zusätzlich über einen superficialen[7] Anteil (siehe Abbildung 3). Die entsprechenden Muskelansatzpunkte der Kaumuskulatur befinden sich am Unterkiefer. Für die Berechnung der oben genannten Muskeln wurde eine Kaukraft von 500 N nach [St.95] angenommen. Die Ergebnisse wurden anschließend in eine EXCEL-Datei umgewandelt. Somit konnten die Kräfte als vektorielle Größen in der *ANSYS Workbench 14.0* verwendet werden.

4 Ergebnisse

Es treten Spannungsspitzen an den Muskelansatzpunkten bzw. den korrespondierenden Ansatzflächen auf. Im Bereich des Jochbogens beträgt die maximale Spannung
38 $N \cdot mm^{-2}$ (siehe Abbildung 4). Die Knochenstrukturen an diesen Stellen sind dünn ausgeprägt, was diese Erscheinung des relativ großen Spannungswertes begründet. Eine geringe Spannungsverteilung ist am Scheitelbein des Schädels zu beobachten. Die Ursache liegt an der geringen Zugkraft des M. temporalis. Die maximale Zugkraft im vorderen Anteil des Muskels beträgt 115 N und im hinteren Anteil maximal 50 N. Dagegen zieht der oberflächige Teil des M. masseter mit einer maximalen Kraft von 471 N.
Die zulässige Spannung des Knochens hat einen Wert von 90 $N \cdot mm^{-2}$. Dieser wird nicht überschritten.

[5] anterior = vorn
[6] posterior = hinten
[7] superficial = oberflächig

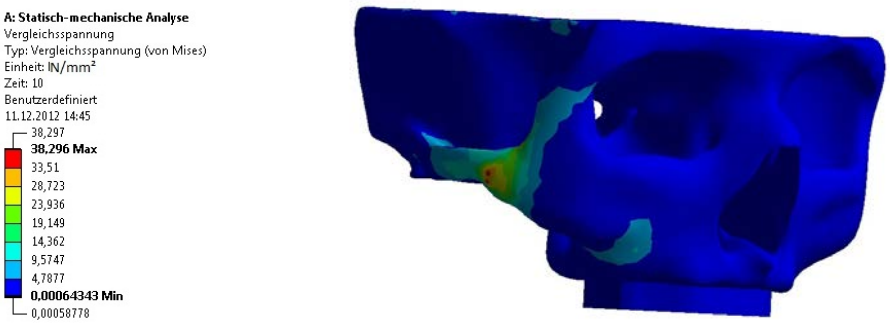


Abbildung 4: **Spannungsverteilung beim Kauvorgang**

5 Ausblick

Mit diesen Erkenntnissen bezüglich der Spannungen während des Kauvorganges werden in weiterführenden Arbeiten die Beanspruchung eines großflächig frakturierten Mittelgesichtes untersucht. Dabei soll die Osteoregeneration, das Knochenwachstum, mit in die numerische Berechnung mit einfließen. Es wird dabei angenommen, dass der mechanische Einfluss der Muskeln eine Wirkung insbesondere auf die Kalzifikation während des Knochenwachstums hat.

Literatur

[Are89] Sigolotto Arendts. Standardabmessung, Elastizitätskennwerte und Festigkeitsverhalten des Human-Unterkiefers, ein Beitrag zur Darstellung der Biomechanik des Unterkiefers. *Biomedizinische Technik*, 34:248–255, 1989.

[St.95] St.Braun. A study of bite force, part1: Relationship to various physical characteristics. *The Angle Orthodontist*, 65:367–372, 1995.

[W.W96] W.Winter. Knochenfestigkeit und hydrostatische Spannungen. *Biomedizinische Technik*, 41:209–212, 1996.

Herstellen von Funktionsflächen durch Kurzhubfinishen mit Steinwerkzeugen

Burghard Genz M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Harald Goldau

Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Industriedesign (IWID)
Institut für Maschinenbau (IfM)

Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg

burghard.genz@hs-magdeburg.de
harald.goldau@hs-magdeburg.de

Zusammenfassung: In diesem Bericht wird die Herstellung tribologisch optimierter Oberflächen mithilfe der Steinfinishkurzhubtechnologie aufgezeigt. Anhand von starren Bearbeitungssystemen, innovativen Bearbeitungsstrategien und neuartigen Werkzeugsystemen ist eine gezielte sowie steuerbare Herstellung von definierten Oberflächenstrukturen möglich. Mit der weiterentwickelten Finishtechnologie ist eine Renaissance der Endbearbeitung von Lagerflächen mit Steinwerkzeugen zu erwarten.

1 Einleitung

Belastbarkeit, Betriebssicherheit, Wirkungsgrad und Lebensdauer sind einige der bedeutendsten Anforderungen hochbeanspruchter Maschinenelemente. An ihnen werden Werkstückqualitäten gemessen, die sich im modernen Maschinenbau auf einem hohen Niveau befinden sowie einer ständigen Verbesserung ausgesetzt sind. Um stetig steigenden Qualitätsanforderungen gerecht zu werden, ist eine Weiterentwicklung innovativer Fertigungsprozesse notwendig. Die Herstellung von Funktionsflächen wie z.B. Dicht-, Gleit,- und Wälzflächen mithilfe der Finishverfahren lässt sich diesen Fertigungsprozessen zuordnen.

Das Kurzhubfinishen ist ein Verfahren der Feinstbearbeitung zur Schaffung von plateauartigen Oberflächen auf wellenförmigen Körpern. Die charakteristischen kinematischen Merkmale des Kurzhubfinishens zeichnen sich durch eine Überlagerung der rotierenden und oszillierenden Bewegung von Werkstück und Werkzeug aus. Der Flächenkontakt ist dabei prozesscharakterisierend und grenzt sich daher von anderen spanabhebenden Verfahren, wie dem Schleifen, ab. Durch die Überlagerung von Werkzeugoszillation und Werkstückrotation bewegt sich ein einzelnes im Eingriff befindliches Korn entlang einer

Sinuslinie. Alle im Eingriff befindlichen Schleifkörner erzeugen durch die Überlagerung der einzelnen Sinuslinien unter einem definierten Winkel die prozesstypischen Bearbeitungsspuren des Kreuzschliffes.

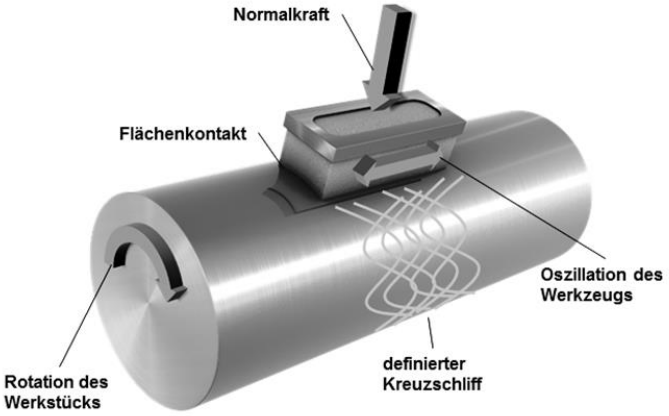


Abbildung 1: Kinematik des Kurzhubfinishens mit Steinwerkzeug

2 Funktionsflächen im Motorenbau

Die Lebensdauer von relativbewegten und hochbeanspruchten Bauteilen im Motorenbau wird in vielen Fällen durch den Verschleißfortschritt an den Funktionsflächen bestimmt. Dabei ist häufig das Auftreten von Misch- oder gar Festkörperreibung, infolge einer mangelhaften Schmierung, primär für die allmähliche Zerstörung der Systemkomponenten verantwortlich. Bei der Entwicklung und Fertigung zahlreicher Maschinenelemente ist es daher entscheidend, die Reibungszustände zwischen den relativ bewegten Bauteilen durch eine tribologisch optimierte Gestaltung so gering wie möglich zu halten.

Der optimale, reibungs- und verschleißarme Betriebszustand von Gleitsitzen stellt sich nach der Stribeck-Kurve im Zustand der Flüssigkeitsreibung ein, da dort kein mechanischer Verschleiß der Reibpartner sowie die geringste Reibkraft bzw. Reibleistung unter einer hydrodynamischen Tragwirkung vorliegt. Aufgrund des vermehrten Abschaltens von Antriebsaggregaten in der Automobilität durch die innovativen Start-Stopp-Systeme durchlaufen die Reibpaarungen der Lager immer häufiger das Misch- und Festkörperreibungsgebiet, sodass ein erhöhter Verschleiß an den Gleitschichten entsteht. Um den Verschleiß von Lagerstellen sowie die Reibleistung von Gleitpaarungen zu minimieren wird mithilfe der Finishtechnologie eine tribologisch optimierte Oberfläche erzeugt. [Ut12]

Diese Oberfläche zeichnet sich durch eine Plateaustruktur mit sich überkreuzenden, definierten Riefen aus. Aufgrund der Struktur kann ein hoher Traganteil erzeugt und

somit die lokale Flächenpressung minimiert werden. Die Riefen besitzen zudem die Aufgabe das Schmiermittel als Ölrückhaltevolumen aufzunehmen. Ein ständiges Ölreservoir in den Riefen ermöglicht die Ausbildung eines Vollschmierungszustandes zwischen den relativbewegten Flächen. [KK05]

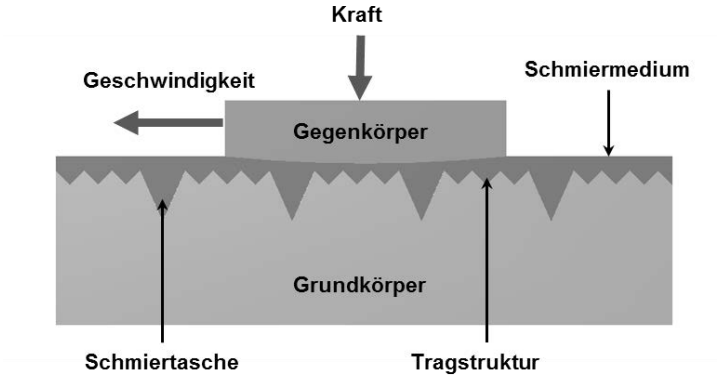


Abbildung 2:schematische Darstellung einer tribologisch optimierten Oberfläche

3 Technologie

Zur Endbearbeitung von rotationssymmetrischen Maschinenelementen sowie zur Weiterentwicklung der Steinfinishtechnologie, wurde eine kompakte Finisheinheit eingesetzt und entwickelt. Dieser Prototyp zeichnet sich durch ein starres System aus, bei dem ein elektromechanisches Antriebskonzept umgesetzt wurde. Das Funktionsprinzip der Finisheinheit stellt sich folgendermaßen dar. Das Herzstück der Einheit nimmt ein mechanischer Oszillator ein, der für die Erzeugung der Werkzeugschwingung verantwortlich ist und somit die verfahrensrelevante Schnittkomponente generiert. Mithilfe einer kraftweggesteuerten Anpressdruckerzeugung sowie der Variation der Parameter (Rotationsgeschwindigkeit, Oszillationsgeschwindigkeit, Anpressdruck und Kreuzungswinkel) lassen sich mit innovativen einstufigen Bearbeitungsstrategien Funktionsflächen gezielt herstellen.

Zur Herstellung der mikrostrukturierten Oberflächen wird ein konventionelles Werkzeug eingesetzt, welches aus dem Schleifmittel Siliciumcarbid (grün) und einer keramischen Bindung besteht. Das von der *ATLANTIC GmbH* entwickelte Werkzeugsystem zeichnet sich durch ein spezielles Bindungssystem für die Mikrokörnung aus, welches eine geringe Siliciumcarbidzersetzung in Folge niedriger Brenntemperaturen aufweist.

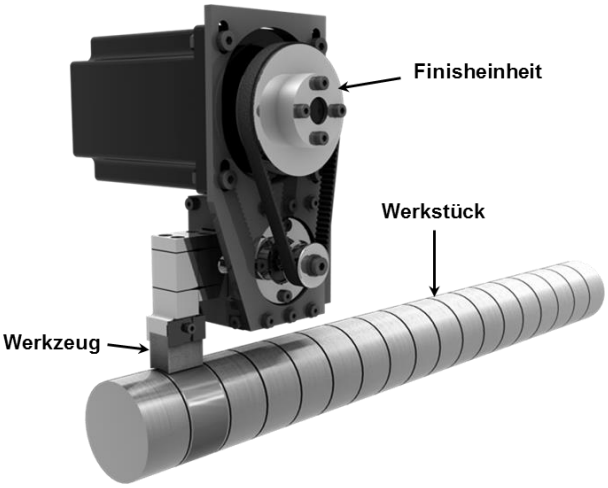


Abbildung 3: Darstellung des Prototyps

4 Bearbeitungsergebnisse

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Kurzhubsteinfinishtechnologie zur Funktionsflächenherstellung wurden Gesetzmäßigkeiten in den Bearbeitungsergebnissen zu den Einstellparametern erkannt. Mit der folgenden Abbildung wird eine Gesetzmäßigkeit exemplarisch erläutert.

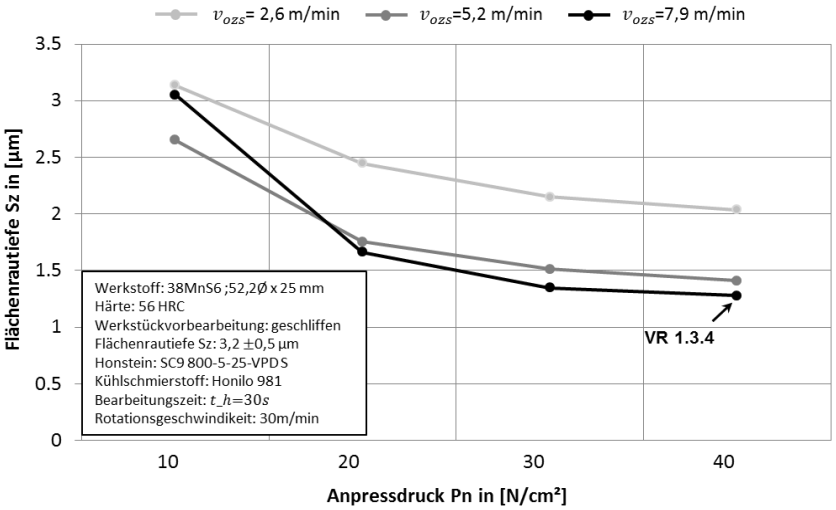


Abbildung 4: Rautiefenbeeinflussung durch Geschwindigkeitsvariation

Im Diagramm ist ersichtlich, dass ab einem Anpressdruck von 20N/cm² mit steigender Oszillationsgeschwindigkeit die Rautiefe abnimmt. Da im Rauheitsbereich der Vorbearbeitung gefinisht wird, lässt sich die Beziehung der Erzielung eines erhöhten Abtrags zur Produktivitätssteigerung durch eine Erhöhung der Oszillationsgeschwindigkeit bei gleichbleibender Rotationsgeschwindigkeit und Bearbeitungszeit erkennen.

Anhand dieser und weiterer festgestellter Gesetzmäßigkeiten in den Bearbeitungsergebnissen zur Parametervariation, lassen sich definierte Bearbeitungsstrategien festlegen, mit denen Funktionsflächen gezielt hergestellt werden können. Die Diagramme in der Abbildung 5 links zeigen, dass mit gezielten Parametereinstellungen eine plateauartige Struktur mit einem hohen Riefenanteil hergestellt werden kann.

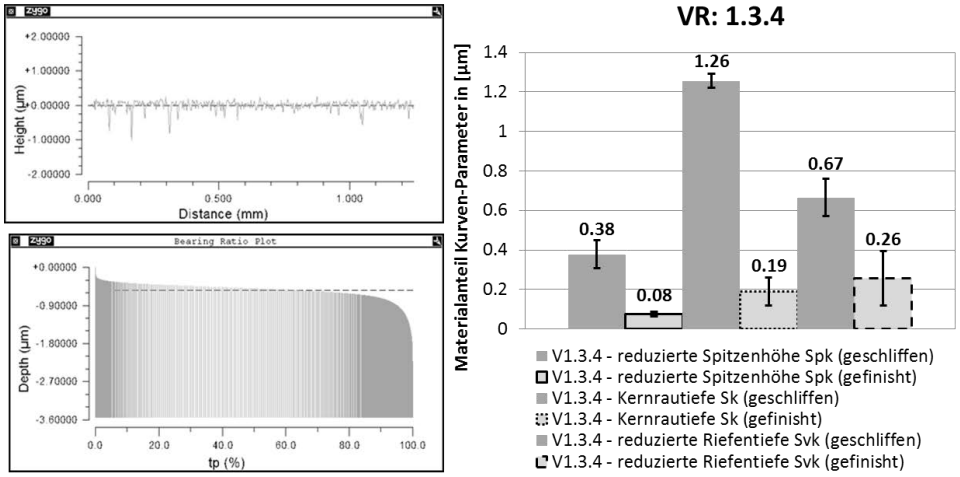


Abbildung 5: 2D-Rauheitsprofil, Materialanteilkurve und Oberflächenkenngrößen

Das Diagramm auf der rechten Seite zeigt die gemessenen Oberflächenkenngrößen. Es wird festgestellt, dass alle Kenngrößen durch die Finishbearbeitung stark reduziert werden. Die Spitzenhöhe beträgt im Mittel 0.08 µm. Die Kernrautiefe wurde um den fünffachen Wert reduziert. Die Riefentiefe hingegen nimmt mit 0.26 µm den höchsten Wert der Oberflächenkenngrößen ein. Anhand der gemessenen Größen der Oberflächenkennwerte lässt sich zudem aufzeigen, dass eine plateauartige Oberflächenstruktur mit einem hohen Riefenanteil erzeugt wurde.

5 Fazit

Anhand der erzielten Bearbeitungsergebnisse lässt sich eindeutig erkennen, dass mit der getätigten Weiterentwicklung der Steinfinishtechnologie und der Gerätetechnik sowie

einer gezielten Parametereinstellung tribologisch optimierte Oberflächen mittels eines einstufigen Prozesses reproduzierbar hergestellt werden können. Das sehr gute Schneidverhalten der neuartigen Werkzeugsysteme in fast allen Druckbereichen macht eine gezielte Einflussnahme auf den Prozess und somit auf das Bearbeitungsergebnis möglich.

Das entwickelte adaptive Finishwerkzeugsystem in Verbindung mit der Steinfinishtechnologie bietet potentiellen Endanwendern eine attraktive Lösung, die Flexibilität ihres Maschinenparks durch eine Integration des Verfahrens bei geringen Investitionskosten erheblich zu steigern. Das entwickelte Finishwerkzeugsystem eignet sich aufgrund seines kompakten Designs und des geringen Gesamtgewichts für den Einsatz in kleinen und mittleren Bearbeitungszentren. [Mü12]

Nähere Informationen können bei den Autoren erfragt werden.

Literaturverzeichnis

[Ut12] Utsch, P.; „Flexibles Bandfinishwerkzeug zur Kurbelwellenbearbeitung“; VDI-Z., pp. 28-30; 6/2012.

[KK05] König, W.; Klocke, F.; Fertigungsverfahren 2 Schleifen, Honen, Läppen; Auflage 4; Berlin, Heidelberg; Springer Verlag; 2005.

[Mü12] Münch, S.; Entwicklung einer adaptiven Finisheinheit zur Endbearbeitung rotationssymmetrischer Werkstücke im Schwermaschinen- und Anlagenbau; Masterarbeit; Hochschule Magdeburg-Stendal; 2012.

Klimawandel und demografischer Wandel als Einflussfaktoren auf die Bildung von Osmogenen in der Abwasserentsorgung

Dipl.-Ing. (FH) Carina Friedel, Dr.-Ing. Ute Urban, Prof. Dr. Andrea Heilmann
Fachbereich Automatisierung und Informatik
Hochschule Harz
Friedrichstraße 57-59
38855 Wernigerode
cfriedel@hs-harz.de uurban@hs-harz.de aheilmann@hs-harz.de

Zusammenfassung: Klimawandel und demografischer Wandel stellen die Abwasserentsorgung in den kommenden Jahren zunehmend vor Probleme. Durch sinkende Schmutzwassermengen, steigende Temperaturen und schwankende Niederschlagsmengen wird in den Sommermonaten verstärkt Sulfid gebildet, was zu Korrosionserscheinungen in den Kanälen sowie zur Entstehung von Geruch führt. Um die Bandbreite der möglichen Änderungen des Sulfidbildungspotenzials abzubilden, wurden zwei Szenarien aus den Klimaprojektionen abgeleitet, die die Spanne der Änderungen des Schmutzwasseranfalles sowie der Temperatur für ein Modellgebiet berücksichtigen. Daraus wurden das Sulfidbildungspotenzial ermittelt und Lösungsansätze vorgestellt.

1 Einleitung

Der Klimawandel stellt die Siedlungsentwässerung in den kommenden Jahren vor verschiedene Heraus- forderungen. Die mittlere Jahrestemperatur wird sich erhöhen, die Jahresniederschlagsmenge wird sich zwar nicht signifikant ändern, allerdings wird es eine Verschiebung der Niederschläge in die Wintermonate geben, sodass in den Sommermonaten verstärkt Trockenwetterperioden auftreten. Des Weiteren ist zukünftig mit einer Häufung von Starkregenereignissen zu rechnen (DWA, 2010).

Die Häufung von Starkniederschlägen und Extremwettereignissen führt dazu, dass das Kanalnetz das anfallende Wasser nicht schnell genug abführen kann, was zu einer zeitwiesen Überlastung des Abwasserkanalnetzes führt und es somit zu Überflutungen in den urbanen Einzugsgebieten kommt (MKULNV, 2011). Desweiten kann die Kapazität der Kläranlagen und ihrer vorgeschalteten Regenwasserspeicher bei häufiger auftretenden und länger anhaltenden Regenereignissen über ein begrenze Zeitspanne überschritten werden (MKULNV, 2011).

Die Zunahme der Niederschläge in den Wintermonaten wird besonders im Mischsystem die hydraulische Be- lastung der Kläranlagen erhöhen, was zusammen mit niedrigen Abwassertemperaturen zu einer Reduzierung der Reinigungsleistung der biologischen Stufe führt (DWA, 2010). Dem gegenüber stehen die häufiger auftretenden sommerlichen Trockenperioden, die zu Ablagerungen in den Kanälen führen (DWA, 2010). In Verbindung mit den steigenden Temperaturen in den Sommermonaten kommt es zu einer schnelleren Umsetzung leicht abbaubarer Abwasserinhaltsstoffe und somit zu einer Verstärkung von Geruchserscheinungen und Korrosion durch Sulfid im Kanalnetz. Diese Entwicklung wird noch vom demografischen Wandel mit sinkenden Einwohnerzahlen

und dem damit verbundenen sinkenden Trockenwetterabfluss überlagert (MKULNV, 2011).
Um die Auswirkungen des Klimawandels und des demografischen Wandels auf die Sulfidbildung und die daraus resultierenden Geruchs- und Korrosionserscheinungen zu quantifizieren, werden beispielhafte Berechnungen für das Abwasserentsorgungsgebiet der Einheitsgemeinde Oberharz am Brocken im Landkreis Harz in Sachsen- Anhalt durchgeführt und mögliche Lösungsansätze diskutiert.

2 Einflussfaktoren auf die Bildung von Geruch und Korrosion

Im betrachteten Entsorgungsgebiet treten aufgrund niedriger Einwohnerzahlen und einem, im Vergleich zum Bundesdurchschnitt um 13 % niedrigeren Trinkwasserverbrauch, aus dem ein niedriger Abwasseranfall resultiert, schon jetzt erhebliche Probleme mit Geruch und Korrosion durch Sulfidbildung auf. Aufgrund des großen Schmutzwassereinzugsgebietes und der Topografie besteht ein Großteil der Überleitungen aus Druckleitungen, in denen ein anaerobes Milieu herrscht, um das Abwasser zur zentralen Kläranlage zu trans- portieren. Unter diesen anaeroben Bedingungen findet im Abwasser eine mikrobiologische Reduktion schwefel- haltiger Abwasserinhaltsstoffe zu Sulfiden statt. In wässrigen Lösungen stellt sich ein pH- und temperatur- abhängiges Dissoziationsgleichgewicht von Schwefelwasserstoff (H2S) und Hydrogensulfid (HS-) ein: H2S ↔ HS- + H+ Ein Teil des Schwefelwasserstoffes entweicht als Gas in die Kanalatmosphäre und wird im aeroben Milieu zu Schwefelsäure oxidiert. Diese verursacht die Korrosion zementgebundener und metallischer Bauteile. Da in den Druckleitungen keine Möglichkeit der Ausgasung des Schwefelwasserstoffes besteht, erfolgt die korrodierende Wirkung erst bei der Übergabe des Abwassers in Freigefälleleitungen (Tränckner, 2010). Dort tritt auch der für Schwefelwasserstoff typische Geruch nach faulen Eiern auf.
Die Leitungen in diesem Entsorgungsgebiet, welche für die Mitte der 90er Jahre vorhandenen Einwohner und deren Trinkwasserverbrauch ausgelegt sind, sind inzwischen für den Trockenwetterfall überdimensioniert. Dadurch liegt die Verweilzeit des Abwassers im Kanalnetz wesentlich über dem empfohlenen Wert von zwei Stunden, sodass es zu erheblichen Korrosionserscheinungen im Kanal kommen kann und somit hohe Wartungs- und Reparaturkosten auftreten. Zur Minderung dieser Pr**oblematik werden Maßnahmen wie:**

- Zudosierung von Fällungsmitteln (Tränckner, 2010)
- Belüftung von Druckleitungen (Urban, 2011)
- Maschinelle Kanalspülungen (Feldhaus, 2005) eingesetzt.

Diese Methoden sind jedoch kostenintensiv und diese Kosten können durch die dargestellten Einflüsse in den nächsten Jahren noch steigen. Für die Betrachtungen der Auswirkungen von Klimawandel und demographischen Wandel auf das Kanalnetz des Oberharzes wurde der Zeitraum bis 2030 gewählt.

2.1 Klimatisch bedingte Einflüsse

Die Bildung von Sulfid ist ein temperaturabhängiger Prozess (Urban, 2011). Eine Erhöhung der Lufttemperatur führt auch zu einer Erhöhung der Temperatur im Abwasserkanal und somit zur Verstärkung der Sulfidbildung. Zum Abschätzen der Auswirkungen des Klimawandels auf das betrachtete Entsorgungsgebiet wurden die Daten des Regionalen Klimainformationssystems für Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen

(ReKIS) der TU Dresden ausgewertet. Bei ReKIS handelt es sich um ein Regionalisierungsverfahren, das die globalen Klimaprojektionen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) auf die regionale Ebene herunterrechnet. Für die Auswertung wurde das statistische Regionalisierungsmodell WettReg und das mittlere CO_2-Emmisionsszenario A1B gewählt. In Abbildung 1 ist die Erhöhung der Jahresmitteltemperatur im Landkreis Harz, zu dem das betrachtete Gebiet gehört, dargestellt. Die Darstellung zeigt den Zeitraum von 2011 bis 2040 im Vergleich zum Referenz- zeitraum 1961 bis 1990. Bei den Daten des Referenzzeitraumes handelt es sich um gemessene Daten des Deutschen Wetterdienstes. Mit ReKIS lässt sich eine Erhöhung der Jahresmitteltemperatur von 0,9 °C bis 1,2 °C projizieren (s. Abbildung 1).

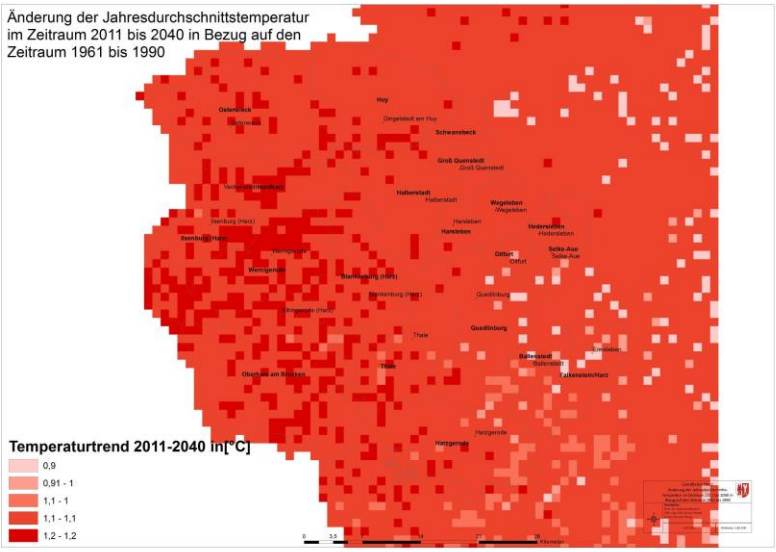


Abbildung 1: Änderung der Jahresdurchschnittstemperatur 2011-2040 (eigene Darstellung auf Basis von REKIS)

2.2 Demografische Entwicklung als Einfluss auf die Sulfidbildung

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die Sulfidbildungsrate ist die Verweilzeit des Abwassers im Kanalnetz unter anaeroben Bedingungen (Urban, 2011). Diese hängt im Trockenwetterfall direkt vom Abwasseranfall und somit vom Trinkwasserverbrauch der angeschlossenen Einwohner und deren spezifischen Wasserverbrauch ab. Im Entsorgungsgebiet des Oberharzes waren im Jahr 2010 12.900 Einwohner an die Abwasserentsorgung an- geschlossen. Der durchschnittliche spezifische Wasserverbrauch schwankte in den angeschlossenen Ortschaften zwischen 75 Litern pro Einwohner und Tag und 177 l/EW*d (s. Abbildung 2), woraus sich ein durchschnittlicher Wert von 94,5 l/EW*d ergibt. Dies ist im Vergleich zum im Bundesdurchschnitt herrschenden spezifischen Wasserverbrauch von 123 l/EW*d (Tränckner, 2010) vergleichsweise niedrig. Der relativ hohe spezifische Schmutzwasseranfall in der zu Wernigerode gehörenden Ortschaft Schierke mit den Brocken von 226 l/EW*d ist auf die touristische

Nutzung zurückzuführen. Man geht heute davon aus, dass der spezifische Wasserverbrauch kaum noch sinken wird, da zwar wasser- sparendere Technologien auf den Markt kommen, diese Entwicklung allerdings von der Zunahme kleinerer Haushalte überlagert wird, die tendenziell einen höheren spezifischen Wasserverbrauch haben (Tränckner, 2010).
Diese niedrigen spezifischen Wasserverbräuche führen bei Trockenwetterabfluss zu sehr hohen Verweilzeiten von ca. 12 Stunden und schon jetzt zu erheblichen Problemen mit Geruch und Korrosion in Kanalnetz. Sachsen-Anhalt ist das Bundesland mit dem höchsten prognostiziertesten Bevölkerungsrückgang (Schön, 2010). Die Einheitsgemeinde Oberharz am Brocken ist dabei keine Ausnahme. Das Statistische Landesamt Sachsen- Anhalt sagt für diese Gemeinde einen Bevölkerungsrückgang von 23,4 % bis zum Jahr 2025 im Vergleich zum Basisjahr 2008 voraus. Dies deckt sich mit den Angaben von „wegweiser-kommune.de“ der Bertelsmann Stiftung. Dort wird bis zum Jahr 2025 ein Rückgang der Bevölkerung um 23,9 % vorhergesagt und bis zum Jahr 2030 ein Rückgang der Einwohnerzahlen um 29,9 % im Vergleich zum Bezugsjahr 2009.

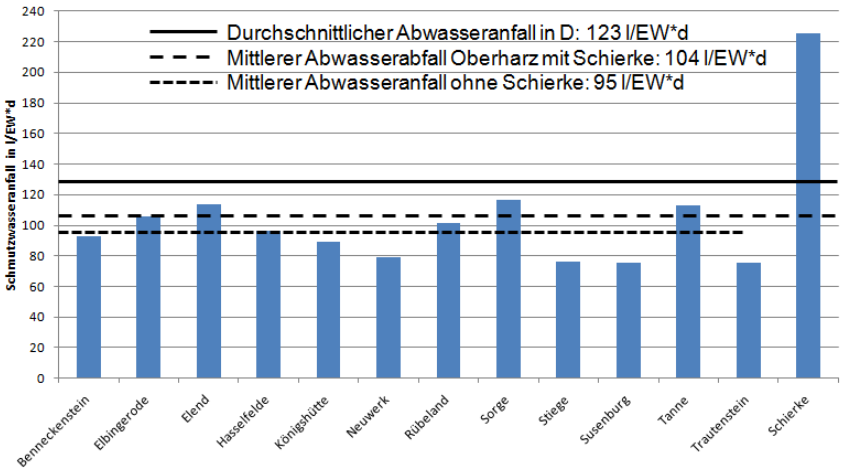


Abbildung 2: durchschnittlicher Schmutzwasseranfall im Oberharz in l/EW*d (eigene Darstellung von Daten des Wasser- und Abwasserverbandes Holtemme-Bode)

Bei einem stabilen spezifischen Wasserverbrauch sinkt der Schmutzwasseranfall in Entsorgungsgebiet des Oberharzes von etwa 50.000 m^3 im Jahr 2010 auf etwa 37.000 m^3 im Jahr 2025 und 34.000 m3 im Jahr 2030.

3 Berechnung des Sulfidbildungspotenzials

Aus den vorliegenden Daten wurden zwei Szenarien für die Berechnung gewählt:

- Minimum-Szenario mit einer moderaten Temperaturerhöhung und vergleichsweise niedrigen Bevölkerungsrückgang und
- Maximum-Szenario mit starker Temperaturerhöhung und starker Schrumpfung der angeschlossenen Einwohner.

Beim Minimum-Szenario wird von einer maximalen Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 0,9 °C im Zeit- raum von 2011 bis 2040 im Vergleich zum Referenzzeitraum von 1961 bis 1990 ausgegangen. Für die Be- rechnung wird eine mittlere

Abwassertemperatur von 20 °C in den Sommermonaten angenommen. Die Verweilzeit in den Druckleitungen beträgt derzeit ca. 12 Stunden. Der für das Minimum-Szenario angenommene Bevölkerungsrückgang von etwa 20 % führt zu einer Erhöhung der mittleren Verweilzeit auf 15 Stunden. Durch die Erhöhung der Temperatur werden 2,7 % mehr Sulfid gebildet, durch die Erhöhung der Verweilzeit werden 25 % mehr Sulfid gebildet. Durch die Überlagerung dieser beiden Effekte ist in den Sommermonaten mit einer Verstärkung der Sulfidbildung um 28,4 % zu rechnen. Es wird deutlich, dass die Veränderung durch die demografische Entwicklung dominiert wird.

Im Maximum-Szenario wird von einer Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 1,2 °C im Vergleich zum Referenzzeitraum ausgegangen. Die durchschnittliche Abwassertemperatur in den Sommermonaten beträgt dann also 21,2 °C, dies führt zur Erhöhung der Sulfidbildungsrate um 3,6 %. In diesem Szenario wird der sehr drastische Bevölkerungsrückgang im Entsorgungsgebiet um 30 % herangezogen. Die schon sehr hohe Verweilzeit von 12 Stunden verlängert sich auf 17 Stunden. Somit steigt das Sulfidbildungspotenzial um 41,7 % im Vergleich zum heutigen Stand. Die Verknüpfung der Einflussfaktoren Temperaturerhöhung des Abwassers und Rückgang der Bevölkerung und somit Erhöhung der Verweilzeit bewirkt eine um 46,8 % höhere Sulfidbildungsrate.

Tabelle 1: Berechnung des Sulfidbildungspotenzials [nach Urban, 2011]

	2010	**2030 Szenarien**	
		Minimum-	**Maximum-**
aktuelle max. Abwassertemperatur in °C	20	20	20
Temperaturerhöhung in °C	0	0,9	1,2
Sulfidbildungspotenzial	100		1
Demografische Entwicklung	100	80%	70%
Verweilzeit in h	12	15	17
Sulfidbildungspotenzial			1
Gesamtänderung Sulfidbildung			**1**

Im Maximum-Szenario wird von einer Erhöhung der Jahresmitteltemperatur um 1,2 °C im Vergleich zum Referenzzeitraum ausgegangen. Die durchschnittliche Abwassertemperatur in den Sommermonaten beträgt dann also 21,2 °C, dies führt zur Erhöhung der Sulfidbildungsrate um 3,6 %. In diesem Szenario wird der sehr drastische Bevölkerungsrückgang im Entsorgungsgebiet um 30 % herangezogen. Die schon sehr hohe Verweilzeit von 12 Stunden verlängert sich auf 17 Stunden. Somit steigt das Sulfidbildungspotenzial um 41,7 % im Vergleich zum heutigen Stand. Die Verknüpfung der Einflussfaktoren Temperaturerhöhung des Abwassers und Rückgang der Bevölkerung und somit Erhöhung der Verweilzeit bewirkt eine um 46,8 % höhere Sulfidbildungsrate.

4 Lösungsansätze und Ausblick

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Minderung von Geruch und Korrosion. Zum einen lässt sich durch die Zugabe von Fällungsmitteln im Kanalnetz die gebildete Sulfidmenge binden. Die erforderliche Dosiermenge erhöht sich durch die beschriebenen Klimaveränderungen und rückläufigen Bevölkerungszahlen, sodass zukünftig mit einer

Steigerung der Abwassergebühr zu rechnen ist (Schön, 2010). Durch eine bedarfsgesteuerte Dosierung der Fällungsmittel kann die Zugabe von Chemikalien in Abhängigkeit der tatsächlichen Sulfidkonzentration erfolgen. Hiermit soll erreicht werden, dass der Bedarf an Chemikalien optimiert wird, was derzeit an der Hochschule Harz in einem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben untersucht wird. (s. Forschungsportal Sachsen-Anhalt).

Eine alternative Möglichkeit ist die feinblasige Belüftung der Druckleitungen (Urban, 2011). Denn durch die Veränderung des Milieus und Bereitstellung von Sauerstoff wird die Sulfidbildung weitgehend unterdrückt. Die Auswahl eines geeigneten Einsatzortes bedarf allerdings detaillierter Voruntersuchungen. Vor dem Hintergrund steigender Mengen für die Chemikaliendosierung ist der Untersuchungsaufwand für die Standortwahl und Auslegung lohnenswert. Höhere Temperaturen und längere Verweilzeiten verbessern die Wirkung der Belüftung, sodass die Kosten trotz der prognostizierten Änderungen nicht steigen.

Da sich der Mischwasserabfluss im Niederschlagsfall kaum ändern wird bzw. durch zunehmend auftretende Starkniederschlagsereignisse noch erhöhen wird (Kreienkamp, 2012), ist es nicht sinnvoll die Kanalquerschnitte zu verringern, obwohl sie für wesentlich höhere Trockenwetterabflüsse aufgrund höherer Bevölkerungszahlen ausgelegt wurden. Eine Möglichkeit die sich häufenden und verlängernden Trockenperioden (Kreienkamp, 2012) ohne Spüleffekte durch Regenereignisse zu überbrücken, ist es maschinelle Kanalspülungen durchzuführen. Diese Methode ist jedoch kostenintensiv (Feldhaus 2005). Daher ist es sinnvoll, Regenwasserspeicher zu bauen, die im Extremniederschlagsfall das Wasser speichern und im Sommer, während langer Trockenphasen, den Kanal spülen und so der Korrosionsproblematik entgegen wirken können.

Literaturverzeichnis

Deutsche für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Klimawandel - Herausforderungen und Lösungsansätze für die deutsche Wasserwirtschaft. Hennef, 2010

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Klimawandel und Wasserwirtschaft. Maßnahmen und Handlungskonzepte in der Wasserwirtschaft zur Anpassung an den Klimawandel. Düsseldorf, 2011

Tränckner, J.: Auswirkungen rückläufigen Wasseranfalls auf den Betrieb von Abwassersystemen. aus Demografischer Wandel – Herausforderungen für die Wasserwirtschaft, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,Weimar, 2010

Urban, U.: Verhinderung der Sulfidbildung in Abwasserdruckleitungen durch lineare Belüftung. Dissertation TU Dresden, Shaker Verlag Aachen, 2011

Feldhaus, R: Beeinflussung von Gewässern und Abwasserreinigung durch die Zugabe von Stoffen in Freispiegelkanälen zur Geruchsminimierung. Köln, 2005

Schön, S., et al: Zukunftsfähige Infrastrukturangebote in ländlichen Regionen Ostdeutschlands. aus Demografischer Wandel, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.,Weimar, 2010

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt: 5. Regionalisierte Bevölkerungsprognose 2008 bis 2025

Bertelsmann Stiftung: www.wegweiser-kommune.de

Forschungsportal Sachsen-Anhalt: http://www.forschung-sachsen-anhalt.de/index.php3?option=

projektanzeige&lang=0&perform=&menu_link_active=601&pid=15663&lang=0&perform=&
menu_link_active=601

Kreienkamp, F, et al: Durchführung einer Untersuchung zu den Folgen des Klimawandels in Sachsen-Anhalt. Climate and Environment Consulting Potsdam GmbH, 2012

Entwicklungen in der Lagerbearbeitung

Andreas Gerecke M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Harald Goldau

Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Industriedesign (IWID)
Institut für Maschinenbau (IfM)
Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstraße 2
39114 Magdeburg
Andreas.Gerecke@hs-magdeburg.de
Harald.Goldau@hs-magdeburg.de

Abstract: Funktionale Lagerflächen müssen den stetig steigenden Anforderungen aus Automobilbranche und Energiewende angepasst werden. Hierfür ist es wichtig, diese mit tribologisch optimalen Merkmalen zu versehen. Das Finishen als ein mögliches Endbearbeitungsverfahren wird diesen Ansprüchen gerecht. Das Maschinenbauinstitut der Hochschule Magdeburg-Stendal hat sich zur Aufgabe gemacht, Technologien für einfache bis sehr komplexe Geometrien zu entwickeln, welche mit bisherigen Finish-Maschinen und Aufsatzgeräten als nicht bearbeitbar galten. Somit können bisher nicht endbearbeitete Funktionsflächen an sehr kleinen bis sehr großen Lagern sowie Sondergeometrien mit den geforderten Oberflächenstrukturen versehen werden.

1 Endbearbeitungsverfahren Finishen

Das Finishverfahren (in der Literatur auch als Kurzhubhonen, Microfinish und Superfinish bezeichnet) ermöglicht es, durch ein Abtragen von Rauheitsspitzen und Erhöhung des Materialtraganteils die Reibwerte zu minimieren, das Einlaufverhalten zu verbessern und die Lebensdauer von Bauteilen signifikant zu steigern. Mittels Flächenkontakt zwischen Werkzeug und Werkstück sowie überlagerten Werkzeugbewegungen wird die Oberfläche zusätzlich mit Kreuzschliffstrukturen versehen und Maß- und Formabweichungen werden minimiert.

Diese Technologie wird bereits seit einigen Jahren mit Erfolg im Bereich der Lagerbearbeitung, überwiegend an Innen- und Außenring von Rollen- sowie Kugellagern jeglicher Bauart, eingesetzt. Aber dennoch gibt es großes Potential in der Weiterentwicklung dieser bereits etablierten Endbearbeitungsverfahren sowie in der Neuentwicklung von Lösungen für komplexe Laufbahngeometrien. Ein Vergleich der Oberflächenbeschaffenheit zwischen den Verfahren Drehen, Schleifen und Finishen ist in Abbildung 1 dargestellt.

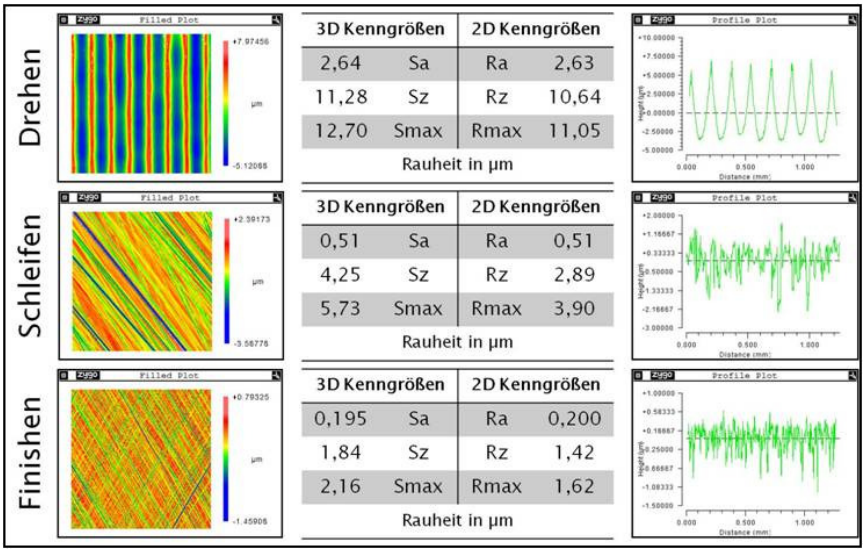


Abbildung 1: Vergleich der Oberflächenbeschaffenheit

Deutlich erkennbar sind im unteren Teil dieser Abbildung die charakteristischen Kreuzschliffstrukturen (links) des Finishens sowie die reduzierte Spitzenhöhe R_{pk} im Profil-Plot (rechts). Durch den geleisteten Materialabtrag kommt es weiterhin zu einer Reduzierung der Riefentiefe R_{vk} was insgesamt eine Verbesserung der Rauheitskennwerte gegenüber dem Schleifen/Drehen ergibt. Der arithmetische Mittenrauwert von $R_a = 0{,}2\mu m$ und die gemittelte Rautiefe von $R_z = 1{,}42\mu m$ liegen in diesem Beispiel noch weit über den Möglichkeiten des Finishens welche bei $R_a < 0{,}08\mu m$ und $R_z < 0{,}1\mu m$ einzuordnen sind.

Diese Oberflächenqualitäten lassen sich natürlich nur erreichen wenn mögliche Fehlereinflüsse in der Bearbeitung minimiert werden. Im Automobilbau kann man eine stetige Entwicklung der elektronischen Helfer erkennen, welche vielseitig in Form von Assistenzsystemen für Fahrsicherheit eingesetzt werden und dem Fahrzeugführer in kritischen Situationen unterstützend zur Seite stehen. Nach diesem Vorbild sollte hochsensible Sensorik und Aktorik auch in Werkzeugmaschinen und Werkzeugen nicht nur eingesetzt sondern stetig weiterentwickelt werden. Nur so erreicht man optimale Schnittparameter für den eingesetzten Schneidstoff und möglichst wenig Fehlereinflüsse für höchstmögliche Qualität. Auf neu entwickelten Maschinen und Maschinenkomponenten bis hin zu flexiblen Maschinenkonzepten kann so die Leistungsfähigkeit dieser Gleitlager deutlich erhöht werden. Im Anschluss ist der Einsatz innovativer Mess- und Bewertungsstrategien für erfolgreiche Auswertungen unerlässlich.

2 Untersuchungen zur Randzonenbeeinflussung

Eine weitere Hauptaufgabe des Finishverfahrens ist das Abtragen der sogenannten Weichhaut. Diese entsteht während des Wärmeeintrags, verursacht durch mechanische Energie des Schneideneingriffs, bei Dreh-, Fräs-, oder Schleifoperationen. Die eingebrachte Wärme an der Kontaktstelle zwischen Schneidkorn und Werkstück beeinträchtigt das Gefüge im Randzonenbereich der Funktionsfläche. Je nach Dauer der Bearbeitung kann sich diese Randzone bis zu 200 µm Dicke ausbilden. In diesem Bereich entstehen durch Gefügeveränderungen unterschiedlichste Eigenspannungszustände zusammengesetzt aus Druck- und Zugspannungen. Gerade durch lokale Zugspannungsspitzen, Festigkeitsabfall und Neuhärtungszonen kann dies zu einem vorzeitigen Ausfall unter Last führen. [Br82, Ch86, Sc04]

Im Anschluss an die Dreh-, Fräs-, oder Schleifbearbeitung werden neben Gleitschleifprozessen weiterhin häufig Strahlspanprozesse eingesetzt, um zu Entgraten beziehungsweise die Randzoneneigenschaften positiv zu beeinflussen. Durch das Strahlspanen sollen kaltverfestigte Oberflächen mit hohen Druckeigenspannungen erzeugt und somit die unerwünschten Zugspannungen in der äußersten Oberflächenschicht beseitigt werden. Nachteile ergeben sich durch die Aufrauhung der Oberfläche verursacht durch überlappende Materialaufwürfe der Kugeleinschläge. Anwendung findet diese Methode beispielsweise bei den hochbelasteten Funktionsflächen von Turbinenschaufeln. [Kl05]

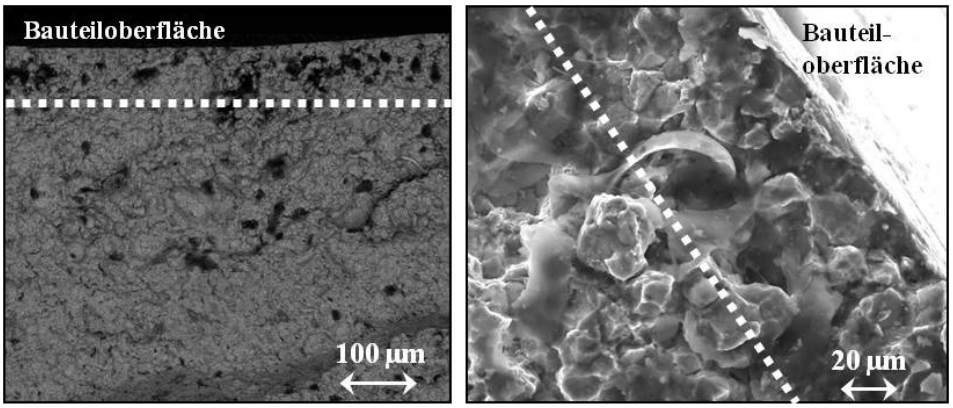


Abbildung 2: Randzonenanalyse mittels REM

Um im Randzonenbereich die kritische Tiefe des zu bearbeitenden Werkstoffes zu bestimmen, werden verschiedenste Messmethoden eingesetzt. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Aufnahme mittels Rasterelektronenmiskroskopie. Bei dem untersuchten Bauteil aus Einsatzstahl 16MnCr5 ist eine Porenanhäufung im Randzonenbereich bis etwa 100µm (zwischen Bauteiloberfläche und Punktlinie) erkennbar. Wenn durch aussagekräftige Untersuchungsmethoden das Maß der kritischen Randzonenausprägung definiert ist, kann ein Aufmaß bestimmt werden, welches in vorangegangenen

Prozessschritten vorgehalten wird um gezielt abtragen zu können. Hierbei steht nicht nur der Materialabtrag im Fokus sondern es muss ein optimales Verhältnis aus Beseitigung von unerwünschten und Schaffung von erwünschten Eigenschaften gefunden werden.

3 Reibwertermittlung auf Werkzeugmaschinen

Weniger Verschleiß, höhere Lebensdauer oder ein geringerer Geräuschpegel, die Ansprüche an moderne Produkte steigen ständig. Für die Oberflächenbearbeitung bedeutet dies, dass diese immer feiner, strukturierter, schlicht und ergreifend qualitativ hochwertiger werden müssen. Grenzen werden dabei oftmals nicht durch die Bearbeitungsverfahren an sich erreicht, sondern die Frage, welche Parameter dafür gewählt werden sollen. Diese wiederum sind meistens das Produkt aufwendiger empirischer Untersuchungen beziehungsweise langjähriger Erfahrung.

Zur schnelleren Bewertung der erzeugten Funktionsflächen werden modulare Prüfsysteme konzipiert, um ein möglichst breites Spektrum an Untersuchungsmethoden durchführen zu können. Diese Messaufbauten können auf Grund ihrer sehr kompakten Bauweise durch die Aufnahme im Werkzeugrevolver integriert beziehungsweise als Aufbau für eine Werkzeugmaschine gestaltet sein.

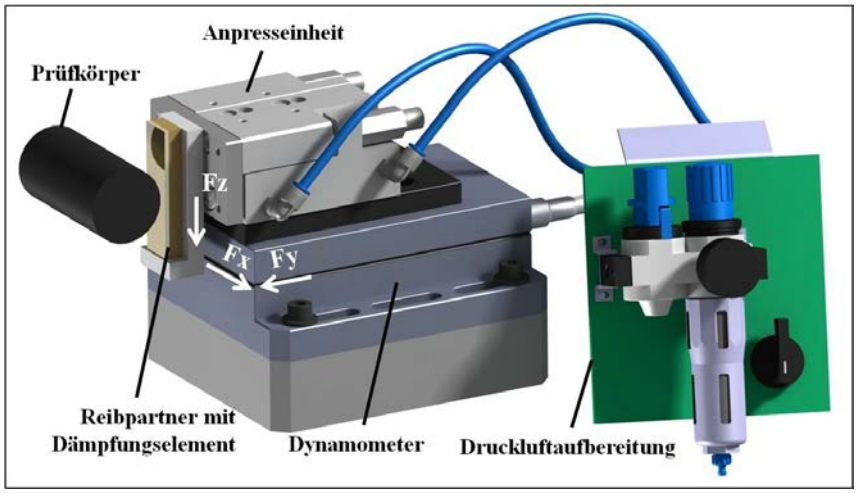


Abbildung 3: Prüfstand für eine erste tribologische Schnellbewertung

Diese Prototypen (Abb. 3) werden bisher in Versuchsreihen an gefinishten Kurbelwellendummys eingesetzt um mittels Kraftaufnahme in tangentialer Richtung die Reibungskoeffizienten der Reibpaarung zu bestimmen. Hierfür wird der Aufbau so weit wie nötig und so wenig wie möglich vereinfacht. Die Reibwertermittlung kann sofort im Anschluss an die Bearbeitung in der Werkstückaufspannung erfolgen. Auf möglichst realitätsnahen Prüfständen der Automobilindustrie werden die Bauteile daraufhin unter

Betriebsbedingungen geprüft um zu ermitteln, ob eingeflossene Veränderungen das gewünschte Optimum erzielen. Wenn der Zusammenhang zwischen den vereinfachten Prüfstandssystemen und den Industrieprüfständen dargestellt werden kann, dann ist die Grundmodellprüfung geeignet, im Anschluss an eine Bearbeitung schnell zu ermitteln, ob die geforderten tribologischen Eigenschaften erreicht sind (erste tribologische Schnellbewertung). Die aus dem Vergleich resultierenden Analogien fließen anschließend in die Bearbeitung ein. Somit kann kostengünstig und sofort Einfluss auf gewählte Maschinenparameter sowie auf Reibungskoeffizienten und Verschleiß der Funktionsflächen genommen werden.

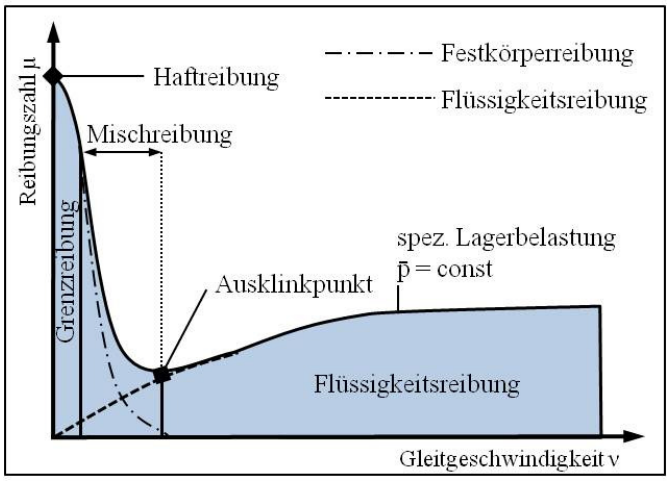


Abbildung 4: Stribeck-Kurve, Reibungszustande allgemein [Af96]

In diesem Zusammenhang wird das Anlaufverhalten beginnend bei der Haftreibung und Grenzreibung bis hin zur Mischreibung analysiert (Abb.4). Da eine Untersuchung im Zustand des hydrodynamischen Schmierfilms von vielen weiteren Einflussfaktoren abhängt, welche durch eine derartige Vereinfachung nicht berücksichtigt werden können, beschränken sich die Untersuchungen auf den Teil der Haftreibung bis zum Erreichen der Flüssigkeitsreibung. In diesem Bereich des Einlaufverhaltens werden Messgrößen wie Losreißmomente, Rauheiten, Kreuzungswinkel, Materialtraganteile sowie Welligkeiten und Rundheiten an verschiedensten Materialkombinationen miteinander verglichen.

4 Variantenreduzierung durch Bauteiloptimierung

In der Automobilbranche wird seit einigen Jahren das Prinzip der Standardisierung auf die Produktpalette übertragen. Das aktuellste Beispiel ist der „Modularer Querbaukasten (MQB)“ der Fa. VW. Hier wird versucht Produktionskosten durch die Verwendung eines einheitlichen Grundkonzepts einzusparen. [VW12]

Ähnliche Ansätze der Standardisierung versucht die Hochschule Magdeburg mit einer geeignete Endbearbeitung bei Gleitlagern zu erreichen, da diese sich in verschiedensten Ausführungen im Automobilbau wiederfinden und ebenso durch Variantenreduzierung großes Potential in der Einsparung von Herstellkosten seitens der Zulieferindustrie bieten. Am Beispiel der Gleichlaufgelenke in Kardan- sowie Antriebswellen sieht das so aus, dass jeder Automobilkonzern seine eigenen Drehmomentmaxima bei möglichst kleinen Bauteilabmaßen fordert. Das geringere Gewicht dieser Bauteile erfüllt seinen Beitrag zu einer angestrebten Kraftstoff- sowie Emissionsreduzierung. Resultat ist, dass Zulieferfirmen eine breit gestreute Produktpalette produzieren, hinter der ein enormer Entwicklungs- und Fertigungsaufwand steht. Mit einer Feinstbearbeitung kann genau dieser Problematik entgegen gewirkt werden. Aus Fachgesprächen mit Herstellern von Finishtechnologien geht hervor, dass bereits gelaufene Prüfstandsversuche bei Kugel- und Wälzlagern eine Lebensdauererhöhung um das 5-10fache brachten. Eine Erhöhung der Lebensdauer geht am Beispiel der Gleichlaufgelenke mit einer möglichen Momentensteigerung einher. Somit können Lager durch eine Endbearbeitung für einen höheren Lastenfall hergestellt werden. Das würde eine enorme Varianteneinschränkung in der Gelenkherstellung bedeuten. Selbst wenn die Kosten pro Bauteil durch eine Endbearbeitung steigen sollten, wovon auf Grund des Ersatzes von Prozessschritten wie beispielsweise Strahlspanen und Gleitschleifen nicht ausgegangen wird, liegt das Sparpotential für die Einschränkung der Variantenvielfalt in einer weit höheren Dimension.

Literaturverzeichnis

[Af96] Affenzeller, J.; Gläser, H.: Lagerung und Schmierung von Verbrennungsmotoren, Springer Verlag, Wien-New York, 1996

[Br82] Brinksmeier, E.: Randzonenanalyse geschliffener Werkstücke, Dissertation Universität Hannover, 1982

[Ch86] Choi, H. Z.: Beitrag zur Ursachenanalyse der Randzonenbeeinflussung beim Schleifen, Dissertation Universität Hannover, 1986

[Kl05] Klocke F.; König W.: Fertigungsverfahren 2, 4. neu bearbeitete Auflage, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 2005

[Sc04] Schlattmeier H.: Diskontinuierliches Zahnflankenprofilschleifen mit Korund, Dissertation RWTH Aachen, 2004

[VW12] http://www.volkswagen.de/de/Volkswagen/InnovationTechnik/mqb.html, 2012

Einsatz einer Reibungsturbine zur Nutzung von niederkalorischer Abwärme aus einem Verbrennungsprozess

R. Lisker, U. Hellwig

Fachbereich Ingenieurwesen/ Wirtschaftsingenieurwesen
Technische Hochschule Wildau [FH]
Bahnhofstraße 1
15745 Wildau
roberto.lisker@th-wildau.de
udo.hellwig@th-wildau.de

Ein Kooperationsvorhaben mit der Ormatic GmbH in Berlin im Rahmen eines durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung (AiF) geförderten Projektes

Abstract: Die Erzeugung von elektrischer Energie durch die Nutzung niederkalorischer Wärme aus Verbrennungsabgasen eines Mikroblockheizkraftwerkes wird mittels eines O(rganic) R(ankine) C(ycle) realisiert. Die dabei verwendete Reibungsturbine, die auf den Prinzipien des Friktionsexpanders und der Tangential-Strömungsmaschine basiert, ermöglicht eine exzeptionell kompakte Bauform der ORC Anlage. Dieses kompakte System wird für die Nachverstromung von niederkalorischer Abwärme entwickelt und beinhaltet hocheffiziente Rekuperativ-Wärmeübertrager mit industrial power tube (ip tube).

1 Einleitung

Für die Nutzung von niederkalorischer Abwärme aus Verbrennungsprozessen zur Produktion von elektrischer Energie wird oftmalig ein O(rganic) R(ankine) C(ycle) genutzt. „Der ORC-Prozess basiert ebenfalls - wie der konventionelle Dampfkraftprozess - auf dem Clausius-Rankine-Prozess. Hier wird jedoch anstelle von Wasser ein Arbeitsmedium organischen Ursprungs eingesetzt, das - im Unterschied zu Wasser - durch geringere Siede- bzw. Kondensationstemperaturen gekennzeichnet ist“ [Ka09]. Die Technologie findet ihre Anwendung vorwiegend in der industriellen Nachverstromung bei wärmeintensiven Prozessen und der geothermen Energieerzeugung. In den letzten Jahren wurde das Anwendungsspektrum sukzessive auf die Wärmerückgewinnung [vgl. RMM10; Ma00] und den Einsatz in Biomassekraftwerke erweitert [vgl. Sc09; AM12; Ba09]. Für Anlagen im Leistungsbereich unter 1 MWel stehen nur unverhältnismäßig teure Arbeitsmaschinen für die Nutzung von niederkalorischer Abwärme zur Auswahl [vgl. Jü06]. Als ökonomisch limitierend erweisen sich die einsetzbaren Turbinen und Expander. Konventionelle Turbinen oder Schraubenexpander werden aufgrund der komplexen Fertigung erst ab einer Leistung von 50 kW angeboten. Geringere Leistungsspektren können daraus folgend nicht wirtschaftlich produziert werden und sind Sonderanfertigungen. Mit dem Einsatz einer Reibungsturbine - nach den Ausführungen von Nikola Tesla [Te09] - ist eine kostengünstige Fertigung und Skalierbarkeit durch Modulation

von quantitativen und geometrischen Parameter auf niedrigere Leistungsbereiche (0,1-50 kW_{el}) möglich.

2 Der ORC-Kreislauf

Die Funktionsweise des ORC entspricht dem eines Clausius-Rankine-Wasserdampf Prozesses. Im Verdampfer wird das unter Druck stehende Arbeitsmedium verdampft und über den Friktionsexpander entspannt, welcher einen Generator antreibt. Um den anschließenden Kondensationsprozess einzuleiten muss, je nach verwendetem Arbeitsmedium, ein Rekuperationsprozess durchgeführt werden. Im Anschluss der Kondensation erfolgt eine Druckerhöhung durch eine Hochdruckpumpe und die Vorwärmung des Arbeitsmediums im Rekuperator (vgl. Abbildung 1, links). Als organisches Arbeitsmedium wurde vorerst Hexamethyldisiloxan ($C_6H_{18}OSi_2$) gewählt, dessen Einordnung in den ORC Prozess im T-s-Diagramm in Abbildung 1 rechts erfolgt. Für den zur Gewinnung von elektrischer Energie aus niederkalorische Abwärme eingesetzten ORC-Kreislauf, bestehend aus mehreren ip tube Wärmeübertragern und der Reibungsturbine, wurden Leistungsklassen definiert, um den Leistungsbereich von 0,1-50 kW_{el} zu modularisieren und den apparatetechnischen Entwicklungsaufwand zu minimieren. Die Anordnung und apparative Auslegung der Komponenten wurden nach technischen und materialtechnischen Minimierungsprinzipien getätigt, um Material- und Raumeffizienz zu gewährleisten.

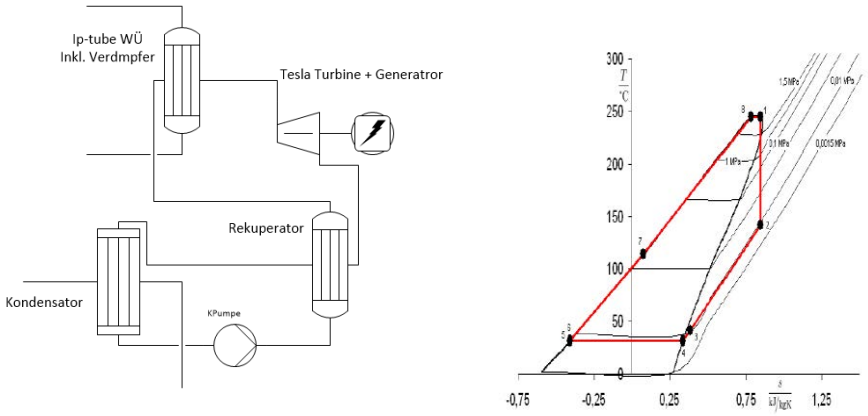


Abbildung 1 Darstellung des ORC-Kreislaufes (links) und Einordnung in das T-s Diagramm für Hexamethyldisiloxane (rechts), [SS10]

Die Auswahlkriterien für das Arbeitsmedium beschränkten sich auf toxische und stoffliche Eigenschaften, allen voran die Viskosität, deren Einfluss auf die Kraftübertragung im Friktionsexpander von außerordentlicher Bedeutung ist. Eine hohe Viskosität des Arbeitsmediums beeinflusst quantitative Ausmaße der Reibungsturbine und kann somit als Optimierungsfaktor gesehen werden in Bezug auf eine geringe Baugröße.

2.1 ip tube Wärmeübertrager

Um dem Anspruch der kompakten Bauweise gerecht zu werden, geschieht die Reduktion der Wärmeübertrager mit dem Einsatz von industrial power tubes (ip tube). Die von der La Mont-Kessel GmbH & Co.KG entwickelten Rohre weisen eine Struktur auf, die den Wärmeübergang außerordentlich verbessert. Durch die regelmäßige Struktur werden Turbulenzen induziert und der Wärmetransport innerhalb des Mediums optimiert. Zusätzlich bilden sich auf den Strukturspitzen sogenannte „Hotspots“, welche die Wärmemenge in konzentrierterer Form an das Arbeitsmedium abgeben [vgl. Kö12] (Abbildung 2 links unten). Mit der Anwendung der ip tube Technologie im Kondensator wurde die Kondensationsleistung bemerkenswert gesteigert. Die Wärmestromdichte konnte bei Materialgleichheit um den Faktor 2 gegenüber einem Glattrohrkondensator gesteigert werden, welches direkte Auswirkung auf die Baugröße des Kondensators hat (vgl. Abbildung 2 rechts unten).

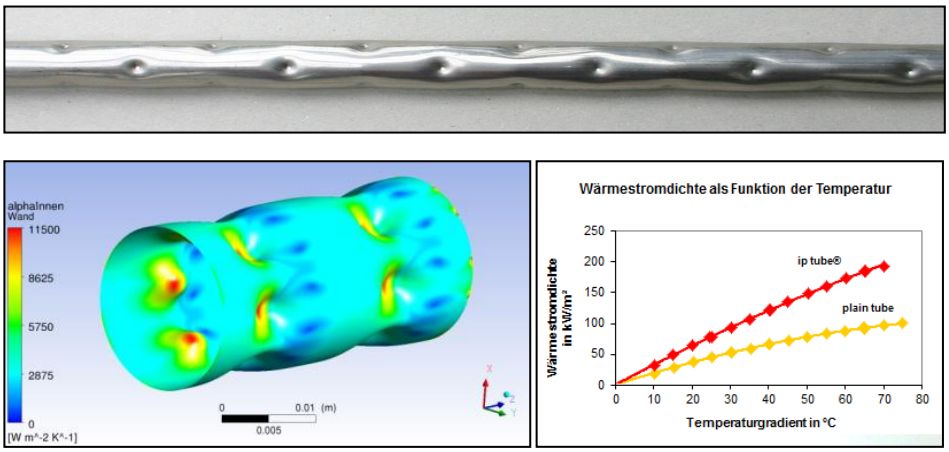


Abbildung 2 ip tube mit definierter Struktur (oben links) und der Ausprägung der „hot spots“ (unten links). Rechts die Darstellung der Wärmestromdichte als Funktion der Temperatur [Kö12]

3 Die Reibungsturbine

Die Reibungsturbine basiert auf einer Idee von Nikola Tesla [Te09]. Mehrere koaxial, in einem definierten Abstand angeordnete Scheiben bilden den Läufer. Das Arbeitsmedium strömt mit einer höheren Tangentialgeschwindigkeit als die Umfangsgeschwindigkeit der Scheiben vom äußeren Radius (r_2) in das Spaltelement und bewegt sich auf spiralförmigen Bahnen zum im Rotationszentrum liegenden Auslass hin (innerer Radius (r_1)). Im Gegensatz zu konventionellen Turbinen erfolgt die Kraftübertragung auf den Läufer nicht durch die Umlenkung des Fluids mit geometrisch definierten Profilen, sondern durch auftretende Reibungskräfte im Spaltelement. Die Leistungsgenerierung lässt sich mit dem Newtonschen Schubspannungsansatz und der Wandhaftbedingung darstellen. Mit der tangentialen Geschwindigkeitsdifferenz bildet sich abhängig von der Viskosität des Mediums ein Geschwindigkeitsgradient aus. Dieser impliziert durch Schubspannun-

gen im Fluid eine Widerstandskraft ähnlich einer Taylor Couette-Strömung. Durch die Wandhaftbedingung des Fluids werden die Widerstandskräfte auf die Scheiben übertragen und erzeugen ein Drehmoment. Mit steigender Winkelgeschwindigkeit Ω sinkt die tangentiale Geschwindigkeitsdifferenz. Für das Drehmoment stellt sich ein quasistatischer Zustand ein, in dem ein Gleichgewicht zwischen erzeugtem Drehmoment und durch die Peripherie abgenommenem Moment vorherrscht. Die Spaltbreite (b) hat entscheidenden Einfluss auf das erzeugte Drehmoment. Generell kann die Turbine mit allen denkbaren Arbeitsmedien betrieben werden. Zur Optimierung der Kraftübertragung ist die Minimierung der Spaltbreite dahin gehend erforderlich, dass eine laminare Grenzschicht mit maximalem Schubspannungstransport entsteht. Dieser Optimierungsprozess ist abhängig vom Strömungsprofil zwischen den Scheiben (laminar oder turbulent) und der Viskosität des verwendeten Arbeitsmediums. Hochviskose Medien erlauben eine höhere Spaltbreite bei gleichem Drehmoment, welches sich in einem geringeren Fertigungsaufwand und einer geringeren Scheibenanzahl ausdrückt.

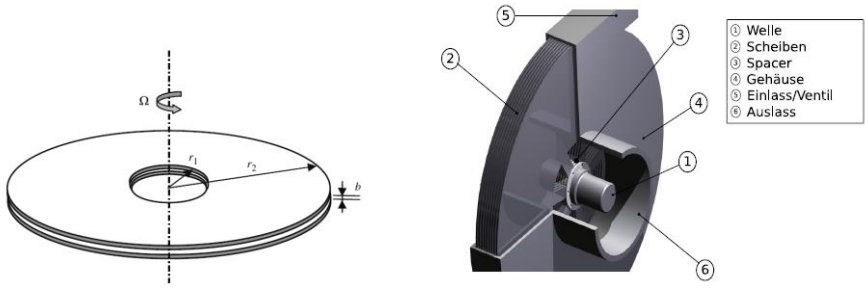


Abbildung 3 Skizze Berechnungsmodell (links) [GS13] Schnittmodell einer Reibungsturbine (rechts)

Analytische Betrachtungen des Turbinentyps wurden durch Boyd und Rice [Bo68], Nendl [Ne66] und Guha [GS13] durchgeführt. Die Ergebnisse ermöglichten eine konstruktive Auslegung der Turbine, die Bestimmung des optimalen Betriebspunktes und zeigten Optimierungspotenziale auf. Basierend auf den Arbeiten von Hellwig, Guha und Nendl [vgl. He12; GS13; Ne66] wurde eigens ein Programm entwickelt, welches unter der Angabe von Stoffdaten und Betriebsparametern wie Einlassdruck und Geschwindigkeit des Fluids die geometrischen Abmessungen und den optimalen Betriebspunkt der Turbine ermittelt. Mithilfe der analytischen Lösungen wurden weiterhin numerische Untersuchungen getätigt, welche das Strömungsfeld des Fluids in der Turbine verdeutlichen und verbesserte Ansätze für eine optimierte konstruktive Gestaltung der Auslassöffnung und des Spaltelementes aufzeigen [vgl. Li09]. Eine weitergehende Entwicklung der Turbine wird an der Technischen Hochschule Wildau [FH] angestrebt. Dazu wurde unter anderem zur Demonstration der Simplizität dieser Turbine ein erster Funktionsprototyp bestehend aus mehreren Langspielplatten erstellt und erfolgreich betrieben (Abbildung 4 links).

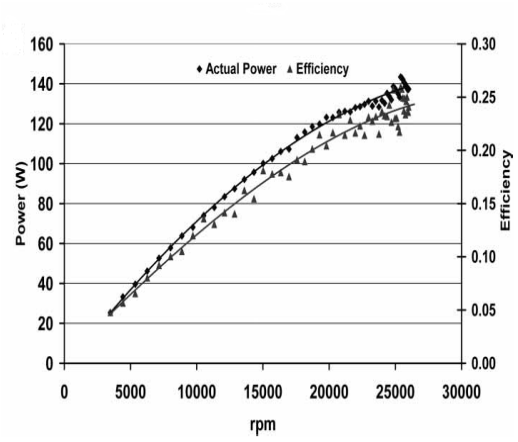


Abbildung 4 Funktionsmodell der Reibungsturbine (links). Leistungskurven (rechts) [GS13]

4 Fazit

Die hohe Viskosität organischer Arbeitsmedien prädestiniert den Einsatz eines Friktionsexpanders nach dem Funktionsprinzip von Tesla in einem ORC. Durch die auf Fluidreibung basierende Leistungserzeugung ist es möglich, den Turbinentyp beliebig zu skalieren und damit dem gewünschten Leistungsbereich anzupassen. Der Einsatz der ip tube-Technologie in den Wärmeübertragern (Verdampfer, Rekuperator und Kondensator) reduziert die geometrischen Abmessungen der Apparate und es ist möglich, die Komponenten auf engstem Raum anzuordnen und somit dem Anspruch der Kompaktheit gerecht zu werden.

5 Ausblick

Die weiteren Arbeiten in dem Projekt konzentrieren sich auf die materialtechnische und strömungstechnische Optimierung des Turbinenläufers, um höhere Leistungen bei geringerer Scheibenanzahl zu realisieren. Weiterhin sollen unterschiedliche Strukturen der ip tube-Rohre und ihren Einfluss auf den Wärmeübergang untersucht werden, um ein bestmögliches Verhältnis zwischen Oberfläche und Wärmeübergang zu finden.

Literaturverzeichnis

[AM12] Algieri Angelo; Morrone Pietropaolo: Comparative energetic analysis of high-temperature subcritical and transcritical Organic Rankine Cycle (ORC). A biomass application in the Sibari district. In Applied Thermal Engineering, 2012, 36; S. 236–244.

[Ba09] Bayrisches Landesamt für Umwelt (LfU) Hrsg.: Wärmenutzung bei kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlagen, 2009.

[Bo68] Boyd K.E.: Laminar Flowof an incompressible Fluid Between Rotating Disks with Full Peripheral Admission. In ASME Transactions: Journal of applied Science, 1968, 35; S. 229–237.

[GS13] Guha, A.; Sengupta, S.: The fluid dynamics of the rotating flow in a Tesla disc turbine. In European Journal of Mechanics - B/Fluids, 2013, 37; S. 112–123.

[He12] Hellwig Udo: Tesla Turbine, Berlin, 2012.

[Jü06] Jürgen Karl: Dezentrale Energiesysteme. Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München, 2006.

[Ka09] Kaltschmitt Martin Hrsg.: Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, 2009.

[Kö12] Kölling Axel: Energie- und ressourceneffiziente Wasseraufbereitung mit Strukturrohren am Beispiel eines Naturumlauf Dampferzeugers, IHK Berlin, 2012.

[Li09] Lisker Roberto: Numerische Strömungsuntersuchungen an einer Tesla Turbine. In Diplomarbeit, 2009.

[Ma00] Maizza V.: Unconventional working fluids in organic Rankine-cycles for waste energy recovery systems. In Applied Thermal Engineering, 2000; S. 381–390.

[Ne66] Nendl Dušan: Eine theoretische Betrachtung der Reibungsturbomaschinen von Nikola Tesla, 1966.

[RMM10] Roy, J.; Mishra, M.; Misra, A.: Parametric optimization and performance analysis of a waste heat recovery system using Organic Rankine Cycle. In Energy, 2010, 35; S. 5049–5062.

[Sc09] Schuster, A. et al.: Energetic and economic investigation of Organic Rankine Cycle applications. In Applied Thermal Engineering, 2009, 29; S. 1809–1817.

[SS10] Sagasser Hagen; Schröder Sebastian: Verstromung von Abwärme aus kleinen Leistungsbereichen. Diplomarbeit, 2010.

[Tc09] Tchanche, B. F. et al.: Fluid selection for a low-temperature solar organic Rankine cycle. In Applied Thermal Engineering, 2009, 29; S. 2468–2476.

[Te09] Tesla Nikola: Tesla Turbine. Pat.Nr. U.S. 1061206, 1909.

[Ti12] Tian, H. et al.: Fluids and parameters optimization for the organic Rankine cycles (ORCs) used in exhaust heat recovery of Internal Combustion Engine (ICE). In Energy, 2012, 47; S. 125–136.

Entwicklung eines GPS synchronisierten Systems zur Lokalisierung von Molchen in Pipelines

Tino Höhndorf, Hannes Heimbach, Oliver Punk, Peter Holstein, Uwe Heuert

Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Hochschule Merseburg
Geusaer Straße 88
06217 Merseburg
tino.hoehndorf@hs-merseburg.de
hannes.heimbach@hs-merseburg.de
oliver.punk@hs-merseburg.de
p.holstein@sonotec.de
uwe.heuert@hs-merseburg.de

Abstract: Diese Arbeit liefert einen Beitrag zur Überwachung der Position von Molchen in Fernrohrleitungen für den Öl- und Gastransport. Es wird ein mobiles System vorgestellt, welches mit Hilfe von GPS Empfängern zeitsynchrone akustische Messungen durchführt. Der Aufbau und die Funktionsweise des Systems werden erläutert. Bei der ersten Evaluation des Systems an einer Teststrecke konnten Signalquellen in Entfernungen bis 900 m mit einer mittleren Genauigkeit von unter 2 m lokalisiert werden.

1 Motivation und Hintergrund

Allein in Deutschland sind 24588 km Fernrohrleitungen für den Öl- und Gastransport verlegt. Diese müssen in regelmäßigen Abständen daraufhin untersucht werden, ob deren Sicherheit noch gewährleistet ist. Besonders bei älteren Leitungen, die z. T. mehr als 35 Jahre im Erdboden liegen, können Schädigungen durch Korrosions- oder Rissbildung auftreten. Mit Hilfe von Inspektionssystemen, den sog. Molchen, ist es möglich, den Zustand der Rohrwand zerstörungsfrei zu prüfen. Der Molch wird dazu ähnlich einer Rohrpost mit dem Förderstrom durch die Leitung bewegt und zeichnet die Messwerte seiner Sensoren auf. Neben der Inspektion von Rohrleitungen spielt auch deren Reinigung eine wichtige Rolle, um eine einwandfreie Funktion zu gewährleisten. Diese werden mit Reinigungskörpern durchgeführt, die ebenfalls als Molche bezeichnet werden und mit dem Fördermedium durch die Rohrleitung bewegt werden.

Um solche Inspektionen zu überwachen, bei eventuellen Störungen rechtzeitig reagieren zu können und um Schäden an den teuren Inspektionsgeräten zu vermeiden, ist eine permanente Überwachung der Position des Molches notwendig. Es existieren aktive Systeme, bei denen der Molch durch die Rohrwand und durch das ggf. darüber liegende Erdreich seine Position an ein Begleitfahrzeug sendet. Eine solche Lokalisierung ist denkbar aufwendig und teuer. Eine alternative Möglichkeit wird hier vorgestellt.

2 Material und Methoden

Anstatt Molche mit aktiven Lokalisierungssystemen auszustatten, werden die von ihnen erzeugten akustischen Signale genutzt. Akustische Signale entstehen bei der Bewegung des Molches an den Kontaktflächen zwischen Molch und Rohrleitung. Sie werden durch den Stahlmantel des Rohres über lange Strecken hinweg übertragen und können mit geeigneter Messtechnik aufgezeichnet werden. Werden diese spezifischen Signale an mindestens zwei verschiedenen Punkten zeitsynchron aufgezeichnet, kann über eine Kreuzkorrelation deren zeitlicher Versatz berechnet werden. Damit lässt sich die Entfernung zur Signalquelle ermitteln. Über den Abgleich der Geokoordinaten der Messstation mit der geografischen Lage der Rohrleitung, kann die genaue Position der Inspektionsmolches gefunden werden.

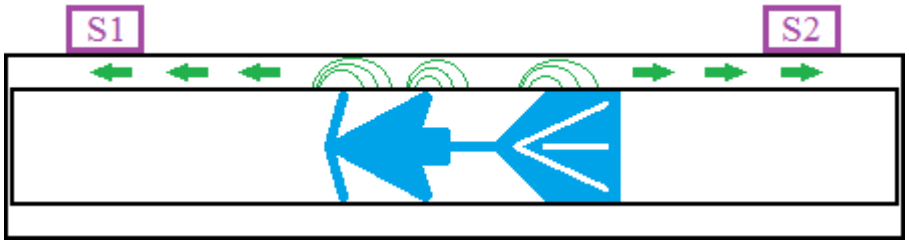


Abbildung 1 – Schematische Darstellung eines Inspektionssystems (blau) in einer Rohrfernleitung (schwarz) mit entstehenden akustischen Signalen (grün), welche von der Rohrmantelfläche zu den Sensoren S1 und S2 übertragen werden

2.1 Zusammenstellung einer Messstation

Die Aufgabe einer Messstation ist die Bestimmung der geografischen Position und die Aufnahme einer zeitsynchronen Messung. Sie setzt sich zusammen aus einem Laptop, einem Datenerfassungsgerät, einem GPS-Empfänger und einem Schall-Prüfkopf. Die Komponenten dieses Prüfsystem wurden so ausgewählt, dass sie wenig Platz benötigen und eine geringe Masse besitzen. Dies ermöglicht einen mobilen Einsatz. Um in Zukunft auch eine Live-Überwachung umzusetzen, kann jede Messstation mittels eines USB Mobilfunksticks mit einem zentralen Server kommunizieren.

Zur Vorbereitung der Station auf eine Messung, muss der Prüfkopf auf das Rohr bzw. die Teststrecke aufgespannt werden. So können die übertragenen mechanischen Schwingungen von dem Piezoelement des Prüfkopfes in elektrische Spannungen umgewandelt werden, welche vom Datenerfassungsgerät digitalisiert werden können.

2.2 Umsetzung eines zeitsynchronen Messverfahrens

Um eine genaue Berechnung der akustischen Signallaufzeit zu ermöglichen, müssen die Messungen an allen Messpunkten zu exakt demselben Zeitpunkt ausgelöst werden. Ermöglicht wird dies durch die externe Triggerung der Messhardware mittels eines

speziellen GPS-Empfängers. Verschiede Modelle bieten die Möglichkeit, sekündlich einen elektrischen Impuls auszugeben, der mit der GPS-Zeit synchronisiert ist. Dessen ansteigende Flanke wird bei jeder Messstation genutzt, um die Messung auszulösen.

2.3 Mess- und Steuersoftware

Auf dem Laptop der Messstation übernimmt eine eigens entwickelte Anwendung die Steuerung und Überwachung der Messungen. Dafür müssen die am Laptop angeschlossenen Geräte angesteuert werden und verschiedene Nutzereingaben ermöglicht und verarbeitet werden. Die Anwendung wurde in der Programmiersprache C# mit der Entwicklungsumgebung Microsoft Visual Studio 2010 umgesetzt.

Um für ein Testsystem möglichst flexibel zu sein, wurde die Ansteuerung von externen Geräten in eigenen Assemblies[1] ausgelagert. Dies ermöglicht, den Versuchsaufbau mit verschiedenen Geräten umzusetzen, ohne die Implementierung der Hauptanwendung zu ändern. Dafür wird für eine bestimmte Geräteklasse z.B. für Oszilloskope eine allgemeingültige Schnittstelle *IScopeDevice* definiert. Nun wird für jedes Gerät, welches Verwendung finden soll, ein Klasse erstellt, die diese Schnittstelle implementiert. Die Hauptanwendung verwendet nur die Schnittstellen, um die Geräte zu steuern. Die Instanziierung dieser Felder wird dem Composer des Managed Extensibility Frameworks (MEF)[2] überlassen. Dies ermöglicht ein dynamisches Plugin System, um die Hauptanwendung zur Laufzeit mit den notwendigen Implementierungen der Geräte-steuerung zu versorgen, ohne dass statische Abhängigkeiten notwendig sind.

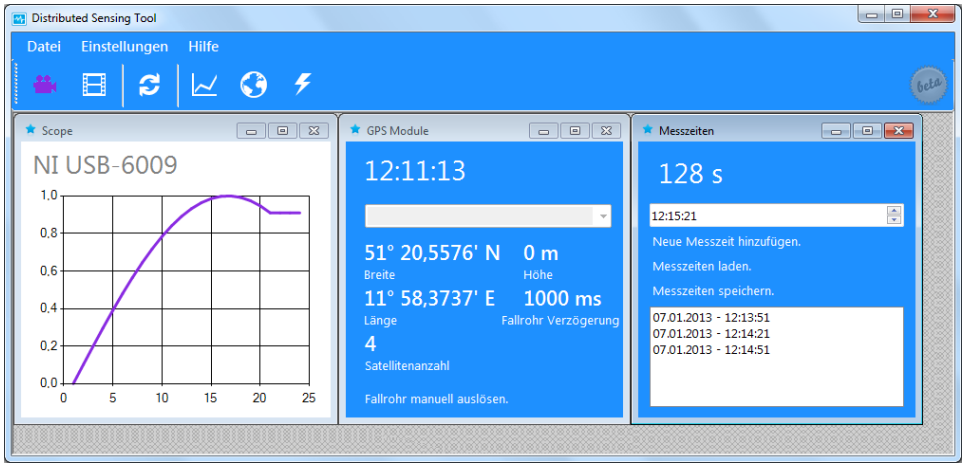


Abbildung 2 – Anwendungsoberfläche des Steuer- und Überwachungsprogramms

[1] Eine Assembly ist eine Anwendungskomponenten der Common Language Infrastructure (CLI), die neben kompilierten Code auch Metainformationen beinhaltet.
[2] Das Managed Extensibility Framework (MEF) ist eine Komponente des .NET Framework 4.0.

Mit Hilfe der Anwendung können die Parameter des Datenaufnahmegerätes wie Aufnahmedauer, Wertebereich und Abtastrate eingestellt werden. Des Weiteren können Messzeiten bzw. Messzeitregime erstellt und geladen werden. Die Anwendung führt anschließend zu jeder eingegebenen Zeit eine Messung der gewünschten Länge durch und speichert die aufgenommenen Daten.

2.4 Teststrecke

Die Funktionalität des Messsystems wurde zunächst an einer Teststrecke validiert. Dazu wurde ein unbefahrenes Stück Bahngleis ausgewählt, welches auf Grund des gleichen Materials ein ähnliches Übertragungsverhalten für akustische Signale aufweist wie Stahlrohrleitungen. Zur Simulation der akustischen Signale eines Molches der über eine Stahlnaht fährt, wurde ein Kugelfallrohr instrumentiert, welches ebenfalls über ein GPS Empfänger synchronisiert wird.

Für den Versuchsaufbau wurde neben einem handelsüblichen Laptop folgende Messhardware verwendet:

- 2 x NI USB-4431 DAQ Device mit 24-Bit und 102.4 kS/s
- 2 x breitbandige Ultraschallprüfköpfe mit einer Mittenfrequenz von 50 kHz der Firma SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH
- 3 x leistungsstarke Laptops mit Windows 7 und der aktuellen .NET Laufzeitumgebung 4.0
- 3 x GPS Empfänger Navilock EM-406a PPS
- 1 x instrumentiertes Eigenbaufallrohr mit einer gehärteten Stahlkugel mit einem Durchmesser von 30 mm

Es wurden zwei Messstationen in unterschiedlichen Entfernungen eingerichtet. Dazwischen befand sich jedes Mal eine Station, die das Kugelfallereignis auslöst. Das Auslösen wurde mit den zwei Messstationen über das GPS-Signal synchronisiert.

3 Ergebnisse und Diskussion

Durchgeführt wurden zwei verschiedenartige Testläufe. Bei dem ersten Testlauf wurden die zwei Messstationen in verschiedenen, definierten Abständen zum Kugelfallrohr aufgestellt. Dieser diente dazu, die Genauigkeit der GPS Signale zu überprüfen und um die Schallgeschwindigkeit in der Schiene zu messen. Bei dem zweiten Testlauf wurden größere Entfernungen gewählt, um zu bestimmen, wie weit die Signale trotz Dämpfung detektierbar sind.

Um die Genauigkeit der GPS Empfänger zu überprüfen, wurden die zwei Messstationen 90 m entfernt aufgebaut und 30 synchronisierte Messungen durchgeführt. Die 90 m

wurden mit einem Metallmaßband abgemessen. Die von der Steuerungssoftware gespeicherten Daten beinhalten neben den Messkurven auch die jeweilige GPS Positionen und die Zeiten, zu denen die Daten aufgenommen wurden. Die geographischen Breiten und Längen der gemessenen Positionen schwanken mit einer Standardabweichung von 0,5 – 1,0 Meter um den jeweiligen Mittelwert. Als Ergebnis der Messung ergibt sich eine Entfernung von 91,57 Meter mit einer Standardabweichung von 0,67 Meter. Damit ist die GPS Entfernung ca. 2% größer als die Entfernung, die mit dem Metallband abgemessen wurde. Das Wandern der GPS Position zeigte sich auch bei den weiteren Messungen. Der damit einhergehende Fehler in der Entfernungsmessung relativiert sich aber bei größeren Abständen der Messstationen.

Der relative zeitliche Unterschied zwischen den Trigger Pulsen zweier GPS-Empfänger wurde in [PH12] und [VS09] untersucht. Er wird für die verwendeten Empfänger mit weniger als 100 ns angegeben. Dies entspricht einem maximalen Fehler von ca. 4 mm bei der Lokalisierung von Signalquellen in Stahl.

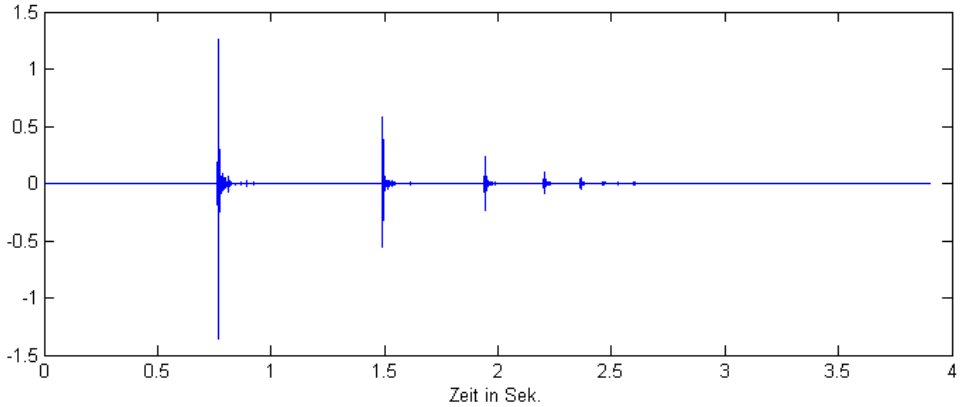


Abbildung 3 – Darstellung des akustischen Signals, welches 30 Meter entfernt vom Fallrohr aufgezeichnet wurde (Größeneinheit der y-Achse: Volt)

In Abbildung 3 ist beispielhaft eine Messkurve aus Testlauf eins dargestellt. Der Abstand des Sensors zum Fallrohr betrug 30 m. Zu sehen sind die durch das mehrfache Springen der Kugel entstandenen akustischen Signale, die durch die Schiene übertragen wurden. Die zweite Station wurde in einer Entfernung von 180 m zum Fallrohr in der entgegengesetzten Richtung aufgebaut. Aus der Kreuzkorrelation der zwei gemessenen Signale, ergibt sich deren Laufzeitunterschied. Aus diesem und dem bekannten Abstand der zwei Messstationen lässt sich die Schallgeschwindigkeit berechnen. Dies führt zu einer Schallgeschwindigkeit von ca. 3227 m/s. Das Ergebnis weicht um weniger als 1% von dem Literaturwert nach [Ku88] für Transversalwellen in Stahl ab.

Die gemessene Amplitude des ersten Peaks bei 30 m Entfernung zum Fallrohr beträgt ca. 1.3 Volt. Die Amplitude des gleichen Peaks bei 710 m beträgt nur noch 0.7 mV, siehe Abbildung 4. Unter der Anwendung von geeigneten Bandpassfiltern ist ein Peak mit

einer Amplitude von lediglich 0.1 mV immer noch detektierbar. Mit dieser Beobachtung und der Verwendung des exponentiellen Schallabsorptionsgesetzes nach [Ku88] lässt sich eine maximale Entfernung von ca. 900 m abschätzen, unter der sich eine Schallquelle mit dem hier vorgestellten System detektieren lässt.

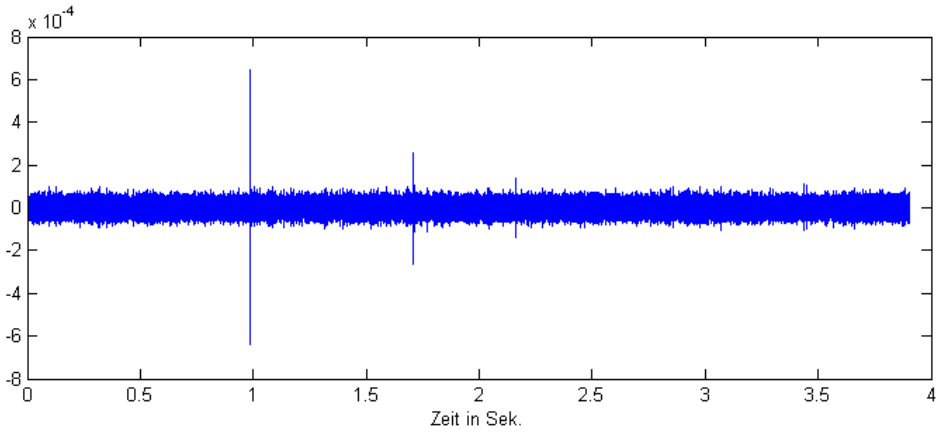


Abbildung 4 – Darstellung des akustischen Signals, welches 710 Meter entfernt vom Fallrohr aufgezeichnet wurde (Größeneinheit der y-Achse: Volt)

4 Ausblick

Das Messsystem soll noch um einige Funktionen erweitert werden. So ist es für die Überwachung von sich bewegenden Inspektionssystemen notwendig, Messungen nicht nur zu bestimmten Zeiten sondern kontinuierlich durchzuführen. Deshalb ist geplant, einen Streaming Modus umzusetzen. Des Weiteren ist angedacht, eine Live-Überwachung zu implementieren. Dafür ist es notwendig, einen zentralen Server einzurichten, der die aktuellen Messungen von den verbundenen Messstationen einsammelt und sofort auswertet. Um den dafür notwendigen Datendurchsatz zu erreichen, ist die Datenübertragung mittels Mobilfunksystemen der3. bzw. 4. Generation angedacht. Der Gebrauch von Mobilfunknetzen würde auch den deutschlandweiten Einsatz des Messsystems ermöglichen. Außerdem ist ein Testlauf des Systems während einer industriellen Molchung an einer realen Rohrfernleitung geplant.

Literaturverzeichnis

[Ku88] Kuttruff, H.: Physik und Technik des Ultraschalls. Hirzel-Verlag, Stuttgart 1988.

[PH12] Punk, O; Heuert, U: Synchronisiertes Messen mittels DCF77 und GPS. In *Zeitschrift für Nachwuchswissenschaftler* 2012/1

[VS09] Vyskočil, P.; Šebesta, J.: Relative Timing Characteristics of GPS Timing Modules for Time Synchronization Application. In *Satellite and Space Communications*, Tuscany, 2009.

Experimentelle und theoretische Untersuchungen der Trocknungskinematik von Photoresisten

M. Schönfeld, S. Schubert, J. Saupe, J. Grimm

Fakultät Elektrotechnik, AG MEMS
Westsächsische Hochschule Zwickau
Dr.-Friedrichs-Ring 2A
08056 Zwickau
Maik.Schoenfeld@fh-zwickau.de
Juergen.Grimm@fh-zwickau.de

Abstract: Der Beitrag präsentiert einen analytischen Ansatz zur partiellen Beschreibung der Kinematik der Infrarottrocknung von Photoresisten. Dabei können erstmals durch direkte Kurvenanpassungen auf prozessnahe Messdaten die Diffusionskoeffizienten der Lösungsmittel in der Polymermatrix bestimmt werden. Weitere Betrachtungen liefern eine eindeutige und theoretisch sehr gut korrelierende Temperaturabhängigkeit des Diffusionskoeffizienten. Erste Betrachtungen der Trocknung von Mehrschichtsystemen schließen den Beitrag ab.

1 Motivation

An die Prozesse der Mikrosystemtechnik werden immer höhere Anforderung hinsichtlich Prozessstabilität und Reproduzierbarkeit gestellt, insbesondere bei der Herstellung von mikromechanischen Komponenten aus photostrukturierbaren Polymeren [Sc11, Sc12 a]. Variationen in der Prozessierung führen hier zu erheblichen Änderungen in den mechanischen Parametern der Strukturen [Vo12]. Explizit können bei Cantileverstrukturen Schichtspannungen, die u.a. auf einen Restlösungsmittelgradient in der Schicht zurückzuführen sind, zu einer funktionsmindernden Krümmung führen. Es sollen hier Untersuchungen und theoretische Betrachtungen zur Auffindung eines prozessnahen niedrig-parametrigen Ansatzes zur Beschreibung der Trocknungskinematik von Photoresitschichten dargestellt werden, [Sc12 b].

2 Experimentelle Untersuchungen

2.1 Verwendetes IR-Ofensystem

Für die Untersuchungen wurde ein innovatives IR-Ofensystem (Eigenentwicklung AG MEMS, WHZ) eingesetzt, Abbildung 1a, [Sc11]. Bei dem entwickelten alternativen

Ofensystem wird im Gegensatz zur Hotplate oder eines Umluftofens die Energie für die Trocknung direkt in die Resistschicht eingestrahlt. Die IR-Trocknung ermöglicht somit bspw. ein verbessertes Handling von Mehrschichtprozessen. Das Augenmerk liegt dabei vor allem auf für die Prozessierung von Funktionselementen relevanten dicken Schichten (> 100 µm). Betrachtungen zur Trocknung von in der Lithografie relevanten dünnen Resistschichten sind bspw. in [Mo88] angegeben.

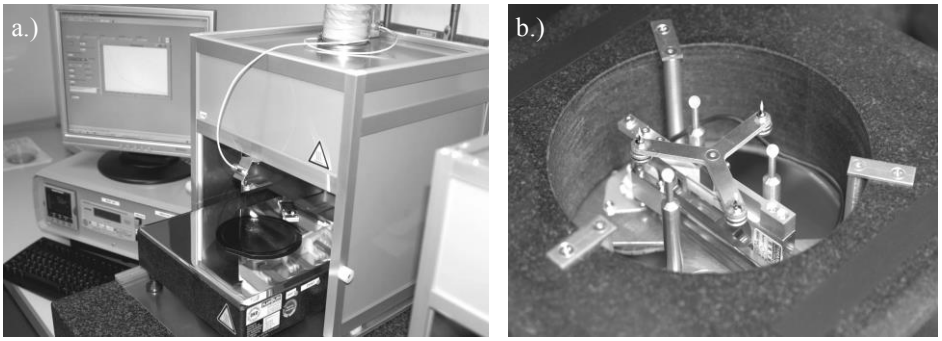


Abbildung 1 a.) Gravimetrisch gesteuertes Infrarot-Ofensystem
b.) Detailansicht der Gravimetrieeinheit

Das entwickelte Ofensystem zeichnet sich besonders dadurch aus, dass der Gewichtsverlust der Resistschicht aufgrund des abdampfenden Lösungsmittels während der Trocknung bestimmt werden kann. Damit ist es möglich, den Trocknungsgrad der Resistschicht in-situ zu überwachen und das gewünschte Verhältnis Lösungsmittel zu Feststoff genau anzufahren. Die Substrate sind in den sogenannten Bessel-Punkten gelagert (Abbildung 1 b). Bessel-Punkte sind die optimalen Auflager einer gleichmäßig belasteten Platte, sodass deren Durchsenkungen (Rand und Mitte) minimal werden.

2.2 Interpretation der Messdaten des IR-Ofensystems

In Abbildung 2 sind typische Messdatensätze des Ofensystems für unterschiedlich dicke Resistschichten dargestellt. Es ist eine deutliche Verlängerung der Trocknungszeit t bei zunehmender Lackschichtdicke h zu erkennen, ($t \sim h^2$, [Sc12 b]).

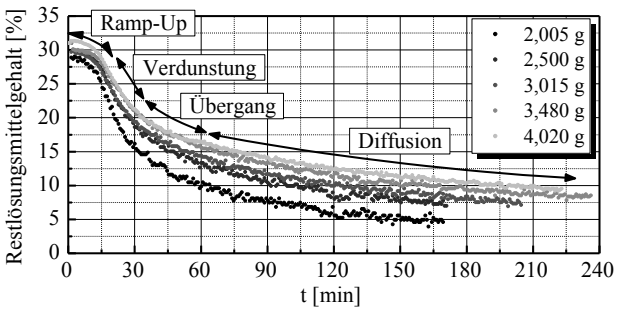


Abbildung 2 Exemplarische Messdaten des IR-Ofenssystem, es können vier Phasen der Trocknung unterschieden werden: 1. Ramp-Up; 2. Verdunstung; 3. Übergang; 4. Diffusion

Während der eigentlichen Trocknung können vier unterschiedliche Phasen identifiziert werden. Zunächst muss der Ofen das Substrat und die Resistschicht erwärmen. In dieser Phase des Ofen-Ramp-Ups nimmt die Trocknungsgeschwindigkeit annähernd exponentiell zu. Nach dieser Phase schließt sich die Verdunstungsphase an. Hier wird die Trocknungsgeschwindigkeit lediglich vom Abtransport des gesättigten Lösungsmitteldampfes über der Schicht begrenzt. Nach der Übergangsphase tritt die Trocknung schließlich in die Diffusionsphase. Die Trocknungsgeschwindigkeit wird hier von der Diffusion des Lösungsmittels an die Oberfläche der Schicht dominiert wird. Da dieser letzte Trocknungsabschnitt die Trocknungszeit maßgeblich beeinflusst, soll die analytische Modellierung des Trocknungsprozesses hier ansetzen.

3 Theoretische Betrachtungen

3.1 Herleitung eines tragfähigen Ansatzes für hochaufbauende Resiste

Unter der Annahme eines rein diffusionsgesteuerten Prozesses kann die Bewegung der Lösungsmittelmoleküle durch die Resistschicht entlang der Ordinate x (vgl. Abbildung 3 b) in erster Näherung mit einem Ansatz nach dem eindimensionalen 2. Ficksche Gesetz mit konstanten Diffusionskoeffizienten D und der Konzentrationsverteilung C beschrieben werden:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}\right) \qquad (1)$$

Eine Lösung von Gl. (1) für eine zum Zeitpunkt t = 0 im Bereich $-h \le x \le +h$ vorliegende Konzentrationsverteilung ist z.B. in [Cr04] angeben mit

$$C(x,t) \;=\; \frac{C_0}{2}\cdot\left[erf\left(\frac{x+h}{2\sqrt{Dt}}\right) - erf\left(\frac{x-h}{2\sqrt{Dt}}\right)\right] \qquad (2)$$

Darin ist *erf* die Gauß´sche Fehlerfunktion. Abbildung 3 a zeigt exemplarische Darstellungen der Gl. (2).

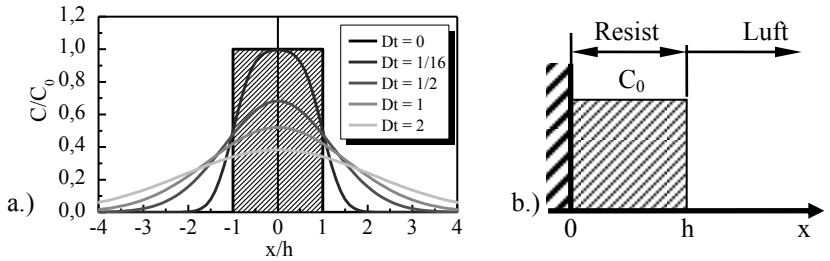


Abbildung 3 a.) Graphen der Gl. (2) für ausgewählte Werte von Dt
b.) Modellannahme Resistschicht auf Wafer (t = 0)

Für die weiteren Herleitungen muss beachtet werden, dass sich bei dem eigentlichen Modell der trocknenden Lackschicht die Konzentrationsverteilung zum Zeitpunkt t = 0 lediglich über den Bereich $0 < x \le h$ erstreckt und bei x = 0 eine für das Lösungsmittel

impermeable Grenze (der Wafer) vorliegt (Abbildung 3 b). Aufgrund der Symmetrie der Gl. (2) wird die aus Abbildung 3 b resultierende Randbedingung a priori für alle Zeiten t erfüllt ist.

Um einen Bezug des Ansatzes (2) zu den realen Messdaten herzustellen, muss dieser noch weiter modifiziert werden: Da die Gravimetrieeinheit des IR-Ofens immer die gesamte Resistschichtmasse wiegt und dies als eine Art „mechanisches Integrieren“ des gesamten Lösungsmittelgehaltes in der Resistschicht angesehen werden kann, wird der Ansatz (2) ebenfalls über die gesamte Resistschichtdicke integriert.

$$CI(t) = \int_0^h \big(C(x,t)\big)dx = C_0 \cdot \left[h \cdot erf\left(\frac{h}{\sqrt{Dt}}\right) + \sqrt{\frac{Dt}{\pi}} \cdot \left(e^{\frac{-h^2}{Dt}} - 1 \right) \right] \qquad (3)$$

In Abbildung 4 a sind Beispielkurven der Gl. (3) für zwei ausgewählte Werte von D dargestellt. Die Zeitpunkte, an denen die bereits in Abbildung 3 a verwendeten Werte für Dt erreicht werden, sind gekennzeichnet.

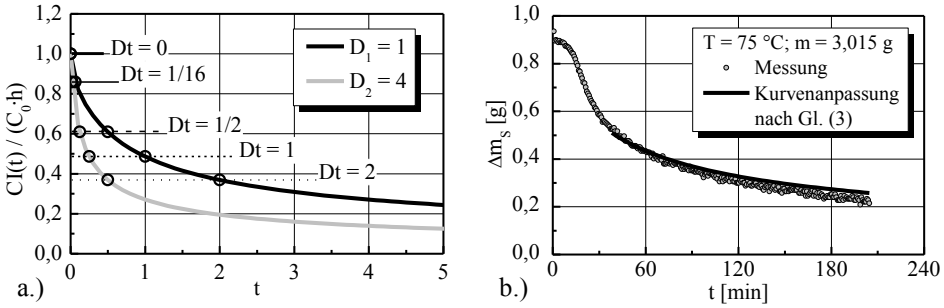


Abbildung 4 a.) Plots der Gl. (3) für ausgewählte Werte des Diffusionskoeffizienten D
b.) Eignung des Modells zeigt sich durch gute Korrelation der Plots von Gl. (3) mit gemessenen Trocknungsverläufen

Die Beispielkurven zeigen in ihrer Form zunächst eine zufriedenstellende Reproduktion der Diffusionsphase der tatsächlich gemessenen Trocknungskurven (Abbildung 4 b). Außerdem rekonstruieren die theoretischen Kurven die während den Messungen beobachtete Beschleunigung des Trocknungsprozesses bei Erhöhung der Trocknungstemperatur (entspricht Erhöhung des Diffusionskoeffizienten).

3.2 Betrachtung von Trocknung einschichtiger Resistsysteme

Mit dem vorgestellten IR-Ofensystem sind eine Vielzahl von Messungen während der Trocknung von Resistschichten variabler Dicke und bei unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt worden, Abbildung 5. Die Trocknungskurven sollen zur Bestimmung zeitgemittelter Diffusionskoeffizienten und deren Temperaturabhängigkeit beitragen. Ziel ist die quantitative Vorhersage eines Trocknungsprozesses mit bekannten Eingangsgrößen. Auf die Datensätze wurde eine Kurvenanpassung von Gl. (3) mittels der Datenanalysesoftware ORIGIN 7.5 durchgeführt, vgl. Abbildung 4 b.

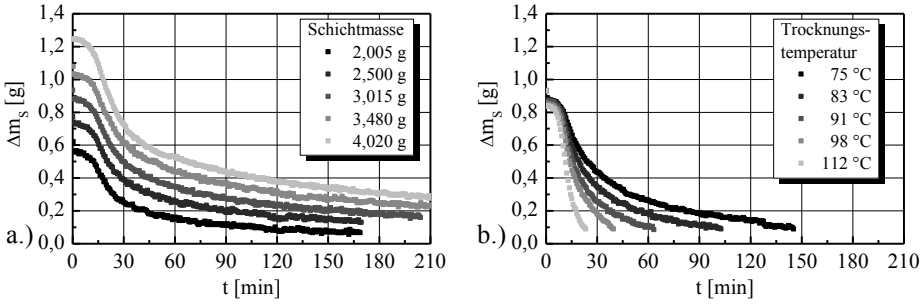
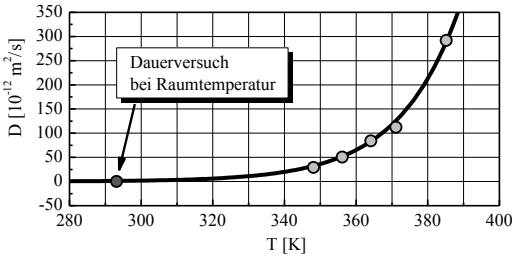


Abbildung 5 Trocknung von Resistschichten bei unterschiedlichen
a) Resistmassen (bzw. Schichtdicken) bei T = 75 °C
b) Temperaturen bei Schichtdicke h = 280 µm

Alle unabhängig voneinander durchgeführten Kurvenanpassungen bei unterschiedlicher Schichtdicke und konstanter Temperatur (Abbildung 5 a) resultieren in einem mittleren Diffusionskoeffizienten des Lösungsmittels von $D_{Mittel} = (10{,}7 \pm 1{,}0) \cdot 10^{-12}$ m^2/s in der SU-8 Harzmatrix.

Die Betrachtungen hinsichtlich der Temperaturabhängigkeit des Diffusionskoeffizienten (Abbildung 5 b) an einem anderem Resistsystem lieferten den in Abbildung 6 dargestellten Verlauf.



$$D(T) = D_0 \cdot e^{\left(-\frac{E_A}{R \cdot T}\right)}$$

mit

$$D_0 = 0{,}486 \left[\frac{m^2}{s}\right]$$

$$E_A = 68071{,}8 \left[\frac{J}{mol}\right]$$

Abbildung 6 Temperaturabhängiger Diffusionskoeffizient D(T) basierend auf Datenreihen gemäß Abbildung 5 b und einem Dauerversuch bei Raumtemperatur

Es zeigt sich eine strikte exponentielle Abhängigkeit, was auf einen thermisch aktivierten Prozess hinweist. Der Unterschied der Werte für D bei 75 °C (bzw. 348 K) zu D_{Mittel} ist auf das differente Resistsystem zurückzuführen.

In einem weiteren Versuchsschritt wurde ein Dauerversuch (ca. 3 Monate) bei Raumtemperatur durchgeführt. Der durch Kurvenanpassung nach erläutertem Schema erhaltene Diffusionskoeffizient $D_{RT} = 0{,}06 \cdot 10^{-12}$ m^2/s gliedert sich sehr gut in die bereits erfasste Temperaturabhängigkeit ein, vgl. Abbildung 6.

3.3 Vorbetrachtungen der Trocknung mehrschichtiger Resistsysteme

In Erweiterung der bereits gezeigten und sehr zufriedenstellenden Ergebnisse soll die Trocknung von Schichtsystemen aus mehreren Einzelschichten untersucht werden. Diese mehrschichtige Trocknung hat bspw. bei der Sprühbelackung von Substraten technische

Relevanz. Es wurden erste Versuche hinsichtlich des additiven Aufbringens und Trocknens von Mehrschichtsystemen durchgeführt, Abbildung 7.

Es zeigt sich eine deutliche Verlangsamung des Trocknungsvorganges bei gleichbleibenden Versuchsparametern. Grund ist, dass bei Aufbringen einer Resistschicht auf eine bereits Vorhandene nicht mehr von einem impermeablen Substrat ausgegangen werden kann. Das Lösungsmittel diffundiert in die bereits vorhandenen Schichten. Um die hier beobachtete Trocknungskinematik zu beschreiben, ist eine Anpassung der gezeigten Modellierungen notwendig. Gute Ansätze lassen sich bspw. in [Ba41] finden. Analytische und ggf. numerische Untersuchungen und Modellierungsversuche zu Mehrschichtprozessen sollen in weiteren Arbeiten durchgeführt werden.

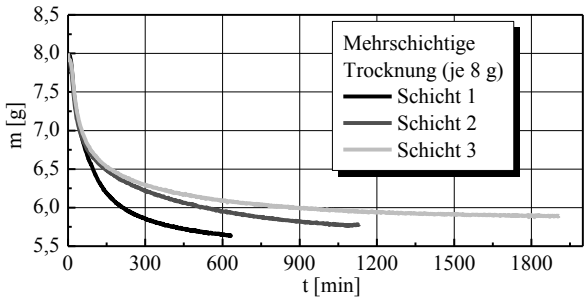


Abbildung 7 Erste Untersuchungen der additiven Trocknung eines mehrschichtigen Systems mit drei Einzelschichten (Dicke jeder Schicht h ≈ 740 µm, T = 90 °C)

4 Literaturverzeichnis

[Ba41] R. M. Barrer, Diffusion in and through solids, The University Press, Cambridge, England, 1941

[Cr04] J. Crank, The mathematics of diffusion, 2nd Ed., University Press Oxford, USA, 2004

[Mo91] Wayne M. Moreau: Semiconductor Lithography – Principles, Practices and Materials, 3th Ed., Plenum Press, New York, 1991

[Sc11] Schönfeld, M.; Saupe, J.; Vogel, J.; Aßmann, H.; Cappek, M.; Lemke, S.; Loechel, B.; Grimm, J.: Experimentelle Untersuchung und theoretische Betrachtung zur gravimetrisch kontrollierten IR-Trocknung dicker SU-8-Schichten, MikroSystemTechnik Kongress 2011, Darmstadt, 10./12. Okt. 2011, Tagungsband S. 543-546

[Sc12 a] Schönfeld, M.; Saupe, J.; Grimm, J.: Analytisches Fundament zur Berechnung beladungsinduzierter Frequenzshifts an Mikrocantilevern aus photosensitiven Resist für den Einsatz in olfaktorischen Mikrosystemen, 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz NWK13, Görlitz, 19. April. 2012, Tagungsband, S. 19-24

[Sc12 b] Schönfeld, M.; Schubert, S.; Saupe, J.; Vogel, J.; Grimm, J.: IR-Trocknung von SU-8: Experimentelle und theoretische Untersuchung des Trocknungsverhaltens, 11. Chemnitzer Fachtagung Mikromechanik & Mikroelektronik, Chemnitz (GER), 23. / 24. Okt. 2012, Beitrag-ID: S 5-4

[Vo12] Vogel, J.; Feige, H.-J.; Saupe, J.; Schubert, S.; Grimm, J.: Experimental Analysis of Thermo-mechanical Material Properties of Photosensitive Polymers, 11th Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics, Brasov, Rumänien, 30.Mai-02.Juni 2012, Tagungsband S. 61-66

Überführung gemessener Viskositätsdaten von Spezialkunststoffen in Moldflow

Ruben Schlutter, Prof. Dr.-Ing. Thomas Seul

Labor Angewandte Kunststofftechnik
Fachhochschule Schmalkalden
Blechhammer
98574 Schmalkalden
r.schlutter@fh-sm.de
t.seul@fh-sm.de

Abstract: Spezialanwendungen in der Kunststofftechnik verlangen immer neue verschiedene Kunststoffe. Deshalb werden fortlaufend neue Kunststoffe und Additive entwickelt. Viele dieser Kunststoffe sind jedoch nicht in Datenbanken vertreten und können somit nicht in Simulationen verwendet werden. Dabei wird es immer wichtiger, so viel wie möglich über die verwendeten Kunststoffe zu wissen, um Bauteile optimal auszulegen und um Probleme während der Fertigung zu vermeiden. Dieses Paper leistet einen Beitrag, um Viskositätsdaten zu messen und in mathematische Modelle zu überführen, um später Spritzgießsimulationen mit dem spezifischen Material durchführen zu können.

1 Einleitung

In der heutigen Zeit findet praktisch keine Produktentwicklung ohne vorherige Simulationen statt. Dabei ist es unerheblich, ob die mechanische Stabilität eines Bauteils oder dessen Fertigung abgebildet wird. In der Kunststofftechnik hat sich die Software Autodesk® Moldflow im Bereich der Spritzgießsimulation durchgesetzt. Bei der Vorbereitung einer Simulation muss ein Material aus der vorhandenen Datenbank ausgewählt werden. Gegenwärtig umfasst diese Datenbank ca. 8.700 thermoplastische Kunststoffe. Jeder Datensatz enthält unter anderem Parameter über die Verarbeitung des Kunststoffs, Viskositätsdaten, das p-v-T-Diagramm und mechanische Kennwerte [Bri08]. Allerdings sind dort nur Massenkunststoffe enthalten. Das Ziel unserer wissenschaftlichen Arbeit besteht deshalb darin, ein Verfahren zu entwickeln, um Spezialkunststoffe, wie beispielsweise biobasierte oder biologisch abbaubare Kunststoffe sowie Kunststoffe für die Elektrotechnik mit Flammhemmern oder für die Medizintechnik in diese Datenbank implementieren zu können, da diese nur unzureichend enthalten sind. Moldflow bietet die Möglichkeit weitere benutzerdefinierte Materialien in die Materialdatenbank zu importieren.

Zu Beginn des Papers wird die Durchführung rheologischer Versuche beschrieben, die das Fließverhalten eines Kunststoffes abbilden. Die gewonnenen Fließkurven müssen

anschließend in das mathematische Modell überführt werden. Moldflow verwendet hier die Cross-WLF-Gleichung. Eine Möglichkeit der Überführung wird aufgezeigt.

2 Durchführung rheologischer Versuche

Ein Kapillarrheometer (Abbildung 1) besteht aus einem Zylinder, einem Druckkolben (grün), einem Druckaufnehmer und einer Düse (rot).

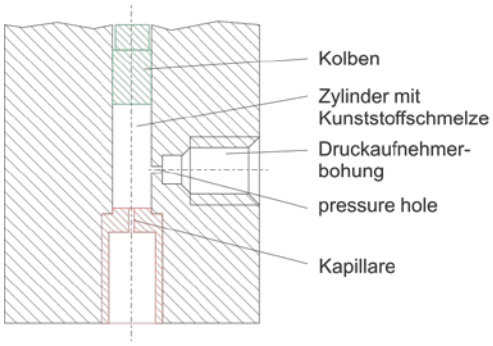


Abbildung 1: Hochdruckkapillarrheometer [OM12]

Das Kapillarrheometer wird anfangs aufgeheizt, bis die Prüftemperatur erreicht ist. Das zu prüfende Material liegt entweder als Granulat oder als Pulver vor und wird in den Zylinder eingefüllt. Hier wird es durch die Beheizung aufgeschmolzen. Bevor das Material in die Düsenbohrung eintritt, wird der Druckverlust zur Umgebung mittels Druckaufnehmer gemessen. Zum Schutz des Sensors vor nicht aufgeschmolzenem Granulat ist dieser über eine kleine Bohrung mit der Kapillare verbunden. Die Messung des Druckverlustes geschieht in Abhängigkeit der Verfahrgeschwindigkeit des Druckkolbens. Dieser bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit nach unten und drückt dadurch die Kunststoffschmelze durch die Kapillare. Während des Versuchs werden so eine scheinbare Schergeschwindigkeit und ein scheinbarer Druckverlust gemessen. [OM12, MHM02]

Grundsätzlich wird als Materialmodell für Polymerschmelzen das strukturviskose Modell angenommen. Das tatsächlich vorliegende Materialmodell ist zu Beginn des Versuchs unbekannt. Deshalb erfolgt die Versuchsauswertung im ersten Schritt mit dem Newtonschen Materialmodell. Die Unterschiede zwischen beiden Modellen sind in Abbildung 3 dargestellt.

Bei Kunststoffschmelzen wird eine parabelförmige Verteilung der Geschwindigkeit angenommen. Diese liegt in der Realität nicht vor, so dass eine scheinbare Schergeschwindigkeit berechnet wird, da Polymerschmelzen in Wandnähe eine wesentlich größere Scherrate erfahren als in der Kanalmitte (Abbildung 2, mitte). Die scheinbare Schergeschwindigkeit wird also niedriger berechnet, als sie tatsächlich ist, wodurch die Viskosität steigt.

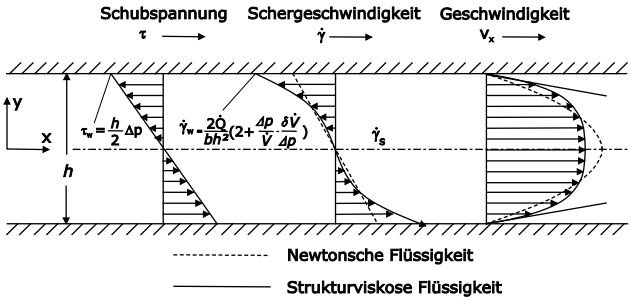


Abbildung 2: Vergleich des newtonschen und des strukturviskosen Materialmodells [SK04].

Im Bereich der Düsenbohrung wird die Schmelze stark gedehnt. Diese Dehnung wird zum Teil gespeichert und am Düsenaustritt in Form einer Strangaufweitung wieder abgebaut. Hier-für ist ein zusätzlicher Druckbedarf notwendig, der vom Druckaufnehmer mit gemessen wird. Im Ergebnis steht ohne eine Korrektur eine scheinbare Viskosität der Schmelze. [MHM02]

Mittels Bagley-Korrektur kann der Einlaufdruckverlust aus dem Ergebnis heraus gerechnet werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass der Einlaufdruckverlust unabhängig von der Kapillarlänge ist und dass der Druck in der Kapillare auf Grund des viskosen Fließverhaltens mit konstanten Druckgradienten abfällt. [MHM02]

3 Die Cross-WLF-Gleichung

Werden die Fließkurven im Doppellogarithmischen Diagramm dargestellt, so ergeben sich zwei annähernd lineare Abschnitte und ein Übergangsbereich. Normalerweise bewegt man sich nur in einem der beiden linearen Bereiche. Für diese Funktion gilt dann der Potenzansatz. (Abbildung 3)

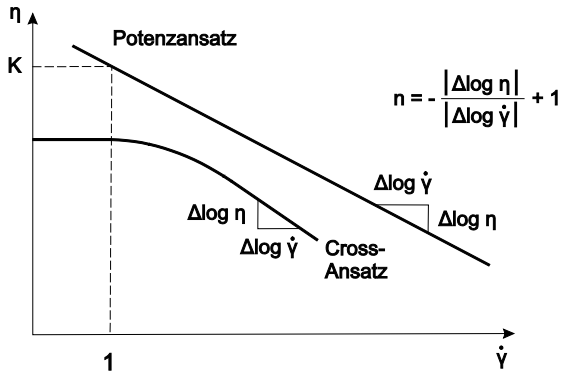


Abbildung 3: Potenz- und Cross-Ansatz [OM12, Sch90]

Dieser Ansatz ist geeignet für die Berechnung aller einfachen Strömungsprobleme. Negativ wirkt sich der Fehler im Bereich kleiner Schergeschwindigkeiten aus, da hier

die Viskosität sehr groß wird. Außerdem kann hier der newtonsche Bereich nicht beschrieben werden. Im Allgemeinen kann dieser Ansatz immer nur einen gewissen Schergeschwindigkeitsbereich ausreichend genau beschreiben.

Die Cross-Gleichung kann sowohl den newtonschen Bereich als auch den strukturviskosen Bereich mit drei Parametern beschreiben. Der Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass er das tatsächliche Stoffverhalten in einem breiteren Bereich abbilden kann als der Potenzansatz. Außerdem gilt er auch im Bereich sehr kleiner Schergeschwindigkeiten. (Abbildung 3)

Der Cross-WLF-Ansatz beinhaltet zwei Modelle. Er verbindet die Cross-Gleichung mit der Temperaturverschiebung nach Williams, Landel und Ferry (WLF). Die Cross-Gleichung ist in Gl. 1 dargestellt. Hierbei beschreibt η_0 die Viskosität im newtonschen Fließbereich. Der Parameter τ^* beschreibt die Wandschubspannung, bei der das strukturviskose Verhalten des Kunststoffes einsetzt.

$$\eta = \frac{\eta_0}{1 + \left(\frac{\eta_0 \cdot \dot{\gamma}}{\tau^*}\right)^{1-n}} \qquad \textit{(Gl. 1)}$$

η	Viskosität	[Pa s]
η_0	Viskosität im newtonschen Fließbereich/Nullviskosität	[Pa s]
$\dot{\gamma}$	Scherrate	[s^{-1}]
τ^*	Scherspannung im Übergang zum scherverdünnenden Fließen	[Pa]
n	Fließexponent	[-]

Die Temperaturverschiebung nach Williams, Landel und Ferry [WLF55] findet in diesem Ansatz durch die Viskosität im newtonschen Fließbereich Berücksichtigung, da diese von der Temperatur abhängt (Gl. 2).

$$\eta_0 = D_1 \cdot \exp\left[\frac{-A_1 \cdot (T - T^*)}{A_2 + (T - T^*)}\right] \qquad \textit{(Gl. 2)}$$

D_1	Viskosität im newtonschen Bereich bei Standardtemperatur	[Pa s]
A_1	Koeffizient der WLF-Gleichung	[-]
A_2	Koeffizient der WLF-Gleichung	[K]
T	Temperatur	[K]
T^*	Standardtemperatur	[K]

4 Die mathematische Überführung

Der dargestellte Algorithmus kann verwendet werden, um das Viskositätsverhalten verschiedener Spezialkunststoffe zu bestimmen. Exemplarisch wurde dies an einem biobasierten Polyethylen (SHA 7260) der Fa. Braskem durchgeführt.

Prinzipiell besteht eine Fließkurve in einem doppellogarithmischen Diagramm aus zwei Geraden und einem Übergangsbereich. Mit steigender Scherrate beginnt die Viskosität kleiner zu werden. Stattdessen muss hier der Potenzansatz zur Anwendung kommen. Dieser Ansatz stellt im doppellogarithmischen Diagramm ebenfalls eine Gerade dar.

Zu Beginn wird die Standardtemperatur bestimmt. Im Anschluss wird der Fließexponent n berechnet (Abbildung 4). Dafür werden die Anstiege der verschiedenen Isothermen im Viskositätsdiagramm berechnet und anschließend gemittelt.

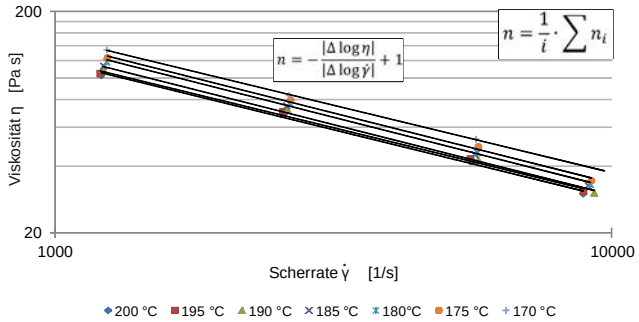


Abbildung 4: Viskosität im strukturviskosen Bereich

Durch Extrapolation der gemessenen Punkte werden die Viskosität im newtonschen Fließbereich (Nullviskosität) η_0 und die Scherspannung im Übergang zum scherverdünnenden Fließen τ^* bestimmt (Abbildung 5). Dabei hängt die Viskosität im newtonschen Fließbereich von der Temperatur ab.

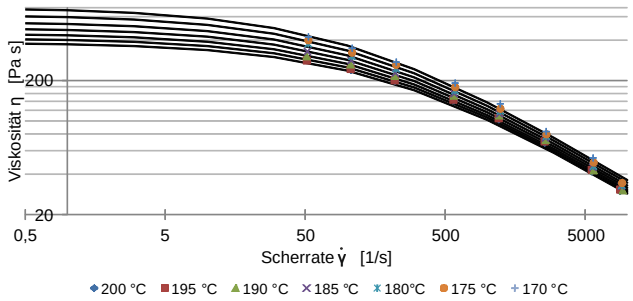
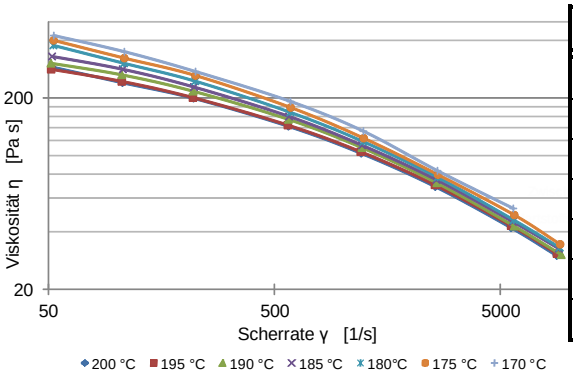


Abbildung 5: Extrapolation der gemessenen Viskositätsdaten

Zur Bestimmung der beiden Faktoren A_1 und A_2 wird das in [Mez06, S 178f] vorgeschlagene Verfahren verwendet. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Viskosität im newtonschen Fließbereich als Funktion der Temperatur vorliegt. Aus der entsprechenden Wertetabelle wird eine Referenztemperatur bestimmt.

5 Diskussion und Fazit

In Abbildung 6 sind das Fließverhalten des biobasierten Polyethylens SHA 7260 dargestellt und die mit dem gezeigten Algorithmus berechneten Parameter der Cross-WLF-Gleichung.



Parameter	Wert	Einheit
n	0,35	
τ^*	79952	Pa
D1	450,15	Pa s
D2	463,15	K
D3	0	K/Pa
A1	0,661	
A2	37,841	K

Abbildung 6: Viskosität des SHA7260 und berechnete Koeffizienten

Das gestellte Ziel konnte erreicht werden. Es wurde ein einfacher Algorithmus entwickelt, mit dem gemessene Fließkurven in die von Moldflow benutzte Cross-WLF-Gleichung überführt werden können. Die berechneten Koeffizienten können in Moldflow eingelesen werden für Simulationen mit dem exakten Material verwendet werden. Somit können Fehler im Spritzgussprozess früh erkannt und beseitigt werden.

Literaturverzeichnis

[Bri08] Brinkmann, T.: Produktentwicklung mit Kunststoffen. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2008, 1. Auflage

[Mez06] Mezger, T.: das Rheologie Handbuch. Hannover: Vincentz Network, 2006, 2. Auflage

[MHM02] Menges, G.; Haberstroh, E.; Michaeli, W.: Werkstoffkunde Kunststoffe. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2002, 5. Auflage

[OM12] Osswald, T.; Menges, G.: Materials Science of Polymers for Engineers. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2012, 3. Auflage

[SK04] Stitz, S.; Keller, W.: Spritzgießtechnik. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 2004, 2. Auflage

[Sch90] Schwarzl, F. R.: Polymermechanik. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1990, 1. Auflage

[WLF55] Williams, M.; Landel, R.; Ferry, J.: The Temperature Dependence of Relaxation Mechanisms in Amorphous Polymers and Other Glass-forming Liquids. In: Journal of the American Chemical Society (1955), S 3701 - 3707

Detection of architecture motifs in helical regions of membrane proteins with domains of unknown functions

Steffen Grunert*, Dirk Labudde

Department of Mathematics / Sciences / Computer Science
University of Applied Sciences Mittweida
Technikumplatz 17
09648 Mittweida
sgrunert@hs-mittweida.de
labudde@hs-mittweida.de

Abstract:
Proteins are the most versatile and important class of biomolecules. One of fundamentally biological processes depending on membrane proteins. Photosynthesis, transport of ions and small molecules, signal transduction and light harvesting are examples of processes which are realized by membrane proteins and contribute to a cell's specificity and functionality. The analysis of membrane proteins has shown to be an important part in the understanding of complex biological processes in the context of proteomics and genomics. Genome-wide investigations of membrane proteins have revealed a large number of short, distinct sequence motifs. These motifs support the understanding of the features that are important for establishing stability and functionality of the folded membrane protein in the membrane environment. Thus membrane protein sequence motif analysis can be helpful in a number of applications, e.g. the investigation of mutant proteins and potential effects of mutagens.
In this work different methods are employed with the analysis of consecutive motifs (motif architectures) in helical regions of membrane proteins. Extracted architecture result information of our approach were compared and evaluated with known protein structures.
The in silico analysis discussed in this work led to the result that some architecture motifs with high occurrence in helical protein regions are specific in their function as structure stabilizing motifs. The given prominence as structure building blocks is the confirmation of indispensable motifs they have to be a part within helical regions.

Keywords: membrane protein, motif, architecture

1 Introduction

Proteins are essential for many fundamental biological processes within organisms. Active nutrient transport, signal and energy transduction or ion flow are only a few of numerous functions enabled by proteins[Luc08]. Proteins obtain their specific functionality by individual folding and interactions with the environment. What a protein causes is determined

*to whom correspondence should be addressed

to a large part of its three-dimensional structure. Protein chains fold into complex three-dimensional objects with characteristically bulges and dents which are able to interact with other molecules. Destabilization and structure losses by mutations or undesirable interactions with other molecules will trigger a series of diseases. One of fundamentally biological processes depending on membrane proteins. Nervous excitement, oxygen supply, energy balance, immune response and the transmission of signals within cells and from cell to cell are the essential of membrane proteins. E.g. membrane proteins form specific receptors on the cell surface. Hormones and other neurotransmitters can bind to these and thereby causing the cell to certain reactions. They play a fundamental role within cellular and physiological processes. Membrane proteins perform different tasks. They can be involved as transport proteins, compound molecules, receptors or enzymes. As structure proteins they determine the cell's design and ultimately the quality of tissues and the whole body. The ion concentration regulation in the cell and the excitability of nerves and muscles are functions of a membrane protein as ion channel. As transport proteins, they handle vitally important substances like e.g. glucose which is essential for the energy supply in the whole body. The identification of such protein complexes and interactions is valuable, since, on the one hand, detailed information of the function of an unknown membrane protein can be obtained by analysing its interactions with proteins of known function. On the other hand, biological processes can be comprehended as a dynamically fluctuating system, whereby the biological role of the unknown membrane protein can be defined more precisely [EMXY00, LMG03]. In summary, membrane proteins convey the material and information transfer between cells and organ systems. Functional intact membrane proteins are indispensable for human health. They are aim of a large number of drugs and pharmacologically active substances. However, if they exhibit specific defects, they lead to the formation of many known diseases like e.g. Alzheimer's, Parkinson's, diabetes insipidus, hereditary deafness, cystic fibrosis, retinitis pigmentosa or cancer [MLS+07, CEHC07, RMS05].
As one membrane protein example, the bacteriorhodopsin (PDB-Id: 1brr) is shown in Figure 1. Bacteriorhodopsin is a integral membrane protein found in the cell membranes of Halobacterium salinarum. It is one of the most known and simplest biological energy converters [Lan00].

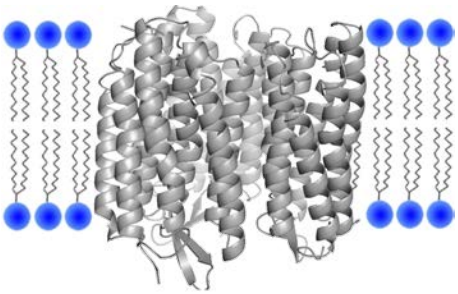


Figure 1: This illustration shows the bacteriorhodopsin trimer (PDB-Id: 1brr) in the lipid bilayer.

2 Materials and Methods

As first step of our analysis a dataset (DS1) with 32 membrane protein families were derived from the Pfam database [PCE+12]. DS1 consists of 32 membrane protein families with domains of unknown functions (DUF) and 2511 sequences. To avoid generating misguiding statistics by including identical or highly similar sequences, a set of non-redundant sequences from DS1 was generated. CD-HIT [LG06] and BlastClust [ASD90] were applied for sequence redundancy by thresholds of 25% and 60%. Further, to determine the helical regions of the proteins to be investigated, the TMHMM Server v. 2.0 was applied [SvK98]. Basically, TMHMM performs a prediction of intra/extra-cellular regions and integral membrane helices starting from sequence. Additionally, the probability of the prediction is given for each residue as well. According to the obtained results from TMHMM, a topological state was assigned to each residue. A residue was assigned as 'TM' if the posterior prediction probability of this residue being a part of a membrane helix and has been found to be greater than 90%. If the posterior prediction probability of the residue has been found to be greater 90% for extra/intra-cellular prediction, the residue was assigned as 'nTM'.

The short sequence motifs used for later architecture defining and the following analysis in this work can be written in a generalized, regular expression-like form of XYn, where X and Y correspond to amino acids separated by n-1 highly variable positions. Figure 2 shows seven motif examples in the bacteriorhodopsin trimer (PDB-Id: 1brr). Possible

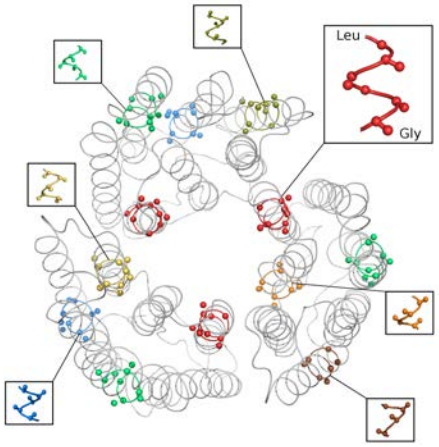


Figure 2: In the bacteriorhodopsin trimer (PDB-Id: 1brr), seven motif examples are present. Each motif can be written in a regular-expression like of XYn, where X and Y are amino acids separated by n-1 highly variable positions. For example the LG5 motif occurrence (highlighted in red) corresponds to a pair of leucine (Leu) and glycine (Gly) residues which are separated by four amino acids.

motifs with $3 > n < 10$ were identified out of sequence information to corresponding 'TM' topology states. This consists of 1606 possible identified motifs.

After identification of possible motifs, a new approach of information extracting and clustering was applied which predicts the topology state of a short sequence motif in membrane

proteins. A straight-forward approach to address this task is the utilization of a method to determine the residue conservation at each variable motif position. At first, all single motif occurrences were identified in the non-redundant DS1. Including TMHMM predictions, each motif occurrence was assigned to a topology state as previous elucidated. Subsequently, all variable positions within each motif occurrence were examined more closely. Ultimately for each variable position the relative occurrence of each amino acid at the specified position of each motif were calculated. The statistical analysis of these residue distribution ultimately leads to generated logOdd-profiles of which we are fundamental able to predict the topology state of each motif. The assessment of the topology state prediction was performed by means of cross-validating and F-measure calculation. This approach is discussed in more detail in the research article called 'Structure topology prediction of discriminative sequence motifs in membrane proteins with domains of unknown functions' submitted to Structural Biology − Hindawi Publishing Corporation [GFD].
Furthermore, in this work a designated motif architecture is general defined as a consecutive number of four different out of the motif set available motifs without residue gaps after each motif. That means each consecutive motif is ultimately following the previously like shown in Figure 3. After defining how a motif architecture is constructed, only helical

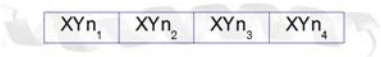


Figure 3: Motif architecture consisting of four consecutive motifs where X and Y corresponds to one of the 20 canonical amino acids by n-1 highly variable positions and $3 > n < 10$

membrane protein regions have been investigated of possible motif architectures. Each detected architecture was considered as an incomplete graph which consists of vertexes and edges. The edge between two motifs can be weighted depending on the occurrence of edges with same source and target motif in all detected architectures. Furthermore, each analysed architecture graph as sub-graph were integrated into one main graph included by updating the edge weightiness. So the weightiness of already existing edges were updated by add up with 1. The final result graph includes all motifs as representative vertexes connected over weighted edges. About a edge weight threshold defining we are able to reduce the graph by removing less weighted edges otherwise accept stronger. The final result graph generated from DS1 sequence information is shown in graph A (Figure 4).

3 Results and Discussion

The construction of the resulting graphs shown in Figure 4 provides a good overview about all motifs as representative vertexes with the strongest weighted edge connections. A heavily weighted edge denotes a high common occurrence of the edge ending source and target motif, in helical region architectures over all investigated membrane protein families. This makes apparent that on the one hand these representative source and target motifs are responsible in their function as structure forming motif over all investigated membrane protein families. On closer inspection there are motifs they often occur together with other motifs (f.e. LG3, LL3, LL4, VA3 or the AV3). Their function as hub-motif leads to the assumption that these motifs constitute as important component within a architecture and

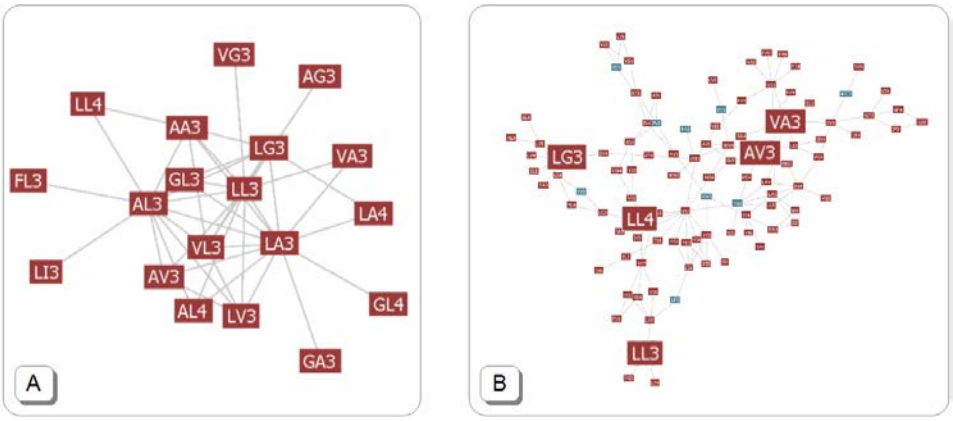


Figure 4: Shows two result graphs A and B. Graph A was generated from DS1 and graph B from DS2 sequence information. Red coloured motifs/vertexes were predicted and annotated with 'TM' and blue with 'nTM' [GFD]. Heavily weighted edges denote a high common occurrence of the ending source and target motif in helical region architectures of the respective investigated dataset. Motifs which often occur together with other in their function as hub-motif like f.e. the LG3, LL3, LL4, VA3 or the AV3 motif can be found in both result graphs. This leads to the assumption that these motifs constitute as important component within a architecture and thus in helical regions.

thus in helical regions. To evaluate this assumption all methods like described in section 2 'Materials and Methods' were applied at a evaluation dataset (DS2). DS2 consists of all known alpha-helical proteins derived from Protein Data Bank of Transmembrane Proteins (PDBTM) [TDS05]. It is important to note that results from DS2 only include PDBTM protein information. That means, each found motif has been annotated with one of three given topology states 'H', 'Side1', 'Side2', in which 'H' stands for alpha-helix structure and both Side-states refer to the two sides of the membrane. Here, 'H' can be equated with 'TM' from TMHMM information because 'H' includes only alpha-helical information referring to the interior of the cell membrane. The both Side-states can be equated with 'nTM'. Like be found again in result graph B (Figure 4), previous mentioned motifs are also part in their function as hub-motif of the investigated evaluation dataset.

4 Conclusion

In this work, structural stabilizing and forming motifs were analysed in helical regions of membrane proteins with domains of unknown functions. Different methods were employed in the analysis which points to the general importance that these architecture motifs with high occurrence in the respective protein structure are significantly relevant for the membrane protein folding and structural stability as well as being involved in defining a protein's function. Finally, hub-motifs which often occur together with other point out to indispensable motifs in helical regions. Further work deals with the architecture motif analysis of individual membrane protein families. Here our method ensures the detection of functional and structural motifs which are responsible for individual membrane protein family characteristics.

5 Acknowledgement

The authors would like to thank the Free State of Saxony and the European Social Fund (ESF) for financial support.

References

[ASD90] Miller W. Myers E.W. Altschul S.F., Gish W. and Lipman D.J. *Basic local alignment search tool*. 1990.

[CEHC07] Melanie Childers, George Eckel, Alan Himmel, and Jim Caldwell. A new model of cystic fibrosis pathology: lack of transport of glutathione and its thiocyanate conjugates. *Med Hypotheses*, 68(1):101–112, 2007.

[EMXY00] D. Eisenberg, E. M. Marcotte, I. Xenarios, and T. O. Yeates. Protein function in the post-genomic era. *Nature*, 405(6788):823–826, Jun 2000.

[GFD] S. Grunert, Heinke F., and Labudde D. Structure topology prediction of discriminative sequence motifs in membrane proteins with domains of unknown functions.

[Lan00] J.K. Lanyi. Molecular mechanism of ion transport in bacterirodopsin: Insights from crystallographic, spectroscopic and mutational studies. *The journal of physical chemistry*, 104(Database issue):11441â11448, Oct 2000.

[LG06] W. Li and A. Godzik. Cd-hit: a fast program for clustering and comparing large sets of protein or nucleotide sequences. *Bioinformatics*, 22(13):1658–1659, Jul 2006.

[LMG03] N. Lan, G. T. Montelione, and M. Gerstein. Ontologies for proteomics: towards a systematic definition of structure and function that scales to the genome level. *Curr Opin Chem Biol*, 7(1):44–54, Feb 2003.

[Luc08] Mary Luckey. *Membrane Structural Biology*. Cambrigde University Press, 2008.

[MLS+07] Annalisa Marsico, Dirk Labudde, Tanuj Sapra, Daniel J. Muller, and Michael Schroeder. A novel pattern recognition algorithm to classify membrane protein unfolding pathways with high-throughput single-molecule force spectroscopy. *Bioinformatics*, 23(2):e231–e236, Jan 2007.

[PCE+12] Marco Punta, Penny C. Coggill, Ruth Y. Eberhardt, Jaina Mistry, John Tate, Chris Boursnell, Ningze Pang, Kristoffer Forslund, Goran Ceric, Jody Clements, Andreas Heger, Liisa Holm, Erik L L. Sonnhammer, Sean R. Eddy, Alex Bateman, and Robert D. Finn. The Pfam protein families database. *Nucleic Acids Res*, 40(Database issue):D290–D301, Jan 2012.

[RMS05] Steven M. Rowe, Stacey Miller, and Eric J. Sorscher. Cystic fibrosis. *N Engl J Med*, 352(19):1992–2001, May 2005.

[SvK98] E. L. Sonnhammer, G. von Heijne, and A. Krogh. A hidden Markov model for predicting transmembrane helices in protein sequences. *Proc Int Conf Intell Syst Mol Biol*, 6:175–182, 1998.

[TDS05] Gbor E. Tusnady, Zsuzsanna Dosztanyi, and Istvan Simon. PDBTM: selection and membrane localization of transmembrane proteins in the protein data bank. *Nucleic Acids Res*, 33(Database issue):D275–D278, Jan 2005.

A Molecular Switch: Understanding and Predicting the Xaa-Proline *cis/trans* Isomerization with 3D Protein Structural Information

Florian Kaiser, Alexander Eisold and Dirk Labudde*

Dep. of Mathematics, Natural & Computer Sciences
Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences
Technikumplatz 17
09648 Mittweida, Germany
fkaiser@hs-mittweida.de, aeisold@hs-mittweida.de, labudde@hs-mittweida.de

Abstract:

The isomerization of Xaa-Pro (where Xaa is any amino acid and Pro is proline) had been found to play a widely spread role in biochemical processes in cells caused by proteins. Proline residues exist in two completely distinct conformations. Studies showed that this provides a switch in the protein backbone, controlled by prolyl *cis/trans* isomerization. Deregulation of this tightly regulated process can have a pathological impact on aging or diseases like cancer, Alzheimer's disease and asthma.

In this work a new method for the prediction of the Xaa-Pro *cis/trans* isomerization was investigated. A support vector machine (SVM) classifier based on 3D protein structure information, which were abstracted to features for the SVM input, was built. The classifier was trained with data from globular proteins. It was shown that there are correlations between the proline surrounding environment and the isomerization state. An accuracy of 70.05 % and a Matthews correlation coefficient (MCC) of 0.42 were achieved with a validation dataset. In conclusion this approach can be used for the evaluation of low-resolution protein structures and theoretical models to improve their quality by the prediction of the Xaa-Pro isomerization by means of protein structure information. This knowledge can aid understanding the molecular triggers, which can lead to disease-linked alternations in cell behavior.

1 Background

Xaa-Pro Isomerization The peptide bond linking two adjacent residues (C'-N) in a protein backbone can either occur in *cis* or *trans* conformation (Figure 1), determined by a dihedral angle (ω) between the four atoms C_α-C'-N-C_α of the protein backbone. For all amino acid residues except proline the *trans* conformation shows a higher stability and is far more energetically favorable than the *cis* conformation. Proline fragments have a higher propensity for the *cis* conformation (5-6 %) than non-proline fragments and a large

*Author to whom correspondence should be addressed to.

majority of *cis* Xaa-Pro fragments occurs in bend and turn regions and typically solvent exposed on the surface of proteins [PFLL05].

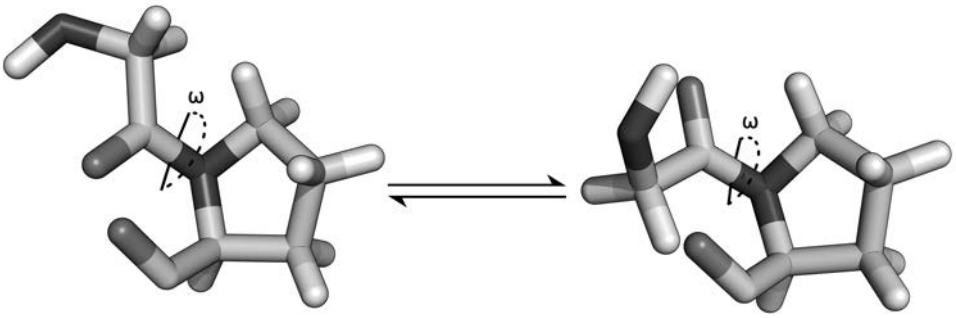


Figure 1: Glycine-Proline dipeptide *trans* ($-180° \leq \omega \leq -150°$ and $150° \leq \omega \leq 180°$) to *cis* ($-30° \leq \omega \leq 30°$) interconversion (left is *trans*, right is *cis*)

Biological Relevance Structural differences between the *cis* and the *trans* conformation act as a molecular switch, toggling for example two functional states of the protein. The high energy barrier of around 20 $kcal \cdot mol^{-1}$ imparts a very slow timescale of uncatalyzed interconversion, usually many minutes. This is outstanding and isolates the isomerization of Xaa-Pro from the fast timescales of biochemical reactions in the cell [LFLN07]. However, the isomerization of the peptide bond can be generally catalyzed by disrupting its partial double bond character by peptidylprolyl isomerases (PPIases) in both directions. The human Pin1 PPIase emerged as a molecular timer, controlling the amplitude and the duration of a cellular process under a given condition. The protein structure of Pin1 was experimental determined and is hence listed in the Protein Data Bank (PDB) with the identification number (PDB-ID) `1PIN`. Deregulation of this very tightly regulated process plays a critical pathological role in aging or diseases like cancer, Alzheimer's disease and asthma [LFLN07]. Beyond this, phosphorylation-specific prolyl isomerization plays a regulatory role in cell signaling, ion channel gating [LBL$^+$05] and phage infection. Pin1 catalyzed phosphorylation-dependent isomerization had also been shown to regulate gene-expression [LFLN07]. The ubiquitous presence of PPIases and their widely spread roles underscore the biological importance of Xaa-Pro *cis*/*trans* isomerization as a fundamental molecular switch.

Influence of the 3D Protein Structure Correlations between the *cis*/*trans*-ratio of Xaa-Pro and the amino acid sequence are well known and proven [GW81]. The occurrence of specific sequence patterns and residues adjacent to proline affects the isomerization. Also the influence of secondary structure on the isomerization had been studied and confirmed [PFLL05]. This information were already used for prediction approaches. PAHLKE ET AL. developed a software for the prediction of the isomerization state of proline in 2005. They used sequence information, such as the occurrence of other amino acids preceding and succeeding to proline and secondary structure information derived from hydrogen

bonding patterns. The results showed a significant impact of secondary structure on Xaa-Pro isomerization and a slightly influence of residues adjacent to proline. SONG ET AL. developed a prediction method of proline peptide bonds in 2006 based on position specific scoring matrices (PSSMs) and secondary structure information [SBYH06]. In 2008 EXARCHOS ET AL. published an approach for the prediction of the *cis/trans* isomerization of amino acids (including non-proline residues) based on evolutionary profiles, secondary structure information, solvent accessibility and physicochemical properties of proline surrounding residues [EPE+09]. The real 3D protein structure information present in high-resolution protein structures was not yet used. We present a method to use this information for the prediction of unknown isomerization states of Xaa-Pro. This 3D structural environment can be analyzed in respect to many different properties.

Support Vector Machine (SVM) A support vector machine can learn from empirical data to be then applied on unknown data for classification problems. The isomerization of Xaa-Pro is a two-class problem and thus very suitable for the application of a SVM. By now SVMs achieved better results than neural networks and other statistical learning algorithms on the most popular benchmark problems [Kec05].

2 Methods

Creating a dataset To be able to predict unknown Xaa-Pro *cis/trans* isomerization a support vector machine classifier was trained with a representative high-resolution dataset. The PDB was culled with the `PISCES` web server (`http://dunbrack.fccc.edu/PISCES.php`). The search included all proteins with a maximal sequence identity of 20 %, a resolution less than 1 Å and a maximum R-factor of 0.3. Choosing a high resolution and a low R-factor was necessary to ensure the training of the classifier with high-quality data. Furthermore redundancy was eliminated by the low sequence identity of the structures. This resulted in 7721 globular proteins of a large diversity meeting the specified criteria.

Extraction and Abstraction of 3D Structural Features Firstly the critical role of the secondary structure elements was taken into account. In contrast to predicted structure, the real author-assigned secondary structure of proline (ss_i) and of the two pre- (ss_{i-2}, ss_{i-1}) and succeeding (ss_{i+1}, ss_{i+2}) residues was used as a structural feature, respectively. The environment around the proline of interest was defined as a sphere with the C_α atom as centroid and a radius of 5 Å. This radius performed best of all other radii between 3 Å and 10 Å with regard to the prediction performance. All residues with their C_α atoms within this sphere were defined as the proline surrounding environment. Furthermore proline (Pro_i) was classified as *inside* or *outside*:

$$Pro_i = \begin{cases} Pro_{in}, & |C_\alpha - c| \leq 5\text{Å} \vee (C_\beta - C_\alpha)(c - C_\alpha) \leq 0 \\ Pro_{out}, & \text{else} \end{cases} \tag{1}$$

where c is the geometric centroid of all C_α atoms within a sphere of 10 Å around the C_α of Pro_i. The approximated energy of proline (E_{Pro}) was used as an additional feature. It is defined by summarizing the energy of all amino acids within an 8 Å environment around proline

$$E_{Pro} = \sum_{i=1}^{j} \left(-\ln \left(\frac{n_{aa}^{in}}{n_{aa}^{out}} \right) \right) \tag{2}$$

where n_{aa}^{in} is the total occurrence of an amino acid buried in the protein structure (*inside*) and n_{aa}^{out} is the total occurrence of an amino acid on the protein surface (*outside*) [HL12].

To describe different properties of the environment amino acid property scales were used. These scales allocate each amino acid type a numeric value, depending on the characteristics of the amino acid. The scales can be found on the ExPASy ProtScale server (`http://web.expasy.org/protscale/`). To avoid distortion of the features for spheres with very few amino acids within it (e. g. for prolines at the surface) the sphere density as normalization parameter was applied. Generally the property of the environment Y_{env} was then determined summarizing over all amino acids aa_i within the sphere of the radius r and applying the density (equation 3).

$$Y_{env} = \left(\sum_{i=1}^{j} Y(aa_i) \right) \left(\frac{j}{\frac{4}{3}\pi r^3} \right) \tag{3}$$

Namely the following properties were allocated to the 3D environment: hydrophobicity (H_{env}, KYTE and DOOLITTLE 1982), polarity (P_{env}, GRANTHAM 1974), mutability (M_{env}, DAYHOFF ET AL. 1978), bulkiness (B_{env}, ZIMMERMANN ET AL. 1968) and flexibility (F_{env}, BHASKARAN and PONNUSWAMY 1988). Ten randomly selected subsets of equal size, which were scaled and balanced concerning the *cis* and *trans* classes were generated. To ensure correct scaling each feature was scaled regarding its maximal and minimal value. The same scaling was applied for training and testing data. Equation 4 was used for scaling each feature to the range of $[-1; 1]$.

$$x_{scaled} = \frac{2(x - x_{min})}{x_{max} - x_{min}} - 1 \tag{4}$$

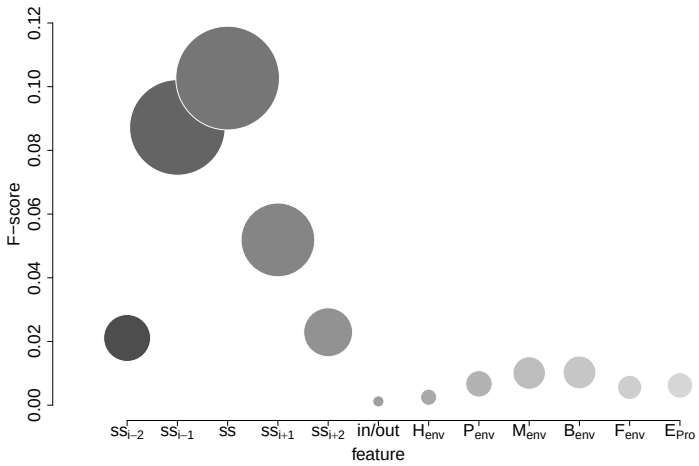
Where x is the unscaled feature, x_{min} the minimum of the feature type over all subsets and x_{max} the maximum, respectively. The radial basis function (RBF) kernel parameters were optimized for each subset by using the n-fold cross-validation technique with $n = 5$. Subsequently the parameters ($C = 2^{15}$, $\gamma = 2^{-3}$) and the subset which led to the highest prediction accuracy were selected for the training of the classifier. The trained classifier was then applied on unknown test data (the remaining nine subsets, which were not used for training) to evaluate its performance. The accuracy, the MCC and the area under the receiver operating characteristics curve (AUC) were determined using the package ROCR (`http://rocr.bioinf.mpi-sb.mpg.de/`) for the statistical computing language

R. The average feature importance was determined using the F-score selection method, a simple but effective method for the estimation of feature importance [CL06].

3 Results

Feature Importance The F-score importance of the features is shown in Table 1 and Figure 2, respectively. The highest F-score of 0.10 was achieved by the real secondary structure of proline, followed by the pre- and succeeding amino acids real secondary structure.

Prediction Performance By applying the classifier on unknown test data a prediction accuracy of 70.05 %, a MCC of 0.42 and an AUC of 0.70 were achieved.



feature	F-score
ss_{i-2}	0.0211
ss_{i-1}	0.0872
ss_i	**0.1027**
ss_{i+1}	0.0519
ss_{i+2}	0.0229
in/out	0.0012
H_{env}	0.0025
P_{env}	0.0067
M_{env}	0.0101
B_{env}	0.0103
F_{env}	0.0056
E_{Pro}	0.0062

Figure 2 & Table 1: A graphical representation and the numeric values of the F-score for all features. The higher the area of a circle, the more important the feature is.

4 Discussion

The importance of the real secondary structure as feature for the Xaa-Pro isomerization was shown. It can be assumed that the secondary structure of closely adjacent residues influences the Xaa-Pro isomerization. The environment around Xaa-Pro did not reach such a high importance like the secondary structure information. However, a remarkably

high F-score was achieved by M_{env} and B_{env}. The remaining properties yielded only around half the F-score of M_{env} and B_{env}. Thus it can be assumed that physicochemical properties of Xaa-Pro 3D environment have a slighter influence on isomerization. It can be said, that the environment of proline influences the Xaa-Pro isomerization, whereas the methods for the abstraction are not yet matured. The features have to be extended with spatial information to describe where in the environment are areas of specific properties. This issue has to be solved in further researches. An accuracy of 70.05 % and an AUC value of 0.70 indicates a robust and precise classifier comparable to those of EXARCHOS ET A., SONG ET AL. and PAHKLE ET AL.. The power of 3D information based SVM classification for the prediction of the Xaa-Pro *cis*/*trans* isomerization was confirmed.

References

[CL06] Yi-Wei Chen and Chih-Jen Lin. Combining SVMs with Various Feature Selection Strategies. In Isabelle Guyon, Masoud Nikravesh, Steve Gunn, and Lotfi Zadeh, editors, *Feature Extraction*, volume 207 of *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, pages 315–324. Springer Berlin / Heidelberg, 2006.

[EPE+09] K. P. Exarchos, C. Papaloukas, T. P. Exarchos, A. N. Troganis, and D. I. Fotiadis. Prediction of cis/trans isomerization using feature selection and support vector machines. *J Biomed Inform*, 42(1):140–149, Feb 2009. [DOI:10.1016/j.jbi.2008.05.006] [PubMed:18586558].

[GW81] Christoph Grathwohl and Kurt Wüthrich. NMR Studies of the Rates of Proline Cis-Trans Isomerization in Oligopeptides. *Biopolymers*, 20:2623–33, 1981.

[HL12] F. Heinke and D. Labudde. Membrane protein stability analyses by means of protein energy profiles in case of nephrogenic diabetes insipidus. *Comput Math Methods Med*, 2012:790281, 2012.

[Kec05] V. Kecman. Support Vector Machines – An Introduction. In Lipo Wang, editor, *Support Vector Machines: Theory and Applications*, volume 177 of *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, pages 1–49. Springer Berlin / Heidelberg, 2005.

[LBL+05] S. C. Lummis, D. L. Beene, L. W. Lee, H. A. Lester, R. W. Broadhurst, and D. A. Dougherty. Cis-trans isomerization at a proline opens the pore of a neurotransmitter-gated ion channel. *Nature*, 438(7065):248–252, Nov 2005. [DOI:10.1038/nature04130] [PubMed:16281040].

[LFLN07] K. P. Lu, G. Finn, T. H. Lee, and L. K. Nicholson. Prolyl cis-trans isomerization as a molecular timer. *Nat. Chem. Biol.*, 3(10):619–629, Oct 2007. [DOI:10.1038/nchembio.2007.35] [PubMed:17876319].

[PFLL05] D. Pahlke, C. Freund, D. Leitner, and D. Labudde. Statistically significant dependence of the Xaa-Pro peptide bond conformation on secondary structure and amino acid sequence. *BMC Struct. Biol.*, 5:8, 2005. [PubMed Central:PMC1087856] [DOI:10.1186/1472-6807-5-8] [PubMed:15804350].

[SBYH06] J. Song, K. Burrage, Z. Yuan, and T. Huber. Prediction of cis/trans isomerization in proteins using PSI-BLAST profiles and secondary structure information. *BMC Bioinformatics*, 7:124, 2006. [PubMed Central:PMC1450308] [DOI:10.1186/1471-2105-7-124] [PubMed:16526956].

RNA/DNA als Medikamente? Clustering von Nukleotidsequenzen auf Basis gemeinsam enthaltener Sequenzmotive

Rico Beier, Dirk Labudde

Fakultät Mathematik/Naturwissenschaften/Informatik
Hochschule Mittweida - University of Applied Sciences
Technikumplatz 17
09648 Mittweida
rbeier1@hs-mittweida.de
labudde@hs-mittweida.de

Abstract: Aptamere sind durch ihre Fähigkeit, an Moleküle verschiedenster Klassen zu binden und somit deren biologische Funktion zu beeinflussen, interessante Kandidaten für den Einsatz als moderne Therapeutika. Durch gezielte Analysen und geeignete Modelle soll ihr Findungsprozess optimiert werden, um schneller und kostengünstiger zu verwendbaren Ergebnissen zu gelangen. Ein Schritt auf diesem Weg ist die Clusteranalyse der durch Next Generation Sequencing gewonnenen Sequenzdaten aus den einzelnen Runden des Screenings nach bindenden Aptameren. Ein solches alignment-freies Clustering wird hier beschrieben.

1 Einleitung und Motivation

Aptamere sind kurze, einzelsträngige Nukleinsäure-Oligomere, die auf Grund der Vielfältigkeit ihrer ausgebildeten räumlichen Strukturen in der Lage sind, nahezu alle Stoffklassen an Zielmolekülen zu erkennen. Die Aptamere gehen dabei eine Bindung mit dem Zielmolekül ein, die vergleichbar mit der Antigen-Antikörper-Wechselwirkung ist. [SRS07] Diese Fähigkeit kann sowohl bei der Detektion und Quantifizierung von Molekülen in Naturwissenschaft und Medizin als auch bei konkreter Inaktivierung von Targetmolekülen zur Beeinflussung von biologischen Abläufen und Behandlung von Krankheitsbildern Anwendung finden.

Zum Finden bindender Aptamere wird die Screeningtechnologie SELEX (Systematic Evolution of Ligands by EXponential Enrichment) angewendet. Ihr Ablauf wird in Abb. 1 dargestellt. Ausgangspunkt dieses Verfahrens ist eine chemisch synthetisierte, zufällige Aptamerbibliothek, die trotz ihrer Größe nur einen kleinen Teil des tatsächlich möglichen Sequenzraumes abdecken kann. In mehreren, aufeinanderfolgenden Runden wird die Bibliothek mit den Zielmolekülen inkubiert. Durch steigenden Selektionsdruck und Auswaschung nichtgebundener Kandidaten werden gute Binder in den aufeinanderfolgenden Runden des Experiments angereichert. [GJJ+12]

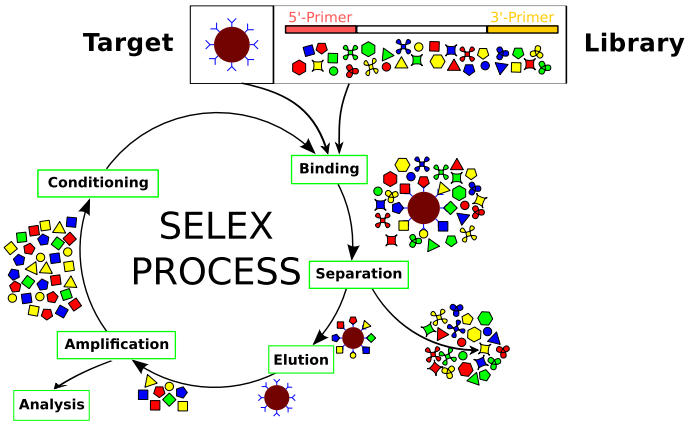


Abbildung 1: Der SELEX-Prozess. [Kü08]

Durch die Einführung der Next Generation Sequenzing Technologie können problemlos große Mengen an Sequenzdaten gewonnen werden. Dies liefert zusätzliche Möglichkeiten für die Auswertung und Analyse von SELEX-Läufen. Neben der viel höheren Abdeckung der tatsächlichen Sequenzvielfalt ist es nun auch möglich, nicht mehr nur die Resultate des Experiments, sondern vielmehr die Entwicklung der Bibliothek über die einzelnen Runden zu beobachten. Durch geeignete Analysen kann man so viel tiefer in den Prozess eindringen und neues Wissen generieren, welches es möglich macht, zukünftige SELEX-Läufe zu optimieren.

Sequenzen werden üblicherweise nach Sequenzähnlichkeitsmaßen geclustert, die paarweise oder multiple Sequenzalignments verwenden. Hier soll ein Ansatz für das Clustering beschrieben werden, welcher ohne solche Alignments auskommt. Basis soll die Verteilung von n-Grammen als einfachste Form gemeinsamer Motive von Sequenzen sein. Durch die positionsunabhängige Verteilung können Bindungsstellen besser erfasst werden. Diese liegen durch die komplexe räumliche Struktur des Aptamers über die Sequenz verteilt vor, wie Abb. 2 darstellt.

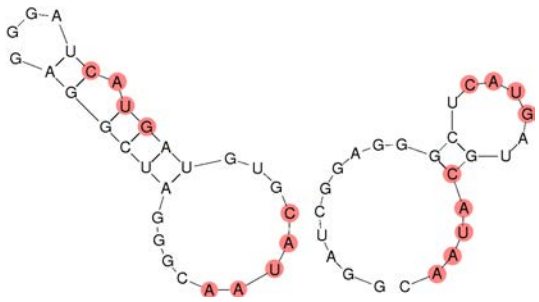


Abbildung 2: Motiv an verschiedenen Stellen einer Sekundärstruktur

2 Methode

Zerlegt man eine Sequenz in überlappende Fragmente konstanter Länge n, so spricht man von einer Zerlegung in n-Gramme. Aus der Verteilung und Häufigkeit dieser n-Gramme kann die Ähnlichkeit zweier Sequenzen berechnet werden. Es ist dabei unerheblich, wie lang die einzelnen Sequenzen sind und wo die n-Gramme in den jeweiligen Sequenzen positioniert sind. Auf diese Weise ist es möglich, Sequenzmotive als gemeinsame n-Gramme zu finden und deren Vorkommen im Ähnlichkeitsmaß zu berücksichtigen.

Ähnlichkeit auf Basis gemeinsamer n-Gramme
Der einfachste Weg ist dabei die Betrachtung der Menge gemeinsamer n-Gramme zweier Sequenzen. Hier kann durch einfache Berechnung eine prozentuale Übereinstimmung der n-Gramm-Verteilungen definiert werden. Diese Vereinfachung geht mit einem Informationsverlust einher. Sei $N_n(s)$ die Menge aller n-Gramme der Sequenz s, so kann die Ähnlichkeit zweier Sequenzen a und b wie folgt berechnet werden: [MKD+10]

$$s_n(a,b) = \frac{|N_n(a) \cap N_n(b)|}{\min\left(|N_n(a)|, |N_n(b)|\right)}$$

Ähnlichkeit auf Basis von n-Gramm-Verteilungsvektoren
Nutzt man als Berechnungsgrundlage für die Ähnlichkeit eine n-Gramm-Verteilung der Sequenz in Vektordarstellung, so kann der obgenannte Informationsverlust verhindert werden. Sei $N_n(S) = \{t_1, ..., t_k\}$ die Menge aller n-Gramme, die in den Sequenzmenge S vorkommen und $\mathrm{cnt}(s,t)$ die Häufigkeit des n-Gramms t in der Sequenz s, so wird die n-Gramm-Verteilung als $\overrightarrow{G_s} = (g_1, \cdots, g_k)^\mathsf{T}$ mit $g_i = \mathrm{cnt}(s, t_i)$ beschrieben. Anhand dieser Verteilungsvektoren kann nun der euklidische Abstand $e_n(a,b)$ sowie die Kosinus-Ähnlichkeit $c_n(a,b)$ zweier Sequenzen bestimmt werden:

$$e_n(a,b) = \left|\left|\overrightarrow{G_a} - \overrightarrow{G_b}\right|\right|_2 \qquad c_n(a,b) = \frac{\overrightarrow{G_a} \cdot \overrightarrow{G_b}}{\left|\left|\overrightarrow{G_a}\right|\right| \cdot \left|\left|\overrightarrow{G_b}\right|\right|}$$

Fuzzy-Zuordnung
Sobald jedoch die Ausprägungen der Motive in verschiedenen Sequenzen kleine Unterschiede aufweisen, gehen auch unterschiedliche n-Gramme in die Verteilungsvektoren ein. Diese verhindern schließlich, dass die Motive wie beabsichtigt in die Ähnlichkeitsberechnung einfließen können. Einen Ausweg bildet die unscharfe Zuordnung von n-Grammen bei der Erstellung des Verteilungsvektors. Ziel muss dabei sein, auch die Häufigkeiten anderer, ähnlicher n-Gramme entsprechend ihrer Ähnlichkeit gewichtet einfließen zu lassen. Die Elemente des Verteilungsvektors werden dann wie folgt berechnet:

$$g_i = \sum_{t \in N_n(S)} \mathrm{cnt}(s,t) \cdot \mathrm{w}(\mathrm{sim}(t, t_i))$$

Über die Ähnlichkeit zweier n-Gramme $\mathrm{sim}(t_1, t_2)$ und eine Gewichtungsfunktion $\mathrm{w}(x)$, welche jedem Ähnlichkeitswert x ein Gewicht zwischen 0 und 1 zuordnet, kann nun der Grad des unscharfen Einflusses reguliert werden. Im weiteren soll $\mathrm{sim}(t_1, t_2)$ durch die Sequenzidentität der beiden n-Gramme definiert sein. Zur Gewichtung wird die parametrisierte Funktion $\mathrm{w}_m(x) = \left(\mathrm{x}e^{x-1}\right)^m$ verwendet.

Clustering
Auf Basis der genannten Distanz- und Ähnlichkeitsfunktionen kann nun eine Distanzmatrix zum Clustern der Sequenzen erzeugt werden. Auf diese wird dann das hierarchische Clusterverfahren UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) angewendet. Sortiert man die Sequenzen entsprechend des hierarchischen Clusterings, so kann die daraus generierte Distanzmatrix zur Visualisierung der Cluster verwendet werden. Da die Elemente eines Clusters einander ähnlich sind und benachbart liegen, bilden sich in der grafischen Darstellung der Distanzmatrix dunklere Quadrate, welche die Cluster anzeigen.

3 Ergebnis

Vergleich mit alignmentbasiertem Clustering
Der Vergleich von alignmentbasiertem und -freiem Verfahren in Abb. 3 zeigt, dass sich bei beiden Methoden ähnliche Cluster herausbilden. Ein konkreter Vergleich der an den sichtbaren Clustern beteiligten Sequenzen kommt zu selbigem Ergebnis. Die Qualität des Ergebnisses hängt stark von den gewählten Parametern ab. Wählt man die n-Gramme zu klein, so treten unsignifikante Ähnlichkeiten in den Vordergrund. Setzt man n zu hoch, dann fließen zu wenige Ähnlichkeiten in die Berechnung ein.

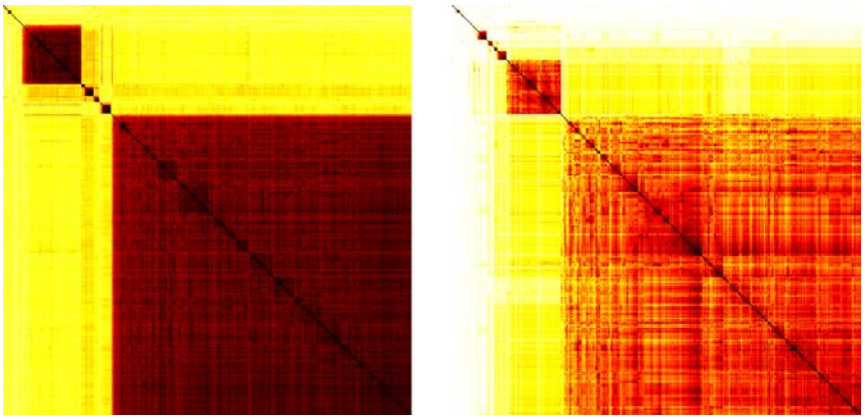


Abbildung 3: Links: Deutliche Herausbildung einiger kleiner und zweier größerer Cluster im alignmentbasierten Verfahren. Rechts: Ergebnis des N-Gramm-basierten Verfahrens (n=6) unter Verwendung der Cosinus-Ähnlichkeit. Zwar liegen die kleinen Cluster an anderer Stelle, jedoch bilden sich auch hier die kleinen und größeren Cluster sichtbar heraus.

Bei $n = 6$ ergab sich im vorliegenden Fall ein gutes Ergebnis. Als Grundlage für die Distanzmatrix hat sich die Cosinus-Ähnlichkeit bewährt. Bei Verwendung des euklidischen Abstandes bildeten sich zwar ebenfalls ähnliche Cluster aus, diese ließen sich jedoch in der grafischen Darstellung weniger gut differenzieren.

Einfluss der unscharfen Zuordnung
Gerade bei größeren Werten von n kann mit Hilfe der unscharfen Zuordnung zusätzlicher Einfluss auf das Ergebnis genommen werden. So konnte im Beispiel auch bei $n = 10$, wo in der Regel nur noch bei langen, idealen Übereinstimmungen der Sequenzen gemeinsame n-Gramme gefunden werden, durch Zusatz der unscharfen Zuordnung ein deutliches Ergebnis generiert werden, wie Abb. 4 zeigt.

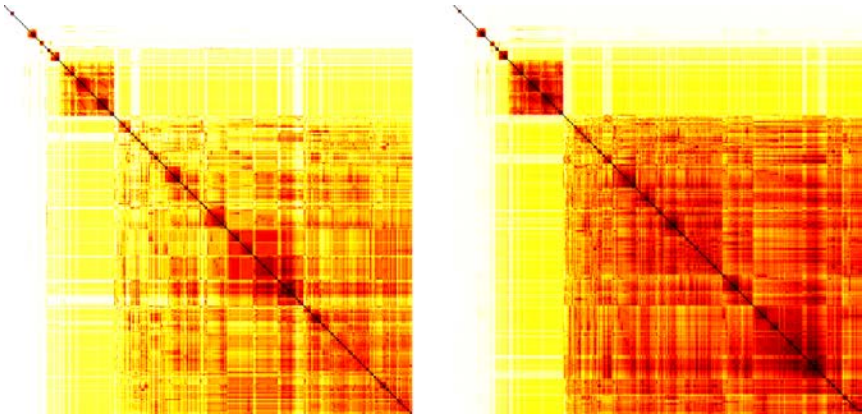


Abbildung 4: Einfluss der unscharfen Zuordnung auf einen durchlauf mit langen n-Grammen (n=10). Links ohne unscharfe Zuordnung. Rechts mit unscharfer Zuordnung (Parameter m=9).

Verwendeter Datensatz
Als Datensatz werden 500 Nukleotidsequenzen der Länge 49 aus der zehnten Runde eines SELEX-Laufes verwendet. Target für diesen Lauf war das VP1-Capsidprotein des Norovirus Typ II.3.

4 Ausblick

Da im gezeigten Verfahren eine Distanzmatrix die Basis für das Clustering bildet, ergeben sich daraus erste Beschränkungen in Hinsicht auf den Speicher. Auf einige Hundert bis Tausend Sequenzen lässt sich das Verfahren auf handelsüblichen Computern durchführen. Sollen jedoch größere Datensätze bearbeitet werden, wie sie unter Anderem aus Next-Generation-Sequenzing hervorgehen, so wird es notwendig, ein Clusteringverfahren anzu-

wenden, welches ohne eine vollständige Distanzmatrix auskommt. Hier können Verfahren wie k-means und Ansätze mit neuronalen Netzen verwendet werden. Einem neuronalen Netz könnte als Input der gesamte Verteilungsvektor dienen, was den informationellen Gewinn weiter erhöht.

Die n-Gramme dienten hier nur als ein erster Ansatz zur Beschreibung von Sequenzmotiven. Es ist geplant, von diesen einfachen Elementen zu komplexeren Mustern überzugehen. Diese können dann Lücken und inhaltliche Variabilität enthalten und damit vorhandene Bindungsmotive viel besser abbilden.[Bei12] Eine Mustersuche über den Sequenzen liefert die Grundlage für die Auswahl der Muster, die für das Clustering relevant sind. Aus den Bewertungen dieser Muster und ihrer Funde in den Sequenzen ergeben sich die Muster-Verteilungsvektoren, nach denen geclustert werden kann. Die Ergebnisse solcher Clusterings können dann in die Optimierung der zugrunde liegenden SELEX-Experimente einfließen. Geziehlt mit Motiven angereicherte Startbibliotheken führen zu finanziellen und zeitlichen Vorteilen bei zukünftigen SELEX-Läufen und dienen somit auch der Entwicklung moderner Therapeutika.

5 Danksagung

Die Autoren bedanken sich für die Förderung durch den Europäischen Sozialfonds (ESF) und den Freistaat Sachsen.

Literatur

[Bei12] Rico Beier. Generierung und Beschreibung einer in silico Bibliothek für SELEX-Experimente. Masterarbeit, HS Mittweida - University of Applied Sciences, 2012.

[GJJ+12] Larry Gold, Nebojsa Janjic, Thale Jarvis, Dan Schneider, Jeffrey J. Walker, Sheri K. Wilcox und Dom Zichi. Aptamers and the RNA World, Past and Present. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 4(3), 2012.

[Kü08] A. Kübelbeck. Der SELEX-Prozess. `www.wikipedia.org/wiki/SELEX`, 2008. (modifiziert).

[MKD+10] Stefan R. Maetschke, Karin S. Kassahn, Jasmyn A. Dunn, Siew-Ping Han, Eva Z. Curley, Katryn J. Stacey und Mark A. Ragan. A visual framework for sequence analysis using n-grams and spectral rearrangement. *Bioinformatics*, 26(6):737–744, 2010.

[SRS07] Regina Stoltenburg, Christine Reinemann und Beate Strehlitz. SELEX - A (r)evolutionary method to generate high-affinity nucleic acid ligands. *Biomolecular Engineering*, 24(4):381 – 403, 2007.

An Alternative View on the Evolutionary History of Tumour Suppressor Protein Domain BRCT

Florian Heinke, Mathias Langer, Dirk Labudde

Department of Mathematics, Natural and Computer Sciences
University of Applied Sciences Mittweida
Technikumplatz 17
D-09648 Mittweida
florian.heinke@HS-Mittweida.de
mathias.langer@HS-Mittweida.de
dirk.labudde@HS-Mittweida.de

Abstract: BRCT domains are protein domains that are widely distributed in nature and present in many organisms. They play an important role in the regulation of the cell cycle by binding specifically to proteins and DNA. In addition they are also involved in the DNA damage response system. Hence, mutations and defects in these domains can lead to dysfunctional DNA repairing and thus to development of cancer cells and tumours. In contrast to the highly conserved three-dimensional structure observed in this protein family, domain architectures, functionalities and sequences are shown to be highly diverse. The investigation of structure-function relationships in BRCT domains holds quite promising potential in understanding protein-protein and protein-DNA interactions, DNA repair regulation as well as protein evolution.
In this study, we applied a coarse-grained energy model to analyse structure-function-relationships in numerous human BRCT protein structures. We have shown in previous publications, that the sequences of residue energy values, so-called energy profiles, correlate to protein stability and functionality. Furthermore, a method for comparing energy profiles had been introduced and an approach for deriving biological meaningful energy profile distances, as a measure of global similarity, had been discussed.
These approaches have been applied to the known human BRCT structures from which energy profile distance trees have been generated. These distance trees are consistent to recent phylogenetic analyses. Finally, evolutionary and functional relationships are discussed. From these results, we propose an alternative view on the evolutionary history of BRCT domains. As an general perspective, we postulate that investigating proteins on the level of energy profiles holds potential as a promising methodology for approaching numerous tasks in bioinformatics, for example analysing evolutionary relationships as well as functional diversity and the energetic effects in protein-protein interactions.

1 Introduction

The C-terminal domain of the breast cancer gene 1 (BRCT domain) is a protein domain widely present in nature. According to the protein family (Pfam) database, the BRCT domain has been identified in about 2800 species [P$^+$12], ranging from bacteria to eukaryotes

as well as unclassified organisms. This 90-100 amino acid domain mostly occurs at the C-terminus of proteins and plays a key role in DNA-binding and protein binding mechanisms [BHB+97]. DNA interactions are closely linked to DNA replication and DNA repair mechanisms as well as cell cycle regulation [KABS10]. The interaction mechanisms of the BRCT domain are various. First, in most cases multiple BRCT domains occur as tandem repeats, but single BRCT domains had been identified as well [KABS10]. Mostly, BRCT domains interact with each other and thus play a major role in protein-protein-interactions. However, BRCT domains interacting with non-BRCT domain-containing proteins are known as well, with the most prominent example being the interaction of the BRCT domain of checkpoint protein 53BP1 with tumor suppressor p53 [KABS10, ZMB+98].
As discussed by Sheng et al [SZH11], the sequentially highly diverse BRCT domain evolved in three major steps forming four main groups. First, single BRCT domains (group s1) with mainly DNA binding function present in primitive organisms evolved to accretive protein binding domains (s2) and, as the second step, tandem repeat architectures (d1) with increasing protein binding capability. Third, tandem repeat BRCT domains evolved with protein binding functionality exclusively (d2) (see Figure 1 for a schematic overview). In contrast to the high sequence diversity, the fold of the protein is highly conserved [HBZ+00].

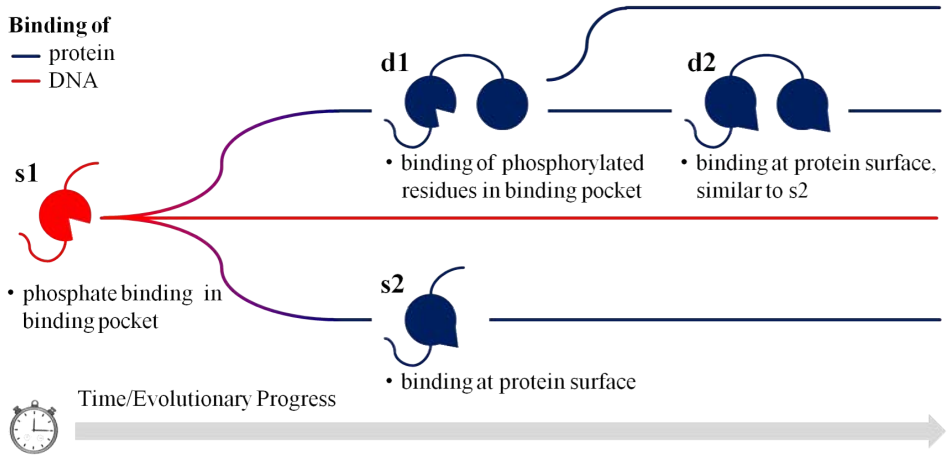


Figure 1: According to phylogenetic studies (f.e. see [SZH11]), the evolutionary history of BRCT domains can be separated into three single steps. First, DNA binding single domains (s1 group) split into single domains (s2) which are capable of binding proteins by surface interactions. Second, double domains (d1), so called tandem repeats, had evolved, showing phosphorylated protein-binding functionality based on adapted binding pockets at the first, so called N-terminal domain. The second, so-called C-terminal domain is increasing the protein binding interface. Third, d1 BRCT domains evolved to d2 domains, which bind proteins via protein surface interactions.

We investigated this evolutionary history based on the similarity of so-called energy profiles of the BRCT domain protein structures listed in the Protein Data Bank (PDB). Energy profiles are generated by a coarse-grained energy model based on statistical physics and

can be calculated starting from any protein structure. It had been shown, that single energy profiles hold sequence, structural and functional information and can be interpreted as a proteins fingerprint. As discussed in [HL12, HL13, HSSL13], energy profiles can be compared using an adapted alignment procedure. Additionally, pairwise energy profile distances (dScores) can be derived. The dScores of the BRCT domains were used to construct distance trees using Neighbour-joining hierarchical clustering. Although only human BRCT domains are listed in public protein structure databases, the four main BRCT groups and main clades were reconstructed highly similar to the evolutionary trees reconstructed by Sheng et al. In classic phylogenetic analyses made in bioinformatics, probability schemes and string-based algorithms are applied to protein and DNA sequences. However, the available plethora of algorithms can lead to varying results - making sequence-based phylogenetic analyses difficult. We propose the technique shown in this work as a potential alternative to classic approaches. In essence, evolutionary progress is interpreted as transitions of energetic states, instead of probabilistic exchanges of characters. With this perspective, we propose an alternative view on the evolution of the BRCT domains.

2 Application of Energy Profile-based Methods

In our coarse-grained model the energy of each residue in a protein structure is approximated by applying inverse Boltzmann principles to empirical frequencies for each of the 20 canonical amino acids being exposed at the surface or being buried in the protein structure. The $inside/outside$ frequencies, $n_{in,i}$ and $n_{out,i}$, of each amino acid i can be derived from known globular protein structures. These frequencies can be applied to approximate the pseudo-potential for each i in a protein structure S:

$$E_i^* = \sum_{j \in S \setminus i} \left[g\left(i,j\right) \right] \left(-\ln\left(\frac{n_{in,i}}{n_{out,i}} \right) - \ln\left(\frac{n_{in,j}}{n_{out,j}} \right) \right). \tag{1}$$

g defines a straight-forward residue-residue contact function with a distance cut-off of 8 Å. More detailed discussions on this energy model are given in [HL13, HL12, HSSL13]. The sequence of all energy values E_i^* of a given protein structure corresponds to its energy profile. As an example, the energy profile of the BRCT-c domain of human BRCA1 (PDB-Id: 1OQA) is depicted in Figure 2B. Additionally in this figure, energy values are mapped onto the protein structure using a rainbow coloring scheme with blue values corresponding to low energy values.

3 Results and Discussion

As discussed, sequential, structural and functional information is closely linked to the information held by protein energy profiles. Energy profile distances between energy profiles, thus, can reveal discrepancies and variations in sequence, structure and func-

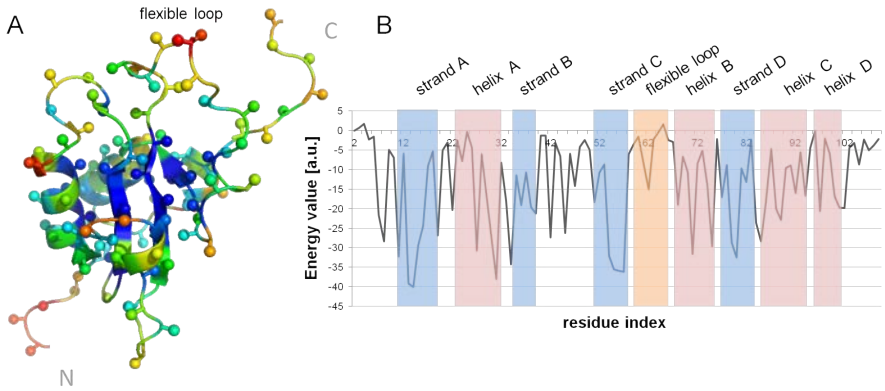


Figure 2: Using amino acid-specific buriedness propensities, energy values of each residue in a given protein structure can be approximated. The sequence of all energy values corresponds to the energy profile. Here, the energy profile of the BRCT-c domain of human BRCA1 (PDB-Id: 1OQA) is depicted (see **B**). Illustrated in **A**, energy values are mapped onto the structure using a rainbow colouring scheme. Blue colouring indicates low energy values. As shown, residues holding low energy values tend to be buried in the structure core. Structural features, such as helices, strands and flexible loop regions (for example see residues 60-66), can be distinguished energetically.

tion with allowing clustering of multiple energy profiles. In the case discussed here, the energy profiles of the experimentally-determined human BRCT domains were computed and pairwise energy profile distances were derived. Using these distances, a distance tree was generated using the Neighbour joining algorithm. This distance tree is illustrated in Figure 3 with the phylogenetic grouping according to Sheng et al [SZH11] being highlighted. As shown, this tree represents the phylogenetic grouping quite well. In general, the single BRCT domain group s2 (highlighted dark blue) was distinguished clearly from the double BRCT domain groups d1 (bright red) and d2 (dark red) forming clades with high consistency in both trees. Interestingly, the protein binding double tandem repeat domains d2 do not form clades in both trees. According to our hypothesis, this fact might arise due to the fact, that the protein binding mechanisms in both structures might be unrelated. Furthermore, the BRCT d1 domains TOP 0/2 C and MCPH 2/3 C are located in mainly s2-occupied clades. The investigated s1 domains (highlighted bright blue) are dispersed in both trees. The s1 BRCT domain PARTP1-A is located in a monophyletic 5-unit-clade indicating functional relation to the other four domains with similar energy profiles. Further analyses of global energy profile distances and energetic properties of binding pockets and interaction-mediating surfaces, have been made. According to these results and observations, we propose an alternative sequence of evolutionary transitions based on energetic correlations: Starting from single, DNA-binding domains (d1), single phosphorylated protein-binding domains (d1-N) have evolved first, followed by formation of the C-terminal domain (d1) due to genetic duplication. Since the C-terminal domain only poses a stabilising element in protein interactions, numerous mutations could have been introduced leading to the evolution of independent single domains that mediate interactions by residues located on the surface of the protein (s2). In this context, the energy

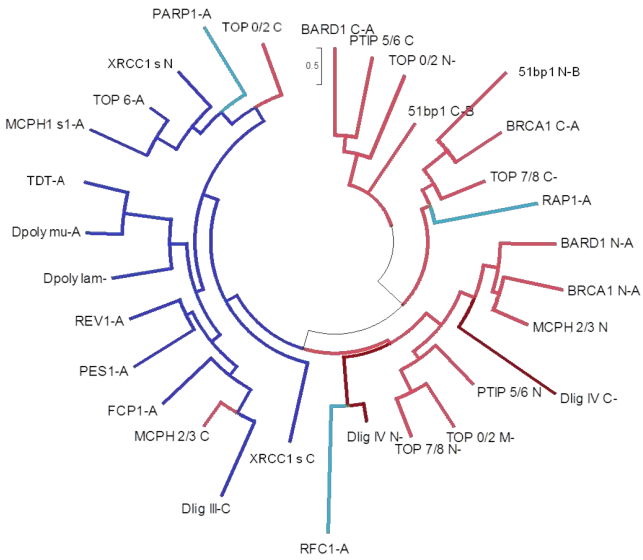


Figure 3: An energy profile distance tree constructed via Neighbour joining algorithm. This tree, generated using pairwise energy profile distances of 31 human BRCT domain structures, shows the phylogenetic grouping discussed by Sheng et al [SZH11] quite well. Colouring of phylogenetic groups: s1-bright blue, s2-dark blue, d1-bright red, d2-dark red.

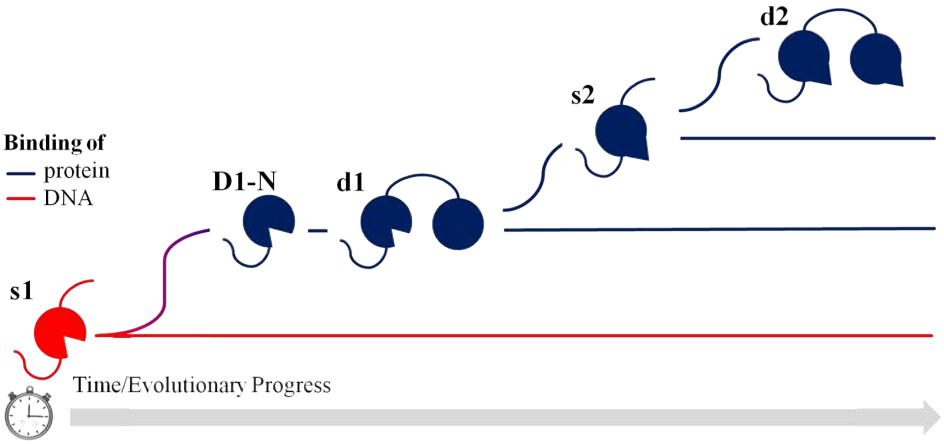


Figure 4: With respect to derived energy profile distances and energy profile similarities, an alternative sequence of evolutionary events can be proposed. Please refer to the text for details.

profile-based explanation of d2 group formation is rather hypothetical because of the few available structures. However, due the observed similarities it can be proposed that d2-domains have evolved from s2-domain duplications. A schematic overview of this process is given in Figure 4.

4 Acknowledgement

The authors acknowledge funding by the European Social Fund and the Free State of Saxony.

References

[BHB+97] P. Bork, K. Hofmann, P. Bucher, A. F. Neuwald, S. F. Altschul, and E. V. Koonin. A superfamily of conserved domains in DNA damage-responsive cell cycle checkpoint proteins. *FASEB J*, 11(1):68–76, Jan 1997.

[HBZ+00] T. Huyton, P. A. Bates, X. Zhang, M. J. Sternberg, and P. S. Freemont. The BRCA1 C-terminal domain: structure and function. *Mutat Res*, 460(3-4):319–332, Aug 2000.

[HL12] F. Heinke and D. Labudde. Membrane protein stability analyses by means of protein energy profiles in case of nephrogenic diabetes insipidus. *Comput Math Methods Med*, 2012:790281, 2012.

[HL13] F. Heinke and D. Labudde. *Functional Analyses of Membrane Protein Mutants involved in Nephrogenic Diabetes insipidus: An Energy-based Approach. Research on Diabetes*. iConcept Press, 2013. in press.

[HSSL13] F. Heinke, S. Schildbach, D. Stockmann, and D. Labudde. eProS–a database and toolbox for investigating protein sequence-structure-function relationships through energy profiles. *Nucleic Acids Res*, 41(D1):D320–D326, Jan 2013.

[KABS10] Masakazu Kobayashi, Eiso Ab, Alexander M J J. Bonvin, and Gregg Siegal. Structure of the DNA-bound BRCA1 C-terminal region from human replication factor C p140 and model of the protein-DNA complex. *J Biol Chem*, 285(13):10087–10097, Mar 2010.

[P+12] M. Punta et al. The Pfam protein families database. *Nucleic Acids Res*, 40(Database issue):D290–D301, Jan 2012.

[SZH11] Zi-Zhang Sheng, Yu-Qi Zhao, and Jing-Fei Huang. Functional Evolution of BRCT Domains from Binding DNA to Protein. *Evol Bioinform Online*, 7:87–97, 2011.

[ZMB+98] X. Zhang, S. Moréra, P. A. Bates, P. C. Whitehead, A. I. Coffer, K. Hainbucher, R. A. Nash, M. J. Sternberg, T. Lindahl, and P. S. Freemont. Structure of an XRCC1 BRCT domain: a new protein-protein interaction module. *EMBO J*, 17(21):6404–6411, Nov 1998.

Evaluation of a treatment outcome prediction model to prognose restored visual fields in patients with postretinal damage to the visual pathway

Benedikt Steger, Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Köhler

Department of Water and Waste Management
Magdeburg-Stendal University of Applied Sciences
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg
benedikt.steger@student.wk.hs-magdeburg.de
juergen.koehler@hs-magdeburg.de

Prof. Dr. Bernhard A. Sabel, Dr. Dipl. Psych. Carolin Gall

Institute of Medical Psychology
Otto-von-Guericke University of Magdeburg
Leipziger Str. 44
39120 Magdeburg
bernhard.sabel@med.ovgu.de
carolin.gall@med.ovgu.de

Abstract:

Objective: A treatment outcome prediction model to predict the extent of restored vision after vision restoration training was developed and evaluated.

Methods: Baseline and post-treatment data of patients with postchiasmatic brain lesions (n=149) who completed a six-month vision restoration training period was used to build the model. The treatment outcome prediction model was established with Self-Organizing-Maps and prediction was carried out with using the k-nearest neighbor algorithm. K-fold-cross validation was used for model evaluation.

Results: The average prediction accuracy of the model is 64.1% whereas prediction of healthy and totally impaired visual field areas is more accurate than prediction of partially damaged visual field areas. Areas with mild partial damage are more likely to improve (75.9% enhanced to intact field) than areas with severe partial damage (56.7% improved to intact or mild damage).

Conclusion: The model seems suitable for prediction of healthy and totally impaired visual field areas. Modifications of the model to improve its accuracy and building of a treatment outcome prediction model based on categorical regression are in preparation.

1 Introduction

Therapists can benefit from treatment outcome prediction models (TOPMs), especially when there are different types of therapies and treatment results are varying largely between the patients. With using TOPMs, different therapy approaches can be compared by reference to their efficacy and hence the most suitable treatment can be chosen for a patient.

Visual field analysis of patients with visual impairments often reveals areas of residual vision (ARV) in the visual field, i.e. partially damaged areas where vision restoration most likely occurs. [Sa11] A TOPM developed by Guenther et. al. [Gu09] is enabled to predict the extent of restored vision after vision restoration training (VRT), a computer-based therapy approach focused on stimulating ARV with bright light stimuli. This TOPM carried out prediction only for visual field positions within the ARV where a rather severe damage was present (ARV II). The purpose of the present study was to extend the TOPM on ARV positions with less severe defect depth (ARV I) that according to our hypothesis will improve with a higher probability than ARV II. Thus, the TOPM was rebuilt to include all parts of ARV in the prediction model.

2 Methods

2.1 Treatment

For building the adjusted TOPM, a sample of 149 patients with postchiasmatic brain lesions was used. These patients completed a six-month VRT period at NovaVision (Magdeburg, Germany). VRT projected stimuli on a computer monitor mainly in ARV and the patients had to press a key whenever they detected a presented stimulus. This was done to enhance visual functioning with the major aim of visual field improvements. Training parameters were regularly adjusted to the individual improvements of the patients.

A patient's visual field was assessed with High Resolution Perimetry (HRP), a computer-based campimetry [Ka98], before and after VRT to determine changes in the visual field. White light dots were presented at random positions on a monitor until every location in a given grid was used. A point normally placed in the middle of the screen served as fixation control. The patient had to keep that point fixated and to press the space bar whenever a light stimulus was detected or a change in the color of the fixation point occurred. This measurement was repeated three times, thus the detection rate for each stimulus location ("spot") ranged between zero out of three and three out of three detected stimuli. The results were represented in a detection chart (fig. 1), whereas white squares correspond to three detected stimuli (intact spots) and black squares to three missed stimuli (defect spots). One or two detected stimuli (residual spots) are plotted as dark or light gray squares.

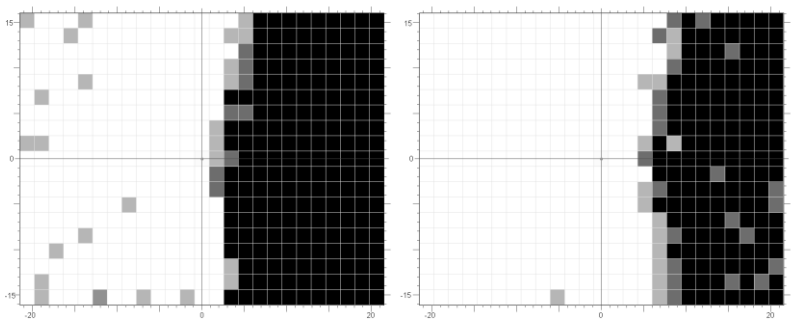


Figure 1: Detection charts at baseline (left) and after VRT (right). Global prediction features refer to the whole chart while local features refer to single spots of the baseline chart.

2.2 Treatment outcome prediction

The TOPM developed by Guenther et. al. [Gu09] carried out prediction only for spots with a detection rate of one out of three stimuli at a given position (ARV II) or blind spots with no stimulus detections before VRT. Furthermore, the TOPM was constituted in a way that the predicted treatment outcome is either improvement or no improvement of a spot. Hence, this model predicts treatment outcome quite vaguely. In this study, the previous TOPM was adjusted, so that spots with two out of three detected stimuli (ARV I) at baseline are also included in the prediction and that treatment outcome is predicted exactly, so that treatment outcome is equal to the post-treatment detection rate of a spot.

The TOPM is based on Self-Organizing-Maps[1] (SOM), a specific clustering algorithm. Before using SOM for clustering global features that refer to the patient/whole baseline detection chart and local features that refer to a single spot of the baseline chart (tab. 1) have to be determined.[2] The data to be classified with SOM comprises all spots with a detection rate less than 3/3 and their related features. Thus, it is an implicit assumption of the model that intact visual field remains intact after VRT. After clustering the data with SOM, the generated clusters are labeled with the most frequent post-treatment detection rate among the spots in each cluster.

Tab. 1: List of features used in the TOPM

global features	**local features**
residual area	horizontal position [°]
defect area	vertical position [°]
border diffuseness	neighborhood activity
reaction time [ms]	neighborhood homogeneity
hemianopia	distance to scotoma [mm]
quadrantanopia	residual function

[1] A detailed explanation of Self-Organizing-Maps is given in [Ko90].
[2] A detailed description of the used global and local features is listed in [Gu09].

After building the TOPM with SOM the prediction itself is accomplished by usage of the k-nearest neighbor algorithm with k equal to one. Hence, the predicted outcome of a spot is equal to the label of the spot's nearest cluster.

2.3 Model evaluation

The quality of the TOPM was evaluated by using k-fold-cross validation[3] with k equal to ten. For this purpose some measures expressing the percentage of correctly predicted spots (tab. 2) were computed.

Tab. 2: Model evaluation measures

measure	explanation
correct intact rate	percentage of spots with a correctly predicted post-treatment detection rate equal to 3/3
correct residual I rate	percentage of spots with a correctly predicted post-treatment detection rate equal to 2/3
correct residual II rate	percentage of spots with a correctly predicted post-treatment detection rate equal to 1/3
correct defect rate	percentage of spots with a correctly predicted post-treatment detection rate equal to 0/3
accuracy	percentage of correctly predicted spots

These measures were calculated in ten iterations and averaged afterwards.

3 Results

Building the adapted TOPM with the sample of 149 patients and using 10-fold-cross validation leads to an average accuracy (ACC=64.1% ± 5.1%, tab. 3) which is lower than the computed average accuracy of the TOPM developed by Guenther et al. [Gu09] (ACC=84.2% ± 1.4%). This is not a surprising result because the inexact treatment outcome definition of Guenther et al. [Gu09] enables their model to produce only a small number of wrong spot predictions whereas an exact treatment outcome definition extends the scope for false predictions.

The high correct defect rate (89.7% ± 3.1%, tab. 3) indicates that the TOPM is well suited for prediction of defect spots. Considering the correct intact rate (57.8% ± 10.0%, tab. 3), the model also seems more or less appropriate for prediction of intact spots. However, correct rates for residual spots (ARV I: 4.2% ± 3.1%, ARV II: 4.5% ± 1.6%, tab. 3) are extremely low, thus the TOPM appears to be not suited for an exact prediction of ARV spots.

[3] A detailed explanation of k-fold-cross-validation is given in [Gu09].

Tab. 3: Model evaluation measures computed with 10-fold-cross validation

measure	mean ± sd
correct intact rate	57.8% ± 10.0%
correct residual I rate	4.2% ± 3.1%
correct residual II rate	4.5% ± 1.6%
correct defect rate	89.7% ± 3.1%
accuracy	64.1% ± 5.1%

In order to visualize the prediction Figure 2 shows charts of a patient who was not part of the model building sample, so that predicted and actual treatment outcome can be compared visually.

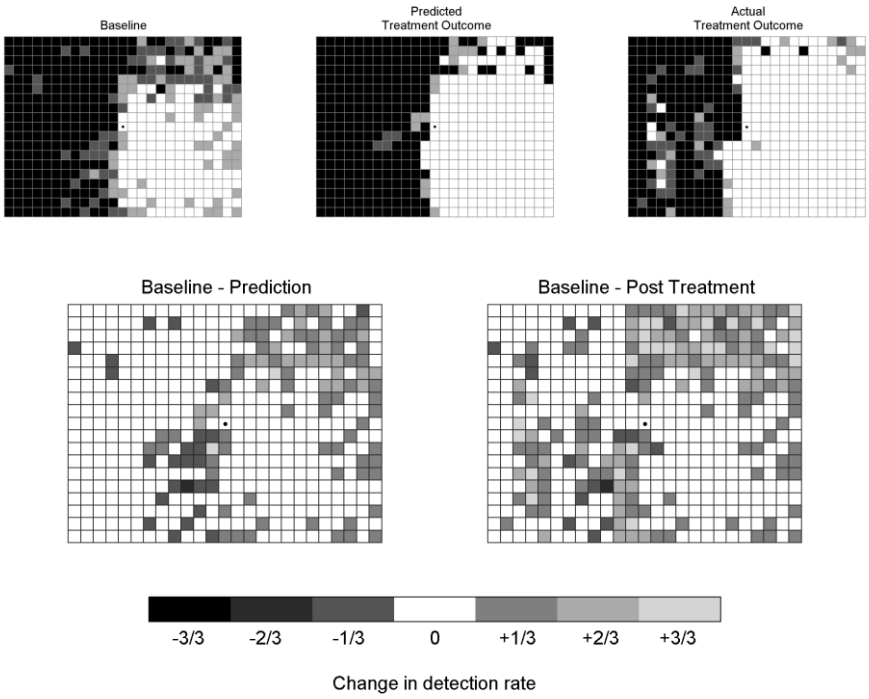


Figure 2: Top panels display detection charts of a patient (not part of the model building sample), bottom panels show the corresponding dynamic charts illustrating the changes in detection rates.

Our hypothesis stating that ARV I spots are more likely to improve than ARV II spots is confirmed by the data extracted from the sample of 149 patients. 75.9% of ARV I spots

at baseline became intact spots after VRT whereas only 56.7% of ARV II spots turned into ARV I spots or intact spots after VRT.

4 Conclusion

The adapted TOPM is able to predict treatment outcome exactly, though its prediction accuracy is lower than the accuracy of the original model. The model seems appropriate for prediction of intact and defect spots, but not for predicting residual spots (ARV). Thus, we intend to make further modifications on the model to increase prediction accuracy with a focus on improving prediction of residual spots.

Another goal for future research is to create a TOPM based on categorical regression and to compare it with the SOM model in order to find out which approach is more suitable for treatment outcome prediction.

References

[Gu09] Guenther, T.; Mueller, I.; Preuss, M.; Kruse, R.; Sabel, B.A.: A treatment outcome prediction model of visual field recovery using self-organizing maps, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2009, 56(3); S. 572-581.

[Ka98] Kasten, E.; Wuest, S.; Behrens-Baumann, W.; Sabel, B.A.: Computer-based training for the treatment of partial blindness, Nature Medicine, 1998, 4; S. 1083-1087.

[Ko90] Kohonen, T.: The Self-Organizing Map, Proceedings of the IEEE, 1990, 78; S. 1464-1480.

[Sa11] Sabel, B.A.; Henrich-Noack, P.; Fedorov, A.; Gall, C.: Vision restoration after brain and retina damage: the "residual vision activation theory", Progress in Brain Research, 2011, 192; S. 199-262.

Modulation of brain activity with non-invasive transorbital alternating current stimulation (tACS) to restore vision in the blind

Markus Vogler, Jürgen Köhler

Department of Water and Waste Management
Magdeburg-Stendal University of Applied Sciences
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg
markus@vogler-lindau.de, juergen.koehler@hs-magdeburg.de

Michal Bola, Bernhard A. Sabel, Carolin Gall

Institute of Medical Psychology
Otto-von-Guericke University of Magdeburg
Leipziger Str. 44
39120 Magdeburg
michal.bola@med.ovgu.de, bernhard.sabel@med.ovgu.de,
carolin.gall@med.ovgu.de

Abstract: In patients with optic nerve damage repetitive application of transorbital alternating current stimulation (tACS) during a treatment course of 10 days was shown to partially restore vision and increase alpha power in the resting state EEG signal. However, immediate neurophysiological effects of the protocol used clinically have not been studied so far. In a randomised double-blinded clinical study 10-days repetitive tACS was applied to patients suffering from partial blindness caused by optic neuropathies. Here, we investigated immediate effects on EEG immediately after the first session of tACS compared to sham stimulation. Changes in spectral power of oscillatory brain activity were estimated in both groups. One session of tACS effectively modulated brains oscillatory activity, as indicated by increase of power of theta, alpha and beta bands at the occipital and frontal regions. Therefore, tACS effectively modulates brain activity in patients with visual system damage, what leads to restoration of lost visual function.

1 Introduction

Administration of ACS transorbitally, through electrodes placed around the eyeballs, in patients with pre-chiasmatic visual system damage was one of the first attempts to use ACS in a clinical setting ([Sa11];[Ga10];[Fe11]). As visual system at rest exhibits sponataneous oscillatory activity in the alpha rhythm (8-14Hz), ACS frequencies ranging

from high theta (≈6Hz) up to low beta (≈20Hz) were used to re-activate the partially deafferented visual cortex of patients ([Sa11]). Indeed, 10 days of repetitive transorbital ACS (rtACS) with individually adjusted stimulation parameters improved detection abilities of patients with pre-chiasmatic lesions ([Sa11];[Ga10];[Fe11]) and had a positive impact on subjective vision-related quality of life ([Ga11]).

The neurophysiological mechanisms behind rtACS-induced vision restoration are still unclear. In patients suffering from pre-chiasmatic visual system damage already one session of tACS induced an immediate enhancement of delta, theta and beta power (Gall et al., subm.). Conversely, repeated administration of tACS for 10 days resulted in an increase of alpha power only ([Sa11]). This discrepancy was resolved by a study which followed the EEG changes over the course of the treatment and showed modest alpha enhancement during first days and more pronounced towards the end of treatment, but a lack of progressive changes in the power of other frequency bands ([Sc13]).

Effects of non-invasive brain stimulation exhibit high inter-individual variability and depend on the current state of the brain ([SMW08]). Therefore, one needs to know what factors affect the strength of the neuromodulation to use ACS effectively in the clinical setting. The aim of the present study was to address this question by targeting neurophysiological effects induced by one tACS session in patients with pre-chiasmatic visual system damage. Stimulation was delivered with an individually adjusted current amplitude, that resulted in perception of phosphenes – a flickering light caused by rhythmic excitation of the visual system. The range of applied frequencies was varied between high theta/low alpha and low beta. The lower border of the stimulating frequncies range was set based on individual alpha frequency, whereas higher border based on individual flicker fusion frequency, being stimulating frequency when phosphenes melt into a constant perception of light.

2 Methods

2.1 Subjects

The study sample consisted of 68 subjects suffering from chronic pre-chiasmatic visual system damage. The subjects were treated in one of the three centres Berlin, Göttingen/Kassel or Magdeburg. By randomization into a sham-group (n=27) and verum-group (tACS; n=41), it was ensured, that both groups contain patients with similar ranges of severity of vision loss.

2.2 tACS stimulation protocol

tACS was applied by four stimulation electrodes placed at or near the eyeball ("transorbital") with eyes closed. The passive electrode was positioned on the wrist of the right arm. tACS, in the form of biphasic current pulses occuring in bursts of 8 pulses, was generated by a four-channels stimulator (alphasync, EBS Technologies, Kleinmachnow, Germany).

The session started with "diagnostic procedure", when phosphene threshold and flicker fusion frequency were defined using 5Hz stimulation. The two parameters were defined for each of the four channels in the tACS group, but for one channel only in the sham group. AC amplitude was increased stepwise (by 5μA per second, starting from 0μA) until the subject perceived phosphenes to define phosphene threshold. Further, stimulating frequency was increased stepwise (by 1Hz per second) until patient could not recognize single flashes, to define the flicker fusion frequency. The stimulation protocol tested uses a range of individually adjusted stimulating frequencies between 90% of the individual alpha frequency and 50-70% of the flicker fusion frequency. Stimulation duration was 22 ± 1 minutes which led to approximately 5800 pulses. During the treatment stimulation sham group subjects received only one AC burst per minute.

2.3 EEG recording and preprocessing

The participating study centers used different EEG montages, with number of electrodes varying from 20 to 32. Therefore, analysis was constrained to two areas of interest (AOI) containing electrodes recorded in all study centres (see below). The EEG signal was recorded during the whole stimulation session. Patients were seated in a darkened room and were asked to keep their eyes closed. Approximately 100 seconds of EEG signal immediately before and after tACS was chosen for the analysis. The signal was re-referenced to the average reference, down-sampled to 250 Hz and high-pass (0.5 Hz) and notch (50 Hz) filters were applied. The signal was divided into 1s non-overlapping segments and epochs containing artefacts were manually rejected. EEG preprocessing was done in EEGlab ([DM04]).

2.4 EEG power spectrum

The following EEG bands were analysed: delta: 1-3 Hz; theta: 3-8 Hz; alpha: 8-14 Hz; and beta: 14-25 Hz. Power density was calculated by means of Fast Fourier Transformation algorithm and represented as $10*\log_{10}$ normalized values. We investigated power at two AOI. Firstly, occipital AOI (O1, O2), which is located far from the stimulating electrodes, but above the primary visual cortex. Secondly, frontal AOI (F3, Fz, F4), which is located close to the stimulating electrodes but not directly connected to the primary visual pathway.

2.5 Statistical analysis

For each EEG frequency band a mixed ANOVA model with within subject factor "AOI" (occipital, frontal) and between subject factor "group" (tACS, sham) was created to model tACS-induced change in EEG power. In all models difference between power post stimulation and power pre stimulation, calculated for every AOI, was taken as a dependent variable.

Furthermore, three mixed ANOVA models with within subject factor "AOI" (occipital, frontal) and between subject factor "group" (tACS, sham) were created for the

stimulation frequency bands. Instead of the commonly used EEG frequency bands, we defined "stimulation frequency bands" individually for each subject based on minimum and maximum stimulation frequencies. In the tACS group we defined three stimulation frequency bands: i) 1 Hz – min. stimulation frequency; ii) min. stimulation frequency – max. stimulation frequency; iii) max. stimulation frequency – 25 Hz. In the sham group the stimulation frequency bands were defined as follows: i) 1 Hz – mean min. stimulation frequency of tACS group; ii) mean min. stimulation frequency of tACS group – mean max. stimulation frequency of tACS group; iii) mean max. stimulation frequency of tACS group – 25 Hz.

3 Results

One session of tACS increased power of theta (t=4.055, p<0.001; **Fig. 1**), alpha (t=4.571, p<0.001) and beta bands (t=3.444, p=0.001) at the occipital AOI and power of theta (t=3.766, p=0.001), alpha (t=5.222, p<0.001) and beta bands (t=4.841, p<0.001) at the frontal AOI. After sham stimulation a significant power increase was only observed for the theta band at the occipital (t=3.472, p=0.002) and frontal AOI (Z=2.427, p=0.015).

In the models with EEG frequency bands "AOI" was significant in theta band (F=4.995, p=0.029) with a larger power increase in the occipital AOI. The interaction "AOI * group" was not significant in any of the four models. Between subject factor "group" was significant in alpha (F=10.297, p=0.002) and beta band (F=11.468, p=0.001) indicating larger power increase in the tACS group (**Fig. 2 (a)**).

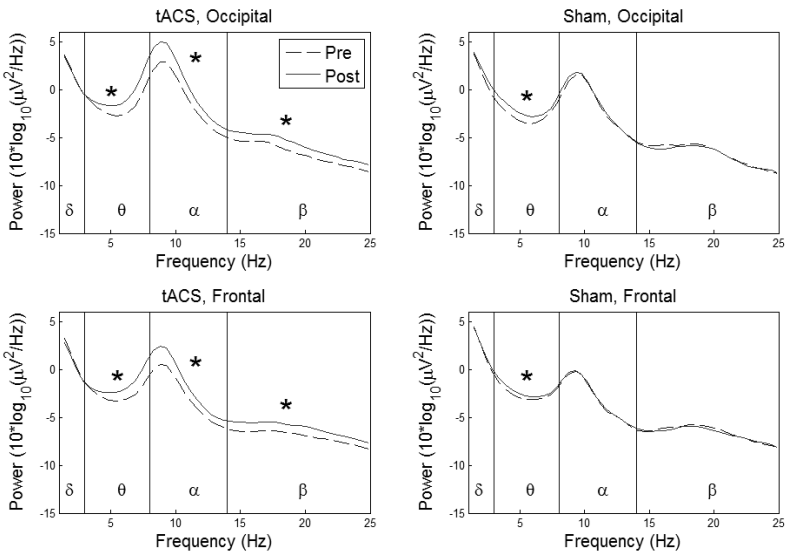


Figure 1: Power spectra immediately before and after tACS. Asterisks indicate significant power increase.

In the models with stimulation frequency bands "AOI" was significant in "< min. stimulation" (F=4.603, p=0.036) with a larger power increase in the occipital AOI. The interaction "AOI * group" was not significant in any of the three models. Between subject factor "group" was significant in "stimulation range" (F=12.245, p=0.001) and "> max. stimulation" (F=6.093, p=0.016) indicating larger power increase in the tACS group (**Fig. 2 (b)**).

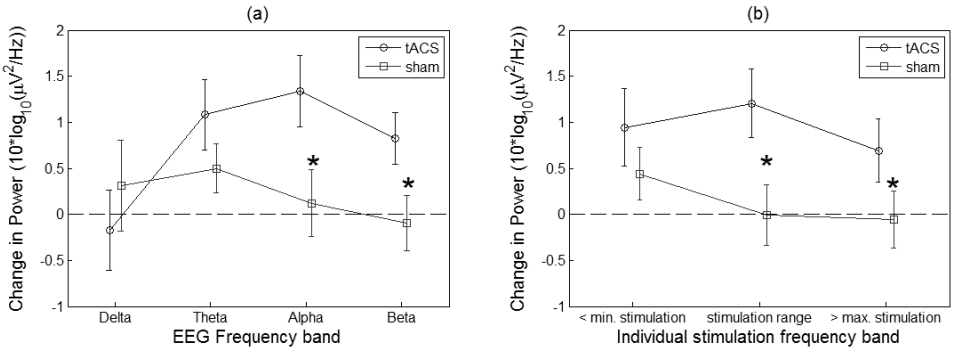


Figure 2: Profile plots of factors included in the ANOVA models. Asterisks indicate significant between groups effect.

4 Conclusion

In the present study we investigated neurophysiological effects of transorbital alternating current stimulation (tACS) in patients with visual system damage. One tACS session induced increase of EEG spectral power in theta, alpha and beta bands in both AOIs, while increase of theta band spectral power was found in the sham group.

Previous studies investigating effects of 10-day rtACS treatment in patients with optic nerve damage found post-treatment increase in spectral power of alpha band ([Sa11]). Detailed analyses showed progressive enhancement of alpha power over the course of the treatment, with modest alpha power increase during first days and more pronounced during last days of the treatment ([Sc13]). But changes in other frequency bands were not found. However, one session of tACS in patients with optic neuropathies induced increase in spectral power of delta, theta and beta bands (Gall et al., subm.). The broadband increase in spectral power after one tACS session is in line with findings from the present study, where increase in theta, alpha and beta was found.

Further, also in the sham group an increase in spectral power of the theta band was found. Patients included into the sham group received small amounts of current during diagnostic procedure and during the sham treatment. Only one channel was active during the diagnostic and treatment in case of sham subjects, and during the treatment only one burst of pulses per minute was administered. Stimulation in the sham group was delivered with 5Hz frequency only, what matches with increase in the theta band spectral power found.

Increase in spectral power was found not only within the range of frequencies used for stimulation, but also in the frequencies below and above the individually adjusted frequecy range. This non-specific effect speaks against entrainment model ([Th11]) and rather proves general changes in excitability. Contrary to studies investigating ACS effects in healthy subjects, the clinical protocol tested here uses a range of frequencies what makes the non-specific effect more likely. Most of the previous studies using particular stimulating frequency, for instance IAF ([ZRH10]) or 20Hz ([Po09]), speak in favour of the entrainment model. However, other studies found inconsistent effects ([Br13]).

References

[Br13] Brignani D, Ruzzoli M, Mauri P, Miniussi C. Is transcranial alternating current stimulation effective in modulating brain oscillations? PLoS One 2013;8:e56589.

[DM04] Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. J Neurosci Methods. 2004;134:9-21.

[Fe11] Fedorov A, Jobke S, Bersnev V, Chibisova A, Chibisova Y, Gall C, Sabel BA. Restoration of vision after optic nerve lesions with noninvasive transorbital alternating current stimulation: a clinical observational study. Brain Stimul 2011;4:189-201.

[Ga10] Gall C, Fedorov AB, Ernst L, Borrmann A, Sabel BA. Repetitive transorbital alternating current stimulation in optic neuropathy. NeuroRehabilitation 2010;27:335-341.

[Ga11] Gall C, Sgorzaly S, Schmidt S, Brandt S, Fedorov A, Sabel BA. Noninvasive transorbital alternating current stimulation improves subjective visual functioning and vision-related quality of life in optic neuropathy. Brain Stimul. 2011;4:175-188.

[Po09] Pogosyan A, Gaynor LD, Eusebio A, Brown P. Boosting cortical activity at Beta-band frequencies slows movement in humans. Curr Biol. 2009;19(19):1637-41.

[Sa11] Sabel BA, Fedorov AB, Naue N, Borrmann A, Herrmann C, Gall C. Non-invasive alternating current stimulation improves vision in optic neuropathy. Restor Neurol Neurosci 2011;29:493-505.

[Sc13] Schmidt S, Mante A, Rönnefarth M, Fleischmann R, Gall C, Brandt SA. Progressive enhancement of alpha activity and visual function in patients with optic neuropathy: A two-week repeated session alternating current stimulation study. Brain Stimul 2013;6:87-93.

[SMW08] Silvanto J, Muggleton N, Walsh V. State-dependency in brain stimulation studies of perception and cognition. Trends Cogn Sci 2008;12:447-454.

[Th11] Thut G, Veniero D, Romei V, Miniussi C, Schyns P, Gross J. Rhythmic TMS causes local entrainment of natural oscillatory signatures. Curr Biol 2011;21:1176-1185.

[ZRH10] Zaehle T, Rach S, Herrmann CS. Transcranial alternating current stimulation enhances individual alpha activity in human EEG. PLoS One 2010;5:e13766.

Belastungs- und Bruchüberwachung von Windkraftrotoren – WindSens -

Dipl. Ing. (FH) Nancy Schrader

Fakultät Automobil- und Maschinenbau, Institut für Textil- und Ledertechnik
Westsächsische Hochschule Zwickau, Hochschulteil Reichenbach
Klinkhardtstr. 30
08468 Reichenbach
nancy.schrader@fh-zwickau.de

Abstract: Das im Jahr 2012 durchgeführte Projekt „Belastungs- und Bruchüberwachung von Windkraftrotoren“ befasst sich mit unterschiedlichsten textilen Grundlagen sowie diversen Fertigungsmethoden zur Herstellung von verstärkten textilen Flächen mit Lichtwellenleitern zur in-situ-spannungsoptischen Erfassung von Belastungs- und belastungsbedingten Schädigungen an Windkraftrotoren.

1 Einleitung/Zielstellung sowie strategische Bedeutung

Ein dringender Zielgedanke unserer Zeit ist der Einklang zwischen ausreichender Versorgung der Weltbevölkerung mit Energie einerseits und Schonung der Umwelt andererseits. Die derzeit dominierenden fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas reichen nur noch begrenzte Zeit und sind außerdem Verursacher des anthropogenen Treibhauseffektes sowie Ursache für Extremereignisse. [1] Folgerichtig werden gegenwärtig weit verbreitet erneuerbare Energien eingesetzt. Die im vorliegenden Projekt behandelten Windkraftwerke bieten hervorragende Möglichkeiten als potentielle und verlässliche Energielieferanten. Da eine Effizienzsteigerung angestrebt wird, werden neuartige Windkrafträder ständig größer dimensioniert. Je riesiger die Windkrafträder wiederum sind, desto höher ist auch ihre Belastung. Ziel des vorliegenden Projekts ist die Realisierung und Erprobung eines Verfahrens zur in-situ-spannungsoptischen Erfassung von Belastungszuständen und belastungsbedingten Schädigungen von Windkraftrotoren.

Rotoren für Windkrafträder mit aktuell angewendeter Leichtbaukonstruktion bestehen aus Faserverbundwerkstoffen, bei welchen die verstärkende Faser bzw. die textile Fläche in einer Matrix eingebettet sind. Eine spezielle textile Aufgabe des Projektes ist die Einarbeitung von Lichtwellenleitern in die textilen Halbzeuge. Parallel hierzu wurden in weiteren Teilprojekten die entsprechenden Lichtwellenleiter kontaktiert, mit Lichtquelle und Lichtsensor ausgestattet und das elektrische Signal ausgewertet.

2 Grundsätzliche Eigenschaften der Windkraftrotoren

Auf dem Gebiet der Windkraftanlagen sollen höchste Anforderungen erfüllt werden. Windkraftrotoren haben eine technische Lebensdauer von mindestens 25 Jahren. Dazu kommt der extreme Kostendruck, welcher ständig auf die Herstellung, den Betrieb und die Wartung einwirkt. [2] Allgemein müssen Windkraftrotoren mit hoher Festigkeit, geringem Gewicht, niedriger Dichte, guter Formbarkeit, hoher Steifigkeit bei guter Flexibilität, hervorragender Beständigkeit gegenüber Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit, Eis und UV-Strahlung sowie geringer Leitfähigkeit ausgestattet sein. Ausgeschlossen sind elektrische Aufladung und Brennbarkeit.

3 Merkmale der verstärkenden Faser sowie des Lichtwellenleiters

Wie bereits erwähnt, sind Windkraftrotoren gegenwärtig gewöhnlich aus Faserverbundwerkstoffen aufgebaut. In die Matrix werden meist Glas- oder Kohlenstofffasern eingebettet. Diese Chemiefasern aus anorganischen Stoffen vereinen nahezu die Gesamtheit der geforderten Eigenschaften. Jedoch bietet sich eine weitaus größere Vielfalt an Faserstoffen an.
Leider werden die Naturfasern auf den ersten Blick im technischen Sektor oft eher müde belächelt. Pflanzliche und tierische Faserstoffe scheinen bei Windkraftrotoren unbrauchbar. Es sind jedoch positive Ansätze zu finden. Vor allem fällt auf, dass die geforderte Festigkeit von der Naturfaser Flachs im Verhältnis zur Dichte vergleichbar mit den momentan gebräuchlichen Glasfasern ist. Kapok, als Fruchtfaser bekannt, erfüllt mit seinen vielen Lufteinschlüssen eine weitere Bedingung, nämlich das geringe Gewicht zur Herstellung von Windrotoren. Die Charakteristika der geringen Dichte werden zum Beispiel bei Manila- und Brennesselfasern verzeichnet. Die Beständigkeit gegenüber Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit ist jedoch nicht ausreichend. Außerdem entflammen zahlreiche Naturfasern leicht. Die geringe elektrostatische Aufladung zeichnet Naturfasern für den Einsatz in Windkraftrotoren dagegen positiv aus.
Bei Chemiefasern aus synthetischen Polymeren kann zum Beispiel das Polyethylen mit der höchsten Festigkeit überzeugen. Desweiteren sollte das Polypropylen mit der niedrigsten Dichte aller polymeren Rohstoffe genannt werden.
Diese Ansätze zeigen, dass möglicherweise bestimmte Mischungen unter dem Gesichtspunkt des nachträglichen Harzens ähnliche Eigenschaften wie Glas- und Kohlenstofffasern verwirklichen, wobei gleichzeitig die Verwertbarkeit verbessert werden könnte.

Um die Zielstellung des Projekts zu realisieren, müssen ferner Lichtwellenleiter in den Faserverbundwerkstoff eingearbeitet werden. Diese funktionieren durch Reflexion an der Grenzfläche des Lichtleiters, entweder durch Totalreflexion oder durch Verspiegelung der Grenzfläche. Einsatz finden sie bereits in der Nachrichtentechnik und Datenübertragung, als Messaufnehmer für optische Messverfahren, bei Beleuchtungsinstallationen, bei Multimedia Anwendungen, und so weiter. An der aufgebrachten Cladding-Schicht bzw. dem Mantel erfolgt die Reflexion.

Im vorliegenden Projekt wurden folgende Lichtwellenleiter eingesetzt:

- PMMA (Polymethylmethacrylat) mit 0,5 mm Durchmesser und Cladding- Schicht
- PMMA (Polymethylmethacrylat) mit 2,0 mm Durchmesser und Cladding- Schicht
- PMMA (Polymethylmethacrylat) mit Mantel
- Glasfaser mit Mantel

4 Einarbeitung des Lichtwellenleiters bei der textilen Flächenbildung

Wenn die ausgewählte, verstärkende Faser und der Lichtwellenleiter in einem Arbeitsgang zur textilen Fläche verarbeitet werden, vereinfacht sich die Herstellung und die Kosten sinken.

Es wurde die Technik des Webens, d.h. das rechtwinklige Verkreuzen von Kett- und Schussfäden, eingesetzt. Dabei bezeichnet die Kette die Gesamtheit der Fäden, welche bei der Herstellung eines Gewebes in Längsrichtung liegen. Der Schuss erklärt die Gesamtheit der Fäden, die bei der Herstellung in Querrichtung verlaufen. Mithilfe unterschiedlicher Verkreuzungen von Kett- und Schussfäden entstehen die Grundbindungen Leinwand, Köper und Atlas mit ihren jeweils zahlreichen Abwandlungen. Dadurch verändern sich das Aussehen sowie die Eigenschaften der Fläche. Für alle folgenden Versuchszwecke wird zunächst die im Institut für Textil- und Ledertechnik vorhandene Webkette aus einer Baumwoll-Polyester-Mischung genutzt. Alle ausgewählten Materialien werden entweder als Schuss eingetragen oder als Kettfaden zusätzlich zugeführt. Leinwand- und Atlasbindungen kamen zur Verwendung.

<u>Einarbeitung des Lichtwellenleiters als Schuss</u>
Da Lichtwellenleiter glatt und steif sind, können die verfügbaren Vorspulgeräte die ausgewählten Monofile nur unsauber liefern. Dies führt häufig zu Fadenbrüchen. Infolgedessen wurden die Vorspulgeräte vielfach umgangen.
Der kapazitive Schussfadenwächter an der Webmaschine konnte die Lichtwellenleiter nicht erkennen. Deshalb musste die Empfindlichkeit angepasst werden. Elektronische Schussfadenwächter bieten hierfür einen größeren Spielraum.
Der Lichtwellenleiter wird bei Eintrag als Schussfaden mittels Greifer durch Spannungsspitzen strapaziert. Wie in folgender Abbildung verdeutlicht, kann die Cladding-Schicht dadurch zerrissen werden. Der Mantel hingegen toleriert dies.

Abbildung 1: Mikroskopie der Schädigung des eingearbeiteten Lichtwellenleiters

Durch Umwinden des Lichtwellenleiters mit Baumwollgarn entsteht ein sogenannter Umwindezwirn, der die Fadenbruchhäufigkeit senkt, die Erkennung durch Schussfadenwächter erleichtert und die Cladding-Schicht schützt. Allerdings ist das Umwinden ein zusätzlicher Arbeitsgang, der selbst wiederum problematisch ist.
Die Lichtwellenleiter aus Glasfaser mit Mantel brechen sofort und lassen sich im Schuss nicht verarbeiten.
Die Messer an den Leisten (Webkante) werden durch die Lichtwellenleiter schneller stumpf und müssen häufiger ausgetauscht werden.

Einarbeitung des Lichtwellenleiters als Kette
PMMA ist relativ problemlos als Kettfaden verwendbar, wenn der Gewebeabzug an der Webmaschine mit geringem Anpressdruck realisiert wird.
Lichtwellenleiter aus Glasfaser mit Mantel lassen sich als Kettfäden zuführen, werden jedoch sofort beim Abzug durch die Abzugswalzen gebrochen. Aufgrund seiner spröden Charakteristika ist dieser Glasfaserlichtwellenleiter nicht zum Weben geeignet.

5 Einarbeitung des Lichtwellenleiters durch zusätzlichen Arbeitsgang

Zur Flächenherstellung kann desgleichen auf zwei Arbeitsvorgänge zurückgegriffen werden. Hierzu muss eine bereits gefertigte textile zwei- oder dreidimensionale Fläche sowie separat ein als Monofil vorliegender Lichtwellenleiter vorhanden sein.

Aufbringen des Lichtwellenleiters mittels Nähen
Im Projekt WindSens wurde das Nähen, als Technik zum Verbinden von Nähgutlagen durch eine Nähmaschine und den Nähfaden sowie verschiedene Nähstichtypen herangezogen. Zu Beginn wird zur Fertigung eine Doppelsteppstichnaht, speziell die Zick-Zack-Naht angewendet. Dabei lässt aufgrund des durchsichtigen Erscheinungsbildes der Lichtwellenleiter PMMA mit einem Durchmesser von 0,5 mm kein optimales Ergebnis erzielen. Jedoch die Lichtwellenleiter PMMA mit einem Durchmesser von 2,0 mm, welche in der Webmaschine nicht zum Einsatz kamen, werden reibungslos auf dem Trägermaterial befestigt. Hierbei können verschiedenste Formen umgesetzt werden. Diese Variante der Herstellung wird als problemlos und fehlerfrei beurteilt. Auch optische Messungen im Folgenden können dies bestätigen. Das beschriebene Prinzip gerät dagegen bei Abstandstextilien in Bedrängnis. Auf der nachfolgenden Abbildung sind die 2 charakteristischen Gewebedecklagen deutlich erkennbar, welche durch Stegfäden bzw. Polfäden miteinander verbunden sind. Wird das Gewebe später mit Harz imprägniert, stellen sich die Stegfäden auf. Dadurch erhält man nach dem Aushärten ein sehr leichtes und stabiles Sandwichgebilde. Jedoch wird durch Zusammendrücken beim Transport in der Nähmaschine sowie durch die Verbindung selbst die Funktion der Polfäden zerstört, d.h. die 3D-Struktur aufgehoben.

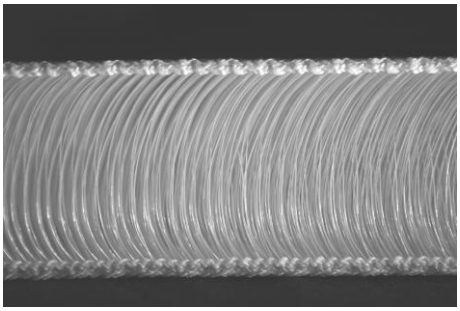


Abbildung 2: Darstellung eines Abstandstextils zur Verdeutlichung

Der zur Lösung vermutete Blindstich sowie die Einseitennähtechnik, welche speziell zur Konfektionierung von Preforms ausgelegt ist, nützen nicht. Eine Freiarm-Nähmaschine mit variabler Transporthöhe könnte hierzu genauer untersucht werden.

Aufbringen des Lichtwellenleiters mittels Sticken
Als weitere Flächenherstellungsvariante wurde das Sticken umgesetzt. Vor allem eine Maschine mit Soutache-Technik ist für das vorliegende Projekt von Interesse. Damit konnten alle dünnen Lichtwellenleiter problemlos verarbeitet werden. Lediglich das Monofil PMMA mit einem Durchmesser 2,0 mm bildet eine Ausnahme. Desweiteren sei auch hier auf das Problem der 3D-Textilien hingewiesen.

6 Zusammenfassung/Ausblick

Das im Jahr 2012 durchgeführte Projekt „Belastungs- und Bruchüberwachung von Windkraftrotoren“ kann auf textiler Basis abschließend als erfolgreich eingestuft werden.
Im Rahmen der Tätigkeit wurden interessante Themen textiler Grundlagen sowie einiger Fertigungsmethoden zur Herstellung von verstärkenden textilen Flächen mit eingearbeiteten Lichtwellenleitern zur in-situ-spannungsoptischen Erfassung von Belastungszuständen und belastungsbedingten Schädigungen an Windrotoren betrachtet.
Aus entstandenen Defiziten sind bereits Ideen für weitere Untersuchungen entwickelt.
Materialtechnisch wurde von vorangegangenen Projekten und Erfahrungen der Branche profitiert. Jedoch sei es anzustreben, den Weg der bewährten Materialien, welche tatsächlich unheimlich viele positive Eigenschaften bergen, trotz allem zumindest versuchsweise zu verlassen. Die Vielfalt der Textilien fordert einen Blick über den Tellerrand. Dieser wurde im Beitrag bereits angedeutet, jedoch stehen Experimente, entsprechende Messungen und eine detaillierte Bewertung aufgrund des zeitlich begrenzten Rahmens aus.
Nach Recherche bzw. Diskussion wurden folgende textile Fertigungsverfahren ausgewählt:

- Weben
- Nähen und Sticken

Diese erfüllen die Aufgabenstellung und können jeweils entsprechend abgestuft als optimal eingeschätzt werden. Es ergeben sich in vielerlei Hinsicht Potentiale für die Fortführung der Arbeit.
Gegenstand weiterer Untersuchungen sollten gewebte 3D-Strukturen sein. Hierbei muss der Schutz vor Schädigung des Lichtwellenleiters beachtet werden. Ein Mantel dessen, niedrige Arbeitsgeschwindigkeiten der Webmaschine und ein verbesserter Abzug der produzierten Ware scheinen unausweichlich.
Freiarm-Nähmaschinen mit einer variablen Transporthöhe öffnen neue Verarbeitungsmöglichkeiten für die Flächenherstellung in zwei Arbeitsgängen. Die Schonung des Fadens ist hier bereits gegeben.
Als wichtiger Aspekt müsste die Wirtschaftlichkeit beider Verfahren verbessert werden.
Es ist eine textile zweidimensionale Fläche hergestellt, welche in die vielen Schichten eines Windkraftrotors integriert und eingeharzt werden konnte. Damit sind ein technischer Entwurf, sowie die Realisierung von messfähigen textilen Strukturen für den Einsatz in Faserverbundwerkstoffen gelungen.
Mithilfe der interdisziplinären Zusammenarbeit kann letztendlich auch ein ganzheitlicher Gewinn an Forschung verzeichnet werden. Die Wartung der Windkraft-Anlagen wird hiermit unterstützt.
Es bleibt an dieser Stelle lediglich zu vermerken, dass das allgemeine Problem der altersbedingten Entsorgung der Windkraftanlagen Ansatz für Neues bietet.

Literaturverzeichnis

[1] http://www.energie-umwelt-schule.de/Unterricht/energie.htm (04.01.2013)

[2] http://www.patent-de.com/20090212/DE102007036917A1.html (12.02.2009)

[Eb01] Eberle; Hornberger; Menzer; Hermeling; Kilgus: Fachwissen Bekleidung 6. Auflage. Ring Verlag Europa Lehrmittel, 2001

[Ho97] Alfons Hofer: Textil- und Modelexikon 7. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Deutscher Fachverlag, 1997

Beitrag zur Prozessauslegung beim Laser-Remote-Schweißen von ultradünnen metallischen Folien mittels Scheibenlaser

Stephan Strocka, Andreas Patschger, Jens Bliedtner, Matthias Hild*, Falko Störzner*
(Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena; *LCP GmbH, Hermsdorf)

Fachbereich Scitec
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
stephan.strocka@fh-jena.de

Abstract: In dem vorliegenden Beitrag wird der Einfluss der Laserbetriebsmodi gepulst (pw) und kontinuierlich (cw) auf die Schweißbarkeit von dünnen Metallfolien untersucht. Die Schweißverbindungen wurden als I-Naht im Überlappstoß erzeugt. Hierzu kamen Edelstahlfolien von 100 µm, 50 µm, 25 µm und 15 µm Dicke zum Einsatz. Insbesondere liegt der Schwerpunkt der Untersuchungen darin, eine homogene, durchgängige und dichte Schweißnaht zu erzielen. Zum Einsatz kam hierfür ein Scheibenlaser in Verbindung mit einem Laserscanner. Die Schweißeignung der Proben wurde anschließend mittels Mikroschliffen, sowie Mikrohärtemessungen und Zugversuchen ausgewertet und miteinander verglichen. Weiterhin konnte der Laserschweißprozess zum Effizienzmaximum hin optimiert werden.

1 Einleitung

Durch die Miniaturisierung von Bauteilen und Baugruppen, die besonders in Bereichen der Elektro-, Mikrosystem- und Medizintechnik zu erkennen ist, bedarf es neuer effizienter Verfahren und Technologien [Lö12]. Um den Anforderungen an einen hohen Miniaturisierungsgrad der Bauteile gerecht zu werden, prädestiniert sich das laserbasierte Mikroschweißen als thermisches Fügeverfahren. Dies zeigt sich in einer stetig wachsenden Nachfrage für das Fügen von Bauteilen, deren geometrische Abmessungen dem Mikrobereich zugeordnet werden. In diesen Bereich zählen dünne metallische Folien, die Material-stärken kleiner gleich 100 µm aufweisen. Ein Anwendungsbeispiel sind Vakuumisolationspaneele (VIP), die zur Dämmung von Gebäuden dienen. Die bestehende Verbundfolie soll durch eine Metallfolienhülle ersetzt werden, um das Produkt zu verbessern [Va12a, Va12b, Be04, Ma12, Re03]. Das laserbasierte Mikroschweißen bietet eine innovative und effektive Lösung, um dünne metallische Folien miteinander zu verbinden. Es zeichnet sich durch eine kontrollierte Wärmebelastung, Minimierung des thermischen Verzugs, kleine Wärmeeinflusszonen, gute mechanische Eigenschaften der

Verbindungen und eine hohe Reproduzierbarkeit aus [Lu11, Ts03]. Das etablierte Laser-Remote-Schweißverfahren bringt die Vorteile hoher Prozessgeschwindigkeiten und der flexiblen Fertigung in das Verfahren ein. Somit können Bearbeitungsgeschwindigkeiten über 1 m/s erreicht werden. Dadurch werden die Streckenenergie und damit auch die thermische Belastung verringert [Pa11]. Ziel ist es, eine homogene, durchgängige und dichte Schweißnaht im Überlappstoß zu erzeugen. Die hier vorgestellten Arbeiten sollen daher einen Beitrag für das effiziente, prozesssichere und reproduzierbare Fügen von Metallfolien leisten. Zu diesem Zweck wird im Rahmen dieses Beitrags ein Scheibenlaser aufgrund seiner hohen Strahlqualität eingesetzt, um Überlappverbindungen im kontinuierlichen (cw) und gepulsten (pw) Laserbetrieb vergleichend zu fügen.

2 Versuchsaufbau

Für die Untersuchungen kam ein Scansystem der Firma RAYLASE (Superscan-20) zum Einsatz. Mit einer Brennweite f des F-Theta Objektivs von 160 mm ergibt sich ein gemessener Strahldurchmesser von 25 µm in der Fokusebene. Als Strahlquelle für die Schweißversuche wurde ein Yb:YAG-Scheibenlaser „NovaDisk-P5“ (1030 nm) der Firma Prenovatec mit einer maximalen Ausgangsleistung von 45 W verwendet, der sowohl im Dauerstrichbetrieb (cw) als auch gepulst (pw) betrieben werden kann. Die Schweißversuche wurden an einem kaltgewalzten, austenitischen Edelstahl 1.4301 (X5CrNi18-10) durchgeführt. Dabei kommen Materialstärken von 100 µm, 50 µm, 25 µm und 15 µm zum Einsatz. Bei den Untersuchungen wurden die Scangeschwindigkeiten der I-Nahtverbindungen im Überlappstoß bei gegebener Leistung auf ein Maximum optimiert. Dazu konnten die beiden Fügepartner in einer Spannvorrichtung geklemmt werden, um diese prozesssicher und spannungsarm aufeinander zu halten.

3 Versuchsauswertung und Ergebnisse

Alle mikroskopisch ausgewerteten Schweißproben, mit ausgeprägter Nahtwurzel, fanden Eingang in die Bewertung zur maximal erreichbaren Scangeschwindigkeit.

3.1 Schweißbarkeitsuntersuchungen

Prinzipiell konnten für alle untersuchten Folienstärken Überlappverbindungen hergestellt werden (Abb. 3.1).

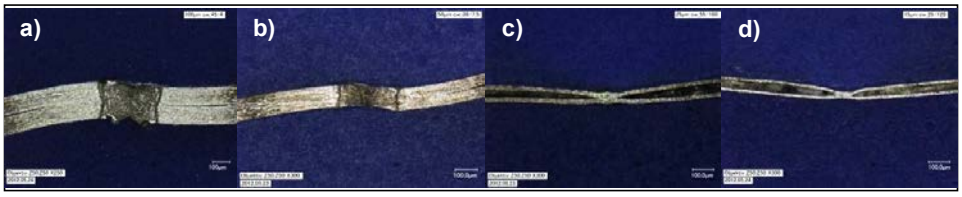


Abbildung 3.1 : Überlappschweißverbindungen an Folienstärken a) 100 µm, b) 50 µm, c) 25 µm d) 15 µm

Ein Prozessfenster zum Schweißen mit einer oberen Grenze zum Schneidregime bzw. einer unteren Grenze zum Durchschweißen beider Fügepartner kann jedoch nicht klar für alle Folienstärken definiert werden. Exemplarisch sei dieser Verlauf in Abb. 3.2 für die Folienstärken 100 µm und 50 µm dargestellt.

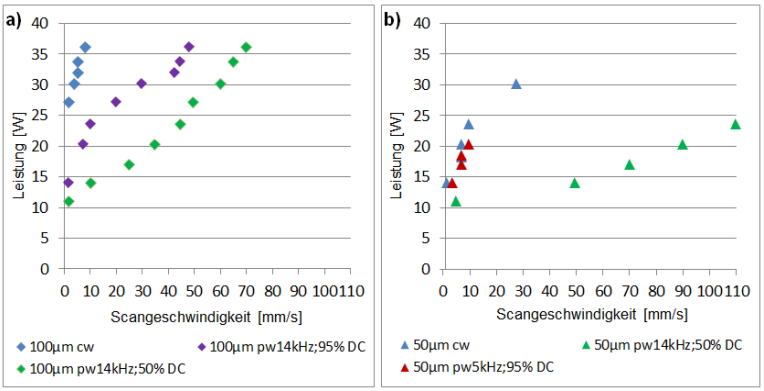


Abbildung 3.2: Maximal erreichbare Vorschübe bei Leistungsvariation im Spot a) 100 µm, b) 50 µm Edelstahlfolien 1.4301

Jedoch zeigte sich, dass die Scangeschwindigkeit um 5-10 mm/s verringert werden kann, um bei den Überlappschweißungen der 100 µm dicken Folien dennoch eine i.O.-Schweißnaht zu erzeugen, ohne die Folien zu schneiden. Bei einer Repetitionsrate von 5 kHz wurde die Schwellleistung im Fokuspunkt nicht erreicht, um das Material der 100 µm Folien aufzuschmelzen. Durch das größere zur Verfügung stehende Schmelzvolumen der dickeren Folien wird die Schmelze nicht so leicht ausgetrieben wie bei den Folienstärken kleiner gleich 25 µm. Mit wachsendem Schmelzvolumen kann mehr Energie in das Material depositioniert werden, was das Prozessfenster der dickeren Folien wiederrum vergrößert. Bei gleicher Scangeschwindigkeit wird für die dickeren Folien mehr Energie benötigt als beim Schweißen der Folien kleiner gleich 25 µm. Für die 25 µm dicken Folien konnten lediglich im cw-Betrieb i.O.-Schweißungen erstellt werden. Ab diesen Folienstärken ist der Prozess aufgrund der thermischen Belastung und des daraus resultierenden Verzugs sehr schwer reproduzier- und beherrschbar. Bei den durchgeführten Untersuchungen mit den 25 µm Folien konnten keine Verbindungen im gepulsten Betrieb erreicht werden. Durch die erzielten Überlappverbindungen der anderen untersuchten Folienstärken (100 µm, 50 µm, 15 µm) im gepulsten Betrieb, lässt sich jedoch eine generelle Schweißbarkeit dieser Folienstärke (25 µm) in diesem Betriebsmodus nicht prinzipiell ausschließen. Ab Foliendimensionen von kleiner gleich 25 µm schlägt der Schweißprozess deutlich schneller zu einem Schneidprozess um. Die Prozesssicherheit nimmt mit sinkender Folienstärke stark ab. Das Prozessfenster für i.O.-Schweißungen der dünnen Folien wird dadurch immer kleiner. Aus diesem Grund konnten bei den 25 µm und 15 µm deutlich weniger i.O.-Schweißnähte erzielt werden als bei den Folienstärken größer gleich 50 µm. Weiterhin trägt der größere thermische Verzug, der sich deutlich beim Schweißen der dünnen Folien zeigt, zur Minimierung des Prozessfensters bei. Die dünnen Folien neigen beim Schweißprozess viel stärker zum Ver-

beulen als dickere Folien. Diese Aufwölbung des Materials führt letztendlich zum Prozessabbruch. Dies konnte auch durch die verwendete Spannvorrichtung nicht vermieden werden, da die auftretenden Kräfte und Spannungen im direkten Bereich der Schweißnaht zu groß waren. Wölbt sich die obere Folie auf, sackt die Schmelze an dieser Stelle durch und es entsteht ein Durchbrand. Der Kontakt beider Folien wird unterbrochen, wodurch kein thermischer Übergang mehr stattfindet und sich kein Schmelzgut an dieser Stelle ausbildet.

3.2 Mikrohärtemessungen

Um die Auswirkungen des Schweißprozesses auf den Härteverlauf in dem Grundmaterial und der Schweißnaht zu untersuchen, wurden Mikrohärtemessungen durchgeführt. Exemplarisch ist in Abb.3.3 der gemessene Härteverlauf an einer 50 µm Überlappverbindung dargestellt. Damit ist es möglich die Bereiche Grundgefüge, Wärmeeinflusszone (WEZ) sowie Schmelzzone der laserstrahlgeschweißten Überlappverbindungen voneinander zu unterscheiden. Bei der Mikrohärtemessung der 50 µm dicken Edelstahlfolien konnte ein Absinken der Härtewerte bis auf 237HV 0,01 gemessen werden.

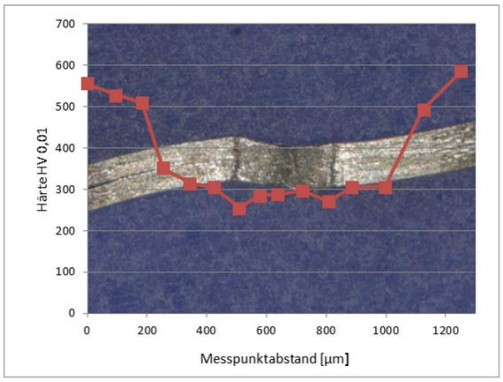


Abbildung 3.3: Härteverlauf am Beispiel einer 50 µm Überlappverbindung

Der Anstieg der Kurve und die damit erkennbare Wärmeeinflusszone sind weit von der Schweißnahtmitte entfernt. Die WEZ ist in diesem Fall so breit wie die Naht selbst. Dabei weisen die kontinuierlich erzeugten Nähte einen deutlich größeren Bereich der Wärmeeinflusszone (WEZ) auf als die gepulst geschweißten Nähte. Allerdings hat der kontinuierliche oder gepulste Energieeintrag in das Material keinen signifikanten Einfluss auf die Härte der Schweißverbindungen.

3.3 Scherzugversuche

Um die mechanische Belastbarkeit der Überlappverbindungen zu überprüfen, wurden Scher-Zug-Versuche durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass eine Vergrö-

ßerung der Anbindungsbreite keine Erhöhung der maximal aufnehmbaren Kräfte zeigt. Daraus geht hervor, dass die Anbindungsbreite keinen Einfluss auf die Zugfestigkeit der Verbindungen hat. Dies lässt sich am Abrissverhalten (Bruchart) der unterschiedlichen Proben und deren erzeugten Nahtformen mit den Betriebsmodi kontinuierlich (cw) und gepulst (pw) erklären. Die cw-geschweißten Verbindungen, sowie die gepulst geschweißten Proben (5 kHz, 95% duty cycle) wiesen einen Einschnürungsbruch im Bereich der WEZ auf. Die gepulst geschweißten Nähte mit 14 kHz und 50% duty cycle hingegen versagten als Scherbruch im Nahtquerschnitt. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass in Bezug auf die Nahtform und die aufnehmbaren Kräfte der Verbindung eine kurze Pulsdauer ungeeignet für das Schweißen der dünnen Edelstahlfolien scheint. Dagegen weisen die kontinuierlich (cw) und auch die mit einer Frequenz von 5 kHz geschweißten Nähte nahezu keine Streuung der aufnehmbaren Kräfte auf. Aufgrund des Abreißens der Folien am Randbereich (Anbindungshöhe), der immer gleich groß ist, variieren hier auch die Kräfte kaum (Abb.3.4).

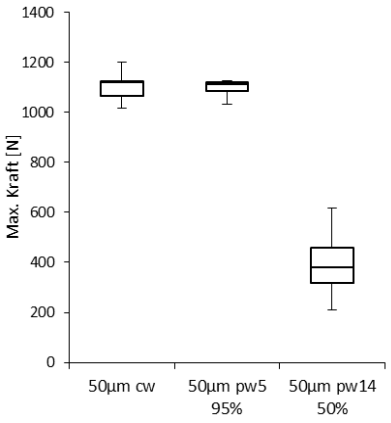


Abbildung 3.4: Streuung der maximal aufnehmbaren Kräfte an 50 µm Überlappverbindungen

Dabei wird deutlich, dass die aufgenommenen Kräfte bei den kontinuierlich geschweißten Nähten aller Folienstärken annähernd konstant bleiben. Bei den Überlappverbindungen, die gepulst bei einer Repititionsrate von 14 kHz geschweißt worden sind (pw14 50%DC), ist die maximal aufgenommene Kraft wesentlich geringer und die Streuung dieser Werte sehr groß. Dies lässt sich anhand der genannten Nahtformen und Bruchart en erklären, die in diesen Betriebsmodi erzielt werden konnten.

4 Zusammenfassung

Bei den durchgeführten Untersuchungen konnte eine prinzipielle Schweißbarkeit aller verwendeten Folienstärken nachgewiesen werden. Dabei wurde gezeigt, dass sich mit abnehmender Foliendicke das Prozessfenster für reproduzierbare Überlappverbindungen

stark verkleinert. Mit größer werdendem Schmelzbad (Foliendicke) kann die Energiedisposition in das Material erhöht werden, was wiederum das Prozessfenster vergrößert. Durch die Instabilitäten des Schmelzbades beim gepulsten (pw) Schweißen, schlägt der Schweißprozess deutlich schneller zu einem Schneidprozess um. Im gepulsten (pw) Betrieb war daher eine Reproduzierbarkeit der Überlappverbindung von Foliendicken kleiner gleich 25 µm nur bedingt gegeben. Die kontinuierlich erzeugte Naht weist einen deutlich größeren Bereich der Wärmeeinflusszone (WEZ) auf als die gepulst geschweißte Naht. Beide Nahtformen zeigten allerdings einen kontinuierlichen Härteabfall zur Nahtmitte hin. Der kontinuierliche oder gepulste Energieeintrag in das Material hat somit keinen signifikanten Einfluss auf die Härte der Schweißverbindungen. Für die Beurteilung der mechanischen Eigenschaften wurden Scher-Zug-Versuche durchgeführt. Dabei kristallisierten sich unterschiedliche Brucharten heraus, die einen erheblichen Einfluss auf die Zugfestigkeit der Verbindungen haben. Die cw und auch die mit 5 kHz und 95% DC („quasi-cw“) geschweißten Überlappverbindungen zeigten im Abrissverhalten einen Einschnürungsbruch im Bereich der WEZ. Ebenfalls geht daraus hervor, dass die Anbindungsbreite keinen Einfluss auf die Zugfestigkeit der Verbindungen hat. Lediglich die Anbindungshöhe und somit die Nahtform beeinflussen das Rissverhalten. Je stärker die Foliendicke, desto größer auch die Kräfte, die die Naht aufnehmen kann. Allgemein konnte eine zunehmende Reaktion auf die thermische Belastung bei kleiner werdenden Foliendicken festgestellt werden. Dies äußerte sich im Verzug der Fügepartner. Die verwendete Spannvorrichtung ist für Materialdicken kleiner gleich 25 µm nur bedingt einsetzbar. Diese Problematik fordert die Entwicklung neuer Spannkonzepte, um den schweißbedingten Verzug zu minimieren und damit die Prozesssicherheit zu erhöhen.

Literaturverzeichnis

[Lö12] Löffler, N.: Laseranwendungen mittels 532 nm in dem Bereich elektronischer Bauteile. In: Schmidt, M.; Geiger, M.; Amend, P. (Hrsg.): Tagungsband: LEF 2012, Meisenbach Bamberg, 2012

[Va12a] Vacu-Isotec. VACU-ISOTEC KG. [Online], 2012. [Zitat vom: 25. Juli 2012.] http://www.vacu-isotec.de

[Va12b] Vaku-Isotherm. Vaku-Isotherm GmbH. [Online], 2012. [Zitat vom: 25. Juli 2012.] http://www.vaku-isotherm.de

[Be04] Beuthner, A.: VIP – Status für Folien. In: Fraunhofer Magazin (2004); Nr.3, S 58–59

[Ma12] Marouani, S.: Investigation of the resistance welding of multilayers aluminum-coated polymer complexes used as envelopes of vacuum insulation panels. In: Materials & Design, Volume 36 (2012), S.546–556

[Re03] Reisacher, H.: VIP – Stand der Technik. In: VIP-Bau, 1.Fachtagung, Rostock-Warnemünde, 2003

[Lu11] Luangpaiboon, P.: Constrained response surface optimization for a laser beam welding process. In: Journal of Mathematics and Statistics, Volume 7 (2011)

[Ts03] Tsukamoto, S.: Laser welding. In: Welding International, Volume 17 (2003), S.767-774

[Pa11] Patschger, A.; Hild, M.; Bergmann, J.P.; Bliedtner, J.: Flexible and Efficent Laser Remote Welding of Ultra-Thin Metal Foils, in Proceedings of ICALEO 2011, Orlando, USA

Schallschutzkonstruktionen aus hochverdichteten Strohfasern: Niederschlagsbeanspruchung und Entwicklung konstruktiver Schutzmaßnahmen

Dipl.-Ing. (FH) Marcus Schöbel

Fakultät Bauwesen
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur
Karl-Liebknecht-Straße 132
04277 Leipzig
marcus.schoebel@fb.htwk-leipzig.de

Abstract: Im Forschungsprojekt werden hochverdichtete Strohfasern in Form von großformatigen Quaderballen (l * b * h = 2,40 * 1,20 * 0,85 m³, m = 480 - 520 kg, ρ ~ 200 kg/m³, w = 10 - 12 %) untersucht. Die Materialkosten können bei etwa 10 - 20 €/m² angesetzt werden. Neben Fragestellungen zu Brandverhalten, Schallschutz, Statik und Optik spielt infolge positiv zu bewertender wirtschaftlicher Aspekte, die Dauerhaftigkeit dieses potenziellen Baustoffs eine vordergründige Rolle. Eine unbehandelte Strohballenoberfläche ist nicht ausreichend witterungsbeständig, insbesondere bei Niederschlagsbeanspruchung. Die horizontalen Wandflächen werden stärker beansprucht als die senkrechten Wandflächen oder die Fundamentflächen. Der aus dem Wassereintrag resultierende Feuchtigkeitsanstieg im Balleninneren wird nicht mehr durch Trocknung infolge Sonneneinstrahlung verhindert, das Stroh verrottet. Ausschlaggebend für die Wasseraufnahme sind die Oberflächengestalt und der Faserverlauf in den nachfolgenden tieferen Schichten des Quaderballens. Als besonders anfällig sind die Fugenbereiche bzw. die Stöße der Wand zu bewerten. Dort liegt die Wassereindringtiefe aufgrund mäßiger Ballengeometrie (Ausrundung an den Enden) höher als bei flächigen Bereichen. Durch Schutzmaßnahmen (z. B. Verschalung) wird der Wassereintrag verhindert.

1 Einleitung

Etwa zwei Drittel der Deutschen fühlen sich, laut Umweltbundesamt, im Alltag durch Straßenverkehrslärm belästigt [UBA12]. Aus Presseberichten und Amtsmitteilungen geht hervor, dass neben einer fehlenden Rechtsgrundlage oftmals die hohen Baukosten bzw. ein schlechtes Kosten - Nutzen Verhältnis zum Scheitern von Schallschutzmaßnahmen führt [LfU09, Rn12]. Im Zeitraum von 1996 - 2010 lagen die Durchschnittskosten für Schallschutzwände in den einzelnen Jahren zwischen 235,- und 345,- €/m², der Durchschnittspreis aller Jahre lag bei 268,- €/m² [BMVBS11]. Stroh ist eine nachwachsende, regional verfügbare, jährlich anfallende und in den Stoffkreislauf rückführbare Ressource. Sie soll als umweltschonender sowie kostengünstiger Alternativbaustoff für temporäre und permanente Schallschutzkonstruktionen genutzt werden.

2 Hintergrund

Stroh ist organisches Material und somit witterungsempfindlich. Das bedeutet durch direkten Wassereintrag (Niederschlag) und der damit verbundenen dauerhaften Erhöhung des Wassergehaltes im Strohballen entsteht ein Verrottungsprozess und das Material kompostiert. Ungeschützte horizontale Bereiche nehmen die flächenbezogene Niederschlagsmenge komplett auf. Dies bedingt eine Beeinträchtigung der Dauerhaftigkeit und bedeutet eine Standsicherheitsgefährdung der Wand. Erste Vorversuche und Messungen (Zeitraum 04/2012 - 12/2012, Tabelle 1) im und am Strohballen zeigen, dass die Luftfeuchtigkeit (rF), welche je nach Witterung aufgenommen und wieder abgegeben wird, keine Verrottung verursacht, weil kein Nässestau entsteht.

Strohballen	ungeschützt	geschützt
Zeit	$< {}^{1}/_{3}$ a	$> {}^{3}/_{4}$ a
Temperatur (°C)	> 35 (> T außen)	= T außen
rF (%)	> 95	< 74
Anmerkung	Verrottung	ohne Befund

Tabelle 1: Vorversuch Witterungsbeständigkeit (0,60 m Messtiefe)

Mittels erster Modellaufbauten (Wanddicke = 1,20 m, im Läuferverband aufgeschichtete Strohballen) konnten folgende drei kritische Zonen festgestellt werden. Die erste Zone ist die Wandkrone, welche als horizontale Fläche mit der Breite von 1,20 m dem niederschlagsbedingten Wassereintrag am stärksten bzw. komplett ausgesetzt ist. Die zweite Zone bilden die, dem Schlagregen ausgesetzten, senkrechten Wandflächen mit den unterschiedlich ausgebildeten Fugen wie z. B. vertikale Stoßfugen, horizontal verlaufende und T - förmige Fugen. Die dritte Zone ist die Aufstandsfläche (Wandfundament), welche durch aufsteigende Bodenfeuchte beansprucht wird.

3 Material und Methoden

3.1 Stand der Technik

Klein- und Großballen werden als Baustoff (überwiegend als Dämmmaterial) bisher nur für den Strohballenhausbau genutzt. Dabei wird gegen Witterungseinflüsse grundsätzlich ein äußerer Schutz angeordnet. Durch zusätzlichen inneren Schutz (z. B. Putz) ist das Material dann weitestgehend vom Raum- und Außenklima entkoppelt [Kr08, MiMa04]. In Deutschland war für einige Jahre eine Verbundkonstruktion (Tragkonstruktion aus Holz, Füllmaterial loses Stroh) in verschiedenen Ausführungsvarianten auf dem Markt erhältlich [MN08]. Es sind auch mehrere bereits erloschene Patentanmeldungen bekannt (z.B. DE19916237A1, DE19517583A1), die vereinfachte Schallschutzwände aus Strohballen zum Gegenstand haben, sowie experimentelle Versuchsaufbauten, beispielsweise in Österreich [At12]. Zu den erloschenen Patenten und Pilotprojekten sind hinsichtlich der Anforderungen von Lärmschutzeinrichtungen an Straßen, insbesondere der Witterungsbeständigkeit, keine wissenschaftlichen Untersuchungsergebnisse bekannt. Organische Baustoffe, wie beispielsweise Holz, müssen gegen Feuchtigkeit geschützt

werden, damit die Dauerhaftigkeit des Bauteils gewährleistet ist. Das wird durch konstruktiven, physikalischen oder auch chemischen Holzschutz (vorrangig gegen holzzerstörende Insekten und Pilze) bzw. durch Kombination von Maßnahmen erreicht [Ba09, Be08]. Anorganische Baustoffe hingegen reagieren vergleichsweise unempfindlich auf Niederschlagsbeanspruchung.

3.2 Vorbetrachtung

Es wird angenommen, dass die Porosität bzw. der Porenanteil einen Einfluss auf die Wasseraufnahmefähigkeit des Strohballens hat. Je weniger das Material verdichtet ist, desto größer das Porenvolumen und umso mehr Porenraum steht für die Wassereinlagerung zur Verfügung. Für die hochverdichteten Strohballen kann ein Porenvolumen von > 85% angesetzt werden (s. Tabelle 2).

Reindichte ρ_s	Kapillarpyknometer	Gaspyknometer	durchschnittl. Porosität
Einheit	[g/cm³]	[g/cm³]	[-]
Mittelwert	1,46	1,39	0,85 - 0,86
Standardabweichung	0,12	0,02	-
Anmerkung	ungenauer Richtwert, hohe Abweichungen	Rechenwert, hohe Genauigkeit	$\Phi = 1 - (\rho_d/\rho_s)$ mit $\rho_{d,\ Ballen} = 0{,}2$ g/cm³
Regelwerk	DIN 18124 – KP:2007	DIN 66137-2:2004	-

Tabelle 2: Reindichte von Strohfasern (w_n = 5,6 %) und Ermittlung der Strohballen – Porosität

Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Ausbildung der Oberflächenstruktur bei der Wasseraufnahme und Eindringtiefe (kapillare Saugwirkung) eine Rolle spielt [EDIN12]. Dabei muss prinzipiell zwischen den zwei Strukturen Porenstruktur und Faserstruktur unterschieden werden. Aufgrund der Halmausrichtung im Strohballen (orthogonal zur Längsrichtung) und der gestapelten Bauweise ergibt sich für senkrechte Wandflächen eine Porenstruktur und für die Aufstandsflächen eine Faserstruktur. Zunächst wird durch Kleinversuche (Lagerung im Wasserbecken) geprüft, ob Dichte und/oder die Faserstruktur einen signifikanten Einfluss auf die Wasseraufnahmefähigkeit haben.

3.3 Untersuchungsmethoden

Testreihe 1: Bestimmung der Abhängigkeit zwischen Wasseraufnahme und Faserrichtung nach DIN EN 1609 (Simulation: Wasseraufnahme bei 24 h Regenperiode während der Bauzeit). Es wurden flache kreisförmige (Ø ≈ 0,24 m, Porenstruktur) und rechteckige Prüfkörper (a/b ≈ 0,24 m, Faserstruktur) verwendet. Diese wurden vollflächig (10 ± 2 mm Eintauchtiefe) für 24 h in einem Wasserbecken gelagert. Nach zehnminütigem Abtropfen wurde der Prüfkörper gewogen und die Masse m_{24} bestimmt. Mit der Formel $W_P = (m_{24} - m_0)/A_P$, Massendifferenz im Verhältnis zur Benetzungsfläche, wurde die Wasseraufnahme W_P in kg/m² ermittelt [DIN12]. Testreihe 2: Bestimmung kritischer Wandbereiche und Prüfung von Schutzmaßnahmen in einer Beregnungsanlage. Es wurden Strohquader ($\rho_{f,\ Einbau}$ = 127 - 194 kg/m³) mit folgenden Spezifikationen in eine Prüfvorrichtung aus Plexiglas (l * b * t = 0,8 * 0,6 * 0,6 m³) eingebaut - vollflächig, horizontale Fuge, vertikale Fuge, horizontal und vertikal verlaufende Fuge (T - Fuge). Die Prüffläche (0,8 * 0,6 m²) wurde einem naturnahen Regenereignis (Kostra

- Tabellen) mit der Wiederkehrzeit von T = 10 a und der Dauer von 0,5 h ausgesetzt. Nach weiteren 0,5 h (Abtropfzeit) wurde die Eindringtiefe rückseitig mit einer Feuchtigkeitsmesslanze (Fa. Draminski) an acht Messpunkten bestimmt. Zur Ermittlung der absoluten Wasseraufnahme wurde die Massendifferenz aus dem Gewicht der Versuchseinrichtung vor und nach der Beregnung bestimmt. Um die Eindringtiefe zu verringern bzw. zu verhindern wurde die kritischste Oberflächenausbildung (T - Fuge) mit verschiedenen Schutzvarianten ausgestattet und erneut in der Beregnungsanlage geprüft.

4 Ergebnisse

4.1 Testreihe 1: Abhängigkeit der Wasseraufnahme zur Faserrichtung

Ausschlaggebend für die Wasseraufnahme ist die Faserrichtung. Verdichtete Strohfasern orthogonal zur Wasseroberfläche nehmen deutlich mehr Feuchtigkeit auf (s. Diagramm 1). Das liegt an der Röhrenstruktur, welche die kapillare Saugfähigkeit begünstigt. Teilweise wurden nach 24 h lokale Durchfeuchtungen an der Oberkante der kreisförmigen Prüfkörper (h = 5 - 7 cm) festgestellt. Das bedeutet, innerhalb der 24 h waren die maximale Eindringtiefe und die damit mögliche Wasseraufnahme vermutlich noch nicht erreicht. Deshalb wurde eine weitere Versuchsserie mit höheren Strohzylindern (h ~ 0,2 m) begonnen (s. Diagramm 2). Der extreme Belastungsfall einer 24 h Regenperiode während der Bauzeit ist als Maximalwert der Wasseraufnahme zu betrachten.

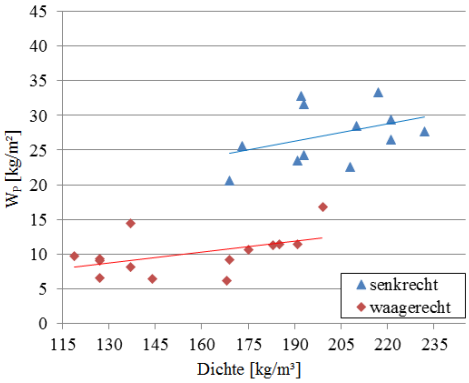


Diagramm 1: flächenspezifische Wasseraufnahme in Abhängigkeit zur Faserrichtung

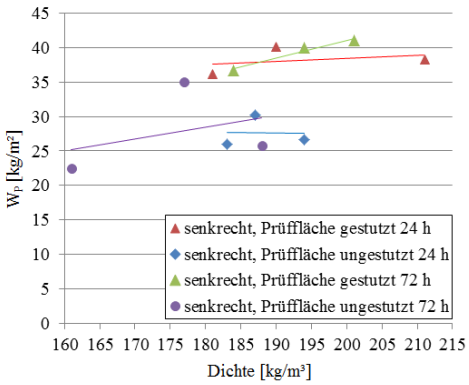


Diagramm 2: erhöhte Wasseraufnahme bei vergrößerter Prüfkörperhöhe (0,2 m)

4.2 Testreihe 2: kritische Wandbereiche und Schutzmaßnahmen

Als problematisch sind die senkrechten Flächen hinsichtlich der Wassereindringtiefe zu bewerten. Messungen an der Modellwand ergaben einen Feuchtigkeitseintrag bis in Tiefen von 0,3 m. Besonders die Fugenausbildungen (waagerecht, senkrecht und T - förmig) unterliegen einer erhöhten Regenwassereinleitung infolge von Absätzen bzw. Überständen resultierend aus Unregelmäßigkeiten der Strohballengeometrie. Ähnliche Ergebnisse zeigen auch die Kurzzeitversuche in einer Beregnungsanlage (s. Tabelle 3).

Strohoberfläche	Schutz	Fugenausbildung	Ø m_{Wasser} [l]	Tiefe [cm]
unbehandelt	ohne	T - Fuge	2,13	10 - 45
unbehandelt	ohne	horizontal verlaufende Fuge	2,05	10 - 25
gestutzt (feinporig)	ohne	T - Fuge	1,83	5 - 25
gestutzt (feinporig)	ohne	ohne Fuge (vollflächig)	1,75	5 - 25
unbehandelt	ohne	ohne Fuge (vollflächig)	1,0	5 - 25
unbehandelt	MG	T - Fuge	0,80	5 - 25
unbehandelt	ohne	vertikal verlaufende Fuge	0,55	10 - 20
unbehandelt	MG + RS	T - Fuge	0,40	5 - 15
unbehandelt	RS	T - Fuge	0,30	5 - 15
unbehandelt	USB + RS	T - Fuge	0	0

Anm.: MG = Metallgitter (verzinkt), RS = Rhombusschalung (Lerche), USB = Unterspannbahn (diffusionsoffen)

Tabelle 3: Prüfvarianten Beregnungsanlage: absolute Wasseraufnahme und Wassereindringtiefe

5 Diskussion

Hinsichtlich der Wassereindringtiefe ist die langfaserige Oberfläche vorteilhafter gegenüber der gestutzten und somit feinporigen Oberfläche. Das Wasser kann aufgrund der inhomogenen Oberflächenstruktur gut ablaufen. Außerdem ist durch den richtungslosen Halmverlauf die kapillare Saugwirkung schwächer ausgeprägt. Das bestätigen auch die Kleinversuche zur Wasseraufnahme. Allerdings ist lediglich die Eindringtiefe niedriger, ein Wasserzutritt wird durch die unbehandelte Oberfläche nicht verhindert. Im Bezug zum Brandverhalten ist allerdings eine feinporige Oberfläche vorteilhaft. Die langfaserige Oberfläche ist leichter entflammbar, weil die abstehenden Halme ein rasches Aufsteigen der Flammen begünstigen [SF12]. Theoretisch sind Kombinationen aus Maßnahmen notwendig, die mehrerer Aspekte (Schall, Brand, Dauerhaftigkeit) unter optimalen Wirkungsgraden bedienen. Als kritisch und somit bautechnisch relevant sind die Fugen, vor allem der T - Stoß, zu bewerten. Dort liegt die Eindringtiefe um ein Vielfaches höher als bei den anderen Prüfflächen. Ein vollflächiger Schutz der Prüffläche unterbindet den Feuchtigkeitszutritt aus auftreffendem Schlagregen. Anhand der Ergebnisse aus Testreihe 1 und 2 sowie den Messungen an der Modellwand wird Folgendes deutlich. Ein konstruktiver Schutz gegen Durchfeuchtung ist für horizontale und senkrechte Flächen, insbesondere der Fugenbereiche, eindeutig notwendig.

6 Schlussfolgerungen

Die Untersuchungsergebnisse führten zu folgenden konstruktiven Umsetzungen (Prinziplösungen) an der Modellwand. Die Wandkrone wird durch eine Dachkonstruktion in Leichtbauweise (abgespannte Holz - Folienkonstruktion, Material ca. 15 €/lfdm) gegen Schlagregen geschützt. Im Vergleich zur ungeschützten Aufbauvariante, die bereits nach wenigen Monaten infolge Feuchtigkeitszunahme und einhergehender Rotte erhebliche Substanzschädigungen aufwies, ist die Dauerhaftigkeit (im Augenblick > 1,5 a) durch diese Maßnahme stark verbessert. Ein Kiespolster als Gründungselement für temporäre Wandkonstruktionen ist prinzipiell ausreichend, um die Unterseite des Strohballens gegen aufsteigende Feuchtigkeit zu schützen. Für permanente Konstruktionen ist eine

Entkopplung zwischen Stroh und Untergrund vorzusehen, beispielsweise durch ein Streifenfundament aus Beton. Eine teilflächige Verschalung (Material ca. 100 €/m²) der senkrechten Wandflächen wird als prinzipielle Lösungsidee bevorzugt, weil einerseits der Wassereintrag verringert bzw. bei zusätzlicher Unterspannbahn verhindert wird und eine Schalloffenheit zur Gewährleistung der Schallabsorptionsfähigkeit der verdichteten Strohfasern (ohne Schutzmaßnahme geprüft für Bauteildicke = 0,25 m, DL_a = 16,7 dB - hochabsorbierend) gegeben ist. Ergebnisoffen ist die Höhe der Schallreflexion (Schalldämmung), die Reduzierung der Schallabsorptionsfähigkeit und ob ein Schutz vor Entflammbarkeit durch die Rhombusfassade als Vorsatzschale erreicht wird. Neben einer festgestellten Veränderung des Farbtones der Strohoberfläche sind andere Auswirkungen von UV-Strahlung auf das Stroh noch zu untersuchen und ob diese ggf. durch eine Vorsatzschale verhindert werden können.

Literaturverzeichnis

[At12] http://www.hallo-zeitung.at/ausgaben/137/46_laermschutz_aus_stroh/; http://www.feketitsch.at/projekt06.html; jeweiliger Zugriff: 03.12.2012.

[Ba09] Bablick, M.: Holz und Holzwerkstoffe, Oberflächenbehandlung und Schutz, deutsche Verlags - Anstalt, München, 2009, S. 106ff.

[Be08] Benedix, R.: Bauchemie, Einführung in die Chemie für Bauingenieure und Architekten, Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden, 2008, S. 475ff.

[BMVBS11] Statistik des Lärmschutzes an Bundesfernstraßen 2010, Bonn: BMVBS, 01.09.2011; S. 18ff.

[DIN12] DIN EN 1609: Wärmedämmstoffe für das Bauwesen - Bestimmung der Wasseraufnahme bei kurzzeitigem teilweisem Eintauchen, 07.2012.

[EDIN12] E DIN 4108-3: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung, 01.2012, S. 19-22.

[Kr08] Krick, B.: Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der Bauweise, Dissertation, kassel university press GmbH, Kassel, 2008, S. 111-121.

[LfU09] Bayerisches Landesamt für Umwelt: Die Verhältnismäßigkeit der Kosten von Schallschutzanlagen an Straßen und Schienenwegen, Kurzbericht über eine Untersuchung, BayLfU - Ref. 27, Stand: 08.2007, S. 2ff.

[MiMa04] Minke, G.; Mahlke, F.: Der Strohballenbau: Ein Konstruktionshandbuch, ökobuch Verlag, Staufen bei Freiburg, 2004, S. 53ff.

[MN08] http://www.main-netz.de/nachrichten/region/alzenau/alzenau/art3981,483104; Zugriff: 03.12.2012.

[Rn12] http://www.ruhrnachrichten.de/lokales/werne/Laermschutzwand-fuer-einzelne-Gehoefte-zu-teuer;art942,1762760; Zugriff: 03.12.2012.

[SF12] Schöbel, M.; Fuhrmann, M.: Entwicklung von Schallschutzkonstruktionen aus Stroh: Brandverhalten von hochverdichtetem Stroh und Möglichkeiten der Oberflächenmodifizierung. In (Honekamp, W.; Schindler, P., Hrsg.): Tagungsband / 13. Nachwuchswissenschaftlerkonferenz mitteldeutscher Fachhochschulen, Hochschule Zittau/Görlitz, in Görlitz am19.04.2012, Re Di Roma-Verlag, Remscheid, 2012, S 83-88.

[UBA12] http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2451; Zugriff: 03.12.2012.

Strategien zur energetischen Ertüchtigung und nachhaltigen Instandsetzung im Baudenkmal am Beispiel der ehemaligen bayerischen Landesvertretung von Sep Ruf (Baujahr 1955) in Bonn

Dipl.-Ing. Felix Wellnitz M.Sc., Architekt

Fachbereich Bauingenieurwesen
Fachhochschule Potsdam
Pappelallee 8-9
14469 Potsdam
wellnitz@fh-potsdam.de

Abstract:
Die energetische Ertüchtigung von Baudenkmalen scheitert oft am unlösbaren Konflikt zwischen dem Erhalt der bauzeitlichen Substanz auf der einen und der notwendigen energetischen Optimierung der Gebäudehülle auf der anderen Seite. Normierte Standardlösungen sind hier kaum anwendbar: Die Disziplinen Architektur, Bauphysik und Denkmalpflege stehen sich nicht selten nur schwer vereinbar gegenüber. Im Rahmen der von der DBU geförderten wissenschaftlichen Studie „Konzeption der nachhaltigen Instandsetzung und energetischen Sanierung der ehemaligen Bayerischen Landesvertretung von Sep Ruf (Baujahr 1955) in Bonn“ werden an der FH Potsdam in Kooperation mit der Deutschen Stiftung Denkmalschutz beispielhaft alternative Strategien zur Lösung dieses Konfliktes entwickelt. Die Studie ist zugleich inhaltliche Grundlage für das Promotionsvorhaben des Autors an der Bauhaus-Uni Weimar, Professur für Baugeschichte und Denkmalpflege bei Prof. Dr. Hans-Rudolf Meier. Zweiter Gutachter ist Prof. Dipl.-Phys. Rüdiger Lorenz, Fachgebiet Bauphysik an der FH Potsdam.
Mit baulichen Veränderungen am Gebäude sind über die Jahre sowohl wichtige Teile der bauzeitlichen Substanz als auch wesentliche Elemente des architektonisch-technischen Gebäudekonzeptes von Sep Ruf verloren gegangen. Dabei wurde auch das bauklimatische und energetische Verhalten des Hauses nicht nur zum Besseren verändert. Ein Wiederaufgreifen des ursprünglichen architektonischen und bauklimatischen Konzeptes von Sep Ruf bei gleichzeitiger energetischer Optimierung birgt also sowohl bauphysikalisches Potential und stellt gleichzeitig auch einen denkmalpflegerischen Wert dar. Es kann ein Lösungsweg zu einer nachhaltigen Instandsetzung sein, weil baukünstlerische, bauhistorische und bauphysikalische Aspekte dabei gleichermaßen zur Geltung kommen. Die notwendige kunsthistorische und technische wissenschaftliche Auseinandersetzung sollten integraler Teil des übergeordneten baukünstlerischen Prozesses sein, den jeder Umgang mit einem Denkmal darstellt.

1 Einleitung

Anhand der Fallstudie der ehemaligen bayerischen Landesvertretung in Bonn werden Strategien zur energetischen Ertüchtigung und nachhaltigen Instandsetzung entwickelt. Das Gebäudeensemble wurde 1955 von dem Architekten Sep Ruf[1] nach einem gewonnenem Wettbewerb mit sechs eingeladenen Teilnehmern errichtet. Als Denkmal der frühen Nachkriegsmoderne, erbaut von einem der wichtigsten deutschen Architekten des zwanzigsten Jahrhunderts [NE08], besitzt es nicht nur einen großen architektonisch-künstlerischeren, sondern wegen der ursprünglichen Nutzung auch einen großen historisch-politischen Wert. Dieser wird noch unterstrichen, da 1983 eine anschlagssichere Erweiterung unter dem damaligen Ministerpräsidenten Franz-Josef Strauss realisiert wurde, ebenfalls durch das Büro Sep Ruf und Partner und Teil des Gesamtdenkmals.

Abbildungen 1 und 2: Die ehemalige bayerische Landesvertretung in Bonn, Zustand 1955 und 2012

Nach dem Umzug der bayerischen Vertretung nach Berlin 1999 und dem Eintrag des Hauses in die Denkmalliste des Landes Nordrhein-Westfalen 2002 erwarb die Deutsche Stiftung Denkmalschutz das Gebäude 2009, um es als Hauptdienststelle zu nutzen. Die Innenräume wurden dabei im Sinne des ursprünglichen Entwurfes in Materialität und Farbgebung wiederhergestellt [KIE11]. Gleichzeitig war man sich der energetischen Defizite und der in Teilbereichen mangelnden Behaglichkeit bewusst. Seit 2011 führt die DSD in Kooperation mit der Fachhochschule Potsdam eine von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (*DBU)* geförderte wissenschaftliche Studie durch, um Möglichkeiten einer denkmalgerechten energetischen Sanierung als Teil einer

[1] Sep Ruf, 1908-1982. Bekannte Bauwerke sind u.v.a. der dt. Pavillon zur Weltausstellung in Brüssel 1958 mit Egon Eiermann und der Kanzlerbungalow in Bonn von 1966.

nachhaltigen Instandsetzung zu erarbeiten. Die Projektlaufzeit beträgt 36 Monate, eine anschließende Realisierung wird angestrebt.

2 Bauphysikalische Bestandsaufnahme

Über einen Zeitraum von insgesamt zwei Jahren werden seit Oktober 2011 in ausgewählten Räumen Temperatur- und Luftfeuchtemessungen an Bauteiloberflächen und in der Raumluft durchgeführt. Den Messungen werden die vom Deutschen Wetterdienst bezogenen Wetterdaten wie Außenlufttemperatur und –feuchte, sowie Solarstrahlung gegenübergestellt. Aus den Messergebnissen können Aussagen zum energetischen Zustand des Gebäudes und damit zur Klärung des Ertüchtigungsbedarfs getroffen werden. Grundlage der Bewertung sind allgemein anerkannte Grenzwerte zur Bauteilsicherheit in Bezug auf Feuchte- und Schimmelbildung [DIN4108-2], zur Behaglichkeit von Innenräumen, hier insbesondere bezogen auf Bürogebäude [DIN7730], und schließlich zum Energiebedarf [EnEV09]. Konkret lässt sich z.B. ablesen, welche Räume bei kalten Außentemperaturen zu kalt oder bei sommerlicher Hitze oder starker Sonnenbestrahlung zu warm werden.

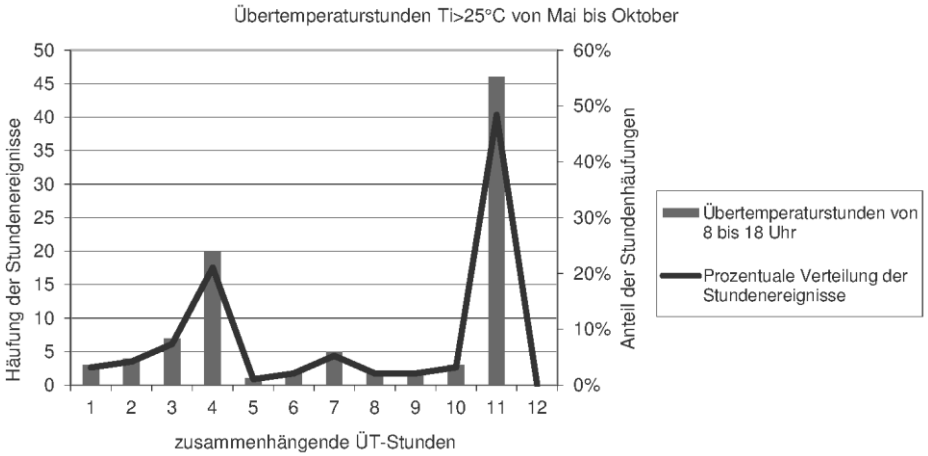


Abbildung 3: Beispiel Übertemperaturstunden. Ein Büro im Altbau mit Ausrichtung nach Nordosten ist über die Hälfte der Zeit zu warm.

In Ergänzung zu den Messungen findet eine Nutzerbefragung zur Behaglichkeit in den gleichen ausgewählten Raumen statt, in denen auch die Messsonden installiert sind. Sowohl bei zu warmen oder zu kalten Räumen sind Übereinstimmungen zwischen Messung und Befragung feststellbar.

Temperatur	Büro 2.21
heiß	0 0.00%
sehr warm	5 50.00%
warm	2 20.00%
leicht warm	2 20.00%
neutral	1 10.00%
leicht kühl	0 0.00%
kühl	0 0.00%
kalt	0 0.00%
sehr kalt	0 0.00%
Gesamt	10 14.93%

Abbildung 4: Die Nutzerbefragung im gleichen Raum bestätigt das Messergebnis (vgl. Abb.2)

An den Bauteiloberflächen können erhöhte Oberflächenluftfeuchte oder der Ausfall von Tauwasser festgestellt werden, um das Schimmelrisiko beurteilen zu können. Der Bestand scheint hier sicher zu sein, da das Schimmelkriterium (rel. Oberflächenfeuchte Rs>95%) nur über kurze Zeitspannen auftritt und die Oberfläche wieder trocknen kann. Im Sanierungsfall wird in der Regel jedoch die Luftdichtheit des Gebäudes erhöht, wodurch die Oberflächenluftfeuchte an den betroffenen Stellen steigt. Fazit: Wo im Bestand keine Schimmelgefahr besteht, kann unter Umständen nach einer energetischen Sanierung Schimmel entstehen. Begegnet werden muss diesem Umstand entweder mit der Dämmung der betroffenen Bauteile (=Erhöhung der Oberflächentemperatur und damit Senkung der rel. Luftfeuchte) oder durch mechanische Kontrolle der Raumluftfeuchte.

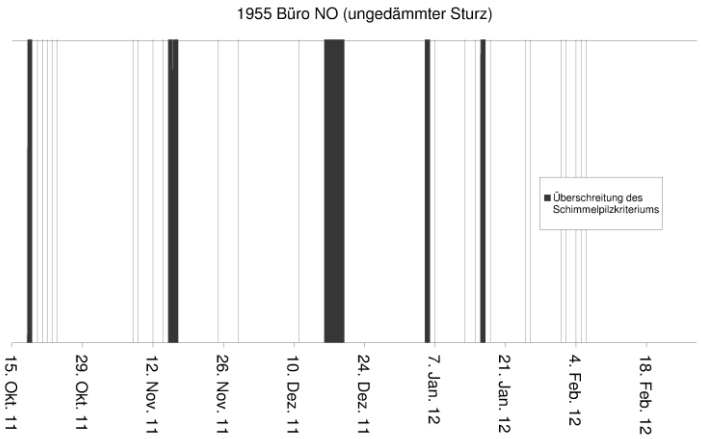


Abbildung 5: Überschreitung des Schimmelkriteriums am ungedämmten Fenstersturz

3 Das ursprüngliche Konzept

Am Beispiel einer Fensterachse wird die mögliche Ertüchtigungsstrategie dargestellt. Das ursprüngliche Schwingfester mit einer Fallmarkise als Verschattungselement erlaubte eine großflächige Lüftung bei gleichzeitig voll ausgefahrener Markise. Die 1992 eingebaute Fensteranlage mit Drehkipp-Beschlägen und vertikaler Sonnenschutzlamelle hat vor allem bei geschlossenen Lamellen eine eingeschränkte Lüftungswirkung. Die ursprüngliche Idee der freien Querlüftung bei gleichzeitiger voller Verschattung könnte durch eine Wiedergewinnung des von Sep Ruf entwickelten Fensters mit der Fallmarkise aufgegriffen werden und hätte vermutlich positiven Einfluss auf das Raumklima, vor allem bei Sonneneinstrahlung und hohen Außentemperaturen. Der zu erwartende Effekt soll bei der weiteren Bearbeitung durch geeignete Berechnungen nachgewiesen werden. Wenn bei einer Rekonstruktion nun der höchstmögliche energetische Standard für das Fenster und z.B. eine automatische Steuerung der Markise mit Solarsensor vorgesehen wird, lassen sich denkmalpflegerische und bauphysikalische Aspekte hier beispielhaft vereinen. Die Quantifizierung und bauphysikalische Optimierung mit Hilfe einer thermischen Simulationsrechnung in Form eine Variantenbetrachtung ist derzeit in Bearbeitung.

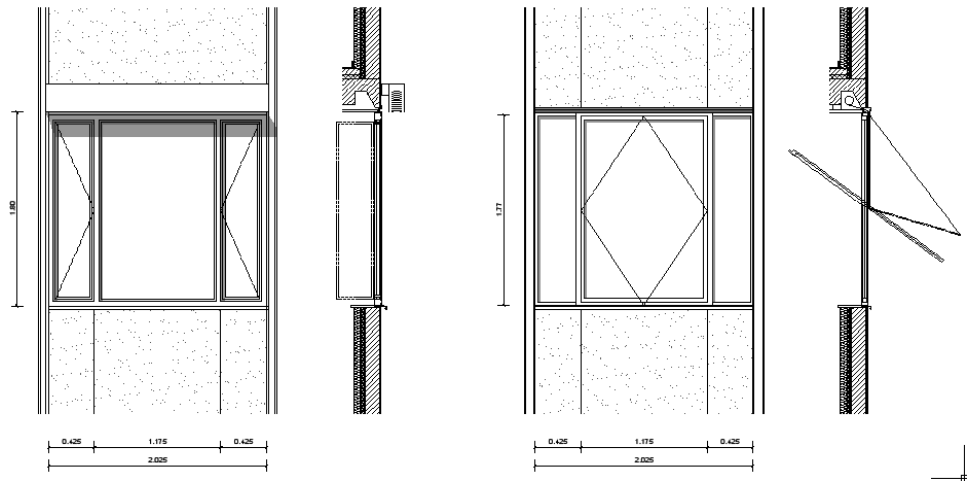


Abbildung 6: Links das Bestandsfenster mit Vertikallamelle von 1992, rechts eine Rekonstruktion des bauzeitlichen Fensters mit textiler Fallmarkise.

Die Recherche der Bau- und Konstruktionsgeschichte des Hauses in enger Abstimmung mit der bauphysikalischen Bestandsaufnahme bildet eine unverzichtbare Grundlage für die Formulierung und Ausarbeitung von denkmalgerechten und energetisch optimierten Instandsetzungsstrategien.

4 Ausblick

Im weiteren Verlauf des Projektes sollen dieses und weitere Konzepte (z.B. EnEV- oder Passivhausstandard) in einem virtuellen Modell thermisch simuliert und optimiert werden. Eine vergleichende Bewertung durch Erstellen der Ökobilanzen wird zeigen, welche Variante die nachhaltigste in Bezug auf den Gesamtenergiebedarf im Lebenszyklus ist.

Doch schon jetzt ist festzustellen, dass Gebäude der 1950er Jahre neben der typischen architektonischen Eleganz durchaus auch technisches Potential bieten können, wenn das ursprüngliche Konzept verstanden wird, wie das vorliegende Beispiel belegt. Es stellt einen eigenen Denkmalwert dar und kann unter Berücksichtigung des durch Messung, Befragung und thermische Simulation ermittelten energetischen Bedarfs konzeptionelle Grundlage für eine nachhaltige Instandsetzung im Sinne des Denkmals sein.

Literaturverzeichnis

[DIN4108] DIN-Norm, Teil 2: Mindestwärmeschutz von Bauteilen, 2003-07, Beuth-Verlag, Berlin.

[DIN7730] DIN-EN-ISO-Norm: Ergonomie der thermischen Umgebung, 2006-05, Beuth-Verlag, Berlin.

[EnEV09] Energieeinsparverordnung 2009, Bundesministerium für Verkehr, Bauen und Stadtentwicklung, www.bmvbs.de

[KIE11] Kiesow, G.: Machtarchitektur und neue Bescheidenheit, in: Monumente, Magazin für Denkmalkultur in Deutschland, Bonn 2011-04, S.48-51.

[NE08] Nerdinger, W. (Hg.): Sep Ruf, Prestel Verlag, München 2008, S.19.

Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED-Technologie für die Stadt Goslar

Sabrina Hoppstock, Katharina Nonnenmacher, Mike Herre,
Marcel Buinus, U.H.P. Fischer

Hochschule Harz
Friedrichstraße 57-59
38855 Wernigerode
Sabrina.Hoppstock@web.de

Abstract: Die Erzeugung von Energie wird schon in naher Zukunft sehr viel mehr Geld kosten als in der heutigen Zeit. Schon heute spürt man die ersten Auswirkungen, da die fossilen Brennstoffe zur Neige gehen und der Energieverbrauch permanent steigt. Zudem ist die Atomkraft keine sinnvolle Alternative mehr, wie die letzten Vorkommnisse in Fukushima bewiesen. Somit liegt es nahe, den Verbrauch von Energie zu minimieren. Diesbezüglich bietet die LED Technologie eine gute Möglichkeit, Energie im Bereich der Beleuchtung einzusparen und die Umwelt zu schonen. Ein Teamprojekt der Hochschule Harz hat die Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf LED Technologie für die Stadt Goslar erarbeitet. Im Rahmen des Projektes wurde eine Analyse der bestehenden Straßenlampentechnik an einem Beispielstraßenzug mit Energieanalyse bestehender Straßenlampen, einer Marktanalyse von möglichen LED-Ersatzmitteln und die Wirtschaftlichkeitsberechnung möglicher Substitute durchgeführt, deren Ergebnisse in diesem Paper dargestellt werden sollen.

1 Aktuelle Situation der Straßenbeleuchtung in Goslar

Die aktuelle Beleuchtungssituation des Beispielstraßenzuges in Goslar umfasst drei verschiedene Lampentypen die Pilzleuchte: die kleine- und große Glockenleuchte und die Vulkanleuchte [Vu12].

An Hand der DIN EN 13201 [Tri12] wurden die empfohlenen Beleuchtungsstärken für die verschiedenen Abschnitte und Straßensituationen ermittelt. Auf dem Abschnitt „Astfelderstraße“ sollten die Vulkanleuchten demnach beispielsweise einen Luxwert von 7,5 lx aufweisen. Die vorherrschende Beleuchtungsklasse des betreffenden Straßenabschnittes wird jedoch deutlich unterschritten. Dieses Bild zieht sich nach weiterer Betrachtung des gesamten Straßenzuges weiter.

Abbildung 1: Straßenlampentypen in Goslar

Die Leuchtmittelanzahlverteilung ist folgender Abbildung 2 zu entnehmen:

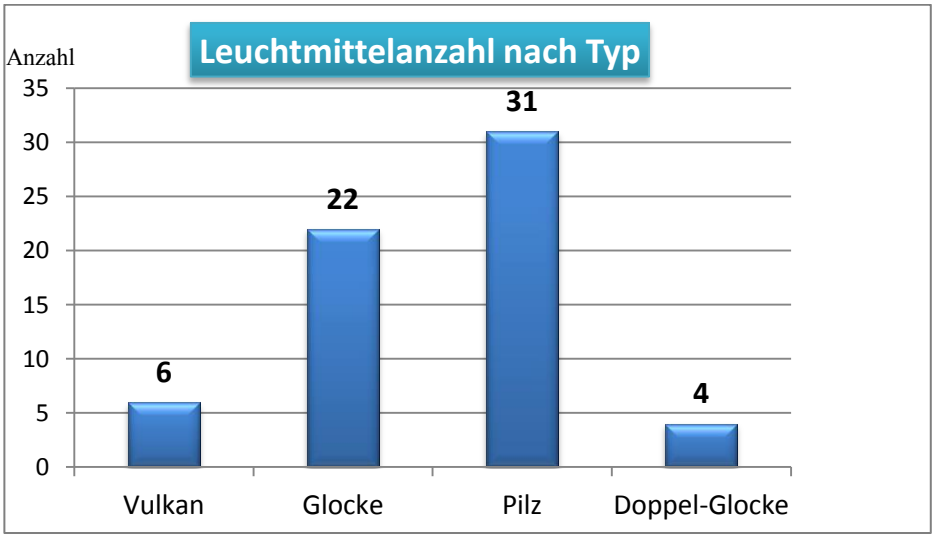


Abbildung 2: Verteilung der Leuchttypen

Abbildung 3 stellt die Beleuchtungssituation der Straßen im Überblick dar. Die X-Achse ist mit den entsprechenden Nummern der Leuchtpunkte bezeichnet, während die Y-Achse Lux pro Watt darstellt, um die Beleuchtungseffizienz der verschiedenen Lampen besser vergleichbar zu machen.

In der Astfelder Straße befanden sich hauptsächlich die Vulkanleuchten. Hier spiegelt sich das Bild der zu schwachen Lichtstreuung wieder. Die Bäringerstraße besteht beleuchtungstechnisch aus einer Mischung aus Glocken- und Pilzleuchten, wobei letztere an der schwächeren Lux pro Watt-Zahl zu erkennen sind. Analog dazu besteht die Marktstraße zum größten Teil aus Pilzleuchten. Am Kaiserbleek und an der Wallstraße lässt sich abermals die schwache Lichtstärke im Verhältnis zur verbrauchten Leistung der Pilzleuchten erkennen.

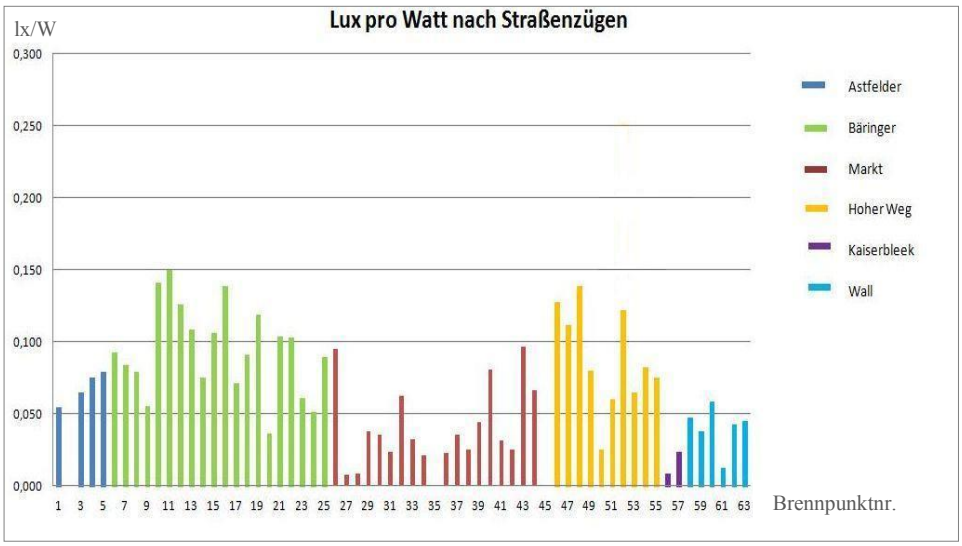


Abbildung 3: Effizienz der bisherig eingesetzten Lampen

Insgesamt erfüllten nur 38% der Leuchten im betrachteten Straßenzug in Goslar die von der DIN EN 13201 vorgeschriebene Beleuchtungsstärke unter Berücksichtigung der Beleuchtungsklassen. Grund dafür ist hauptsächlich die sehr schwache Leistung der Pilzleuchten, die im Verhältnis zum Stromverbrauch nicht nur sehr ineffizient sind, sondern auch stilistisch nicht mehr ins Stadtbild passen. Hier besteht dringender Handlungsbedarf. Um den Umständen in der Stadt Goslar entgegenzuwirken, folgen im nächsten Abschnitt die möglichen Alternativen für die aktuellen Leuchtmittel mit anschließender wirtschaftlicher Vergleichsrechnung. Bei der Wirtschaftlichkeits-berechnung des Teamprojektes wurde der finanzielle Vorteil eines Ersatzes der aktuellen Leuchten eines Straßenzuges (Astfelder Straße über Bäringerstraße bis zur Wallstraße) mit LED-Technik berechnet.

2 Substitute (LED) und Wirtschaftlichkeitsberechnung

Zur Vorstellung möglicher Substitute und Berechnung der Wirtschaftlichkeit stellten folgende Daten die Berechnungsgrundlage dar. In Glg. (1) [ZL09] ist die gesamte Kostenkette von den Anschaffungskosten, über Wartung, Lebensdauer und den

Kapitalzinsen enthalten. K_{em} steht in dieser Gleichung für die Energiekosten mit Strompreissteigerung und K_{um} stellt die Wartungskosten mit Leuchtmittelwechsel dar. Durch das Einsetzen der entsprechenden Werte ergeben sich die Kosten und Ersparnisse der Lampen im Vergleich sowie der Amortisationszeitraum und der Prozentsatz des Kostenersparnisses.

• Strompreis	konstant 0,17€ /kWh
3% Erhöhung: Jahr 10	0,22 € /kWh
Jahr 20	0,30 € /kWh
• Zeitraum	20 Jahre
• Auswechslungskosten	18€ /Leuchtmittel
• Kreditkosten	3,50%
• Anzahl Pilz	31 Stück
• Anzahl Glocke	26 Stück
• Glockeneinatz LED	569 €
• Glocke Komplett LED	769 €
• HQL-Ersatzleuchtmittel	8 €

$$K_i = K_3 + K_1 * K_3 \qquad (1)$$

mit K_3 = Kosten der Lampe und K_1= Zinsen (Prozentsatz 3%)

K_{em} = Strompreis*Laufzeit/Jahr*Anzahl Lampen (Typ)*Leistung (kW/h)
K_{um} = Anzahl der Lampen *(Leuchtmittelkosten + Wartung)

Im weiteren Verlauf der Projektarbeit wurden verschiedene Substitute ermittelt und im Vergleich mit den alten Lampen eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt. Grundlage dazu waren obige Angaben sowie die Lebensdauer der Lampen, wofür 50.000 Stunden für die LED Substitute angenommen wurden und 15.000 für HQL-Leuchten.

Abbildung 4: Pilz Modul 520 Basic (Siteco®)

Abbildung 5: Vulkan 3456 Modul (Siteco®)

Mögliche Alternativen sind das LED-Modul „kleine Glocke“ von Siteco [Sit12] sowie das Vulkan 3456 Modul [Vul12] welches von der Vulkan-GmbH hergestellt wird. Das

Modul „kleine Glocke“ mit einer Leistung von 19 Watt kostet mit einer Lebensdauer von 50.000 Stunden 569,00 Euro (Listenpreis), ist auf 50 % reduzierbar und führt zu einem Ersparnis von 79 Watt gegenüber der alten Glockenlampe. Das Vulkan Modul hingegen kann nur 4 Watt bei Kosten in Höhe von 542,00 Euro einsparen, hat aber eine wesentlich höhere Lebensdauer als die Kompaktleuchtstoffröhre. Ein weiter Nachteil besteht jedoch darin, dass dieses Modul nicht reduzierbar ist - wie es von der Stadt Goslar gewünscht ist.

Die folgende Grafik in Abb. 6 zur Verdeutlichung der Wirtschaftlichkeitsberechnung stellt die Entwicklung der alten Lampen im Vergleich zu dem Ersatz durch LED-Leuchten über die Jahre (X-Achse) hinweg an. Die Y-Achse stellt Geldeinheiten (Euro) dar. Gelten die Berechnungsgrundlagen mit einer Strompreissteigerung von 3 % pro Jahr, so ergibt sich folgende Berechnung, die in Abbildung 6 dargestellt ist:

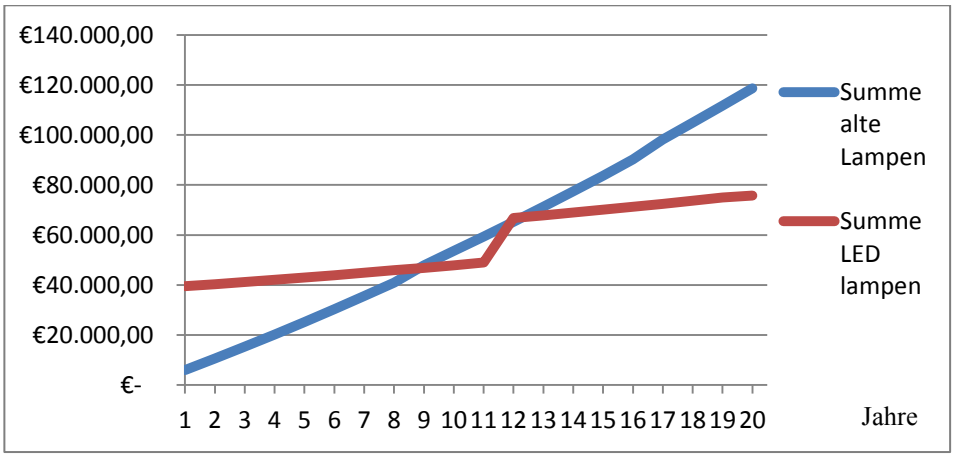


Abbildung 6: Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Preissteigerung

Beachtet man die Strompreissteigerung ergibt sich eine Einsparung nach 20 Jahren in Höhe von 42.938,78 Euro und ein Einsparungs-Prozentsatz der Kosten in Höhe von 36 %. Der Amortisationszeitraum beläuft sich auf 8,5 Jahre. Daraus ergibt sich die Empfehlung, die vorhandenen Glockenleuchten durch LED-Module auszutauschen und die Pilzleuchten durch LED-Glockenleuchten zu ersetzen. Das Einsparungspotential der Vulkanleuchten liegt auf Grund der verwendeten Kompaktleuchtstoffröhren nur bei 10%, daher lautet die Empfehlung die Vulkanleuchten nicht auszutauschen oder zu modifizieren, zumal sie nur in einer sehr geringen Anzahl vorhanden sind.

3 Fazit und Empfehlungen

Effizienz ist das Schlagwort der Stunde. Es geht um das Einsparen von Energie und damit auch um deutlich geringere Betriebskosten. Nicht nur im eigenen Interesse ist es ratsam sich jetzt Gedanken um die Technologien der Zukunft zu machen; auch EU-Gesetze verlangen Umweltschutz durch CO2-Reduktion. Nach dem Aus für die Glühlampe wird bis 2015 im Rahmen der ErP-Richtlinie auch die Quecksilberdampf-Hochdrucklampe abgeschafft. Eben diese HQL befindet sich derzeit in vielen Lampen der Stadt Goslar. Ein schneller und effizienter Austausch ist unbedingt erforderlich. Es ist Zeit, sich für die Zukunft zu rüsten. Der Austausch vieler Leuchtmittel ist außerdem nötig, da die Lampen schlicht zu wenig Licht abgeben. Die Straßen Goslars sind zu dunkel, die Verkehrssicherheit kann nur an wenigen Stellen noch gewährleistet werden. Das Gemisch aus Vulkan-, Pilz- und Glockenlampen ist nicht einheitlich und besonders die Pilzlampen sind sehr unattraktiv. Da die Glocken im Vergleich die besten Werte erzielen und auch am besten zum Stadtbild passen, sollten die Pilze unbedingt durch Glocken ersetzt werden. Die bestehenden Glocken sollten durch das SITECO LED-Modul „kleine Glocke“ ausgetauscht werden. Die Vorteile liegen auf der Hand: ein höherer Wirkungsgrad, geringerer Stromverbrauch, längere Laufzeit, umweltfreundliche Entsorgung. Überdies ist in den folgenden Jahren mit einer Preissenkung der LED-Technologie zu rechnen. Sowohl die LED-Glocke als auch das LED-Modul eignen sich perfekt, um mit minimalem Aufwand bestehende Anlagen zu modernisieren oder zu erweitern. Der optische Gesamteindruck bleibt dabei erhalten. Das primäre Ziel jedoch sollte das Interesse der Bürger sein, deren Sicherheit gewährleistet werden muss und der Umweltschutz - der Zukunft zuliebe. Ökonomische-, Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte verbinden sich zu einem erfolgreichen Gesamtkonzept für Goslars Zukunft. Durch den Austausch der Pilze durch Glocken kann das Stadtbild weiterhin vereinheitlicht werden und die Stadt Goslar würde mit der Nutzung von LED Technologie ein deutliches Zeichen der Innovation und des Umweltschutzes setzen. „Für ein Goslar das nicht nur schön, sondern auch innovativ und umweltbewusst ist!“

Literaturverzeichnis

[Sit12] Siteco: Mast- und Seilleuchten, www.siteco.de/de/produkte/aussenleuchten / chapter /1546/category/10428/family/12662.html

[Tri12] Trilux-Lenze GmbH&Co KG: 13201 Planungshilfe – Licht für Europas Straßen. Beleuchtung von Straßen, Wegen und Plätzen nach DIN EN 13201, www.trilux.com/uploads/media/33_3_Europas_Strassen-D_02.pdf

[Vu12] Vulkan-GmbH: Vulkan Leuchte „Krefeld“, http://www.vulkan.eu /userfiles/image/seite/3456.jpg

[Vul12] Vulkan-GmbH: Vulkan Leuchte „Krefeld“ LED, http://www.vulkan.eu/ 3456 _led_leuchte.html

[ZL09] Zieseniß, C.; Lindemuth, F.: Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann. Hüthig&Pflaum Verlag, 2009 (8.Auflage).

A Genetic Algorithm for Detecting the Cluster of a Single Node

Abhishek Awasthi, Jörg Lässig

Department of Electrical Engineering and Computer Science
Hochschule Zittau/Görlitz
Obermarkt 17, 02826 Görlitz
{aawasthi, jlaessig}@hszg.de

Abstract: Genetic Algorithms are one of the most applied classes of algorithms for solving global/multi-modal optimization problems and have been extensively studied for solving NP-hard optimization problems. This work presents the development of genetic algorithms for detecting the cluster of any given node in a graph. The problem of finding just one cluster in a graph has never been studied before as per our literature survey. In this paper we deal with this problem using a genetic algorithm.

1 Introduction

Several real world problems can be represented in a graph problem, so as to study the relationship between the entities. One way to study these relationships is to detect the communities present in the graph, i.e., clusters according to some formal criterion. However it is sometimes unnecessary to find all the clusters in a graph and in such a situation, finding all the clusters in a huge graph could be an unnecessary and time consuming task while one may be interested in finding the cluster of one particular node only. All the standard methods and recent developments in clustering algorithms focus on finding all clusters in the graph. Modularity for instance is one such measure for a graph, whose optimization fetches all the communities present in a network. Nonetheless, we show that modularity can be used in a different manner to find the cluster of any given node. This work presents a genetic clustering algorithm to find the cluster of a given node in any graph.

2 Related Work

Graph clustering is an efficient methodology to detect groups of entities in a network or graph, possessing certain similar characteristics. The problem of detecting and characterizing this community structure is one of the outstanding issues in the study of networked systems. Several techniques and algorithms have been proposed for community detection such as k-means [Mac67], hierarchical clustering [Joh67], evolutionary algorithms

[Lip09, Lin05] and other algorithms of different nature [Sch07]. One highly effective approach for cluster detection is the optimization of the quality function known as modularity over the possible divisions of a network. Newman and Girvan highlighted the relevance of the community structure in complex networks and proposed a method to detect it [NG04]. Given a network represented as weighted graph and partitioned into communities or modules; C_i being the community to which node i is assigned, the mathematical definition of modularity is expressed in terms of w_{ij}, which represents the value of the weight in the link between the nodes i and j (0 if no link exists), the strengths $w_i = \sum_j w_{ij}$ and $w = \frac{1}{2}\sum_i w_i$, as in Equation (1);

$$Q = \frac{1}{2w}\sum_i\sum_j\left(w_{ij} - \frac{w_i w_j}{2w}\right)\delta(C_i, C_j), \tag{1}$$

where the kronecker delta function $\delta(C_i, C_j)$ takes the value 1 if the nodes i and j are in the same module and 0 otherwise. For unweighted networks, w_i becomes the degree of node i, and w the total number of links of the network. The larger the modularity value the better is the partitioning of the network into communities. In fact, modularity gives a quantitative definition of the notion of clusters in a graph (modularity-clusters).

3 Genetic Algorithm: Cluster of a Node (GACN)

The main idea behind the proposed algorithm is to iteratively divide the graph in two best fit unions of clusters at every step, discard the group of clusters which does not contain the desired node and repeat this process in the remaining subgraph. This process is continued until the cluster which contains the desired node cannot be bisected further to yield a better modularity value. A small example in Figure 1 explains the methodology behind the algorithm.

The graph in Figure 1(a) contains three dense subgraphs and we wish to find the cluster of the node marked with a star. At the first iteration, the graph is divided in two best fit groups of clusters as per modularity optimization Figure 1(b). The cluster which does not contain the star node is discarded and in the next iteration the remaining graph is divided again in two best fit clusters, Figure 1(c). This procedure is iterated until the desired cluster cannot be divided anymore, i.e., the modularity of the graph does not improve and finally we are left with the desired cluster as shown in Figure 1(d). The crucial aspect of this algorithm is the stopping criterion. Following the above procedure, we definitely know that the algorithm divides the graph in two groups of clusters since modularity defines the clusters for us. The fact that we maximize modularity when dividing the graph in two groups, tells us that each group is a union of modularity-cluster(s). Let us say, the proposed **GACN** algorithm is run for some number of iterations and ultimately we are left with a graph having just one cluster with the desired node inside it. As per the algorithm, when this graph (with just one cluster i.e., the whole graph) is divided in two clusters, the modularity value of such a division would be less than the modularity value of the whole graph as one single cluster. In such a scenario the genetic algorithm will search for the

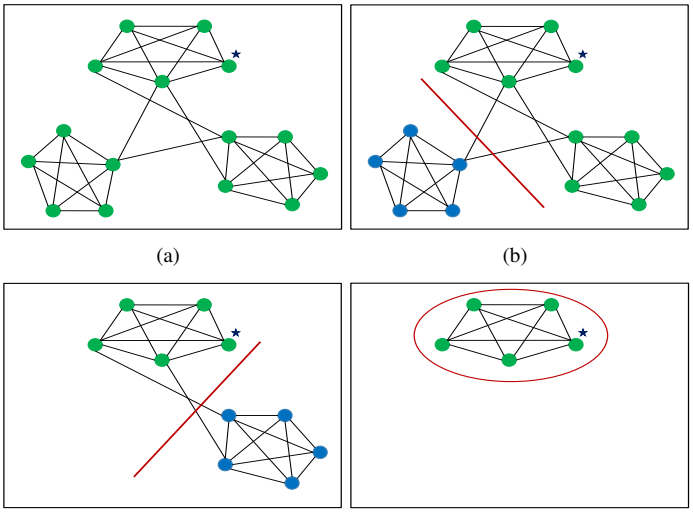


Figure 1: Graphical explanation of GACN.

best fit solution and this solution would be nothing else but the whole graph as a single cluster. Moreover, modularity for the whole graph is always zero; hence, this has been the stopping criterion for the proposed genetic algorithm for detecting the cluster of one node. This stopping criteria works well for graphs containing clusters close to cliques. Hence there is surely a scope for the improvement on the stopping criterion. The pseudo code for finding the cluster of a desired node is given in Algorithm 1.

The algorithm which we propose takes the graph data, $G = (V, E)$; the population size, $PopSize$ and the desired node, N_d as inputs and returns the cluster of the desired node. The algorithm is based on the iterative evolution of the solutions. To improve the efficiency and accuracy of the algorithm the island model of the genetic algorithm has been used, with migration every specific number of generations [Gor93]. In the next sections we describe the population initialization, fitness function, selection methodology, methodologies for all genetic operations implemented and the implementation of the island model.

3.1 Population Initialization

The clustering problem can be solved using a GA by either the binary or decimal representation of the population. But considering the fact that the size of the graph could be really huge, and from our own experiments with both kinds of population representation, the decimal representation of the population seems to yield the results more efficiently. Each node is assigned either 1 or 2, with an equal probability of 0.5 each. Hence, each individual in the population would be a vector of size n where n is the total number of nodes in the graph and each entry of the vector indicates to which cluster the nodes belong, i.e.,

Algorithm 1: Genetic Algorithm: Cluster of a node (**GACN**)

```
Data: G = (V, E), PopSize, N_d, Modularity = 1
Result: The Cluster of Node N_d
while Modularity ≠ 0 do
    while modularity value not stabilized do
        crossover & mutation in each island;
        elitist selection in each island;
        migrate best individuals of each island to all other islands, after every τ
        iterations;
        replace the the worst individual in each island with the best immigrant;
        calculate best modularity;
    end
    if (Modularity==0) then
        return G;
    else
        G = G \ {Cluster without N_d};
    end
end
```

1 or 2. The population size in both algorithms has been taken as approximately 1.5 times the number nodes in the graph.

3.2 Fitness Function

The fitness function is one of the corner stones of a genetic algorithm. For the clustering problem, we use modularity as fitness function. As stated in the earlier section, modularity is a well accepted criterion and measure to evaluate the quality of graph clustering and its maximization defines the clusters of a graph in this paper.

3.3 Selection

In our clustering problem we have adopted the elitist selection methodology, keeping in mind that the best fit individuals are more prone to produce better offspring. The best individual (highest modularity value) moves to the next generation without any genetic operations (to avoid the loss of fitter individuals of the population) and the remaining individuals move to the mating pool and undergo crossover and mutation.

3.4 Crossover

Crossover is an essential operation if one wants to combine characteristics of different individuals. We consider a uniform crossover ($Cdec$) wherein each gene of the mating individuals is swapped or retained with an equal probability of 0.5.

3.5 Mutation

Mutation is an essential genetic operation particularly to gain more diversity and be explorative. The mutation operation ($Mdec$) flips each gene of the population from 1 to 2 (or vice-versa) with a probability of 0.02.

3.6 Island Model and Migration

The island model is one class of parallel genetic algorithms and it typically runs serial GAs on each of several connected processors [Gor93]. The algorithms at the different islands are usually identical, but run independently to the other islands. Each island usually starts with a different population chosen uniformly at random and some individuals are transmitted between the islands periodically (after certain number of τ generations) in a process called migration. After τ iterations, the best individual of each island is migrated (retaining in its own island) to all other islands to replace the worst individual in every other island, according to its fitness ranking. In the proposed algorithm all the islands undergo both genetic operations, i.e., $Cdec$ and $Mdec$. The migration occurs after every 10 iterations. The concept of the island model and migration is a very efficient and accurate enhancement of the genetic algorithm. With the advancement of multi-core CPUs this methodology can considerably increase the speed of the algorithm by using different cores of the processor for different islands.

4 Results and Conclusion

This paper presents a novel algorithm to find the cluster of any desired node in a graph using genetic algorithms. All the previously proposed clustering algorithms detect all the clusters in the graph. In our literature survey we have not found any algorithm which deals with the problem of finding the cluster of just one node in the graph. The implementation of the algorithms was carried out in MATLAB on a Windows machine with 1.5 GB RAM and a 1.73 GHz dual core processor. We ran the algorithms on several graphs of various size and number of clusters, Table 1. Algorithm 1 is extremely useful especially to detect money-laundering in a large graph of financial transactions, since we are often interested in finding the community of a suspicious entity instead of all the clusters present. The algorithm has been applied to a range of examples and has proven to be efficient.

Table 1: Results of GACN (runtime ± standard deviation).

#	Number of Nodes	Number of Clusters	Run Time (GACN) (seconds)
1	8	2	0.55±0.035
2	11	2	0.54±0.029
3	15	3	0.79±0.086
4	21	3	2.07±0.409
5	25	4	2.40±0.025
6	29	4	2.40±0.126
7	42	5	3.53±0.307
8	61	4	4.37±0.104
9	81	4	5.50±0.279
10	101	5	6.96±0.541
11	201	10	18.98±0.565
12	301	15	25.53±0.508
13	401	10	37.61±0.625
14	619	10	82.77±1.685

References

[Gor93] Whitley D. Gordon, V. S. Serial and Parallel Genetic Algorithms as Function Optimizers. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Genetic Algorithms*, pages 177–183, 1993.

[Joh67] S.C. Johnson. Hierarchical Clustering Schemes. *Psychometrika*, 2:241–254, 1967.

[Lin05] Yan F.W. Kao Y.T. Lin, H.J. An Efficient GA-based Clustering Technique. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 8(2):113–122, 2005.

[Lip09] Milios E.s Lipczak, M. Agglomerative genetic algorithm for clustering in social networks. In *Proceedings of the 11th Annual conference on Genetic and evolutionary computation*, pages 1243–1250, New York, NY, USA, 2009. ACM.

[Mac67] J.B. MacQueen. Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. In *Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, pages 281–297. University of California Press, 1967.

[NG04] M. E. J. Newman and M. Girvan. Finding and evaluating community structure in networks. *Phys. Rev. E*, 69:026113, 2004.

[Sch07] S.E. Schaeffer. Survey: Graph Clustering. *Computer Science Review*, 1:27–64, 2007.

Simulation des Schlaf-Wach-Zyklus unter Verwendung eines erweiterten Zwei-Prozess-Modells

Christian Heinze, Sven Schirmer, Prof. Dr. Martin Golz, Dr. Udo Trutschel

Fakultät Informatik
Fachhochschule Schmalkalden
Blechhammer 4–9
98574 Schmalkalden
c.heinze@fh-sm.de

Als Ergebnis der Anpassung an zyklische Hell- und Dunkelverhältnisse (d. h. Tag und Nacht) auf unserem Planeten bildeten sich zirkadiane, d. h. etwa 24-stündige Zyklen von Aktivität und Inaktivität heraus; der offensichtlichste ist der Wechsel zwischen Schlaf und Wachheit. Der suprachiasmatische Nucleus reguliert als zentraler Schrittmacher alle zirkadianen Rhythmen und synchronisiert dabei seine endogene Periode mit dem „externen" 24-Stunden-Tag über spezielle Rezeptoren in der Retina.

ROENNEBERG u. a. untersuchten die Verteilung des Midsleep-Punktes (d. h. zeitliche Mitte zwischen Einschlafen und Aufwachen) und der Schlafdauer mittels einer umfangreichen Fragebogen-Erhebung im mitteleuropäischen Raum. Der mit 15 % am häufigsten vorkommende Chronotyp schläft zwischen 0:09 und 8:18 Uhr. Um diesen Median herum sind frühere (35 %) und spätere Chronotypen (50 %) annähernd normalverteilt [RKJ+07].

CZEISLER u. a. führten Experimente durch, bei denen der Schlaf-Wach-Zyklus der Versuchspersonen von externen Zeitgebern entkoppelt wurde. Die so ermittelte endogene zirkadiane Periodenlänge lag mit durchschnittlich 24 h, 10 min ± 9 min sehr nahe bei 24 Stunden [CDS+99].

Das Timing und der Verlauf von Schlaf-Wach-Zyklen lässt sich mit dem Zwei-Prozess-Modell [DBB84] gut beschreiben. Die Anpassung der Periode des zirkadianen Schrittmachers an die Lichtverhältnisse des 24-h-Tages kann durch das Modell der *phase response curve* [MESF82] am besten verstanden werden.

In diesem Beitrag stellen wir eine Kombination aus den genannten Modellen vor (erweitertes Zwei-Prozess-Modell, E2PM), mit dem das Schlaf-Wach-Verhalten sowie die Anpassung der menschlichen zirkadianen Periode an natürliche Lichtbedingungen (Tag und Nacht) gleichzeitig simuliert werden kann. Um dessen Fähigkeiten zu testen, wurde anhand von Simulationsrechnungen untersucht, inwiefern dieses Modell verschiedenste Schlaf-Wach-Muster zu simulieren in der Lage ist.

250 verschiedene Individuen wurden derart erzeugt und selektiert, dass deren Verteilung von Midsleep und Schlafdauer der von ROENNEBERG u. a. entsprach. Für jedes Individuum waren die Parameter des E2PM so zu wählen, dass über einen Simulationszeitraum

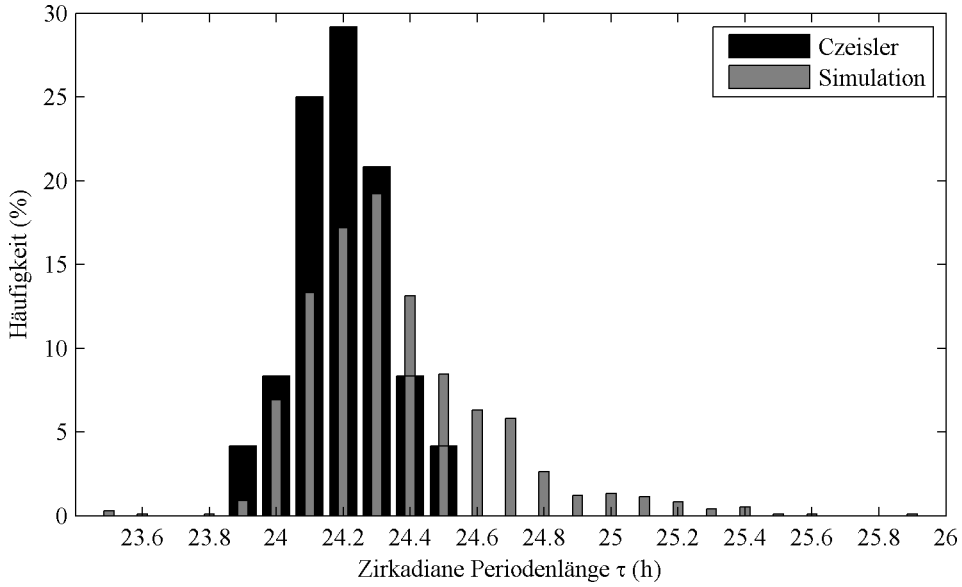


Abbildung 1: Verteilung der zirkadianen Periodenlänge τ, gemäß a) Ergebnissen von CZEISLER u. a. [CDS+99] (Durchschnitt = 24 h 10 min ± 9 min, n = 24) und b) eigenen Modellsimulationen (Durchschnitt = 24 h 25 min ± 17 min, n = 250).

von 40 Tagen die Schlaf-/Wachzeit-Schätzungen des Modells möglichst genau den vorgegebenen Zeiten des jeweiligen Chronotyps entsprachen. Zur Lösung dieses uneindeutigen Optimierungsproblems wurden evolutionäre Algorithmen eingesetzt.

Einer der zu optimierenden Modellparameter ist die zirkadianen Periodenlänge τ. Die per Simulation über alle 250 Individuen gewonnene Verteilung von τ entspricht mit einem Durchschnitt von 24 h, 25 min ± 17 min erstaunlich genau der von CZEISLER u. a. experimentell bestimmten (Gegenüberstellung siehe Abb. 1). Nach Kenntnis der Autoren konnten zum ersten Mal die hier betrachteten Datenerhebungen mittels evolutionärer Optimierung und anschließender Modellsimulation in Übereinstimmung gebracht werden.

Literatur

[CDS+99] C A Czeisler, J F Duffy, T L Shanahan, E N Brown, R E Mitchell und andere. Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*, 284:2177–81, 1999.

[DBB84] S Daan, D G Beersma und A A Borbély. Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker. *Am J Physiol – Reg Int Comp Physiol*, 246:R161–83, 1984.

[MESF82] M C Moore-Ede, F M Sulzman und C A Fuller. *The clocks that time us: Physiology of the circadian timing system*. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA, 1982.

[RKJ+07] T Roenneberg, T Kuehnle, M Juda, T Kantermann, K Allebrandt, M Gordijn und M Merrow. Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Med Rev*, 11:429–38, 2007.

Erzeugen von Oberflächenleitfähigkeiten auf Kunststoffen mittels Ionischer Flüssigkeiten für die Pulverbeschichtung

Jens Krusche, Dipl.-Chem.(FH), Phone: 03583-612306, E-Mail: j.krusche@hszg.de, Hochschule Zittau/Görlitz, Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau

Lars Bresler, Dipl.-Chem.(FH), Phone: 03583-612317, E-Mail: l.bresler@hszg.de, Hochschule Zittau/Görlitz, Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau

Prof. Dr. Klaus Seibt, Phone: 03583-611713, E-Mail: k.seibt@hszg.de, Hochschule Zittau/Görlitz, Theodor-Körner-Allee 16, 02763 Zittau

Abstract
Die Erzeugung von Oberflächenleitfähigkeiten durch Modifizierung der Kunststoffoberflächen mittels Ionischer Flüssigkeiten war Gegenstand der Untersuchungen. Ziel ist, eine Absenkung des spezifischen Oberflächenwiderstandes auf $< 10^9\,\Omega$, der für die Applikation einer ausreichenden Menge an Pulverlack auf den Kunststoffen notwendig ist. Die Auswahl der Kunststoffe richtete sich u. a. nach der Einbrenntemperatur (150 °C) des Pulverlacks. Ausgewählt wurden die Kunststoffe Polyamid 6, Polybutylenterephthalat und Polycarbonat. Durch eine Aktivierung der Substratoberfläche mittels Atmosphärendruckplasma und einem anschließenden Dip-Coating mit Ionischen Flüssigkeiten ist es gelungen, dass die gewünschten Oberflächenwiderstände von $< 10^9\,\Omega$ erreicht wurden.

Schlüsselwörter: Oberflächenleitfähigkeit, Kunststoffe, Pulverbeschichtung, Ionische Flüssigkeiten

1 Einleitung

Die Anwendung der umweltfreundlichen Pulverlackierung ist an eine ausreichende Leitfähigkeit des zu beschichtenden Materials geknüpft (Oberflächenwiderstand $< 10^9\,\Omega$). Auf nicht leitenden Kunststoffen soll dadurch ein neues technologisches Fenster zur Substitution der Nasslackierung durch die Pulverlackierung geöffnet werden. Zur Einführung der Pulverlackierung auf Nichtleitern sind bereits einige Verfahren wie das Erzeugen einer Leitfähigkeit durch Zumischen leitfähiger Füllstoffe, Aufbringen eines Leitlackes, Aufbau eines elektrischen Feldes, antistatische Beschichtung, Kompstat-Verfahren und Oberflächenleitfähigkeit durch Wasseraufnahme bekannt. Die Kosten hierfür sind in der Regel hoch oder aber die Technologie ist sehr aufwendig. Das konkrete Ziel der Entwicklung bestand darin, eine haftfeste Pulverlackierung auf den eingesetzten technischen Kunststoffen Polyamid 6 (PA6), Polybutylenterephthalat (PBT) und Polycarbonat (PC) zu erreichen. [1], [2], [3], [4], [5], [6]

2 Ergebnisse und Diskussion

Ionische Flüssigkeiten (engl. Ionic Liquids; IL) sind organische Salze, deren Ionen durch Ladungsdelokalisierung und sterische Effekte die Bildung eines stabilen Kritallgitters behindern, da die Wechselwirkungen zwischen den Ionen sehr gering sind. Bereits eine

geringe thermische Energie (Raumtemperatur) genügt, um die Gitterenergie zu überwinden und die feste Kristallstruktur aufzubrechen. Es handelt sich somit um Salze, die bei Temperaturen unter 100 °C flüssig sind. Mit einem Dip-Coating-Verfahren werden aus einer wässrigen Lösung der ILs und anschließender Trocknung im Vakuum (50°C, 100 mbar) die jeweiligen ILs an die Substratoberfläche angeknüpft. Ausgewählt wurden die ILs **LQ01** (1-Ethyl-3-methylimidazoliumsulfat), **VS03** (1-Ethyl-3-methyl-imidazolium-dicyanamid) und **HP03** (1-Imidazolium-1.3-dibutylhexaflourophosphat),[6]. Auf den Kunststoffen PA6, PBT und PC konnten durch die IL HP03 ausreichende Oberflächenleitfähigkeiten erzeugt werden. Mittels LQ01 und VS03 konnte dies nicht auf allen Kunststoffen erreicht werden. Eine mögliche Ursache ist das schlechte Benetzungsverhalten der wässrigen Lösung auf den Substraten. Um die Substratoberflächen aller drei untersuchten Kunststoffe mit einer erforderlichen Leitfähigkeit zu versehen, wurde als zusätzliches Verfahren die Vorbehandlung mit einem Atmosphärendruckplasma eingesetzt. Damit ist das Ziel verbunden, die Oberfläche physikalisch so zu aktivieren, dass eine gute Benetzung und bessere Haftung der ILs erfolgt. Durch den zusätzlichen Vorbehandlungsschritt ist es auf allen Kunststoffen gelungen, ausreichende Oberflächenleitfähigkeiten zu erzeugen. Die Kunststoffe PA6, PBT und PC sind nach dieser Behandlung der Pulverlackierung zugänglich. Dabei konnten flächendeckende und haftfeste Pulverlackschichten auf PA6, PBT und PC erzielt werden.

3 Schlussfolgerungen

Durch eine chemisch-physikalische Vorbehandlung konnte auf den nicht leitenden Kunststoffen PA6, PBT und PC eine Oberflächenleitfähigkeit (Oberflächenwiderstand im Bereich von 10^9 Ω) erzeugt werden, die eine anschließende Pulverlackierung ermöglicht. Dabei stellt sich die Kombination mit einem Atmosphärendruckplasma als sehr effektiv heraus.

4 Literatur

[1] Judith Pietschmann; Industrielle Pulverbeschichtung; Vieweg Verlag Wiesbaden, 2003, 2. Auflage

[2] Matthias Rehahn; Elektrisch leitfähige Kunststoffe; Chemie in unserer Zeit; 37 (2003)1, S.18-30

[3] M. Cudazzo, U. Strohbeck, "Pulverlackieren von Kunststoff - kommt der Durchbruch?" Metalloberfläche : 37 (2000)6, S.50-51

[4] Lars Bresler; Klaus Seibt, Martin Hohlstein, Angelika Eichler; Bessere Oberflächenleitfähigkeit für haftfeste Schichten; JOT Journal für Oberflächentechnik; (2011)12, S.40-41

[5] http://www.graphite.de/pdf/polymer.pdf; 06.11.2012

[6]http://www.intermediates.basf.com/chemicals/web/en/function/conversions:/publish/content/news-and-publications/brochures/download/BASF_Basionics_Thermoplastics.pdf; 06.11.2012

EKG-Analyse mittels Herzratenvariabilität und phasengleichgerichteter Signalmittelung

Laura Tetzlaff

Fachbereich Informatik und Medien
Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
tetzlaff@fh-brandenburg.de

Abstract: In dieser Arbeit wurden zwei Elektrokardiogramm (EKG) Aufnahmen in Bezug auf die Herzratenvariabilität (HRV) analysiert. Ziel war es erste Ansätze für die Analyse des EKG zu ermitteln. Dies erfolgte mittels HRV und phasengleichgerichteter Signalmittelung. Dabei wurden Belastungs- und Entspannungsphasen erkannt.

1 Einleitung

Der menschliche Körper passt den Herzschlag kontinuierlich an bestimmte Situationen an. Unter körperlicher Belastung steigt die Herzfrequenz, wohingegen bei Ruhe und Entspannung die Herzfrequenz sinkt. Eine hohe HRV passt sich diesen Anforderungen schnell an. Bei einer niedrigen Variabilität ist diese Anpassung eingeschränkt, was auf gesundheitliche Probleme hindeuten könnte [Kuc06]. Durch die Analyse der HRV können Aussagen zur Belastbarkeit des Körpers in Stresssituationen oder chronischen Krankheiten getroffen werden. Die HRV wird durch folgende Faktoren beeinflusst [Löl99]: Alter, Geschlecht, Atmung, Fitness, Medikamente und Belastungen. Ziel der Arbeit ist die Analyse von EKGs mittels HRV und phasengleichgerichteter Signalmittelung (phase-rectified signal averaging: PRSA). Bei dieser Methode erfolgt eine Analyse von periodischen Signalanteilen. Diese treten im Rahmen von Be- und Entschleunigungen der Herzfrequenz auf. Dadurch können die Parameter Dezelerations- und Akzelerationskapazität (DC/AC) ermittelt werden, welche wichtige Risikoinformationen beinhalten [Bau06].

2 Methoden

Die Bestimmung der HRV basiert auf der Zeit zwischen zwei R-Zacken. Diese werden mittels EKG erfasst und detektiert. Die HRV beschreibt die Variation der Herzfrequenz von Schlag zu Schlag über ein bestimmtes Zeitintervall (RR-Intervall oder NN-Intervall). Für die Analyse der HRV könne die RR-Intervalle in einem Histogramm

grafisch dargestellt. Dieses ermöglicht einen Überblick aller gemessenen RR-Intervalle. Im Zeitbereich können unter anderem folgende Parameter zur Analyse der HRV berechnet werden: statistisches Mittel (RRNN), Standardabweichung (SDNN) und Variationskoeffizient (CV) [Kuc06]. Die Beschreibung des Algorithmus zur Bestimmung der PRSA-Kurve kann aus Bauer et al. [BK06] entnommen werden.

3 Ergebnisse

Das EKG wurde von zwei unterschiedlichen Probanden aufgezeichnet. Die erste Aufnahme war 3,5 Stunden lang. Aufgezeichnet wurde ein Professor während einer Vorlesung. Die Dauer der zweiten Aufnahme eines Studenten beträgt zehn Stunden. Diese beinhalten sowohl Belastungs- als auch Ruhephasen. Das EKG wurde mit dem ProComp Infiniti™ aufgezeichnet. Die Analyse erfolgte in MATLAB® R2012a. Zur Bestimmung der PRA-Kurve war die Filterbedingung die Herzfrequenzzunahme. Die Filterlänge betrug T= 10. Die Fensterlänge wurde mit L= 100s festgelegt. Ein gesunder Proband hat eine hohe PRSA Amplitude. Eine gedämpfte Amplitude steht für einen gefährdeten Probanden [Bau06]. Die Amplitude des ersten Probenden ist leicht höher als die Amplitude des zweiten Probanden. Bei dem Histogramm steht eine hohe Klassenbreite steht für eine hohe HRV. Proband 2 hat eine breitere Klassenverteilung als Proband 1. Ursache könnte die unterschiedliche Aufnahmedauer sein. Das erste Histogramm weist eine Rechtsschiefe auf. Diese lässt auf eine niedrige Herzfrequenz schließen. Das zweite Histogramm ist Normalverteilt bis auf einen Peak rechts. Dieser könnte durch eine Ruhephase entstanden sein

4 Diskussion

In den Aufnahmen sind Unterschiede zwischen den Probanden zu erkennen. Es können erste Aussagen über die HRV getroffen werden. Insgesamt haben beide Probanden eine hohe HRV, was für einen guten Gesundheitszustand spricht. Vor allem bei dem zweiten Proband könnten Stress-und Entspannungsphasen ermittelt werden. Für einen besseren Vergleich sollte die Dauer der Aufnahme in den Versuchen gleich gewählt werden.

Literaturverzeichnis

[Bau06] Bauer, A. et al.: Deceleration capacity of heart rate as a predictor of mortality after myocardial infarction: cohort study. Lancet. 2006 Mai 20; 367(9523):1674-81.

[BK06] Bauer, A.; Kantelhardt, J.W. et al.: Phase-Rectified Signal Averaging Detects Quasi-Periodicities in Non-Stationary Data. Physica A. 2006; 364:423-34

[Löl99] Löllgen, H.: Serie: Neue Methoden in der kardialen Funktionsdiagnostik Herzfrequenzvariabilität. Dt Ärztebl 1999; 96: A-2029–2032 [Heft 31-32]

[Kuc06] Kucera, M.: Herzratenvariabilität Einleitung. http://www.drkucera.eu/upload_doc/herzratenvariabilitat_einleitung_de_2006_ok.pdf, 2006

Kernmagnetische Resonanz zur Untersuchung der Dehnung von Elastomeren

Steffen Döhler, Rona Hohlfeld, Uwe Heuert

Fachbereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Hochschule Merseburg
Geusaer Straße 88
06217 Merseburg
steffen.doehler@hs-merseburg.de
rona.hohlfeld@hs-merseburg.de
uwe.heuert@hs-merseburg.de

1 Einleitung und Motivation

Elastomere Werkstoffe haben eine große Bedeutung im Industrie- und Verbrauchersektor erlangt. Sie werden in den unterschiedlichsten Formen in verschiedensten Anwendungsgebieten eingesetzt und unterliegen dabei komplexen Beanspruchungen. Um Aussagen über das Werkstoffverhalten treffen zu können, stehen etablierte Methoden der mechanischen Werkstoffprüfung zur Verfügung, unter denen der Zugversuch eine wichtige Rolle einnimmt. Durch das Spannungs-Dehnungs-Verhalten werden die Einsatzgrenzen definiert. Die Methode der kernmagnetischen Resonanz (*nuclear magnetic resonance*, NMR) bietet die Möglichkeit Werkstoffeigenschaften auf der molekularen Ebene zu untersuchen. In Kopplung mit dem Zugversuch zur Ermittlung makroskopischer Kennwerte kann somit eine direkte Korrelation zur dieser Ebene hergestellt werden, was zu einem vertiefenden Verständnis der Werkstoffeigenschaften und der Deformationsmechanismen beitragen kann.

2 Theorie

Die Methode der kernmagnetischen Resonanz ist in der chemischen Analytik etabliert. Sie basiert auf der Tatsache, dass bestimmte Isotope einen Kernspin besitzen, der ein magnetisches Moment bewirkt. Wird die Probe in ein statisches Magnetfeld gebracht, drehen sich die Spins in Form eines Doppelpräzisionskegels um die Richtung des magnetischen Feldes. Neben diesem Magnetfeld wirkt während des Experimentes ein oszillierendes Magnetfeld in Form eines Hochfrequenzpulses kurzzeitig auf die Probe ein, welcher die Kernspins zu quantenmechanischen Übergängen anregt. Nach Abschalten des Impulses kann eine exponentielle Abnahme der Magnetisierung beobachtet werden, welche durch Relaxation bedingt ist. Ein starker Relaxationsprozess ist die Spin-Spin-Wechselwirkung, die durch die Relaxationszeit T_2 beschrieben wird und auf den magnetischen Wechselwirkungen der Spins untereinander beruht.

3 Ergebnisse und Auswertung

Für die Untersuchungen wurde ein Kautschukband (1,5 mm x 3 mm x 5 cm) in eine Zugvorrichtung eingespannt und bei unterschiedlichen Dehnungen die T_2-Relaxationszeit mittels Hahn-Echo-Experimenten und exponentieller Kurvenanpassung bestimmt.

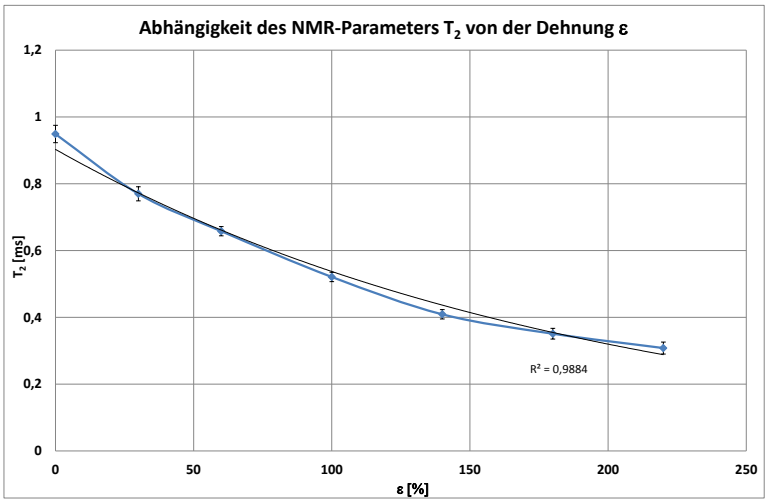


Abbildung 1: Exponentieller Zusammenhang zwischen Dehnung und T_2-Relaxationszeit

Das Ergebnis in Abbildung 1 zeigt einen exponentiellen Zusammenhang zwischen der T_2-Relaxationszeit und der Dehnung [Nis81]. Mit zunehmender Dehnung kommt es zu einer Streckung der Molekülketten im Werkstoff. Daraus resultieren stärkere Spin-Spin-Wechselwirkungen, welche zu einer Abnahme der T_2-Relaxationszeit führen.

4 Ausblick

Diese Arbeit dient als Grundlage für weiterführende bildgebende Untersuchungen [Doe11] zur Abbildung von lokalen Spannungen in gedehnten Elastomeren mittels MRT (*Magnet-Resonanz-Tomographie*) auf der Basis der T_2-Abhängigkeit von der Dehnung.

Literaturverzeichnis

[Nis81] Nishi T. and Chikaraishi T.: Pulsed NMR Studies of Elastomers under Large Deformation, J. Macromol. Sci.-Phys., B19(3), 445-457, 1981

[Doe11] Döhler St., Heuert U., Grellmann W.: Material Properties Imaging zur Aufklärung von Materialeigenschaften, 13. Tagung Problemseminar Deformation und Bruchverhalten von Kunststoffen, Tagungsband, 419-422, 2011

Konzeptionierung eines Goniophotometers zur Vermessung der Abstrahlcharakteristik von Straßenlaternen

Fabian Seidel
Danny Doll
J.U. Just, U.H.P. Fischer-Hirchert
Automatisierung und Informatik
Hochschule Harz
Friedrichstraße 57-59
38855 Wernigerode
u22412@hs-harz.de
u23583@hs-harz.de

Abstract: Die genaue lichttechnische Ausleuchtung von Straßen, Plätzen und Fußwegen innerhalb von Städten ist ein wichtiger Bestandteil bei der Planung und Bewertung anforderungsgerechter und energieeffizienter visueller Umfelder. Für die optimale Ausleuchtung dieser Umfelder kann eine Beleuchtungsplanungssoftware verwendet werden. Damit eine Simulation mit dieser Software möglich ist, muss die Abstrahlcharakteristik einer Straßenlaterne ermittelt werden. Ein herkömmliches Goniometer würde den Messanforderungen nicht gerecht werden, da diese Art der Vermessung meist nur das Nahfeld vermessen kann. Um eine genaue Abstrahlcharakteristik zu erhalten, ist es notwendig eine neue Konstruktion zu entwickeln, in der die gesamte Straßenlaterne beweglich eingespannt werden kann.

1 Einleitung

Bestehende Goniophotometer sind zur Vermessung von z. B. KFZ-Scheinwerfern oder LEDs ausgelegt. Diese Goniophotometer sind allerdings nur bedingt geeignet, da hier das Fernfeld vermessen werden muss und dafür ein Messabstand von acht Metern zwischen Prüfling und Prüfer bestehen muss. Die Vermessung der Straßenlaternen erfolgt aus allen Winkeln innerhalb einer Halbkugel unter Beachtung des Pivotpunktes[1] und der Einhaltung der zutreffenden Normen. Für die bestmögliche Ausleuchtung und Weiterentwicklung von optischen Systemen sind die detaillierten Informationen einzelner Systemkomponenten ein wesentlicher Bestandteil. Mit Hilfe von Simulationssoftware können optische Systeme im Vorfeld simuliert werden, um Kosten zu sparen. Man benötigt also ein automatisiertes Messgerät mit dem sich eine reale Abstrahlcharakteristik ermitteln lässt.

[1] Unterstützungs- bzw. Widerstandspunnkt

2 Technische Beschreibung

Ein Goniometer ist ein automatisiertes Messgerät zur Bewertung von Leuchten in ihrer Lichtstärkeverteilungscharakteristik. Mit einer solchen Messeinrichtung lässt sich die reale Abstrahlcharakteristik ermitteln.

2.1 Messtechnik

Zur Bestimmung der Beleuchtungsstärke wurde das Photometer MAVOLUX 5032B USB der Firma GOSSEN verwendet. Hierbei handelt es ich um ein Präzisionsmessgerät zur Messung der Beleuchtungsstärke in lux und footcandle, welches nach DIN 5032-7 Klasse B und EN 13032-1 klassifiziert wurde.

2.2 Software

Zur Steuerung des Goniophotometers wurde das Programm LabVIEW von National Instruments benutzt. Die Steuerung bekommt die vorgegebenen Parameter aus der Benutzeroberfläche (Messwinkel, Auflösung) übergeben, die für weitere Programmierschritte erforderlich sind.

3 Ergebnisse

Um eine Schnittstelle zwischen LabVIEW und der Beleuchtungsplanungssoftware DIALux zu schaffen, muss zunächst eine Textdatei erstellt werden. Diese File besteht aus einem Kopfbereich, in welchem u. a. wichtige Leuchtendaten sowie einige Parameter(Anzahl und Verteilung der Messwerte) festgelegt sind. Die Auswertung eines Leuchtmittels hängt mit seiner Symmetrie zusammen. Je symmetrischer eine Lampe ist, umso schneller kann diese vermessen werden.

4 Resümee

Es wurde deutlich, dass man mit dem neu konzeptionierten Goniophotometer Straßenlaternen sicher aufnehmen und vermessen kann. Der mechanische Aufbau entspricht den gesetzten Anforderungen und bietet sichere Ergebnisse in einer angebrachten Zeit. Die Ergebnisse werden in Form eines Messprotokolls dem Bediener ausgehändigt und die ermittelten Daten des Prüflings können weiterverwendet werden. Dieses erzeugte EULUMDAT-File kann nun in eine Datenbank eingepflegt werden und steht jederzeit für Simulationen zur Verfügung.

Gesicherte und pseudonymisierte Labor-Testat-Verwaltung mit nPA-Authentifizierung

Scheithauer, Strack, Henning, Werner

Fachbereich AI
Hochschule Harz
Friedrichstr. 57-59
38855 Wernigerode
nscheithauer@hs-harz.de
hstrack@hs-harz.de

Abstract: Der folgende Beitrag zeigt einen Überblick über den Ansatz der sicheren elektronischen Testat-Verwaltung (für Prüfungen) in Laboren mit nPA-Authentifizierung. Ziel dieses neuartigen Verfahrens ist es, elektronisch und gesichert Prüfungsanmeldungen mittels Labortestat-Listen für die Bewertungen von Labor-Praktika authentisiert und pseudonymisiert auf Basis von eGov.-Standards und -Basiskomponenten umzusetzen. Als Authentifizierungsmittel wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, sich über den neuen Personalausweis (nPA) pseudonymisiert für ein entsprechendes Labor anzumelden.

1 Motivation

Hintergrund dieser Arbeit ist die Einführung eines zentralen und einheitlichen Testverwaltungssystems für Dozenten und Studierende. Es löst das bestehende, aufwändige papiergebundene und unsichere Verfahren ab und modernisiert es durch einen pseudoynimiserten Ansatz mit nPA-Authentifizierung. Das ursprüngliche Verfahren und die Verwaltung der Studierenden-Daten dort ist papierform-basierend. Initiatoren des Vorgangs sind die die Laborpraktika leitenden Dozenten. Für die Bewertung von Laborpraktika wird in einem ersten Schritt die Anwesenheit der Studierenden während der Laborpraktika erfasst – auf vom Dozenten herausgegebenen Teilnehmerlisten (in Papierform). Die Studenten werden dabei mit Namen und uNummer (hochschulöffentliches Pseudonym) auf Papier erfasst.

2 Architektur und Realisierung

Der neue Personalausweis (nPA) und dessen eID-Funktion gewährleistet die Authentifizierung/Identifizierung von Studenten. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Architektur bzgl. der Finalisierung und Übersendung von pseudonymisierten Labortestat-Listen (u. Einbeziehung von Detailkomponenten wie U-M-Konverter etc.). Der Dozent initiiert mit Hilfe des Web-basierten Testat-Verwaltungssystems den Download

einer Excel Liste mit uNummern der Studenten für das jeweilig ausgewählte Testat. Dies wird qualifiziert signiert und mittels OSCI an den vertrauensvollen Stellvertreter, den UM-Konverter gesandt. Dieser prüft die Gültigkeit der Dozenten-Sendung über Signatur- und andere Parametern Bei erfolgreicher Konvertierung wird die nun matrikelnummer-orientierte Testatliste qualifiziert automatisch telesigniert und dann vom UM-Konverter eine OSCI-Nachricht für den OSCI-HIS-Mediator vorbereitet, welcher die Eintragung im HIS über die Web-Schnittstelle vornimmt. Dieser Ansatz wird als OSCI-HIS-Schalen-Architektur bezeichnet, da bei dieser keine direkten Änderungen am HIS-System vorgenommen werden müssen.

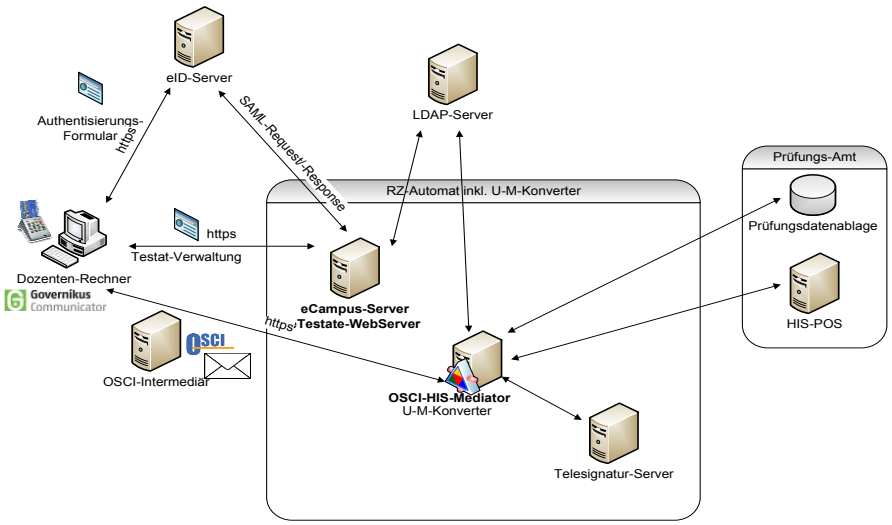


Abbildung 1: Überblick Architektur und Realisierung eTestate

4 Fazit & Ausblick

Es wurde ein innovativer Architekturansatz auf Basis von eGovernment- und Sicherheits-Standards vorgestellt. Dieser erlaubt es, durch seinen Komponenten-orientierten Ansatz ein effizientes und gesichertes elektronisiertes Prozess-Redesign am Beispiel von eTestate-Prüfungsanmeldungen für Studierende mit nPA-eID-Authentifizierung (Dienste-bezogen pseudonymisiert).

Literaturverzeichnis

[1] H.Strack, N.Brehm, N.Scheithauer, M.Henning, H.Werner, P.Kußmann: eCampus – Services & Infrastrukturen für elektronische Campusverwaltung mit verbesserter Sicherheit auf Basis von eGovernment-Standards und Komponenten, eGovernment-Review, Fachhochschule Kärnten, KREINER Druck, Villach, 2012

[2] KoSIT, (ed.). XÖV-Standardisierung. OSCI Online Service Computer Interface. [Online] xoev, 12 05, 2012. www.xoev.de.

RESTful Webservice & *RestKit* Client für *Cocoa Touch*

Ralph Schön, Reiner Creutzburg

Department of Informatics and Media
Brandenburg University of Applied Sciences
Magdeburger Straße 50
D-14770 Brandenburg, Germany
{schoenr| creutzburg}@fh-brandenburg.de

Abstract: This paper deals with the functionality of huge web services for a lot of clients. The term representational state transfer (REST) is a style of software architecture for such distributed systems. It covers as well a very basic way to build a flexible client for apple devices with the common tool named *RestKit*.

REST (*Representational State Transfer*) ist ein Programmierparadigma, welches für die Kommunikation zwischen Client und Server die Semantik und Methoden des HTTP-Protokolls verwendet. Grundlegend wird dabei auf die Idee zurückgegriffen, dass eine URL genau einen Seiteninhalt als Ergebnis einer serverseitigen Aktion darstellt. Im Jahr 2000 verfasste Roy Fielding seine Dissertation „Architectural Styles and Design of Networkbased Software Architectures“ und beschrieb, den von ihm entwickelten Architekturstil [1]. Dieser erhielt weite Anerkennung als entwicklerfreundliche Alternative gegenüber SOAP (ursprünglich für *Simple Object Access Protocol*) und WSDL (*Web Service Discription Language*), im Bereich der webbasierten Dienste. Ein REST-Dienst basiert auf fünf grundlegenden Eigenschaften, auf die im Weiteren genauer eingegangen wird. *RestKit* bezeichnet das Projekt *The RestKit Project*, entwickelt als Framework zur Implementierung von *RESTful* Webservice Clients für *iOS* und *Mac OS X*. Durch diesen ist es möglich, beispielsweise auf dem *iPhone,* mit einem *RESTful* Webservice in Kontakt zu treten. Hierfür verwendet das Framework eine API die in einzelne Module aufgeteilt ist, wie beispielhaft für Objekt Mapping, HTTP Kommunikation und Core Data. Auf Systemen die mit *Mac OS X* oder *iOS* arbeiten, wird Core Data als Persistenz-Framework genutzt, um die serialisierten Daten (XML) zu verwalten.

RestKit wurde im folgenden Beispiel verwendet, um einen *iOS* Client für einen *Ruby on Rails* Webservice aufzusetzen. Dabei wurde aus Performanz JSON (JavaScript Object Notation), zur Serialisierung der Daten, verwendet. Zusätzlich wurde mit der *RestKit* Version 0.20 das *AFNetworking* Framework eingeführt, da dieses bereits weit verbreitet zur Netzwerk Entwicklung verwendet wird [2]. Mit der Version 0.20 wurden wesentliche Änderungen am *RestKit* Framework vorgenommen. Der zuvor *RestKit* spezifische Client (*RKClient*) und dazugehörige Klassen wurden durch den AFN (*AFNetworking*) Client (*AFHTTPClient*) ersetzt. AFN verwendet fast ausschließlich das Objective-C Feature *Blocks* für Funktionsaufrufe. Ein *Block* ist eine Gruppe von Instruktionen, die ein Objekt bilden. Sie werden wie Funktionen aufgerufen und bieten erhöhte Performanz für die Anwendung [3]. In der *iPhone* App sollen Tracker aus

bestimmten Kategorien angezeigt werden. Diese besitzen mehrere Einträge (Entries) und sind dem jeweiligen Tracker durch eine ID zugewiesen. Die vom Ruby Server geparsten Objekte werden mit Hilfe von *RestKit* an die *iOS* App gesendet. Dazu wird ein *AFHTTP Client* aufgebaut. Dieser kann mittels HTTP GET eine Anfrage starten, um mit den Objekten über das *RKObjektManager* Interface zu interagieren.Bevor man eine GET Anfrage an den Server sendet, benötigt man, wie bereits oben beschrieben, einen Client und einen Objektmanager, um die Daten auf ein Objekt mappen zu können. Diese werden standardmäßig auf folgende Weise initialisiert: Der Objektmanager benötigt noch einen Objektmapper mit dazugehörigen Eigenschaften, um die Daten auf die passenden Objekte zu mappen. Weiterhin wird ein *RKResponseDescriptor* genutzt, um eine Objektmapping Konfiguration für eine HTTP Anfrage einsetzbar zu machen. Anschließend wird mit der *RKObjectRequestOperation*, in Form eines *Blocks*, eine GET Anfrage erzeugt. Dieser *Block* erzeugt, bei erfolgreicher Anfrage, ein *RKMappingResult* Objekt, mit den entsprechenden Anfragedaten [4]. Als Beispiel werden die Daten von allen Objekten *tracker* in der Kategorie *trackers* auf die Klasse *Trackers* gemappt. Die Klasse *Trackers* (vom Typ NSObject) beinhaltet alle Eigenschaften vom Objekt *tracker*. Diese Eigenschaften werden für die entsprechenden Mapping-Objekte verwendet. Nachdem das *RKMappingResult* erzeugt wurde, können die Daten benutzt und zwischengespeichert werden.

REST ist nicht für alle Bereiche die richtige Wahl. Es bietet sich an, um Webservices zu entwerfen, bei denen besonders Wert auf geringe Abhängigkeit zu proprietärer Middleware gelegt wird. Durch die Verwendung von frühen Internet-Standards, URI und HTTP, bauen viele Unternehmen auf *RESTful* Services. Zu den wohl Größten zählen die Webdienste von *Amazon*, *Google*, *Twitter* und *Facebook*. Will man die Daten eines Systems auf flexible Weise, in großer Menge, für unterschiedliche Anwendungen und für sehr viele Benutzer bereitstellen, stellt eine *RESTful* API einen einfachen Weg dafür dar. Eine Art, um diese Daten auf einem *Mac*- oder *iOS*-Gerät bereit zu stellen, bietet *RestKit*. Es stellt durch Funktionalität und ständiger Weiterentwicklung des Open Source Frameworks, eine sehr gute Möglichkeit einen Client für Apple Geräte aufzubauen dar. Die Klassen und Funktionen des Frameworks bauen auf die grundlegenden Klassen von *Apples Xcode* auf. Durch die Einbindung von *AFNetworking* zeigt sich *RestKit* performanz- und kundenorientiert im Entwicklungsvorgang. So lassen sich einfache bis komplexe Clients, durch die Einbindung benötigter Module, effektiv in *RestKit* modellieren. Im Zusammenhang mit diesem Paper erfolgte die Entwicklung einer *iPhone* Anwendung. Die umfassende Untersuchung bei der Entwicklung der App zeigt, dass *Restkit* hervorragend skalierbar ist und somit sehr flexibel in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt werden kann.

[1] R. T. Fielding, „UCI," 13 09 2000. Available: [Zugriff am 05 01 2013]. http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/fielding_dissertation.pdf.

[2] AFNetworking, „A Delightful Networking Framework for iOS and OSX," 06 01 2013. Available: [Zugriff am 06 01 2013]. http://afnetworking.com/.

[3] J. Conway und A. Hillegass, „Blocks," in *iOS Programming*, Atlanta, GA 30307, Big Nerd Ranch, Inc., 2012, p. 589.

[4] RestKit Project, „Restkit.org," RestKit Project, 01 04 2013. Available: [Zugriff am 07 01 2013]. http://restkit.org/api/latest/Classes/RKObjectManager.html

Änderungen und Anpassungen an den forensischen Prozess bei Untersuchungen von Solid-State-Drives

Frank Irmler, Knut Kröger, Reiner Creutzburg
Fachhochschule Brandenburg, Fachbereich Informatik und Medien, Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg
E-Mail: {irmler|kroeger|creutzburg}@fh-brandenburg.de

Abstract: This paper addresses the possibilities of a forensic investigation of solid-state drives. The aim of this study is to clarify information gained via a forensic analysis of these media, and explain the differences to conventional forensic examinations of hard disk drives. Within each test design a series and a variety of hard- and software were used. An interesting result is that the built-in TRIM function of the SSD has an adverse affect in a forensic investigation.

1 Einleitung

Aus dem täglichen Leben sind Computer nicht mehr wegzudenken. Zur Speicherung von Daten setzen sind Flash-Laufwerke als Ergänzung oder Ersatz der herkömmlichen Festplatte weiter durch, da SSD-Laufwerke deutlich geringere Zugriffszeiten und einen vielfach höheren Datendurchsatz aufweisen. Ständige Weiterentwicklungen machen die SSD-Laufwerke leistungsstärker, lassen die Speicherkapazität steigen und den Preis sinken. Gerade dies macht sie interessant für den Endkundenmarkt. Dadurch werden sie Gegenstand forensischer Untersuchungen. Im Zusammenhang mit illegalen oder kriminellen Delikten stoßen Ermittler auf Computersysteme, in denen sich ein SSD-Laufwerk als Datenspeicher befindet [1]. Da sich diese Bauteile sehr stark von herkömmlichen Festplatten unterscheiden, musste geprüft werden, welche Änderungen und Anpassungen an den forensischen Prozess gestellt werden müssen. Die dazu durchgeführten Untersuchungsreihen und Ergebnisse werden nun dargestellt.

2 Untersuchungen und Zusammenfassung

In der ersten Untersuchung wurde ermittelt, welche Änderungen der Garbage Collector auf dem SSD-Laufwerk vornimmt, wenn diese ohne Schreib- und Lesezugriffe verbleibt. Da die Datenintegrität im forensischen Prozess sehr wichtig ist, sollte die Testreihe aufzeigen, ob sich der Inhalt eines SSD-Laufwerkes derartig ändert, dass er Einfluss auf die Prüfsummen des Datenträgers hat, wenn das Laufwerk über einen Write-Blocker betrieben wird. Dazu wurden SSDs in Computer verbaut, Betriebssysteme installiert und zahlreiche Operationen (Dateien anlegen, löschen, Partitionen verkleinern) auf dem System durchgeführt. Nach dem Ausbau der SSD-Laufwerke sind von diesen in unterschiedlichen Zeitabständen mehrfach die entsprechenden Prüfsummen am forensischen Duplikator TD1 (Write-Blocker) gebildet worden. Der anschließende Vergleich der für jedes Laufwerk ermittelten Hash-Werte zeigte, dass diese absolut gleich geblieben sind. Die für den forensischen Prozess wichtige Integritätssicherstellung mittels Hashwertberechnung funktionierte in diesen Fällen weiterhin. Eine Änderung der Hashwerte eines SSD-Laufwerkes ließ sich durch das alleinige Anschließen an die Spannungsquelle nicht erreichen.

Die zweite Untersuchung sollte die Auswirkungen des Einsatzes des Trim-Befehls genauer aufdecken. Das Ergebnis des Trim-Vorganges ist unter forensischen Gesichtspunkten sehr wichtig, da sie direkten Einfluss auf den Erfolg oder Misserfolg eines File-Carvings (Rekonstruktion gelöschter Inhalte) hat. Dazu wurden auch hier SSD-Laufwerke vorbereitet, eine Reihe von Testbildern abgespeichert und diese Dateien über den im Betriebssystem bereitgestellten Papierkorb endgültig gelöscht. Nach Ausbau der Medien sind diese mit den forensischen Werkzeugen X-Ways Forensics, EnCase und FTK einem File-Carving unterzogen worden. Mit keinem der Programme ließen sich die zu vor gelöschten Testbilder rekonstruieren. Dies steht im absoluten Kontrast zu den Wiederherstellmöglichkeiten bei herkömmlichen Festplatten.

Ob in jeden Fall eine endgültige Löschung bei SSD-Laufwerken erfolgt oder ob dieser Vorgang abhängig vom verwendeten SATA-Chipsatz und dem verwendeten Treiber ist, sollte die dritte Untersuchung zeigen. Stellt sich heraus, dass gängige Chipsätze bzw. deren Treiber den Trim-Befehl nicht unterstützen, so wächst die Wahrscheinlichkeit, dass forensische Untersuchungen an Computersystemen mit SSD-Laufwerken ähnlichen Erfolg haben, wie bei Systemen mit herkömmlichen Festplatten. Dazu wurden Testlaufwerke in unterschiedliche Computersysteme mit verschiedenen Mainboard-Chipsätzen verbaut. Wiederum sind Testbilder abgespeichert und mithilfe des Papierkorbes endgültig gelöscht und einem File-Carving unterzogen worden. Jedoch einerseits unter Verwendung des Standardtreibers, andererseits mit dem aktuellen Treiber des Mainboard-Herstellers. So ließen sich alle Testbilder von Computersystemen mit NVIDIA nForce-Chipsatz vollständig rekonstruieren. Hingegen werden beim Einsatz des Windows-Standardtreibers oder des Intel-Chipsatz-Treibers alle über den Papierkorb des Betriebssystems gelöschten Dateien direkt automatisch forensisch sicher vom Datenträger gelöscht. Das beeinflusst nicht nur die Anzahl an rekonstruierbaren Dateien, sondern spiegelt sich auch bei der Erzeugung einer Timeline bei der forensischen Untersuchung wieder.

Durch das Wear Leveling ist bei SSD-Laufwerken, im Gegensatz zu Festplatten, nicht bestimmbar, an welchen physikalischen Stellen die Daten untergebracht sind. So können bei Festplatten die Sektoren (LBA) genau angegeben werden, an denen sich die Informationen befinden. Bei SSD-Laufwerken kann es sogar sein, dass diese intern durch den Garbage Collector bei einer weiteren Untersuchung des Laufwerks an eine andere Position im Flash-Speicher geschrieben werden. Eine Untersuchung des Center of Magnetic Recording and Research der University of California zeigte, das sich SSD-Laufwerke nicht forensisch löschen lassen. Auch bei Verwendung der vom Hersteller bereitgestellten Programme hierfür ließen sich noch bis zu 65% der Daten auf dem SSD-Laufwerk rekonstruieren [2]. Damit ist das SSD-Laufwerk als Zielmedium für das forensische Duplikat als ungeeignet einzustufen, da nicht davon ausgegangen werden kann, dass das Ziellaufwerk vorher forensisch sicher gelöscht worden ist. Aus gleichem Grund ist die Herausgabe von Asservaten als kritisch anzusehen, da hier die Möglichkeit besteht, dass illegale bzw. strafrechtlich relevante Daten weiter gegeben werden.

[1] Forensics Wiki: Solid State Drive (SSD) Forensics. http://www.forensicswiki.org/w/index.php?title=Solid_State_Drive_(SSD)_Forensics

[2] Wie, Michael et al.: Reliably Erasing Data From Flash-Based Solid State Drives. http://cseweb.ucsd.edu/users/swanson/papers/Fast2011SecErase.pdf. Version: 2011.

Überblick und Ansätze einer forensischen Untersuchung der Spielekonsole Sony Playstation Portable (PSP)

Stefan Schön, Ralph Schön, Knut Kröger und Reiner Creutzburg

Brandenburg University of Applied Sciences
Department of Informatics and Media
Magdeburger Straße 50
D-14770 Brandenburg, Germany
{schoen|schoenr|kroeger|creutzburg}@fh-brandenburg.de

Abstract: This paper deals with forensically interesting features of the Sony Playstation Portable game console. The construction and the internal structure are analyzed more precisely. Interesting forensic features of the operating system and the file system are presented.

1. EINLEITUNG

Am 1. September 2005 stellte Sony die Playstation Portable („PSP“) für den europäischen Markt vor. Bis heute wurden mehr als 70 Millionen Geräte abgesetzt [1]. Die PSP bietet eine Vielzahl von Spielen, Filmen und erlaubt die Wiedergabe von Musik. Ausgerüstet mit einer WLAN-Karte des Typs 802.11b, bietet sie die wesentliche Hardware für den Netzwerkverkehr. In den aktuelleren Versionen ist die Netzwerkfunktion weiter ausgebaut worden, so besteht nun auch die Möglichkeit auf den Playstation Store zuzugreifen. Ein Internetradio, Skype und weitere Funktionen wurden auch hinzugefügt. Unabhängig des Models zeigt sich das die PSP ein leichter und portabler PC ist, der die Möglichkeit bietet eine Vielzahl von verschiedenen Daten wiederzugeben. Durch das große Anwendungsfeld des Handheld bietet sich diese auch für sehr leicht für einen Missbrauch an. Daher kann es von Interesse sein, die PSP einer forensischen Untersuchung zu unterziehen. In dieser Arbeit wird darauf eingegangen wie eine Identifizierung der Konsole möglich ist, welche Daten auf dem Gerät gespeichert werden, beziehungsweise wiederherstellbar sind und wie diese ermittelt werden können.

2. DIE FUNKTION: “MEMORY STICK FORMATIEREN”

Die PSP bietet die Möglichkeit den genutzten Memory Stick zu formatieren. Da dieser Vorgang relativ schnell von statten geht lohnt sich eine Untersuchung ob, beziehungsweise inwiefern, Daten gelöscht werden. Als Ausgang dient eine PSP 3000 unter Firmware 6.30 mit einem 1GB memory stick. Dieser wird zuerst über die PSP formatiert, damit die nötigen Ordner angelegt werden. Dann werden 10 verschiedene „jpeg“-Bilder in dem „/Pictures“ Ordner und eine „mp3“-Datei im „/Music“ Ordner gespeichert.

Nachdem sichergestellt wurde, dass die Dateien von der PSP ordnungsgemäß geöffnet werden können, wird von dem Memory Stick ein „dd“-Image erzeugt. Dieses dient als Vergleichsbasis für die nachfolgende Untersuchung. Danach wird der Memory Stick über die „Memory Stick formatieren“ Option gelöscht und ein weiteres Image erstellt. Für die Untersuchung kam dabei „FTK Imager“ für die Imageerstellung, sowie „FTK 1.8“ für die Analyse zur Anwendung. FTK erkennt auch hier das Dateisystem als FAT16 und legt die erwartete Ordnerstruktur an. In diesen befinden sich auch keine Bilder oder Musikstücke. Jedoch wurde beim Analysieren des Images auch nichts gefunden. Von daher sind die „Drive Free Space“ Bereiche von Interesse. Nach dem Öffnen einer dieser Abschnitte wird sichtbar, dass hier noch Daten lagern. Eine Suche nach dem bekannten „JFIF“ Tag für „jpeg“-Bilder liefert entsprechende Ergebnisse. Bei der Formatierung des Memory Sticks zeigt sich praktisch ein ähnliches Bild wie beim Löschen der Browserdaten. Um Zeit zu sparen wird nur ein kleiner Bereich des Sticks formatiert, der Master Boot Record neu geschrieben und die Standard-Ordnerstruktur angelegt. Sämtliche ehemals gespeicherten Daten können problemlos wiederhergestellt werden und so wichtige Informationen über die Nutzung der PSP liefern. Diese Ergebnisse werden auch durch andere Untersuchungen, wie des Dateisystems, bestätigt. Faktisch lassen sich alle angeblich gelöschten Daten wiederherstellen. Nur Informationen aus dem internen Flashspeicher sind, sofern diese durch eine installierte Customfirmware zugänglich sind, nur von geringer Bedeutung.

3. FAZIT

Die Sony Playstation Portable existiert seit sieben Jahren und wurde mehrere Millionen Mal verkauft. Damit ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei einer Straftat, bzw. Beschlagnahme infolge dessen, auch eine PSP unter den zu untersuchenden Geräten ist. Gerade der Memory Stick Duo bietet große Mengen von Speicherplatz. Die Möglichkeit der Ordnerstrukturierung und des Speicherns von beliebigen Datenformaten machen aus der PSP praktisch eine externe Festplatte. Zusammen mit der WLAN Funktionalität entstehen so vielfältige Datenmengen die einen umfassenden Einblick über den Benutzer der PSP geben. Unterstützt wird dies durch die Tatsache, dass die PSP praktisch keine Daten löscht. In diesem Zusammenhang bietet diese Arbeit einige erste Ansatzpunkte, in Bezug auf die möglichen forensischen Untersuchungsmethoden. Auch im Ausblick auf die stete Weiterentwicklung der Handhelds, welche immer mehr Onlinefunktionen bieten und fast alle gängigen Formate unterstützen, zeigt diese Arbeit welche Ansatzpunkte zukünftige Geräte für eine forensische Untersuchung bieten können.

Literaturverzeichnis

[1] N. Chris, "PS3Ego," 2011. [Online]. Available: http://ps3ego.de/allgemein/psp-erreicht-70-millionen-verkaeufe-weltweit/. [Zugriff am 02.Januar.2012].

Forensics of location data collected by Google Android mobile devices

Knut Kröger and Reiner Creutzburg

Brandenburg University of Applied Sciences, Department of Informatics and Media,
Magdeburger Straße 50, D-14770 Brandenburg, Germany
kroeger@fh-brandenburg.de, creutzbu@fh-brandenburg.de

Abstract: This paper deals with the forensic investigation of stored location data collected by Android mobile devices. The main aspects of the study are the extraction and examination of the location data and the possibilities for additional use of the extracted data.

1 Introduction – Digital Forensics

In the field of forensic examination of mobile devices, an exact distinction between post-mortem and live analysis is not possible, as most mobile phone manufacturers use proprietary hardware and many different operating systems. Therefore, from a forensic point of view it is very difficult to find a consistent approach. Especially the creation of a forensic disk image is very difficult [3]. The most commonly used mobile devices are Windows Mobile, Apple iPhone, Nokia Symbian und Google Android.

In the mobile market, a positive trend can be observed [2]. According to media reports more than 4.4 billion people use mobile phones worldwide, with over 33 million Android smartphones sold in the second quarter of 2010 [1]. Media reports demonstrated that even Google uses such mechanisms in its Android operating system in order to save the location and movement data of the user.

From a forensic point of view, this location data are very interesting, because they give a good overview of the last locations of a suspect and may allow an accurate movement profile of a person [4]. For this reason, this work is to provide an overview of how the location data is collected in Android, where to find it and especially how the data can be extracted and analyzed.

2 Collected and stored location data

One of the important questions is how many location data are collected by Android and where the data are stored. Here we will only give a short overview of the main facts and do not claim completeness.

Android saves a lot of location data. These include GPS information of pictures, Wi-Fi hotspots and cell locations. To use the location services of Android, the options “Use

wireless networks" and "Use GPS satellites" must be activated under Settings - Location and security settings [5]. These options are not automatically switched on and must be activated by the user.

One of the important places for location data is the Camera App. This App saves the current location in each photo. The easiest way to view this information is the integrated Camera App. The App can show all photos on a Google Map and it is very easy to find out the location where the photo was taken. It is very important to know that this App is not a forensic tool and it cannot be used for a forensic investigation, but it can be helpful to get a first overview.

The location data for cell info and for Wi-Fi info can also be analyzed directly on the smartphone, but only if the phone is rooted. To view the cell and Wi-Fi information it is necessary to install an App from the Google Market (in this case the Android Location Cache Viewer). If this App is installed and started, it shows the location data on a Google map.

6 Conclusion - Forensic point of view

From a forensic point of view, the problem is that the Android smartphone gets the location data from the Google server and not from the built-in GPS. For example, in our own tests it was not possible to find out the actual location of a taken photo, if the smartphone had no Wi-Fi connection. Another problem is that all location data have the same time and date if there is more than one location information (for example: many Wi-Fi hotspots in the same range) at the same place. Furthermore, the investigator is dependent on the correct data from Google.

A general problem is that the Android OS exists in so many versions and all smartphone manufacturers modify the original Android sources. For the forensic investigator this means that any Android smartphone is different and needs another forensic investigation strategy. This is a big problem for vendors of forensic software since they have difficulties making their software compatible with all the different versions of Android smartphones.

References

[1] Canalys, "Google's android becomes the world's leading smartphone platform 2011.

[2] OHA, "Open handset alliance", 2011.

[3] Andrew Hoog, "Android Forensics Investigation Analysis and Mobile Security for Google Android", Syngress, 2011, ISBN: 978-1-59749-651-3

[4] Stefan Sack, Knut Kröger, Reiner Creutzburg: Overview of potential forensic analysis of an Android smartphone, Paper SPIE, 2012

[5] R. V. Dharaskar and R. Ahmed, "Mobile forensics: an overview, tools, future trends and challenges from law enforcement perspective," 2008.

Ansätze zur Mandantenfähigkeit in der Persistenzschicht von Webanwendungen

Tino Reuschel, Jonas Brüstel, Thomas Preuss

Fachhochschule Brandenburg
Fachbereich Informatik und Medien
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg an der Havel
Tino.Reuschel|Jonas.Bruestel|Thomas.Preuss@FH-Brandenburg.de

1 Mandantenfähigkeit

SaaS-Anwendungen, bei denen mehrere Mandanten auf einer Software-Installation bedient werden, werden als mandantenfähig bezeichnet. Unter einem Mandanten wird in diesem Kontext ein Kunde verstanden, der über ein scheinbar eigenes System mit einem separaten Datenbestand und eigenen Konfigurationsmöglichkeiten verfügt. Jeder Mandant umfasst im Allgemeinen mehrere Nutzer, die die SaaS-Anwendung nutzen. Bei mandantenfähigen Systemen muss gewährleistet sein, dass nur Nutzer, die zu einem Mandanten gehören, Zugriff auf die Daten des Mandanten haben. Die gemeinsame Nutzung der selben Softwareinstanz bietet dem Anbieter den Vorteil, dass Updates einmalig zentral eingespielt werden können und das der Konfigurationsaufwand minimiert wird. Dem steht jedoch der Wunsch der Mandanten gegenüber, die Software an ihre Bedürfnisse anzupassen.

2 Mandantenfähigkeit und persistente Speicherung

Grundlegend existieren vier Möglichkeiten zur mandantenfähigen persistenten Speicherung [AG08]:

A Je Mandant wird ein separater Datenbank-Server mit eigener Hardware aufgesetzt.

B Je Mandant wird auf Betriebssystem-Ebene ein separater Datenbank-Server aufgesetzt. Auf einem physischen Rechner befinden sich jedoch mehrere Datenbank-Server.

C Mehrere Mandanten teilen sich einen Datenbank-Server, die Daten werden jedoch in getrennten Datenbanken gespeichert.

D Die Daten mehrerer Mandanten werden in einer Datenbank gespeichert. Jedoch sind hier weitere Ansätze möglich, welche im weiteren folgen

Die gemeinsame Nutzung einer Datenbank durch mehrere Mandanten kann durch die Verwendung eines mandantenspezifischen Präfixes realisiert werden. In diesem Fall wird je Mandant ein Präfix festgelegt, der jedem mandantenspezifischen Tabellennamen vorangestellt wird. Auf diese Weise wird jede Tabelle exklusiv für einen Mandanten genutzt. Dieser Ansatz ist sinnvoll, wenn die Anzahl der Datenbanken begrenzt ist.

Einer der einfachsten Ansätze ist das Basic Table Layout [AG08]. Bei diesem Ansatz existiert eine Tabelle, in der alle Mandanten eingetragen werden. In allen weiteren Tabellen wird eine Spalte eingeführt, in der die MandantenID eingetragen wird. Das Extension Table Layout [AG08] basiert auf gemeinsam genutzten Tabellen mit MandantenID und erlaubt mandantenspezifische Erweiterungen. Die Zuordnung zu den Mandanten erfolgt über die MandantenID. Mandantenspezifische Attribute werden in separaten Tabellen gespeichert, wobei der Bezug zum Mandanten über Joins mit den zu erweiternden Tabellen realisiert wird.

Einen ganz anderen Ansatz verfolgt das Universal Table Layout [AG08]. Alle Daten werden in einer großen Tabelle gespeichert. Dieser Ansatz lässt sich sehr gut mit NoSQL-Datenbanken umsetzen.

Ein weiterer Ansatz ist das Pivot Table Layout [AG08]. Bei diesem Layout existiert pro Datentyp eine Tabelle. In den Tabellen werden zusätzlich zum eigentlichen Wert eine MandantenID, ein Tabellenname, eine Spalte und eine Zeile gespeichert. Im Gegensatz zum Pivot Table Layout kann eine Tabelle beim Chunk Table Layout mehrere Inhaltsspalten mit unterschiedlichen Datentypen enthalten. Im Chunk Folding-Ansatz hingegen wird der Extension Table-Ansatz mit dem Chunk Table-Ansatz kombiniert.

4 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Artikels wurden verschiedene Ansätze zur Realisierung der Mandantenfähigkeit in der Persistenzschicht identifiziert. Die Ansätze des Basic und Extension Table Layouts sind für vergleichsweise statische Webanwendungen zu bevorzugen, wohingegen die anderen Ansätze eine hohe Dynamik der Webanwendungen erlauben. Der zu favorisierende Ansatz der jeweiligen Webanwendung muss anhand der konkreten Anforderungen (Anzahl der Mandanten, Größe der Sicherheitsanforderungen, Grad der Individualisierung) ausgewählt werden.

Literaturverzeichnis

[AF11] Armbrust, M.; Fox, A.; Friffith, R.; Joseph, A. D.; Katz, R. et. al..: Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, Technical Report, University of Berkeley, 2009.

[BP12] Brüstel, J.; Preuss, T.; Schwenke, C.; Wieczorek, D.: An Architecture for eGovernment Social Web Applications: Proc. of the 6th Workshop on Engineering of Complex Distributed Systems, 2012.

[AG08] Aulbach, S.; Grust, T.; Jacobs, D.; Kemper, A.; Rittinger, J.: Multi-tenant databases for software as a service: schema-mapping techniques: Proc. of ACM SIGMod, 2008.

[SR12] Staten, S.; Rymer, J. R.: Understanding Clouds Multi-tenancy: Forrester Report, 2012.

Synchronisation in mobilen Sensornetzwerken mit Smartphone-Technologie

Manuel Strüning, David Sommer, Martin Golz

Fachhochschule Schmalkalden, Fakultät Informatik
m.struening@fh-sm.de, d.sommer@fh-sm.de, m.golz@fh-sm.de

Abstract: Der Einsatz drahtloser Sensornetzwerke für die Charakterisierung der Schwingungsdynamik von komplexeren mechanischen Systemen ist besonders für schnelle Prototypentwicklungen interessant, weil ohne größeren Aufwand die Sensorlokalisationen verändert werden können und nach verschiedenen Kriterien, wie maximales Signal-Rausch-Verhältnis oder statistische Unabhängigkeit, optimiert werden können. Der Beitrag geht auf die Möglichkeiten zur Synchronisation eines mobilen Sensornetzwerkes ein, das Smartphones als Sensorknoten verwendet.

1 Einleitung

In diesem Artikel soll die Synchronisationsgenauigkeit eines Smartphone-Sensornetzes untersucht werden, das mittels Beschleunigungssensoren Prognosen über die Charakteristik gedämpfter Schwingungen eines komplexeren mechanischen Systems erlauben soll. Die in der prototypischen Anwendung enthaltene Mustererkennungsprozesskette zur Charakterisierung des Schwingungsdämpfersystems wird in einer späteren Publikation erfolgen. Die Anwendung selbst kann aus rechtlichen Gründen nicht näher beschrieben werden.

2 Experimentelle Untersuchungen

Der implementierte Synchronisationsalgorithmus wurde auf mehreren Smartphone-Geräten evaluiert, indem alle Sensorknoten annähernd dem gleichen durch Stoßimpuls angeregten Schwingungsvorgang ausgesetzt wurden. Der Zeitversatz der Slave-Signale zum Master-Signal und ein Ähnlichkeitsmaß beider Signale wurde über Kreuzkorrelation berechnet (Abbildung 1). Der Zeitversatz Δt wurde mit dem Mittelwert der Zeitversätze aller drei Beschleunigungssignale (Achsen) ermittelt. Der maximale Kreuzkorrelationskoeffizient C entspricht der Höhe des globalen Maximums und wurde ebenfalls durch Mittelung der Koeffizienten aller drei Achsen berechnet. Der Koeffizient wurde zuvor wie üblich normiert, indem die Autokorrelationsfunktionen beider korrelierter Signale auf ihr Maximum normiert wurden.

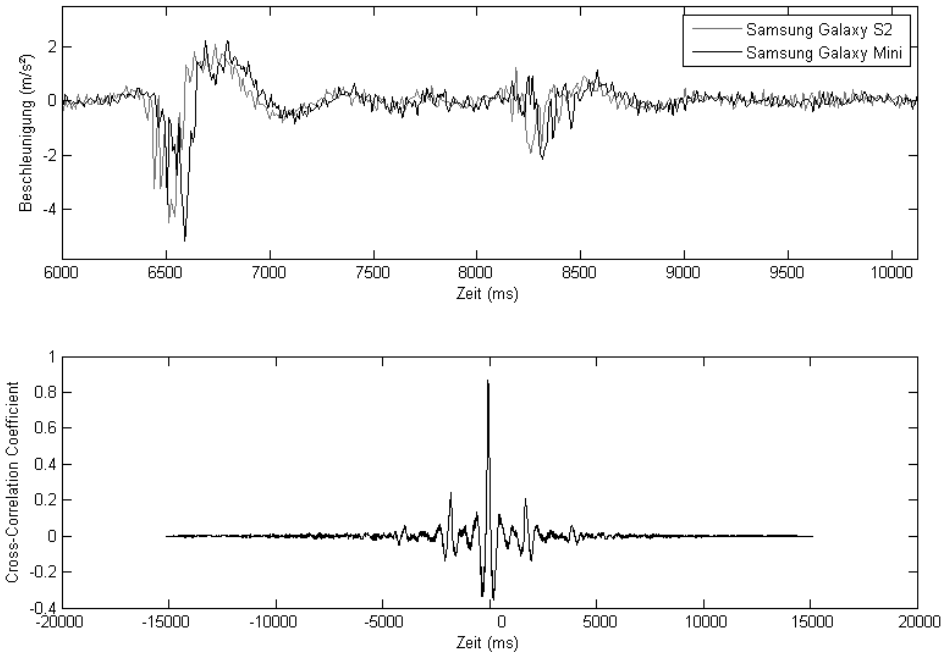


Abbildung 1: Kreuzkorrelation eines Slave-Signals zum Master-Signal

Kreuzkorrelation mit Samsung Galaxy S2		**Huawei Ideos X3**	**Samsung Galaxy Mini**	**Samsung Galaxy Gio**	**Ainol Novo7 Elf**
Messung 1	Δt	-14,3ms	8,3ms	4ms	11,7ms
	C	96,7%	79,6%	75,8%	71,6%
Messung 2	Δt	9,3ms	1ms	18ms	103,3ms
	C	93,8%	92,3%	79,6%	44,3%
Messung 3	Δt	11ms	5,3ms	12ms	380ms
	C	88,8%	77,6%	87,5%	38,5%
Messung 4	Δt	-22ms	1,7ms	17ms	6,7ms
	C	88,2%	86%	80,3%	62%
Arithm. Mittel	Δt	-4ms	4,1ms	12,8ms	125,4ms
	C	91,9%	83,9%	80,8%	54,1%
Standardabweichung	Δt C	±16,7ms	±3,4ms	±6,4ms	±175,4ms
Durchschnittl. Abtastrate	f_S	101Hz	94Hz	93Hz	5Hz

Tabelle 1: Messergebnisse (Δt=Verschiebung, C=Kreuzkorrelationskoeffizient)

3 Fazit

Sensornetze mit ausgewählten Smartphones können mittels Bluetooth 2.1 ohne größere Probleme mit einer Genauigkeit von ca. 20 ms synchronisiert werden.

Identifikation von Anwendungsfeldern der Technologie bei autonomen fliegenden Robotern in Projekten zwischen Hochschule und Wirtschaft

Stefan Schön, Ricardo Band, Johann Pleban, Reiner Creutzburg, Arno Fischer

Brandenburg University of Applied Sciences, Department of Informatics and Media
Magdeburger Straße 50, D-14770 Brandenburg, Germany

{schoen|band|pleban|creutzburg|fischer}@fh-brandenburg.de

Abstract: Das Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick über den weiten Bereich der möglichen Anwendungen von autonomen fliegenden Robotern in Projekten bei Hochschule und Wirtschaft zu geben. Insbesondere wird auf den aktuellen Stand in Wirtschaft und Wissenschaft eingegangen und ihr Potential in zukünftigen Anwendungen in der Wirtschaft ausgearbeitet.

Ein unbemanntes Luftfahrzeug (UAV), gemeinhin als Drohne bezeichnet, ist ein Flugzeug ohne einen menschlichen Piloten an Bord. Sein Flug wird entweder autonom, mit Hilfe von Computern im oder außerhalb des Fahrzeugs, gesteuert, oder unter der Fernsteuerung eines Navigators. Es gibt eine breite Vielfalt von Drohnen bezüglich Form, Größe, Merkmale, und Konfiguration. Sie wurden zunächst überwiegend für militärische Anwendungen entwickelt und eingesetzt. Zu den bekanntesten Vertretern gehören die vom US Militär eingesetzten Predator und Global Hawk Drohnen. Inzwischen werden Drohnen aber auch in großer Zahl für zivile Anwendungen eingesetzt.

Der zurzeit häufigste und dementsprechend bekannteste Einsatzzweck von Drohnen ist militärischer Art. Drohnen werden zur Überwachung und zum gezielten Ausschalten von gegnerischen Zielen verwendet, aktuell fast ausnahmslos von westlichen Nationen in Gebieten des Nahen Ostens. Von daher soll in dieser Arbeit auf Einsatzmöglichkeiten eingegangen werden die zum Teil bereits im zivilen Sektor angewandt werden, jedoch noch nicht in einem breiten Umfeld wie dies möglich wäre. Die Fähigkeiten der Drohnen, welche sie so interessant für das Militär machen, bieten auch im zivilen Sektor vielfältige Einsatzpunkte. Dazu zählt vor allem dass sie recht kompakt sein können und keinen Piloten benötigen. Aktuelle Einsteigermodelle sind bereits ab 300 € zu haben, auch wenn deren Flugzeit mit 10 Minuten noch äußerst eingeschränkt ist. Dies zeigt jedoch, dass Drohnen kostengünstig in größeren Mengen eingesetzt werden können, ganz im Gegensatz zu Helikoptern oder Flugzeugen. Als Einsatzzweck der UAVs bietet sich die Überwachung großer Bereiche und/oder von Gebieten die nur schwer zugänglich sind, entweder aufgrund des Terrains oder der Umwelteinflüsse, an. Ein Bereich bei dem die UAV-Fähigkeiten besonders gut eingesetzt werden können ist die Überwachung von Gas- und Ölpipelines. Pipelines sind vor allem in Gebieten verlegt die

widrige Umstände haben. So zum Beispiel in Gebieten nördlich des Polarkreises, oder in Wüstengegenden. Aufgrund der Länge von Pipelines wird außerdem eine große Reichweite benötigt. So ist beträgt die Länge des „Central Europe Pipeline System“ insgesamt rund 5000 km. Ein weiteres potenzielles Einsatzgebiet für UAVs sind sogenannte „Search and Rescue“ (SAR) Missionen. Im Falle einer Naturkatastrophe, wie dem Tōhoku Erdbeben in Japan das zur Nuklearkatastrophe von Fukushima führte, ist das Auffinden von Überlebenden, welche möglicherweise medizinische Hilfe benötigen, von größter Wichtigkeit. Wenn Infrastruktur zerstört wurde und bestimmte Gebiete schwer zugänglich sind bieten Drohnen die ideale Möglichkeit Personen aufzufinden. Gleichzeitig kann es von Vorteil sein UAVs zur Kartografierung zu nutzen, da je nach Katastrophenart jegliches Kartenmaterial nutzlos ist. So wurden nach der Katastrophe von Fukushima mehrere UVs eingesetzt um 3D-Modelle von Gebäuden zu erstellen. Dazu wurden zum einen Bodenroboter genutzt, welche mit einem 3D-Scanner ausgestattet sind. Außerdem wurden spezielle Bodenroboter verwendet, welche UAVs innerhalb des Gebäudes absetzen können. Diese, mit einem rotierenden 3D-Laserscanner ausgestatteten, UAVs kartieren dann das Gelände erneut und erfassen aufgrund des Höhenunterschiedes Bereiche die der Bodenroboter nicht erkennen kann. Außerdem sind sie in der Lage autonom vom Trägerroboter zu starten und auch wieder auf ihm zu landen. So wird es möglich ein Gebiet vollständig autonom zu erfassen und durch verschmelzen der verschiedenen 3D-Aufnahmen eine umfassende 3D-Karte zu erstellen [1]. Obwohl die meisten Ansätze bei „Search and Rescue“ Missionen sich darauf beziehen dem Rettungsteam zu helfen und so Verletzte/-misste indirekt zu unterstützen, gibt es auch Ansätze mit UAVs direkt einzugreifen, wie zum Beispiel durch Abwurf von (medizinischen) Hilfsgütern.

Obwohl Drohnen in immer mehr Bereichen genutzt werden, so gibt es doch einige Punkte die einen Einsatz stark erschweren. Einer von diesen stellt das autonome Verhalten dar. Im praktischen Einsatz werden bisher alle Drohnen von einem Piloten überwacht, der Befehle an UAVs gibt und somit einen essentiellen Part der Drohnenfunktionalität übernimmt. Die Ursache dessen liegt darin, dass Drohnen bisher nur in einem eng begrenzten Bereich autonom handeln können. Kleinste Abweichungen führen mitunter zum vollständigen Versagen und bei entsprechender Flughöhe damit automatisch zum Verlust der Drohne. Neben den technischen Herausforderungen gibt es auch politische Bedingungen die noch erfüllt werden müssen. So ist es bisher in Europa und der USA nicht erlaubt UAVs im kommerziellen Luftraum zu benutzen. Entsprechende Anhörungen und Gesetzesvorschläge wurden in den USA und Deutschland bereits vorgelegt. In Deutschland ist unter der Drucksache 17/8098 vom 08.12.2011 ist eine Novellierung der deutschen Luftfahrtgesetzgebung erstmalig unter Berücksichtigung von Drohnen geplant. Insbesondere sollen Drohnen als Luftfahrzeuge anerkannt werden und somit ihre Anwendung im Wirtschaftsraum Deutschland gesetzlich geregelt werden. Damit eröffnen sich für eine Vielzahl von nichtmilitärischen Anwendungen neue Geschäftsfelder.

[1] V. Kumar, N. Michael, K. Yoshida, K. Naganati, S. Tadokoro und K. Ohno, „Aerial Robots for Rapid Response: Remote Autonomous Exploration and Mapping,“ 5 2 2012. [Online]. Available: http://nees.org/resources/4201/download/NSF_RAPID_Poster.pdf. [Zugriff am 30.12.2012].

Ontologies for Information Extraction in Forensic Texts

Michael Spranger, Stefan Schildbach, Dirk Labudde

Department of MNI
University of Applied Sciences Mittweida
Technikumplatz 17
09648 Mittweida
{name.vorname}@hs-mittweida.de

In the field of criminal proceedings often a large quantity of textual material is confiscated or secured by persons involved in the investigation for evaluating and conserving of evidential information. Many interdisciplinary tasks have to be done and many questions have to be answered due to the exploration of such texts. The difficulty lays in the identification of valid relations between entities on the one hand and the adherence to time-limits and data privacy-protection on the other. Applying computer linguistic methods for exploration of this data and supporting the criminalistic investigations in this way is currently evaluated by the authors. In this work a meta-model for representing ontologies as part of this project is presented.It allows to model complex structures for uncovering whole offender networks even if the empiric authors of the incriminated texts have different verbal skills. In this project we use a modified variant of the topic map standard to model an ontology, where the created model is based on the contents and thoughts of the ISO standard without claiming a full implementation of all parts. In general, major semantic elements can be considered to be present in the model while most syntactic elements have been replaced with elements as required by a model driven software development.

Especially the use of *scopes* within topic maps is a significant advantage for modelling multilingualism and improves the determination of meanings. In the field of crime sciences and forensic linguistics multilingualism is not only restricted to native and foreign languages, moreover it's possible to integrate slang afflicted language groups, dialects and different verbal skills. Furthermore, *scopes* offer one possibility to solve the hidden semantics problem, by annotating one or more different meanings directly to the particular topic. In this context, the term *hidden semantics* is synonymous with one kind of linguistic steganography.

Figure 1 is demonstrating an application of the topic map derivative as developed under this work for modelling a criminalistic ontology – a simple case of uncovering a ring dealing with stolen goods. The shown extract does not cover all elements of the topic map model implemented.

The core objects in the example network are highlighted by the number *1* – the persons Vince, Tom, Finn and Brian, as well as the item watch. Associations specified through descriptive topics between these objects are highlighted with the number *2*. A specified role, taken by an object within an association, is highlighted with the number *3*. As elucidated,

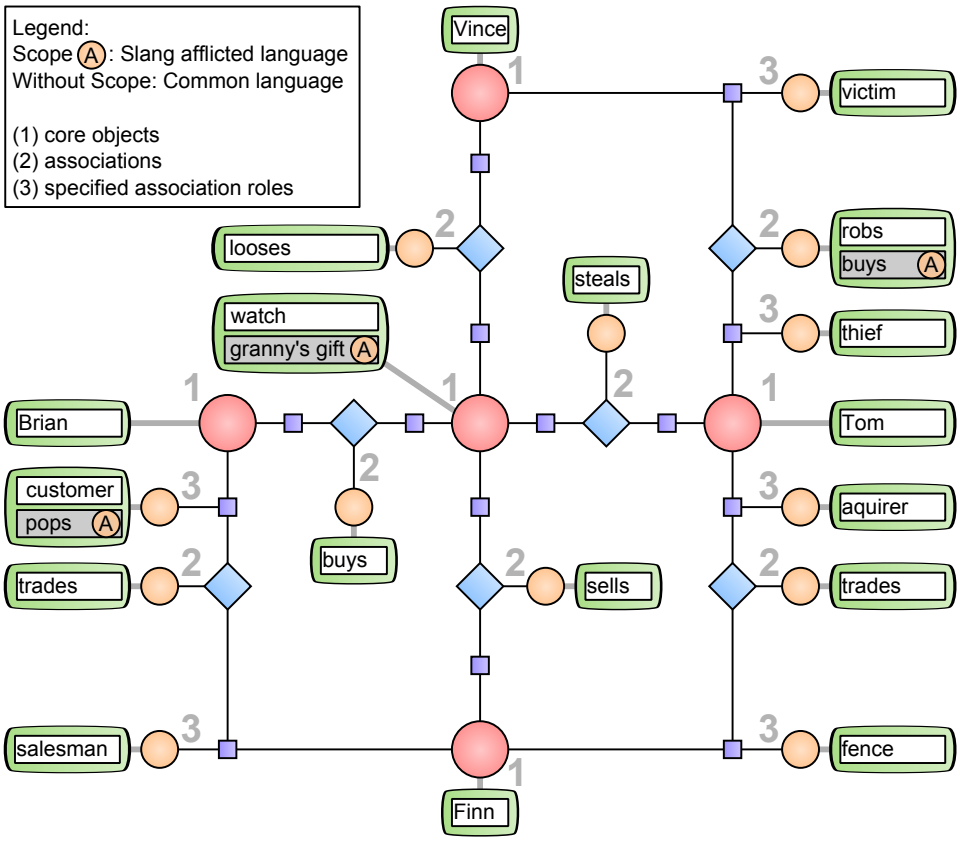


Figure 1: Extract of an ontology used for the description of property crimes. It demonstrates a typical interaction of the different topic map elements, whereas familiar relations are not included here.

the structure mentioned gives the advantage that special requirements in the considered domain can be modelled explicitly. In this way the expression of different verbal skills as well as hidden semantics is feasible.
An editor for dealing with crime-ontologies as part of the OBIE-system mentioned earlier has been developed and is currently under evaluation. In the next steps, crime-ontologies will be integrated in the IE process to serve as templates for entity recognition and presentation models for results.

Acknowledgment The authors would like to thank the members of the criminal investigation department Chemnitz/Erzgebirge (Germany). We acknowledge funding by "Europäischer Sozialfonds" (ESF), the Free State of Saxony and the University of Applied Sciences Mittweida.

Konzeption von praktischen Übungen mit autonom fliegenden Robotern in der Ausbildung von Informatik-Studenten

Stefan Schön, Ricardo Band, Johann Pleban, Reiner Creutzburg, Arno Fischer

Brandenburg University of Applied Sciences
Department of Informatics and Media
Magdeburger Straße 50
D-14770 Brandenburg, Germany
{schoen|band|pleban|creutzburg|fischer}@fh-brandenburg.de

Abstract: Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Nutzen eines Konzepts von praktischen Übungen zum Studium autonomer Flugroboter für Informatik-Studenten in einem universitären Umfeld zu demonstrieren. Es wird gezeigt, wie die Studenten in verschiedenen Übungen Flugroboter (Drohnen, Quadrocopter, Octocopter, Hubschrauber, ...) zusammenbauen, programmieren, fliegen, navigieren, vernetzen, Foto- und Video Tasks lösen und dadurch ihre Fähigkeiten und theoretischen sowie praktischen Kenntnisse in verschiedenen Informatik-Gebieten erweitern und verbessern können.

Ein unbemanntes Luftfahrzeug (UAV), welches gemeinhin als Drohne bezeichnet wird, ist ein Flugzeug ohne einen menschlichen Piloten an Bord. Wie bei vielen anderen Entwicklungen stammt auch diese aus dem militärischen Bereich. Das Ziel der UAV-Entwicklung ist es, den Piloten von den Kampfzonen fern zu halten und damit die Anzahl der eigenen Opfer im Krieg möglichst zu vermeiden. Inzwischen werden Drohnen auch in zivilen Bereichen eingesetzt, da das enorme Potenzial dieser Fluggeräte erkannt wurde. Dazu gehört in erster Linie der autonome, beziehungsweise ferngesteuerte, Flug. So eignen sich Drohnen zur autonomen Überwachung von bestimmten Gebieten, wie Pipelines oder Solaranlagen. Aber auch bei „Search and Rescue“ Missionen werden zunehmend UAVs genutzt. Im Rahmen dieser Arbeit soll aufgezeigt werden inwiefern Drohnen im Informatikstudium genutzt werden können, zum Beispiel im Rahmen eines Komplexpraktikums.

In einem Komplexpraktikum sollen den Studenten anhand von praktischen Aufgaben typische Bereiche der möglichen späteren Arbeitsgebiete näher gebracht werden. In dem Praktikum werden unabhängig voneinander verschiedene Aufgaben innerhalb einer bestimmten Zeit gelöst. Die Einsatzgebiete von Drohnen bedienen sich unterschiedlicher Bereiche der Informatik, daher bietet es sich hier an, verschiedene Aufgaben anzubieten die alle im Gebiet der Drohnen angesiedelt sind.

Diese Aufgaben können in je einem Block als eine Herausforderung behandelt werden. Sie können auf eine Hauptaufgabe ausgerichtet werden. Als Beispiel der Hauptaufgabe

sei hier die Rettung einer Person genannt. Hierzu lassen sich die einzelnen Aufgaben ableiten:

- Suche in unbekanntem bzw. wechselndem Gebiet. Zur Vereinfachung könnte man zunächst eine einfache Fläche annehmen. Darauf aufbauend dann die Erkennung von Objekten in Gebäuden. In diesem Fall kommt die Erfassung der Einsatzumgebung als weitere Herausforderung dazu, so können unterschiedliche Suchverfahren zur Abstandserkennung und deren Effizienz untersucht und ausgewertet werden.
- Das Erkennen des Zielobjektes. Hierzu müssen die Bilder der Kamera ausgewertet werden, z.B. ob eine Person erfasst wurde. (Bildverarbeitung)
- Aufgrund der mittlerweile sehr geringen Anschaffungskosten der Drohnen bietet es sich außerdem an, mehrere Drohnen gleichzeitig einzusetzen, hierzu müssten sich die Drohnen organisieren und in Gruppen zusammenarbeiten. Als Einstieg bietet es sich hier an eine Drohne einen vorher festgelegten Weg abfliegen zu lassen, eine zweite Drohne muss dieser dann in entsprechendem Abstand folgen. Durch Hinzufügen weiterer Drohnen lassen sich die Anforderungen an die Algorithmen für KI- und Schwarmverhalten entsprechend erhöhen.
- Möglicherweise müssen weitere Sensoren eingebunden werden, dazu müssen natürlich die Programme angepasst werden. Außerdem können Daten mehrerer Sensoren fusioniert werden um weitere Informationen zu erlangen [1].

Neben den Bereichen der Informatik werden auch andere Fachgebiete erfasst:

- Je nach Einsatzgebiet werden Sicherheitsanforderungen an die Drohne gestellt, wie technischer Diebstahlschutz.
- Natürlich muss auch der Datenschutz betrachtet werden, wie werden die Daten behandelt die aufgezeichnet und gespeichert werden, oder unter welchen rechtlichen Bedingungen Bildaufnahmen überhaupt zulässig sind.
- Sollen mithilfe der Drohne Waren automatisiert ausgeliefert werden, müssen entsprechende Halterungen oder andere Möglichkeiten geschaffen werden diese zu transportieren.
- Wenn die geplante Einsatzzeit der Drohnen die Akkuleistung übersteigt, müssen Verfahren entwickelt werden um eine kontinuierliche Stromversorgung zu ermöglichen, dies wäre als eine Art Drohnenladestation anzusehen. Diese Station könnte vollkommen autonom Arbeiten und möglicherweise selbst eine am Boden fahrende Drohne sein.

In diesem Beitrag wurde eine Zusammenstellung von Anwendungsfeldern für Übungen bei autonom fliegenden Robotern im universitären Umfeld gegeben. Es zeigt sich, dass UAVs enorm vielseitig eingesetzt werden können und somit hervorragend geeignet sind wichtige Konzepte der Informatik interessant zu vermitteln.

[1] S. Baluta, „An Introduction to Orientation Kinematics,“ 27 5 2011. [Online]. Available: http://www.starlino.com/dcm_tutorial.html. [Zugriff am 6.1.2012].

Segmentierung und Merkmalsdefinition mehrkanaliger Messdaten zur Prognose bei einem punktförmigen Fügeverfahren

Benjamin Arndt, Benjamin Hoffmann

Fachhochschule Brandenburg, Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg an der Havel

arndbenj@fh-brandenburg.de, hoffmanb@fh-brandenburg.de

Abstract: Bei punktförmigen Fügeverfahren spielt der richtige Zeitpunkt des Elektrodenwechsels eine kritische Rolle. Kann die Standzeit anhand eines Prognosemodells optimiert werden, sind jährliche volkswirtschaftliche Einsparungen in Millionenhöhe zu erwarten. Diese Arbeit beschreibt die Phase der Aufbereitung, explorativen Analyse und Merkmalsextraktion an einer realen Datenmenge. Die Merkmalsextraktion aus den multivariaten Zeitreihen erfolgt mit Hilfe einer angepassten robusten Segmentierung in Prozessphasen und anschließender Merkmalsdefinition mit deskriptiver Statistik. Konkrete Kanalbezeichnungen und Modelle sind für die dargelegte Methode nicht wesentlich und werden nicht genannt. Eine erste Evaluation der generierten Merkmalsmenge erfolgt im zweiten Beitrag der Arbeitsgruppe.

1 Einleitung

In Kooperation mit der Technischen Universität Dresden und einem Partner in der Industrie werden in dieser Arbeit aufgenommene Messwerte beim Widerstandspunktschweißen betrachtet. Ziel dieser Arbeit ist die Merkmalsdefinition und -extraktion zur korrekten Vorhersage von aufwendig zu messenden Eigenschaften (Zielgröße) von Schweißpunkten aus den beim Schweißen gemessenen Größen. Sechs separate Versuchsreihen mit rund 2.000 Schweißpunkten liegen als Datenbasis vor. Insgesamt sind nur 400 dieser Punkte klassifiziert. Für jeden der circa 12.000 Schweißpunkte wurden zehn verschiedene Prozessgrößen (Kanäle) mit etwas weniger als 40.000 Werten aufgenommen.[1]

2 Explorative Analyse

Die explorative Analyse der Daten ermöglicht das Auffinden von Fehlern, möglicher Segmente und interessanter Merkmale. Dazu wurden die Daten auf verschiedene Arten dargestellt. Wertereihen eines einzelnen Punktes wurden in einem Diagramm visualisiert. Je Kanal wurde eine Abbildungen erstellt, die die Werte des entsprechenden Kanals über alle 2.000 Datensätze einer Versuchsreihe darstellt. Eine andere Visualisierung betrachtet die Werte eines Kanals aller klassifizierten Datensätze, die absteigend nach ihrer Zielgröße sortiert wurden.

3 Segmentierung und Merkmalsextraktion

Die Unterteilung einer Wertereihe in mehrere Segmente ermöglicht die Identifizierung von homogenen Bereichen. Witkin beschreibt in [Wit83] das Scale-Space Filtering als parameterfreie Methode zur datenbasierten Segmentierung 1-dimensionaler Wertereihen. Im Gegensatz zu Witkin, welcher die Nullstellen der zweiten Ableitung betrachtet, werden in dieser Arbeit zur Segmentierung die Extrema der zweiten Ableitung betrachtet und als Segmentgrenzen verwendet. Zwei ausgewählte Kanäle werden segmentiert. Die Indizes der drei größten Maxima und drei kleinsten Minima der geglätteten, zweiten Ableitung

[1] Aus Gründen der Geheimhaltung werden Details der vorliegenden Daten nicht betrachtet.

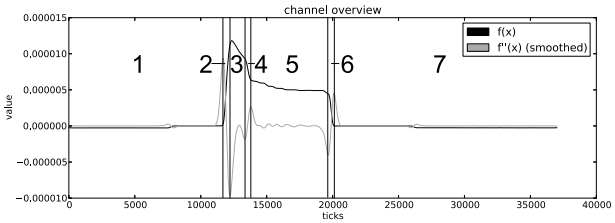


Abb. 1: Segmentierung anhand der geglätteten zweiten Ableitung

der geglätteten Wertereihe stellen die Segmentierungsgrenzen dar. Abbildung 1 zeigt die entstehenden sieben Segmente eines Kanals. Die verbleibenden Kanäle werden mittels der gleichen Stellen segmentiert.

Zur Merkmalsextraktion wird in [Wan03] eine sehr gut funktionierende, schnelle Vorgehensweise zur Liederkennung beschrieben, welche Zeit-Frequenz-Konstellationen ausnutzt. [FYM+12] beschreibt einen Ansatz zur Klassifizierung von Objekten durch Ultraschall mit einer Merkmalsextraktion im Spektrogramm der Daten. Die entstehenden Merkmale sind nicht sehr transparent. Zur Generierung einer großen Anzahl unterschiedlicher, möglichst transparenter Merkmale werden deshalb bei uns für jedes Segment aller Kanäle die folgenden Merkmale bestimmt: Segmentlänge, Segmenthöhe, Minimum, Maximum, arithmetischer Mittelwert, Standardabweichung; erstes, zweites (Median) und drittes Quartil; Anzahl der Minima und Maxima und das Maximum und den Mittelwert der Autokorrelation. Zusätzlich werden neue Kanäle aus Verknüpfung (Subtraktion/Division) anderer, passender Kanäle berechnet und für die Merkmalsextraktion verwendet.

4 Fazit

In dieser Arbeit wurde ein Vorgehen zur Sichtung der Daten und zur Extraktion einer Vielzahl unterschiedlicher Merkmale vorgestellt. Der Prozess von der 200 GB umfassenden Datenmenge bis hin zu einer 140 MB großen Objekt-Merkmalstabelle im CSV-Format wurde erfolgreich umgesetzt. Die visuelle Analyse der Daten ermöglichte das Auffinden von Fehlern. Insgesamt umfasst die erstellte Tabelle 11.518 Datensätze mit je 1.097 Merkmalen. Das weitere Vorgehen der Merkmalsselektion und die Erstellung eines transparenten Modells [BHS07] wird in [MM12] näher erläutert.

[BHS07] Ingo Boersch, Jochen Heinsohn, and Rolf Socher. *Wissensverarbeitung: Eine Einführung in die Künstliche Intelligenz für Informatiker und Ingenieure*. Spektrum Akademischer Verlag, 2007.

[FYM+12] Matthias O. Franz, Yossi Yovel, Mariana Laura Melcon, Peter Stilz, and Hans-Ulrich Schnitzler. Systematische Merkmalsbewertung in komplexen Ultraschallsignalen mit Lernmaschinen. *Informatik Spektrum*, 35(5):348–353, 2012.

[MM12] Curtis Mosters and Josef Mögelin. Merkmalsselektion und transparente Modellierung zur Prognose einer Zielgröße bei einem punktförmigen Fügeverfahren. Technical report, FH Brandenburg, 2012.

[Wan03] A. L. Wang. An industrial-strength audio search algorithm. In *ISMIR 2003, 4th Symposium Conference on Music Information Retrieval*, pages 7–13, 2003. S. Choudhury and S. Manus, Eds., The International Society for Music Information Retrieval. http://www.ismir.net: ISMIR, October.

[Wit83] Andrew P. Witkin. Scale-space filtering. In *Proceedings of the Eighth international joint conference on Artificial intelligence - Volume 2*, IJCAI'83, pages 1019–1022, San Francisco, CA, USA, 1983. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Merkmalsselektion und transparente Modellierung zur Prognose einer Zielgröße bei einem punktförmigen Fügeverfahren

Josef Mögelin, Curtis Mosters
Fachhochschule Brandenburg, Magdeburger Straße 50, 14770 Brandenburg an der Havel
moegelin@fh-brandenburg.de, mosters@fh-brandenburg.de

Abstract: In einem punktförmigen Fügeverfahren ist der rechtzeitige Wechsel der Elektrode von großer Bedeutung. Aus Sicherheitsgründen wird in der Praxis zu früh getauscht und wetvolle Ressourcen vergeudet. Diese Arbeit beschreibt die ersten Schritte zur Problemlösung mit Methoden des Data Mining, indem der Punktdurchmesser der Schweißlinse aus gemessenen Prozessparametern geschätzt wird. Der Vergleich von Verfahren der Merkmalsselektion ergab eine prinzipielle Eignung der Hauptkomponentenanalyse bei der Verwendung von Modellbäumen. Die erwartete Güte des finalen Modells ist mit einer Erfolgsraten mit 65% noch gering, stellt aber eine erste Baseline dar.

1 Einleitung

In Kooperation mit der TU Dresden und einem Partner aus der Industrie werden Daten-eines ausgewählten kompletten fügetechnischen Prozesses genauer betrachtet. Ziel dieser Arbeit ist die Merkmalsselektion und Modellerzeugung zur Prognose einer Zielgröße aus den Messdaten eines Schweißvorganges und die anschließende Bewertung dieses Modells. Eine Schwierigkeit beim Data Mining und speziell bei dieser Aufgabe stellt die umfangreiche Menge an Wertereihen mit einer sehr geringen Menge an klassifizierten Daten dar. Insgesamt stehen sechs Versuchsreihen mit jeweils annähernd 2000 Schweißpunkten, von denen nur 400 klassifiziert sind, zur Verfügung. In diesem Beitrag werden die Arbeitsschritte bis zur Erstellung eines Modells erläutert und mit verschiedenen Methoden durchgeführt.

2 Vorgehensweise

Zur Erstellung eines Modells für die Prognose einer Zielgröße aus einer Reihe von Messdaten müssen verschiedene Arbeitsschritte nacheinander ausgeführt werden. Insgesamt wurden 1095 Merkmale inklusive der Zielgröße definiert, die nun für diese Arbeit zur Verfügung stehen. Mit diesen Daten werden verschiedene Modellierungsalgorithmen untersucht und anschließend bewertet. Hierfür sind zunächst relevante Merkmale zu extrahieren. Mit der reduzierten Merkmalsmenge werden anschließend Modelle erzeugt, mit deren Hilfe eine Prognose über die gesuchte Zielgröße getroffen werden kann. Es werden drei Selektionsverfahren mit jeweils zwei Lernern kombiniert und anhand zweier Güten bewertet.

3 Merkmalsselektion und Modellerstellung

Für die Selektion der Merkmale werden die Verfahren Chi-Quadrat-Test, Pearson Korrelation und Hauptkomponentenanalyse eingesetzt. Bei der Wahl des Lerners sind verschie-

Kombination	CV-MSE	Ho-MSE	CV-UDE	Ho-UDE
Korrelation + LR	0,686	0,557	64,3%	71,4%
Korrelation + M5P	0,705	0,580	63,5%	71,4%
Chi² + LR	**0,649**	**0,670**	**68,1%**	**77,1%**
Chi² + M5P	**0,656**	**0,654**	**64,7%**	**74,3%**
PCA + LR	0,686	0,557	64,3%	71,4%
PCA + M5P	**0,671**	**0,557**	**65,7%**	**75%**

Tab. 1: Güten der ermittelten Setups: CV = Kreuzvalidierung, Ho = Holdout (Testdaten), MSE = mittlerer quadratischer Fehler, UDE = vom Nutzer definierter Fehler (Erfolgsrate)

dene Aspekte wie Vollständigkeit und Verständlichkeit zu berücksichtigen. [BHS07] Es wurde sich daher auf die Lineare Regression und das M5-Modell [Qui92] konzentriert. Die Bewertung eines Algorithmus' erfolgt durch ein oder mehrere Gütemaße. Für dieses Projekt werden der *mean squared error* und ein *user defined error* (UDE) zur Bewertung verwendet. Der UDE kontrolliert, ob der prognostizierte Wert nicht mehr als 10% vom realen Wert abweicht. Oftmals sind Modelle zu sehr an ihre Trainingsdaten angepasst. Zur Evaluation der Ansätze wird die Datenmenge geteilt in 90% Trainingsdaten und 10% Testdaten. Innerhalb der Trainingsdaten werden optimale Parameter für die einzelnen Ansätze mit Hilfe einer 10-fachen Kreuzvalidierung bestimmt. Auf Stratifikation wird verzichtet. Die jeweils besten Modelle der einzelnen Ansätze werden mit den kompletten Traingsdaten erzeugt und zur Prediktion auf die Testmenge angewendet. Das *Algorithm Model* repräsentiert die Merkmalsselektion, die Wahl des Lernalgorithmus' und die Wissensrepräsentation.

4 Fazit

Es wurden insgesamt sechs mögliche Kombinationen von Lernern und Wissensrepräsentationen untersucht (siehe Tabelle1). Die besten Ergebnisse ergaben die Selektion anhand stochastischer Abhängigkeit (Chi²) und die Hauptkomponententransformation mit Modellbäumen. Dennoch sind die Ergebnisse nicht so eindeutig, dass eine Methode deutlich dominiert. Die ähnliche Größenordnung der Fehler aus der Kreuzvalidierung und der Testmenge deuten darauf hin, dass noch kein Overfitting bei der Parameteroptimierung auftritt. Der MSE erwies sich als geeinetes Kriterium zur Optimierung des für den Anwender wichtigen UDE. Wie die bisherigen Werte gezeigt haben, werden die Ergebnisse noch nicht zufriedenstellend sein. Ungefähr die Hälfte aller Vorhersagen für die Zielgröße liegt bisher im 10%-Kanal (UDE). Die bisherige Arbeit stellt nur einen Zwischenschritt auf dem Weg zu einem möglichst guten Modell dar. In nächster Zeit werden Verbesserungen im gesamten Prozess versucht vorzunehmen, um das Modell weiterzuentwickeln. Das größte Problem ist und bleibt jedoch die geringe Anzahl an klassifizierten Daten. Je weniger Wissen zur Verfügung steht, desto schwieriger und aufwändiger ist es, erfolgreiche Schlüsse daraus zu ziehen.

[BHS07] I. Boersch, J. Heinsohn, and R. Socher. *Wissensverarbeitung: Eine Einführung in die Künstliche Intelligenz für Informatiker und Ingenieure*. Sav Informatik. Spektrum Akademischer Verlag, 2007.

[Qui92] Ross J. Quinlan. *Learning with Continuous Classes. In: 5th Australian Joint Conference on Artificial Intelligence*, pages 343–348. Singapore, 1992.

Prototypische Implementierung eines forensischen Tools zur Untersuchung der Windows-Registry

Christian Leube, Knut Kröger, Reiner Creutzburg

Fachhochschule Brandenburg
Fachbereich Informatik und Medien
Magdeburger Straße 50
D-14770 Brandenburg an der Havel, Germany
{leube|kroeger|creutzburg}@fh-brandenburg.de

Für die Analyse der Windows-Registry stellt der Softwaremarkt zahlreiche sogenannte Registry-Editoren zur Verfügung. Ist eine umfangreiche Analyse der Registry erforderlich, erweist sich die Arbeit mit jedem Registry-Editor jedoch als äußerst mühselig und umständlich.
Die Entwicklung eines Programms zur einfachen, automatisierten und erweiterbaren Analyse ist daher erforderlich. Die Konzeption und Implementierung eines entsprechenden Analyse-Programmes in Form eines Prototyps wird in diesem Beitrag vorgestellt.
Die Windows-Registry ist eine hierarchische Datenbank, welche Einstellungen und Parameter für das Betriebssystem, die Nutzer, Programme und Hardware speichert. Zu den Nutzerbezogenen Daten gehören beispielsweise die Historie, Lesezeichen und Download-Verzeichnisse (IE), eine Liste der zuletzt verwendeten Dateien, sowie ein Verzeichnis aller vom System erkannten USB-Geräte, Drucker, Netzwerke und Netzwerkumgebungen. Darüber hinaus erhält jedes installierte Programm einen Eintrag in der Registry. Diese Informationen sind für Untersuchungen in der Computer- und Netzwerkforensik von oftmals entscheidender Bedeutung.
Eine genau Betrachtung der Registry bezüglicher der Windows-Versionen (Win95/98/ME/2000/XP/Vista/7) und ihres jeweiligen Aufbaus zeigt, dass einige Schlüssel modifiziert, gelöscht oder neu hinzu gefügt wurden, die grundlegende Struktur jedoch unverändert blieb. Die Speicherung der Registry erfolgt in mehreren Dateien ausschließlich im Dateipfad C:\Windows\System32\config (seit Win8 Windows\System32\config\systemprofile). Eine Ausnahme bildet die Datei ntuser.dat.
Die Registry weist eine ordnerartige Struktur auf, ähnlich einem Dateisystem. Im Fall der Registry sind die Ordner Schlüssel, welche weitere Schlüssel enthalten können. Datensätze sind in dieser Analogie mit Dateien vergleichbar. Jeder Schlüssel kann mehrere Datensätze beinhalten. In diesen Datensätzen werden die eigentlichen Informationen und Parametern für das Betriebssystem, Nutzern, Programmen oder der Hardware gespeichert. Jeder Datensatz besteht aus drei Merkmalen. Der Bezeichnung des Datensatzes, dessen Variablentyp und der Information beziehungsweise dem Parameter, in Form eines Wertes.
Die Wurzel dieser Struktur bilden sogenannte HIVES. Nur zwei dieser HIVES sind echte Wurzeln: HKEY_LOCAL_MACHINE (HKLM), HKEY_USER(HKU). Die drei folgenden HIVES sind jeweils Verknüpfungen beziehungsweise Shortcuts aus den zwei echten€ HIVES.

Der Prototyp ist so konzipiert, dass er die Analyse der Registry durchführen kann, gleich von welcher Windows-Version sie stammt und welche konkrete versionsbedingte Struktur diese aufweist.
Der Nutzer entscheidet frei, welche Schlüssel zu untersuchen sind. Hierzu werden die Informationen, welche Schlüssel ausgelesen werden sollen, strikt vom Code getrennt, in XML-Skript-Dateien festgehalten (siehe Alternative PlugIn-System RR und RD[RegRip, RegDec]). Dabei repräsentiert eine Skript-Datei genau einen Analysevorgang auf beliebig vielen Schlüsseln. Die entsprechende Skript-Datei lädt der Nutzer zur Laufzeit, über ein Auswahlmenü in das Programm.
Zur Wahrung des wohlgeformten Aufbaus der Skript-Dateien, unterliegen diese einer strengen Definition der XML-Struktur durch eine XSD-Datei. So sind die Skript-Dateien für den Nutzer leicht lesbar und zugleich klar definiert. Sie können ohne Kenntnisse einer Programmiersprache beliebig modifiziert bzw. erstellt werden.
Um die Daten aus der Registry forensisch verwertbar zu ermitteln, wird das Laden von DAT-Dateien ermöglicht. Die DAT-Dateien selbst müssen zuvor von dem sichergestellten Datenträger, mittels entsprechender Software extrahiert werden. Der Prototyp leitet aus der geladenen DAT-Datei anschließend die Registry in Form einer Baumstruktur ab. Das Analysieren erfolgt anschließend auf Grundlage der so erhobenen Daten. Optional kann das Analysieren von BackUp-Dateien der Registry ermöglicht werden. Diese müssen ebenfalls zuvor extrahiert werden.
Die Ergebnisse der Analyse werden dem Nutzer zunächst auf der Benutzeroberfläche ausgeben. Anschließend kann der Nutzer, diese als Bericht im txt- oder pdf-Datenformat speichern. Ist ein Drucker angeschlossen, können die Ergebnisse direkt ausgedruckt werden. Für eine effektive Nutzung des Programms wird bei der Benutzeroberfläche auf komplexe bzw. tiefe Menüführung verzichtet. Problemen oder Fehler welche zur Laufzeit auftreten, werden ebenfalls in der Ergebnisausgabe protokolliert.
Implementiert wird der Prototyp Hauptsächlich in der Sprache C# und partiell in ANSII C++. Mit den Prototypen ist es möglich, die Registry eines sichergestellten PCs gezielt auf bestimmte Schlüssel (alle bekannten USB-Geräte oder Nutzer) zu durchsuchen und die gesammelten Informationen in einem forensischen Bericht auszugeben.
Die Registry ist seit Windows 95 fester Bestandteil aller Desktop-Betriebssysteme der Firma Microsoft. Wie das aktuelle Produkt Windows 8 vermuten lässt, wird der Registry auch weiterhin eine zentrale Bedeutung in der Systemverwaltung beigemessen. Diese wurde mit neuen Schlüsseln und HIVES für Apps, Metro-Oberfläche und Sicherheitssysteme erweitert. Durch den Fortbestand der Registry, inklusive aller Daten bezüglich des Computersystems und dessen Nutzer, wird sie auch künftig durch forensische Untersuchengen wertvolle Informationen liefern können.
Mit der Implementierung des Prototyps ist ein effizientes Tool zur Registry-Analyse entstanden, welches vom Nutzer ohne Kenntnis einer Programmiersprache individuell an die bestehende Analysesituation angepasst werden kann. Er muss sich ausschließlich an die Schemavorgabe des XSD halten. Darüber hinaus ist das Programm so konzipiert, dass alle Komponenten in dynamische Bibliotheken gekapselt sind. Dadurch wird eine hohe Wartbarkeit und Wiederverwendbarkeit der Programmteile gewährleistet.

Entwicklung einer ESPI Messmethodik für die Validierung von Zell- oder Gewebedeformationen nach äußerer Anregung

Carsten Stollfuß, Kai-H. Lietzau, Andreas Foitzik

Fachbereich Ingenieurwesen / Wirtschaftsingenieurwesen
TH Wildau
Bahnhofsstraße
15745 Wildau
carsten.stollfuss@th-wildau.de
klietzau@th-wildau.de

Abstract: Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Anwendung der elektronische Specklemuster Interferometrie (ESPI) Technik für den Bereich der Life Science. Ziel ist es, eine Messmethode zu erstellen, um berührungslos Deformationsreaktionen an Zellen zu erfassen, ohne diese vorher präparieren zu müssen.

1 Einleitung

Die ESPI ist ein Verfahren für die Detektion von Oberflächendeformationen. Hierbei werden Specklemuster erzeugt, durch die zu ermittelnde Deformation verändert und die Messinformationen dieser in reale Messwerte umgewandelt. Ihren Ursprung hat die ESPI im Bereich des Maschinenbaus und wird z.B. in der Schwingungsanalyse von Baugruppen in der Automobilindustrie eingesetzt. Hierdurch können Resonanzzentren identifiziert und der Geräuschpegel im Innenraum eines Autos minimiert werden [1]. Dieser Beitrag befasst sich mit der Anwendung dieser Messmethode für die Life Science mit einer sog. Mikro-ESPI. Diese kann Objekte im sub-µm Bereich auflösen, arbeitet zerstörungsfrei und ohne Kontakt zur Probe [2]. In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf der Untersuchung von biologischen Zelldeformationen.

2 Methoden

Für eine Mikro-ESPI Messung wird der Laserstrahl in Objekt- und Referenzstrahl aufgeteilt. Der Objektstrahl beleuchtet über das Objektiv die Probe, wird von dieser reflektiert, über das Objektiv zum unveränderten Referenzstrahl geführt und mit diesem vereinigt, wodurch ein objektspezifisches Interferenzmuster entsteht. Eine Deformation am Objekt verändert dieses Muster, was mittels der Analysesoftware (Frames Plus 6.0.1.) zur Bestimmung dieser Deformation ausgewertet werden kann. Als Adhäsionsmedium für die Zellen dienten Siliziumwafer Stücke (10x10mm^2). Eine definierte Deformation der Zellen wurde über spezielle Probenhalterungs und Anregungs-systeme ermöglicht. Im

Rahmen dieser Arbeit wurden HeLa-Zellen (c=3*10^4 Zellen/ml, 24 h Inkubationszeit) deformiert (Anregungs-substanzen: Eiswasser, steriles deion. Wasser, Trypsin / EDTA, Ceramid–6 und DMSO).

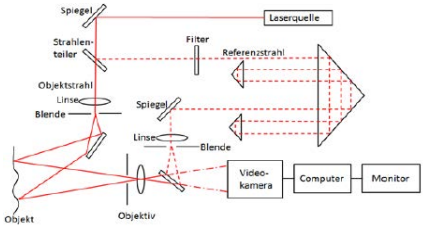


Abbildung 1: schematische Darstellung einer Mikro ESPI

3 Ergebnisse

Die Untersuchungen zeigten, dass die verwendeten Anregungssubstanzen für Mikro-ESPI Messungen geeignet sind und die angestrebten Zellreaktionen analysiert werden konnten. Hierzu sind exemplarisch zwei Ergebnisse (Trypsin/EDTA und DMSO) dargelegt. Diese zeigen die adhärenten Ausgangszellen und die nekrotische bzw. ab-gelöste Zelle nach der Reaktion. Deutlich sind die Deformationen als Einbuchtungen oder Ausbuchtung zu erkennen. Zu erwähnen ist, dass diese Methode nur Deformationen relativ zu einem Referenzzustand und nur in der Z-Ebene (out of plane) aufnimmt. Die genutzte Analysesoftware muss noch an den Mikrometerbereich angepasst werden, da diese ursprünglich für makroskopische Objekte ausgelegt wurde. Im Endergebnis konnte eine neue Methode zur berührungslosen Bestimmung von Zelldeformationen für adhärente Zellen entwickelt werden. Diese beinhaltet: Probenvorbereitung, Anregungssysteme sowie Aufbau und Handhabung des Messaufbaus.

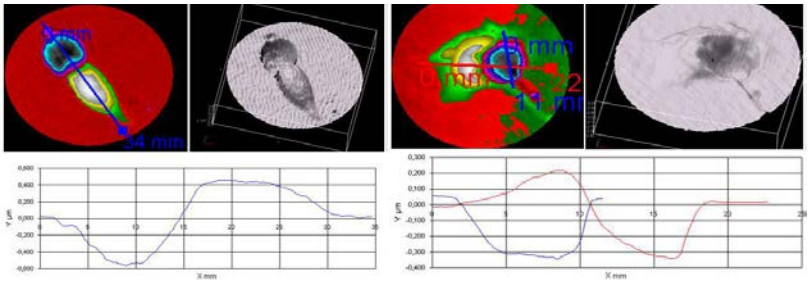


Abbildung 2: exemplarische Versuchsergebnisse der Reaktion mit Trypsin / EDTA (links) und DMSO (rechts)

Literaturverzeichnis

[ASV02] H Van der Auweraer, H Steinbichler, S Vanlanduit, C Haberstok, R Freymann, D Storer and V Linet, 2002, Application of stroboscopic and pulsed-laser electronic speckle pattern interferometry (ESPI) to modal analysis problems, Institute of Physics Publishing Vol. 13., 451-463

[GP06] A Göpfrich, M Pflüger, 2006, Elektronische Speckle Muster Interferometrie an Mikroorganismen und Mikrosystemen, Diplomarbeit, Fachhochschule Esslingen

[CNB12] U Cikalova, J Nicolai, B Bendjus, J Schreiber, 2012, Laser speckle photometry: contactless nondestructive testing technique, V International Conference on Speckle Metrology, 84130X, Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren

Entwicklung eines Fließsystems zur Erfassung von Mikropartikeln in einer Volumenströmung

Patrick E. Krüger, Kai-H. Lietzau, Andrea Böhme, Carl H. Edel, Andreas H. Foitzik
Technische Hochschule Wildau [FH]
Bahnhofstraße
15745 Wildau
patrickkrueger@web.de
kai-henning.lietzau@th-wildau.de

Abstract: Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung und Herstellung von mikrofluidischen Fließsystemen zur Bestimmung von Mikropartikeln in einem Volumenstrom. In dieser Arbeit wurden vier Varianten von Fließsystemen entwickelt und hergestellt. Für jedes dieser Systeme wurden verschiedene Parameter hinsichtlich Dichtigkeit und Fließgeschwindigkeit bestimmt. Zur Parameterbestimmung diente der Modelorganismus Algenspezies *Scenedesmus rubescens*.

1 Zielstellung

Ziel dieser Arbeit war es mittels CAD-Software ein mikrofluidisches Bauteil zur optischen Klassifizierung von Partikeln zu entwickeln [Sc04][Si03][Ta09]. Dafür mussten verschiedene Designstudien, theoretisch als auch praktisch durchgeführt werden. Die Fertigung der notwendigen Bauteile erfolgte größtenteils mittels einer Kern Mikrofräse MMP 2522. Nach Herstellung der einzelnen Bauteile, wurden verschiedene Verfahren zum erfolgreichen Fügen der Fließzelle untersucht. Im Anschluss erfolgten diverse Testläufe in Bezug auf Dichtigkeit, Fließgeschwindigkeit und des Handlings unter Verwendung der Algenspezies *Scenedesmus rubescens.*

2 Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene mikrofluidische Durchflusssysteme zur optischen Klassifizierung von Partikeln in einem Volumenstrom entwickelt. Dafür wurden vier verschiedene Fließzellversionen gefertigt. In allen Varianten diente PMMA als Werkstoff für die Träger- und Deckplatten. Die Realisierung der notwendigen Dichtigkeit in der ersten Variante konnte über einen Kraftschluss beider Fügepartner erzielt werden. Zu diesem Zweck wurden sowohl in der Trägerplatte als auch in der Deckplatte zusätzliche Bohrungen für Schraubverbindungen in räumlicher Nähe zu der Kanalstruktur realisiert. Nach der Montage besaß die Fließzelle einen Kanaldurchmesser von 100 µm. Im folgenden Dichtigkeitstest wurde zum einen die genaue Montage von

Träger- und Deckplatte untersucht. Zum anderen konnten erste Prozessparameter ermittelt werden. Die Herstellung der Kanalstruktur in der zweiten Fließzelle erfolgte durch einen Abformprozess mittels PDMS. Das dazu benötigte Abformwerkzeug wurde aus Messing gefertigt. Alle Bestandteile der Fließzelle wurden anschließend mittels PDMS gefügt. Anhand der im Vorfeld bestimmten Parameter erfolgten Testversuche zur Bestimmung des Fließverhaltens in der Fließzelle.

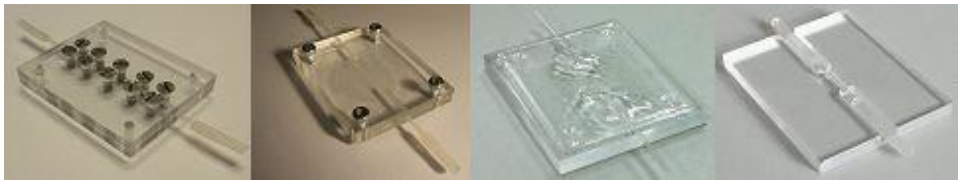


Abbildung 1: Fließzelle V1 gefügt durch Kraftschluss (Links); Fließzelle V2 gefügt mittels PDMS und Kraftschluss (Mitte links); Fließzelle V3 gefügt mittels PDMS (Mitte rechts); Fließzelle V4 bestehend aus einer Glaskapillare (Rechts)

Bei der dritten Variante wurde die Kanalstruktur der Fließzelle ebenfalls durch den Abformprozess aus Version 2 abgeformt. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Versionen sollte der mikrofluidische Kanal mit einem Deckgläschen verkappt werden. Nach mehreren Optimierungsschritten konnte auch hier eine funktionstüchtige Fließzelle realisiert werden. Als vierte Version wurde eine Fließzelle auf Basis einer kommerziell erhältlichen Glaskapillare gefertigt. Der Fokus lag hierbei auf der Realisierung eines modularen Systems. Im Vergleich zu den anderen Fließzellen konnte mit dieser in den Testversuchen wesentlich höhere Prozessparameter erreicht werden.

Mit allen gefertigten Fließzellen war es möglich die Volumenströme der Algenspezies *Scenedesmus rubescens* zu erfassen. Abhängig von der Bauart der Fließzelle konnten die Algen bis zu einer 40-fachen Objektivvergrößerung beobachtet werden.

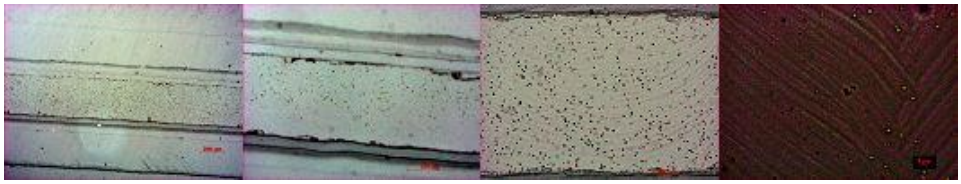


Abbildung 2: Objektivvergrößerung der Algenspezies Scenedesmus rubescens; 5x (Links); 10x (Rechts); 20x (Links); 40x (Rechts)

Literaturverzeichnis

[Sc04] Schlüter, M.: Mikrofluidische Strukturen für biochemische Analysen. Technische Universität Aachen. 2004.

[Si03] Siepe, D.: Mikrofluidisches Analysesystem zur Untersuchung von wässrigen Lösungen. Technische Universität Dortmund. 2003.

[Ta09] Tahhan, I.: Ein Beitrag zum wirtschaftlichen Fügen von mikrofluidischen Bauteilen. Universität Freiburg. 2009.

Beschichtung und Cytotoxizitätsuntersuchung von Magnesiumlegierungen für Osteosynthesesysteme

A. Nguyen[1], J. Schmidt[2], M. Kunert[3]

[1] Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Medizintechnik und Biotechnologie
[2] INNOVENT e.V. Technologieentwicklung, Bereich Oberflächentechnik
[3] Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich SciTec

1 Einleitung

Magnesium und Magnesiumlegierungen werden auf Grund ihrer biologischen Verträglichkeit im menschlichen Körper, ihrem dem Knochen sehr ähnlichen Elastizitätsmodul und der raschen Ausscheidung von überflüssigem Magnesium aus dem Organismus als Implantatwerkstoff eingesetzt [Wf10]. Zudem hat aus heutiger Sicht der Einsatz degradierbarer Implantate einen hohen wirtschaftlichen Wert für die Krankenkassen, da eine zweite Operation zur Explantation vermieden werden kann. Ein weiterer Vorteil degradierbarer Implantate besteht darin, dass sie auch in der Pädiatrie eingesetzt werden können [Kt12]. Bis heute werden Implantate bei Kindern selten angewandt, da man Komplikationen mit dem sich stetig verändernden Körper durch biostabile Implantate erwartet. Hinzuzufügen ist, dass bereits an degradierbaren Magnesiumlegierungen für Stentwerkstoffe geforscht wird [Dc04]. Trotz der vielen Vorteile gibt es im Moment nur wenige Anwendungsgebiete für degradierbare Magnesiumlegierungen. Grund dafür ist zum einen die niedrige Korrosionsbeständigkeit, wie auch die daraus resultierende schnelle Degradation und der frei werdende Wasserstoff. Dies kann zu Gewebenekrosen führen [VK10] und weiterhin ist die Stützfunktion des Implantats durch den schnellen Abbau des Materials nicht gewährleistet. Idealerweise sollten degradierbare Implantate die Knochenfunktion in Abhängigkeit von der Indikation zwei bis sechs Monate übernehmen und sich anschließend langsam und gleichmäßig abbauen, um die Tragefunktion auf den Knochen zu übergeben. So könnten Magnesiumlegierungen als Werkstoff für Osteosynthese-Systeme den bisher verwendeten Stahlmarken sowie Titanlegierungen ergänzen. Hierzu zählen zum Beispiel Verriegelungsnägel, Kreuzbandschrauben und Platten-Schrauben-Systeme.

2 Fragestellung

Dieses Projekt untersuchte die Beschichtungsmöglichkeiten von Magnesiumlegierungen mit dem Verfahren der PCO unter Verwendung eines galliumhaltigen Elektrolyten und charakterisierte die Cytotoxizität des jeweiligen Schicht-Substrat-Systems. Besonderes Augenmerk lag auf der Einstellung unterschiedlicher Galliumgehalte in der Beschichtung zur Erhöhung der Biokompatibilität, der Wirkung einer zusätzlichen Versiegelung mit einer degradierbaren PLLC sowie dem Verhalten der Legierungselemente Calcium und Gadolinium in den Cytotoxizitätstests.

3 Methoden

Die Magnesiumlegierungen MgCa0.8 und MgGd10 wurden mit Hilfe der PCO in speziellen Elektrolyten, die Galliumnitratgehalte von 2,5% und 5% aufwiesen, beschichtet. Zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit in den verwendeten Nährmedien und synthetischen Körperflüssigkeiten wurde ein Teil der entstehenden porösen Galliumphospatschichten zusätzlich mit einer degradierbaren PLLC-Schicht imprägniert. Die erzeugten Schichtsysteme wurden hinsichtlich Schichtdicke, Kontaktwinkel und Morphologie charakterisiert und mit einer Vitalfärbung an MC3T3-E1 Fibroblasten in FDA (Fluoresceindiacetat)/ GelRed auf ihre Cytokompatibilität untersucht. Auf ihre Cyto-toxizität wurden die Zellen mit einem WST-1 Assay (water soluble tetrazolium) nach Roche und der AP- Messung (Alkalische Phosphatase) untersucht. Weiterhin wurden Degradationsuntersuchungen in SBF (simulated body fluid) durchgeführt, die Aufschluss über die Degradationsrate geben sollen.

4 Ergebnisse

Die bisherigen Untersuchungen zeigten, dass eine galliumhaltige PCO- Schicht mit zusätzlicher PLLC- Versiegelung die Zelladhäsion begünstigte und die Cytokompatibilität der Magnesiumlegierungen erhöhte. Bei der Magnesiumgadoliniumlegierung konnte im Gegensatz zur Magnesiumcalciumlegierung eine schwächere Cytotoxizität festgestellt werden. Keine der untersuchten Proben zeigte eine negative Wirkung auf die Enzymaktivität der alkalischen Phosphatase. Der WST-1-Assay bestätigte, dass keine der Probeneluate stark cytotoxisch auf MC3T3-E1-Zellen wirkte und sich die MgGd10-Legierung trotz starker Korrosion mit nicht bis schwach cytotoxischer Wirkung auszeichnete. Die Legierung MgGd10 mit einem Galliumgehalt von 0,16 % in der PCO-Schicht und zusätzlicher PLLC- Versiegelung zeigte in allen Cytotoxizitätsuntersuchungen bessere Ergebnisse als MgCa0.8 und ist somit die Variante mit der höchsten Cytokompatibilität. Der Masseverlust in den Auslagerungsversuchen verhielt sich legierungsspezifisch, wobei die Stärke der PCO-Schicht keinen besonderen Einfluss hatte. Der Degradationsprozess wurde durch die PCO-Beschichtung auf den Magnesium-Legierungen in der Zeitachse nach hinten verschoben und verlangsamt, wobei die MgGd10-Legierung deutlich schneller korrodierte als die MgCa0.8-Legierung.

Literaturverzeichnis

[Dc04] DiMario C, Griffiths H, Goktekin O, Peeters N, Verbist J, Bosiers M et al. Drug-eluting bioabsorbable magnesium stent. J Interv Cardiol 2004;17(6):391e5.

[Kt12] Kraus T, Fischerauer SF, Hänzi AC, Uggowitzer PJ, Löffler JF, Weinberg AM. Magnesium alloys for temporary implants in osteosynthesis: In vivo studies of their degradation and interaction with bone. Acta Biomater 2012;8:1230e8.

[VK10] Velikokhatnyi OI, Kumta PN. First-principles studies on alloying and simplified thermodynamic aqueous chemical stability of calcium-, zinc-, aluminum-, yttrium- and iron-doped magnesium alloys. Acta Biomater 2010;6:1698e704.

[Wf10] Witte F. The history of biodegradable magnesium implants: A review. Acta Biomater 2010;6(5):1680e92.

Untersuchung von Protein/Protein-Interaktionen zellulärer Pathogenitätsfaktoren aus dem Pilz *Aspergillus fumigatus*.

Marcel Noßmann[1], Juliane Grunwald[1], Anne Mehnert[1], Axel Brakhage[2], Thomas Munder[1]

[1]Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena

Fachbereich Medizintechnik und Biotechnologie

Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena

[2]Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie e. V. – Hans-Knöll-Institut, Jena

Beutenbergstr. 11a
07745 Jena

Marcel.Nossmann@gmx.de

Abstract: Der Schimmelpilz *Aspergillus fumigatus* gehört zur Gattung der Gießkannenschimmelpilze und gilt als der Gefährlichste durch die Luft übertragene humanpathogene Pilz [1]. Seine Fähigkeit, in einem weiten Temperaturbereich von 12°C bis 56°C zu gedeihen, ermöglicht ihm ein Wachstum auf allen Kontinenten der Erde. Man findet ihn sehr häufig in Biotonnen, im Kompost und Blumenerde sowie in Tapeten [2]. Das Genom von *A. fumigatus* wurde im Jahr 2005 vollständig sequenziert, insgesamt wurden 29,4 Millionen Basenpaare ermittelt, welche auf acht Chromosomen verteilt sind und für etwa 10.000 Gene kodieren [3]. Dieser Mikroorganismus produziert verschiedene Sekundärmetabolite, unter anderem die krankheitsauslösenden Mykotoxine, und kann neben Allergien (bronchopulmonale Aspergillose, die „Farmerlunge“) bei immunsupprimierten Patienten eine invasive Aspergillose auslösen, wobei sich die Erreger in der Lunge manifestieren. Des Weiteren kann neben Organen, dem Herz und der Leber auch das zentrale Nervensystem infiziert werden. Man spricht dann von einer zerebralen Aspergillose. Diese gefährliche Infektion führt zu einer hohen Sterblichkeitsrate von über 90 % der Betroffenen [4].

Bisher sind keine spezifischen Medikamente gegen eine invasive *A. fumigatus* Infektion bekannt, weshalb sich die Behandlung auf systemische Steroide und allgemeine Antimykotika beschränkt. Schätzungen zu Folge infizieren sich jedes Jahr 5000 Menschen in

Deutschland mit *A. fumigatus* [5]. Neue Therapiemöglichkeiten zur Behandlung der Aspergillose sind daher dringend notwendig. Einen Schritt dazu liefert die funktionelle Genomanalyse dieses Pilzes. Über die Aufklärung der Proteinfunktionen dieses Organismus können neue Zielstrukturen erkannt werden, die als Angriffspunkte für neuartige Wirkstoffe dienen können. In der vorliegenden Arbeit sollen mit Hilfe der Zweihybrid-Technologie in der Bäckerhefe *Saccharomyces cerevisiae* [6] intrazelluläre Wechselwirkungen zwischen an der Pathogenität von *A. fumigatus* beteiligten Proteinen untersucht und charakterisiert werden. Dazu wurden eine genomische sowie eine cDNA-Genbank hergestellt, welche für ein Screening nach Interaktionspartnern gegenwärtig verwendet werden.

Literaturverzeichnis

[1] Paoletti, M., Rydholm, C., Schwier, EU., Anderson, MJ., Szakacs, G., Lutzoni, F., Debeaupuis, JP., Latgé, JP., Denning, DW., Dyer, PS.: Evidence for sexuality in the opportunistic fungal pathogen *Aspergillus fumigatus.* Current Biology 15, 1242-1248 (2005).

[2] Deutsche Gesellschaft für Hydrokultur e.V., Euler, J.: Gießkannenschimmel *Aspergillus*, Artikel-ID: 1283, 16.10.2012, http://www.dghk.net/friends/parser.php?uid=1283 (2010).

[3] Nierman, W.C. et al.: Genomic sequence of the pathogenic and allergenic filamentous fungus *Aspergillus fumigatus*. Nature 438**,** 1151-1156 (2005).

[4] Latgé, JP.: *Aspergillus fumigatus* and Aspergillosis, Clin. Microbiol. Rev. 12, 310-350 (1999).

[5] Abad, A., Fernández-Molina, J., Bikandi, J., Ramírez, A., Margareto, J., Sendino, J., Hernando, FL., Pontón, J., Garaizar, J., Rementeria, A.: What makes *Aspergillus fumigatus* a successful pathogen? Genes and molecules involved in invasive aspergillosis. Revista Iberoamericana de Micología 27, 155-182 (2010).

[6] Mihatsch, K., Nestler, M., Saluz, H.-P. Henke, A., Munder, T.: Proapoptotic protein Siva binds to the muscle protein telethonin in cardiomyocytes during coxsackievial infection. Cardiovasc. Res. 81, 108-115 (2009).

Der Einfluss der Krankheit Depression und deren medikamentöser Behandlung auf das autonome Nervensystem

Steffen Schulz[1], Karl-Jürgen Bär[2], Andreas Voss[3]

Fachbereich Medizintechnik und Biotechnologie
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
Steffen.Schulz@fh-jena.de1
Karl-Juergen.Baer@med.uni-jena.de2
andreas.voss@fh-jena.de3

Abstract:

Today it is known by clinical studies that depressive disease is associated with increased risk for cardiovascular morbidity and mortality. However, definite mechanisms for this cardiac vulnerability are still unknown; it is assumed that an altered autonomic neurocardiac regulation is at least one important pathophysiological factor. At the moment it is quite unclear if an autonomic dysregulation plays a major role in this context. The aim of this study was to investigate the influence of depression and its medication on the autonomic nervous system.

Therefore, 25 patients suffering from depression and 72 age-matched control subjects (CON) were enrolled. Patients were diagnosed and recruited by a staff psychiatrist from the Department of Psychiatry, Friedrich-Schiller-University of Jena and fulfilled the ICD-10 criteria for depressive episodes. All participants gave written consent to a protocol approved by the Ethics Committee of the Medical Faculty of the Friedrich-Schiller-University, Jena. The severity of depression was assessed based on a semi-structured clinical interview, the Beck's depression inventory and Hamilton depression rating scale. A high resolution short-term ECG (1000Hz sampling frequency) and synchronized continuously recorded noninvasive blood pressure (500Hz sampling frequency) were recorded over 30 minutes from every patient three times in: the acute non-mediated state (T1), the medicated state (T2; N=16: selective serotonine reuptake inhibitors (SSRI); N=9: norepinephrine and selective serotonine reuptake inhibitors (NaSSRI)) and the clinical recovered state (T3). All measurements were performed under resting conditions (supine position, quiet environment, same time of day and location). Cardiac autonomic regulation was evaluated by linear (time and frequency domain) and nonlinear (symbolic dynamics, compression entropy) methods of heart rate variability (HRV) as well as blood pressure variability (BPV) and baroreflex sensitivity analysis (BRS).

The results show that acutely depressed patients who had not taken antidepressants (T1) differ significantly ($p<0.01$) in linear and nonlinear indices from HRV, BPV and BRS suggesting a considerable dysfunction of the autonomic nervous regulation. The treatment with antidepressants (T2) obviously leads at the very beginning of therapy to a significant augmentation of the autonomous imbalance between depressed patient and CON ($p<0.0001$). During the progress of clinical recovery (after 18 months therapy with antidepressants) it was found that almost all linear and nonlinear indices from all domains in T3 tend to a normalization leading to an approximation of the regulation in depressed patients to that in healthy controls.

However, at the moment we cannot exactly define the contribution of autonomic dysfunction to the increased risk for cardiovascular morbidity and mortality of depressed patients. In conclusion we could show that on the one hand depression considerably influences cardiac autonomic regulation and on the other hand the medical treatment with antidepressants leads in clinical recovered patients after an initially diverse effect finally to an obviously normal autonomic regulation.

Danksagung

Diese Studie wurde mit Mitteln der Ernst-Abbe-Fachhochschule im Rahmen eines Promotionsstipendiums gefördert.

Entwicklung und Erprobung einer neuen, zerstörungsfreien Methode zur Ermittlung des Elastizitätsmoduls bei weichen, handelsüblichen Kontaktlinsen

Leube[1,2], J. Bischoff[2], S. Marx[1], W. Sickenberger[1,2]

1JenVis Research, 2Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Fachbereich Augenoptik/Optometrie
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena

a.leube@gmx.de
Wolfgang.sickenberger@fh-jena.de

Abstract: Materialparameter von weichen Kontaktlinsen beeinflussen maßgeblich den Tragekomfort und den Trageerfolg. Das Ziel dieser Studie ist es, eine neue, zerstörungsfreie Methode zur Ermittlung des Elastizitätsmoduls bei weichen, handelsüblichen Kontaktlinsen zu entwickeln und zu erproben. Zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls an fünf verschiedenen Monats- und drei verschiedenen Tageskontaktlinsen wurde erstmals ein Mikrohärteprüfgerät (Fischerscope® HM 2000) in Verbindung mit der instrumentierten Härteprüfung (DIN EN ISO 14577) verwendet. Der Vergleich der gemessenen E-Moduli mit den Referenzwerten der Hersteller zeigte bei jedem Material einen signifikanten Unterschied ($p < 0{,}001$; T-Test). Der Variationskoeffizient schwankt hierbei von 2% bis 35%. Mit Hilfe des Eindringversuches ist es möglich standardisierte Werte für den Elastizitätsmodul weicher, handelsüblicher Kontaktlinsenmaterialien unter hydratisierten Bedingungen zu bestimmen. Die Studie beschreibt verschiedene Einflussgrößen und gibt für handelsübliche, weiche Kontaktlinsen erste vergleichbare E-Modulwerte an.

1 Motivation

Materialparameter von weichen Kontaktlinsen beeinflussen maßgeblich den Tragekomfort und den Trageerfolg [1]. Die Messung von Materialkennwerten wie z.B. des E-Moduls unterliegt keinem standardisierten Verfahren. Das Ziel dieser Studie ist es, eine neue, zerstörungsfreie Methode zur Ermittlung des Elastizitätsmoduls bei weichen, handelsüblichen Kontaktlinsen zu entwickeln und zu erproben. Desweiteren sollen mögliche Einflussfaktoren, die bei der Messung auftreten, beschrieben und untersucht werden.

2 Methode

Die Messungen wurden auf einer Alluminiumlochkalotte (vgl. Abb. 1) sowie auf einer – vollkalotte durchgeführt (pro Material je n=15). Die Linsen wurden mindestens 24 Stunden in physiologischer Kochsalzlösung aufbewahrt. Um die verschiedenen Einflussgrößen zu untersuchen, wurden Messungen mit drei verschiedenen Prüfflüssigkeiten und Kontaktlinsen unterschiedlicher Mittendicke durchgeführt.
Die Messung wird durch kontinuierliche Krafterhöhung und Kraftverringerung realisiert. Bei Belastung dringt eine Diamant-Vickerspyramide unter Messung von Kraft (F [mN]) und Weg (x [µm]) in das Material ein. Bei Entlastung wird die Kraft verringt und somit wird der Prüfkörper durch die Elastizität des Materials zurückgedrückt. Hierraus kann der Elastizitätsmodul [2] (EIT) aus dem Anstieg der Tangente im maximalen Belastungspunkt F_{max} berechnet werden (vgl. Abb. 2).

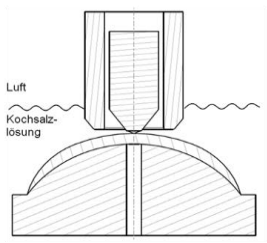


Abb. 1: schematische Darstellung des Messaufbaus (Lochkalotte)

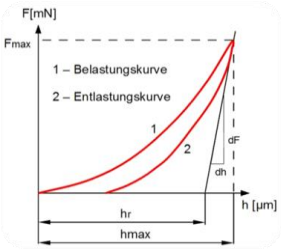


Abb. 2: Kraft-Weg-Kurve eines weichen Kontaktlinsenmaterials

3 Ergebnisse

Die Messungen der Loch- und Vollkallotte zeigen unterschiedliche Streuungen. Der Variationskoeffizient schwankt von 2% bis 35%. Die gemessenen Kontaktlinsen zeigen material- und prozessspezifische Werte. Diese Werte sind stets statistisch signifikant unterschiedlich von den Angaben der Hersteller ($p<0.001$; t-Test).
Zum ersten Mal wurde die Ermittlung des E-Moduls unter vollständig hydratisierten Bedingungen (physiologische Kochsalzlösung) durchgeführt. Der Vergleich der einzelnen E-Moduli der verschiedenen Materialien war bisher schwierig. Der Grund sind die unterschiedlichen, angewendeten Messverfahren. Diese neue, zerstörungsfreie Methode gibt dem Kontaktlinsenspezialist vergleichbare Werte aller marktführenden Materialien an die Hand.

Literaturverzeichnis

[1] Jones, L. & French, K. A deacade with silicon hydrogels: Part 1. *Silicon hydrogels* [8]. 2008, Page 42–46.

[2] Oliver, W. & Pharr, G. Measurement of hardness and elastic modulus by instrumented indentation: Advances in understanding and refinements to methodology. *Journal of Materials Research,* 19 [01]. 2004, Page 3–20.

Experimentelle Studie zur Farberkennung an einem Hand-Auge-Koordinationsboard

Ulrike Rattunde, Wolfgang Sickenberger

Fachbereich Augenoptik/Optometrie
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
uratt@gmx.de
wolfgang.sickenberger@fh-jena.de

Abstract: Das Zusammenspiel von visueller und motorischer Komponente ist bekannt als Hand-Auge- oder Hand-Fuß-Koordination. Diese Fähigkeit kann mit einem neuartigen Koordinationsboard (*twall® Premium 64, IMM Holding GmbH*) trainiert werden, indem farbemittierende Felder per Hand, Fuß oder Sportgerät (z.B. Bällen) deaktiviert werden. Ziel der Studie war die Untersuchung, ob es eine Präferenzfarbe unter allen sieben erzeugbaren Farben gibt. Dies wurde experimentell anhand einer entwickelten visuellen Selektionsaufgabe geprüft, indem von 44 Probanden die Reaktionszeiten und Fehleranzahlen für das Deaktivieren randomisiert präsentierter Farbtargets unter gleichzeitig aufleuchtenden Distraktorfarben erfasst wurden. Die Ergebnisse zeigten eine signifikant schnellere ($p<0,05$) und fehlerfreie Farberkennung bei roten, grünen und gelben Zielfeldern. Die längsten Reaktionszeiten und höchsten Fehleranzahlen wurden bei blauen und türkisen sowie rosa und pinken Farbfeldern festgestellt. Um die visuomotorischen Fähigkeiten mit dem Hand-Auge-Koordinationsboard ermitteln und Sports Vision Trainings entwickeln zu können, ist eine Farboptimierung notwendig.

1 Motivation

Die Hand-Auge- bzw. Fuß-Auge-Koordination stellt hohe Anforderungen an das Wahrnehmungssystem [1] [2]. Diese Fähigkeit ist ein Prüfaspekt im Bereich Sports Vision und kann mit einem neuartigen Koordinationsboard (*twall® Premium 64, IMM Holding GmbH*) durch die Deaktivierung aufleuchtender Felder trainiert werden. Das Gerät zeichnet sich, im Vergleich zu in der Sportoptik etablierten Koordinationsboards, insbesondere durch die sieben emittierbaren Farben (Rot, Grün, Gelb, Blau, Türkis, Rosa, Weiß) sowie seiner Größe aus (2,35x2,0 m, 64 Felder), welche ein Training unter dynamisch aktiven Bedingungen ermöglicht. Bisher liegen keine Untersuchungen mit optometrischem Hintergrund dieses Geräts vor. Ziel dieser Studie war die Überprüfung, ob es eine Präferenzfarbe unter den sieben emittierbaren Farben des Koordinationsboards gibt.

2 Methode

In der prospektiven Studie wurden Messungen von 44 Probanden (25,0±1,9 Jahre; 64% weiblich, 36% männlich) ausgewertet, welche eine Kombination aus Hand-Auge-Koordinationstest und visueller Suchaufgabe durchführten. Präsentiert wurde ein 13 Felder umfassendes Aktionsgebiet. In diesem erschien in randomisierter Reihenfolge und Position die Zielfarbe, welche es aus den zwölf verbleibenden, andersfarbigen Distraktorfeldern zu selektieren galt. Der Proband konnte dabei den Abstand zum Koordinationsboard sowie die Händigkeit frei wählen. Erfasst wurde die visuomotorische Reaktionszeit für das Deaktivieren der Zielfarben sowie die Fehleranzahl.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Unterschiede der nicht normalverteilten Reaktionszeiten wurden für jede Farbe mit *Friedman* statistisch getestet. Die Zielfarben Rot (851±147 ms), Grün (904±152 ms) und Gelb (960±164 ms) wurden signifikant schneller deaktiviert ($p<0,05$) als Rosa (1103±184 ms), Pink (1119±167 ms), Blau (1225±204 ms) und Türkis (1281±274 ms). Fehler traten nur bei den Zielfarben Blau (49,0%), Türkis (40,2%), Rosa (8,8%) und Pink (2,0%) auf, welche aus der Verwechselung von Blau und Türkis sowie Rosa und Pink resultierten. Die Ergebnisse begründen sich in der Merkmalssuche. Sich stark unterscheidende Merkmale werden schneller im parallelen Verarbeitungsprozess selektiert [3]. Die hohen Fehlerquoten sowie die längeren Reaktionszeiten der Zielfarben Rosa, Pink, Blau und Türkis sind mit dem Kontext-Effekt erklärbar [4]. Da sich bei Blau und Türkis sowie Rosa und Pink die Ziel- und Distraktorfarben sehr ähneln, kommt es zur Interferenz des Objektmerkmals Farbton und damit zur Verwechselung.

Um die visuomotorischen Fähigkeiten mit dem Hand-Auge-Koordinationsboard *twall*® ermitteln zu können, ist die eindeutige Erkennbarkeit der Farben Grundvoraussetzung, da anderenfalls nachweislich die Leistung stark abnimmt. Für die Entwicklung sportoptisch ausgerichteter Trainings ist eine Optimierung der emittierten Farben notwendig.

Literaturverzeichnis

[1] Wilson, T. A. & Falkel, J. (2004). SportsVision. Training for better performance. Champaign, IL: Human Kinetics.

[2] Erickson, G. (2007). SportsVision - Vision Care for the Enhancement of Sports Performance. St. Louis: Butterworth-Heinemann.

[3] Hagendorf, H. et al. (2011). Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

[4] Neisser, U. (1963). Decision-time without reaction-time: experiments in visual scanning. The American Journal of Psychology, Vol. 76 (3), p. 376-385.

Entwicklung und Evaluation einer Benutzungschnittstelle zur Lösung ganzzahliger Zuordnungsprobleme (Kuhn-Munkres-Algorithmus)

Sonja Treppner, Sebastian Janke, Christiane Edler

Frachbereich Informatik und Kommunikationssysteme
Geusaer Straße
06217 Merseburg

Sonja.Treppner@hs-merseburg.de
Sebastian.Janke@hs-merseburg.de
Christane.Edler@hs-hannvoer.de

Abstract: Dieser Aufsatz deklariert die software-ergonomische Evaluation einer nach DIN EN ISO 9241-110 Kriterien entwickelten Benutzeroberfläche. Dies erfolgte unter zur Hilfenahme mehrerer benutzerorientierten Aufgabenanalysen und einem innerhalb der Software implementierten Fragebogen. Das evaluierte Programm ist ein mathematisches Hilfsmittel zur Lösung von ganzzahligen Zuordnungsproblemen mittels „ungarischer Methode", auch Kuhn-Munkres-Algorithmus genannt.

1 Begrifflichkeit und Zielsetzungen der Software-Ergonomie

Ergonomie ist ein wissenschaftlicher Ansatz, damit wir aus diesem Leben die besten Früchte bei der geringsten Anstrengung mit der höchsten Befriedigung für das eigene und für das allgemeine Wohl ziehen.[1]

Die Zielsetzungen der Ergonomie sind in der Gesamtheit vielfältig: Durch Arbeitsschutzmaßnahmen soll vor Verletzungen durch Werkzeuge, Lärm und Maschinen geschützt werden. Ebenso vor unzumutbaren Beeinträchtigungen im Arbeitsprozess.[2] Als ein Teilbereich der Ergonomie beschreibt die Software-Ergonomie die Anpassung von technischen Systemen an menschliche Fähigkeiten.

2 Produkttest mit Benutzern

Der Produkttest mit Endnutzern im Usability-Labor lässt sich als eine klassische Methode der Usability-Evaluation bezeichnen. Sie wird in gängiger Usability-Literatur als *User Testing* und innerhalb des Forschungsbereiches der Psychologie als empirische Methode bezeichnet. Sie bietet einen konkreten Einblick in die tatsächliche Nutzung und

[1] Jatrzebwoski (1857).
[2] Dahm (2006), S. 28.

Aufgabenbewältigung des Produktes. Der Produkttest wird grundsätzlich in den laufenden Entwicklungszyklus eines Produktes implementiert. Wichtig ist eine sorgfältige Auswahl der Teilnehmer als auch der Aufgabenauswahl, um eine wirksame Qualitätsverbesserung zu erreichen.[3]

2.1 Die getestete Software

Die getestete Software ist ein mathematisches Hilfsmittel zur Lösung von ganzzahligen Zuordnungsproblemen mittels „ungarischer Methode“, auch Kuhn-Munkres-Algorithmus genannt. Die Oberfläche ist in mehrere statische und dynamische Elemente unterteilt. Zu dynamischen Fenstern gehört:

- das Hauptfenster mit der Eingabe der Bewertungsmatrix und der Ausgabe der optimalen Lösung,
- das Benutzerhandbuch
- und das Konfigurationsfenster der Bewertungsmatrix.

Die statischen Benutzeroberflächenelemente sind:

- das Impressum und das als gesondertes Modul implementierte Fragebogeninstrument zur Evaluierung der ergonomischen Nutzbarkeit der entwickelten Software.

Zur Fehlerbehebung speichert das Programm die aufgetretenen Fehlermeldungen und sendet diese mit der Zustimmung des Benutzers als Anhang der Resultate des Evaluationsmoduls zurück. Der Ablauf der Evaluation beinhaltete das Abarbeiten einer beziehungsweise mehrerer vordefinierte Aufgaben, um die Funktionalität, Erlernbarkeit und die Zufriedenheit des Benutzers zu verbessern. Auch das Erkennen von Fehlern wird durch die Abarbeitung dieser Aufgaben ermöglicht und gefördert.

Literaturverzeichnis

[Da06] Dahm, M. : Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion. Bonn: Pearson Studium, 2006.

[Ja57] Jatrzebwoski, W.: Rys Ergonomiji czyli Nauki o Pracy opartej na prawdach poczerpnietych z Nauki Przyrody. (in polnischer Sprache; dt.: Grundriss der Ergonomie oder Lehre von der Arbeit, gestützt auf die aus der Naturgeschichte geschöpfte Wahrheit), Przemysl, 2(29), Poznan (Nachdruck in: Ergonomia, Polska).

[St03] Schweibenz, W.; Thissen, F.: Qualität im Web, Benutzerfreundliche Webseiten durch Usability Evaluation. Heidelberg: Springer Verlag, 2003.

[3] Schweibenz/Thissen (2003), S. 130 ff.

Evaluation von Kommunikationsstandards zur Kooperation von Ärztenetzen und Krankenhäusern

Felix Deutschmann, Wilfried Honekamp

HealthCare Management & Informatics Research Center
Hochschule Zittau/Görlitz
Brückenstr. 1
02826 Görlitz
sifedeut@stud.hszg.de
whonekamp@hszg.de

Abstract: Dem demografischen Wandel in Deutschland geschuldet, muss sich mit einer Disziplin übergreifenden Patientenversorgung auseinandergesetzt werden. In dieser Arbeit werden die Kommunikationsstandards von niedergelassenen Ärzten und Krankenhäusern bezüglich einer möglichen Zusammenarbeit untersucht. Die Evaluation der Standards anhand eines Beispiels führt zu dem Schluss, dass eine Kooperation auf Basis der Standards nicht möglich ist.

1 Einleitung

Die dt. Bevölkerung wird einer Berechnung des Statistischen Bundesamtes nach bis zum Jahr 2060 immer älter. Jeder Siebente wird dann älter als 80 Jahre sein [Sta09, S. 13, 15–16] und an vermehrt gleichzeitig auftretenden Krankheiten leiden [RKI09]. Die Behandlung multimorbider Patienten erfordert einen regen Informationsfluss zwischen den Ärzten unterschiedlichster Disziplinen. Die in Deutschland eingesetzten Kommunikationsstandards sind Health Level 7 (HL7) (Krankenhaus) und xDT (niedergelassener Arzt). Es ist das Ziel der Arbeit durch die Evaluation dieser Standards im deutschen Gesundheitswesen, auf Unzulänglichkeiten bei der Kooperation der Leistungserbringer auf Ebene der Kommunikationsprotokolle hinzuweisen.

2 Untersuchte Formate/Standards

HL7 ist ein internationaler Standard, der hauptsächlich beim Datenaustausch innerhalb von Krankenhausanwendungen Verwendung findet [Joh08], und dient dabei der Kommunikation zwischen KIS und klinischen Arbeitsplatz. Die Nachrichten werden textbasiert übertragen und bestehen aus in Felder unterteilte Segmente. Ein Feld besteht aus (Sub-) Komponenten. Die Nachrichten werden gemäß dem Verwendungszweck gruppiert.

Die im niedergelassenen Bereich eingesetzten Kommunikationsprotokolle basieren auf dem xDT-Format der der kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV). Mithilfe von nummerierten Datenpaketen beschreibt xDT die textbasierte Kommunikation, die in Sätze unterteilt ist. Ein Satz besteht aus Feldern. Die Übertragung ist auf jedem Weg möglich, der eine Dateiübertragung zulässt (z.B. Diskette, CD-ROM, DFÜ). Der Inhalt der Pakete wird durch die spezifischen Satzbeschreibungen festgelegt.

3 Evaluation und Ergebnisse

Die Evaluation erfolgt anhand eines Beispiels aus Sicht eines Krankenhauses. Für die eintreffenden Ereignisse des Szenarios werden die entsprechenden HL7-Nachrichten aufgelistet, inhaltlich beschrieben und als Vergleichsbasis genommen. Gleiches erfolgt für das angepasste Szenario für eine niedergelassene Praxis.

Auf der Seite Krankenhaus fehlt nur die Schnittstelle zum Ärztenetz. Somit kann man sagen, dass HL7 der Aufgabe der Kooperation gewachsen ist, denn Krankenhäuser untereinander können so Patientendaten austauschen. xDT wurde für Einzelpraxen konzipiert und kann nur bedingt für eine verteilte Behandlung genutzt werden, da nur sehr wenige Daten transportierbar sind. Auf Ebene der Kommunikationsprotokolle ist eine Kommunikation beider Sektoren unmöglich und sollte überdacht werden. Die Ergebnisse können aus Sicht der Arztpraxis wie folgt zusammengefasst werden:

1. Es gibt keine administrativen Nachrichten
2. Es ist keine Kodierung für Felder vorgesehen
3. Es ist keine Schnittstelle zum Krankenhaus vorhanden

Die spezialisierten und sich wechselseitig ausgrenzenden Standards verhindern eine Kooperation der Sektoren. Die deutsche Bevölkerungsentwicklung bis 2060 erzwingt das Füllen der Lücke zwischen den Sektoren Krankenhaus und niedergelassener Arzt.

Ein bisher nicht verfolgter Ansatz wäre eine gemeinsame Kommunikationsbasis als direkter Kanal zwischen Ärzten, Modalitäten und Verwaltungssystemen. Der umfangreichere HL7 Standard sollte auf eine Einführung im niedergelassenen Bereich untersucht werden.

Literatur

[Joh08] Christian Johner. HL7 V2 Tutorial: HL7 V2 Video Crashkurs, 2008. http://www.ehealthkarriere.de/2008/allgemein/hl7-v2-in-a-nutshell.

[RKI09] RKI. Gesundheit und Krankheit im Alter http://tinyurl.com/destatis2009GesundheitAlter, 2009.

[Sta09] Statistisches Bundesamt. Bevölkerung Deutschlands bis 2060: 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung - Begleitheft zur Pressekonferenz am 18. November 2009, 2009. Publikationen: Bereich Bevölkerungsvorausberechnung auf https://www.destatis.de.

The Benefit and Support of Virtual Tutorials, Wikipedia Books and Multimedia-Based Teaching in a Course on Algorithms and Data Structures

Jenny Knackmuß, Reiner Creutzburg

Fachhochschule Brandenburg – Brandenburg University of Applied Sciences
Department of Informatics and Media
P. O. Box 2132, D-14737 Brandenburg, Germany
{knackmus|creutzburg}@fh-brandenburg.de

Abstract: The aim of this paper is to describe the benefit and support of virtual tutorials, Wikipedia books and multimedia-based teaching in a course on Algorithms and Data Structures. We describe our work and experiences gained from using virtual tutorials held in Netucate iLinc sessions and the use of various multimedia and animation elements for the support of deeper understanding of the ordinary the lectures held in the standard classroom on Algorithms and Data Structures for undergraduate computer sciences students. Furthermore, we mention the advantage of Wikipedia books to support the learning process in the course. We will describe the benefits, form, style and contents of those virtual tutorials. Finally, we give some first statistical measures of improved student's scores after introducing this new form of teaching support.

Immer häufiger wird heutzutage "E-Learning" eingesetzt. Multimediale Lernumgebungen sind unabhängig von Raum und Zeit. Man kann zunehmend beobachten, dass auch Hochschulen und Universitäten sich mehr und mehr auf die heutige Generation von Studenten einstellen müssen und durch eine größere Flexibilisierung der Lehrangebote reagieren. Aus diesem Grunde bieten sich zunehmend Online-Studiengänge oder geeignete Kombinationen aus Präsenz- und Online-Studium (Blended Learning) an. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die nunmehr seit 10 Jahren erfolgreich tätige Virtuelle Fachhochschule, ein Zusammenschluss aus 10 etablierten Fachhochschulen in Deutschland und der Schweiz.

In diesem Beitrag soll veranschaulicht werden, wie im Präsenzstudienfach "Algorithmen und Datenstrukturen" zusätzliche virtuelle Online-Tutorien aufgebaut sind, um allen Studierenden die Chance zu geben die Lerninhalte aus dieser Veranstaltung durch verschiedenste ergänzende Hilfsmittel zu vertiefen und zu üben. Dabei werden die von der Firma netucate systems GmbH angebotenen "virtuellen Lernräume" mittels der Software iLinc verwendet und es werden 3 weitere verschiedene Lernmethoden eingebunden. Heutzutage gibt es eine Vielzahl von virtuellen Lernräumen, wie z.B. Adobe Connect, TeamViewer oder iLinc. Die Fachhochschule Brandenburg nutzt die virtuellen Lernräume mittels Netucate und iLinc. Dieses Tool bietet eine Reihe an Möglichkeiten um Lernmaterialien zu verwenden und zu agieren (Whiteboard, Application Sharing, Inte-

grierter Browser, …). Die Netzwerk-Performance und Stabilität zeigte deutlich, dass die Verwendung der virtuellen Lernräume von Netucate mit der iLinc Software für virtuelle Online-Tutorials gut geeignet ist und die Performance von Adobe Connect-Systemen oftmals übertrifft. Das Netucate System ermöglicht den effektiven Einsatz von Whiteboards, Application Sharing, integriertem Browser und anderen Funktionen. Zusätzlich stand für die digitale Aufzeichnung von Handschrift im virtuellen Lernraum ein neuartiger Bluetooth-Stift von der Firma Papershow zur Verfügung. Dieser Stift ermöglicht eine lebendige Gestaltung von Präsentationen, da handschriftliche Notizen, Skizzen oder Zeichnungen in Echtzeit übertragen werden und eine deutlich "weichere, lockere und flüssigere Handschrift" auf dem Monitorbild im virtuellen Lernraum erscheint als herkömmliche Tableaus zum Schreiben. Alle Tutorien aufgezeichnet und stehen den Studenten jederzeit frei zur Verfügung. Trotz fortschreitender Entwicklungen in der elektronischen Kommunikation soll den Studierenden immer das Gefühl vermittelt werden, dass die Lehrenden während der gesamten virtuellen Lehrveranstaltung präsent sind und durch Interaktion erreichbar sind.

Im Rahmen des Projektes wurden außerdem mehrere Wikipedia-Bücher zur Thematik "Algorithmen und Datenstrukturen" angefertigt und den Studierenden online zur Nutzung zur Verfügung gestellt. Wikipedia-Bücher besitzen den Vorteil, dass sie eine geschickte Auswahl der im Internet verfügbaren Wikipedia-Artikel erlauben und in einer Grundstruktur eines Buches speicherbar sind, ohne Copyright jederzeit nutzbar sind, laufend aktualisiert und neu kompiliert werden. Somit können unproblematisch zu jedem neuen Semesterbeginn praktisch "auf Knopfdruck" aktualisierte Neuauflagen der Lehrmaterialien erstellt werden, die ein ergänzendes Selbststudium für die Studierenden ermöglicht. Die Wikipedia-Bücher können u.a. in den verschiedenen Formaten PDF, Open Office, ePub usw. erstellt werden. Insbesondere im Hinblick auf die Nutzung von Smartphones und Tablet-PCs ist das Format ePub besonders gut geeignet, da die Schriftgröße vom Nutzer selbst an die sichtbare Displaygröße angepaßt werden kann. Weiterhin wird die für Studenten oftmals lästige Problematik der Leihfristen und Mahngebühren bei herkömmlichen Medien in der Bibliothek vermieden.

Entsprechend der alten chinesischen Weisheit "Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte" wurde zur Unterstützung und zum besseren Verständnis des behandelten Vorlesungsstoffes eine umfangreiche Sammlung von diversen Flash-Animationen, Java-Applets, lehrreichen Filmen und Videobeiträgen aus Youtube usw. zusammengetragen und in einer kommentierten und nach Themen geordneten Link-Liste verzeichnet. Insbesondere diese Sammlung von Animationen zu den verschiedensten Themen wie Suchen, Sortieren, Mustererkennung, Baum- und Graphenalgorithmen fand bei den Studierenden großes Interesse und erhöhte spürbar die Motivation zur weiteren Beschäftigung mit dem Vorlesungsstoff.

Darüber hinaus bewährte sich unsere Strategie der Erstellung einer interessanten Internet-Linkliste zu ergänzenden multimedialen Lernmaterialien (Youtube-Videos, Flash-Animationen, Java-Applets, ...).

Eine statistische Auswertung zeigt eine signifikante Verbesserung der Prüfungsergebnisse bei Studierenden und ein größeres Interesse an dem Thema "Algorithmen und Datenstrukturen" nach der Einführung dieser neuen Lehr- und Lernformen.

Entscheidungsunterstützendes System in der Medizin am Beispiel der Diagnosen Mammakarzinom und Akutes Abdomen

Sebastian Hildebrandt B.Sc., Dennis Andrzejewski B.Sc.
Rumen Schmidt B.Sc., Dr. med. Eberhard Beck

Fachhochschule Brandenburg
Magdeburger Str. 50
14770 Brandenburg / Havel

hildebse@fh-brandenburg.de, andrzeje@fh-brandenburg.de
schmidru@fh-brandenburg.de, beck@fh-brandenburg.de

Abstract: Es wird ein konzeptionelles Design für ein entscheidungsunterstützendes System vorgestellt, welches modular für einzelne Erkrankungen nutzbar bzw. erweiterbar angelegt werden soll. Das System ist als ein lernendes System konzipiert, welches die Entscheidungen der Nutzer speichert und für eine spätere Regel- und Wissensbasis nutzbar macht.

1 Einleitung

Entscheidungsunterstützende Systeme können künftig medizinisches Personal zum Einen dabei unterstützen Diagnosen effizienter und ressourcenschonender zu stellen und dadurch die Patienten schneller der bestmöglichen Therapie zuzuführen, zum Anderen haben sie das Potential medizinisch-therapeutische Entscheidungen auf der Basis der bestmöglichen verfügbaren Evidenz zu objektivieren. Das vorgestellte Konzept stellt die Weiterführung einer Bachelorarbeit dar, in der erste Parameter für Regelsysteme zur Entscheidungsfindung hinsichtlich der systemischen Therapie beim Mammakarzinom bzw. zum diagnostischen Vorgehen akutem Abdomen definiert wurden.

2 Material und Methoden

Die Konzeption des Systems erfolgte in zwei Schritten. Mangels verfügbarer gesicherter klinischer Daten wurde zunächst für beide klinischen Probleme anonymisierte Falldaten mittels vordefinierter Erhebungsbögen gewonnen und zunächst mit Methoden der beschreibenden Statistik dargestellt. Die quantitative Auswertung erfolgte im Weiteren mit SPSS Version 19. Auf der Basis dieser Auswertungen wurden erste Hypothesen generiert, die schließlich die Grundlage für die künftige Regel- und Wissensbasis darstellen werden.

Konzeption eines Systems

Da das System modular aufgebaut werden soll, enthält es mehrere Arbeitsdatenbanken, welche für die jeweilige Wissensbasis notwendig sind. Die Arbeitsdatenbanken enthalten, die vom Anwender eingegebenen validierten Daten und geben mögliche Diagnosen bzw. Therapievorschläge, basierend auf der hinterlegten Wissensbasis an den Anwender zurück, sofern alle notwendigen Parameterwerte vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall werden die entsprechenden Untersuchungen bzw. Eingaben vom System vorgeschlagen. Die tatsächlichen Entscheidungen, welche in der Arbeitsdatenbank gespeichert werden, werden nach einer manuellen Datenverifikation in die Wissensdatenbank übernommen, wodurch sich das Wissen des Systems ständig vergrößert. Dadurch entsteht eine Grundlage, durch die das System in der Lage ist selber zu lernen.

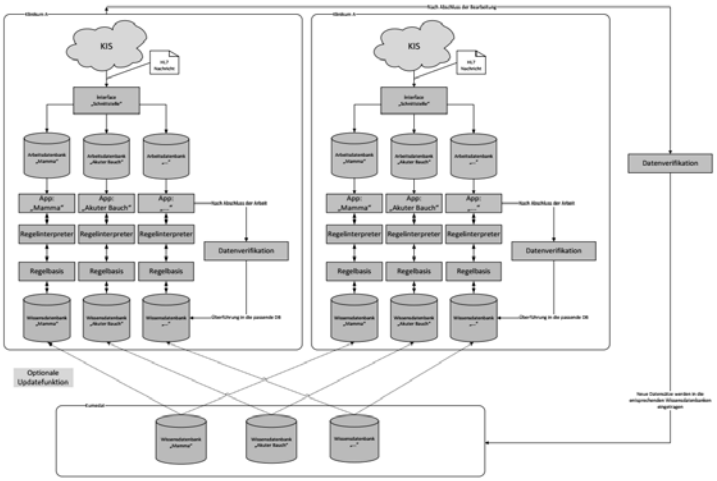


Abbildung 1: Aufbau des konzipierten entscheidungsunterstützenden Systems

3 Schlußfolgerung

Die bisherigen Vorarbeiten lassen erste Zusammenhänge zwischen klinischen und apparativen Befunden, sowie den daraus abgeleiteten Entscheidungen, erkennen. Die so gewonnen Hypothesen werden aktuell statistisch ausgewertet und dienen als Basis für die weitere Konzeption des Systems. Die gewonnen Erkenntnisse werden dann an größeren Stichproben zunächst verifiziert, um so eine gesicherte Basis für künftige Entscheidungen zu erhalten. Erst danach kann ein Prototyp des Systems prospektiv getestet werden.

Verschleißfreie Oberflächen in der Medizintechnik

C. Bzdok, H. Goldau

Hochschule Magdeburg-Stendal
Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Industriedesign
Institut für Maschinenbau
39114 Magdeburg
carlo.bzdok@hs-magdeburg.de
harald.goldau@hs-magdeburg.de

Abstract: In diesem Beitrag wird eine Analyse zur Bewertung verschleißbedingter Ausfälle künstlicher Gelenke dargestellt. Über innovative Bearbeitungsverfahren und Technologien sollen diese Ausfälle zukünftig minimiert und die Lebensdauer künstlicher Gelenke verlängert werden. Die daraus resultierende Senkung der medizinischen Eingriffe sorgt für eine erhöhte Lebensqualität der Patienten und führt zu einer Kostensenkung im Gesundheitswesen.

1 Analyse für Oberflächenverschleiß

Um einen vorzeitigen Funktionsverlust an Implantaten entgegenzuwirken, müssen die Gründe für Oberflächenverschleiß ermittelt werden. Bei tribologischer Beanspruchung eines Systems kann es in der Grenzschicht zu Energieumsetzungsprozessen kommen, die zu einem Materialabtrag führen. Für die Entstehung solcher Abtragprozesse sind im Wesentlichen die Grundmechanismen Adhäsion, Abrasion, Oberflächenzerrüttung und tribochemische Reaktionen verantwortlich. [RC03]

In der **Strukturanalyse** wird der innere Bereich eines tribologischen Systems durch seine Werkstoffe, deren Belastbarkeit und den gegenseitigen Wechselwirkungen charakterisiert. Die zentrale Aufgabe der Strukturanalyse ist die Aufklärung von Schadensursachen. Um diese lösen zu können, muss die tribologische Struktur des Systems genau analysiert und insbesondere die Verschleißerscheinungsformen untersucht und interpretiert werden. [SHS10]

Bei der **Beanspruchungsanalyse** handelt es sich um den äußeren Bereich des tribologischen Systems. Hier fließen alle von außen wirkenden Größen wie Kräfte, Momente, Bewegungen und Temperaturen in die Analyse ein. [SHS10]

2 Innovative Bearbeitungsverfahren

Das Finishen ist ein Endbearbeitungsverfahren, das Oberflächen bestimmte Materialeigenschaften zuordnet. Aspekte wie die Oberflächengüte, Oberflächenstruktur, Form- und Maßgenauigkeit sowie hohe Materialanteile sind entscheidende Faktoren, die zu einer Leistungssteigerung führen können. Durch die Verfahrensvarianten des Finishens können wichtige Funktionseigenschaften wie die Verschleißfestigkeit und das tribologische Schmierverhalten gezielt beeinflusst werden.

2.1 Bearbeitungsprozess

Dem Versuchsumfeld der Hochschule Magdeburg-Stendal steht ein speziell zur Kniebearbeitung parametergeregeltes 5-Achsen-Schleifzentrum zur Verfügung. Eigens an der Hochschule entwickelte Werkzeugkonzepte sorgen für die technisch-technologische Umsetzung des Finishens in der Medizintechnik.

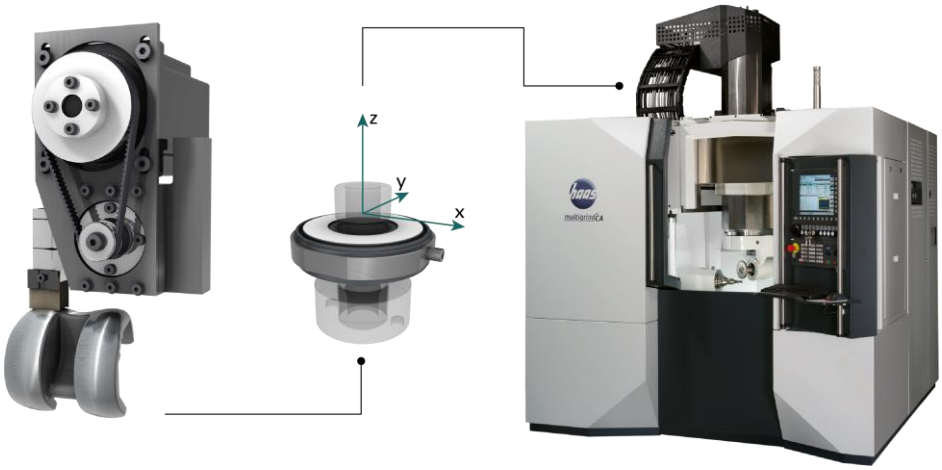


Abbildung 1: System: Werkstück–Werkzeug–Werkzeugmaschine–Zusatzeinrichtung

Mechanische Prozesse generieren Kräfte in allen Dimensionen frei im Raum. Diese Größen absolut genau und hochdynamisch zu erfassen, ist Voraussetzung für die Realisierung kraftgeregelter Prozesse. Dafür sorgen vier piezoelektrische Kraftsensoren direkt an der Wirkstelle des Bearbeitungszentrums, um auftretende Prozesskräfte zu detektieren und der Maschinensteuerung zur Weiterverarbeitung bereitzustellen.

Literaturverzeichnis

[RC03] Rosenberg, C.; Verschleißverhalten von Polyäthylen beim künstlichen Kniegelenkersatz; Dissertation, Aachen 2003.

[SHS10] Sommer, K.; Heiz, R.; Schöfer, J.: Verschleiß metallischer Werkstoffe. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden 2010.

Individuell anpassbare PEEK- Rekonstruktionsplatte zur Überbrückung von Unterkieferdefekten

Daniela Gottschling, Wolf-Dietrich Knoll, Konrad Mehle

Fachbereich INW
Hochschule Merseburg
Geusaer Str.
06217 Merseburg
daniela.gottschling@hs-merseburg.de

Abstract: Es Ziel des vom BMBF geförderten Projektes ist es, ein Rekonstruktionsplattensystem zu entwickeln, das aus einem unverstärkten thermoplastischen Kunststoff (PEEK) besteht. Durch die Veränderung der klassischen konstruktiven Lösung der bisher verwendeten Titan- Rekonstruktionsplatten soll zugleich eine erhebliche Reduzierung der mechanischen Beanspruchungen erreicht und damit das Risiko auftretender Komplikationen in der postoperativen Phase minimiert werden. Die neue Plattenform muss sich mit den zurzeit üblichen, kosteneffizienten Fertigungsverfahren umsetzen lassen. Lebensdauerversuche an Kiefermodellen sollen das Einsatzpotenzial der neuen Platte aufzeigen, bevor dann das Schlüsselexperiment in Form eines abschließenden Tierversuches stattfindet.

1 Motivation

Bei der Überbrückung von Kontinuitätsdefekten des menschlichen Unterkiefers, bedingt durch Trauma, Tumor oder Entzündung, kommt es immer wieder zur Lockerung oder gar zum Bruch (s. Abb.2) der dafür eingesetzten Unterkiefer- Rekonstruktionsplatten.

Abb.1: klinisches Bild eines Patienten mit Defekt des Unterkiefers nach Tumoroperation

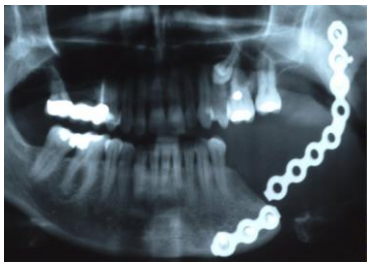


Abb.2: Bruch einer Titan- Reko-Platte 14 Monate nach Defekt-Überbrückung

Da diese Komplikationen für den Patienten stets einen weiteren operativen Eingriff unter stationären Bedingungen nach sich ziehen, resultieren für ihn erneut Operationsrisiken und Schmerzen.

2 Entwicklung eines numerischen Modells

Im Rahmen des Projektes ist eine Neuentwicklung des Finite-Elemente-Modells vom Humanunterkiefer für numerische Voruntersuchungen notwendig. Durch Aufbereitung von CT – Datensätzen mit der Software AMIRA wird ein stl – File erstellt, welches in CATIA V5 eingeladen und ein realitätsnahes 3D - Modell des Humanunterkiefers generiert wird. Für die Erstellung des FE – Modells ist es wichtig, Kau-, Muskel- und Gelenkkräfte zu berücksichtigen. Die Kaukräfte wurden in Untersuchungen an unterkieferresezierten Patienten aufgenommen. Aus diesen lassen sich mit der Software ANYBODY die resultierenden Muskel- und Gelenkkräfte berechnen.

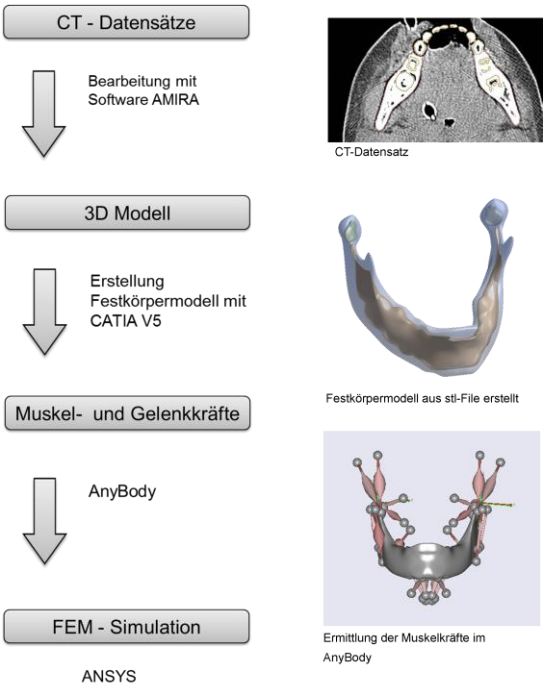
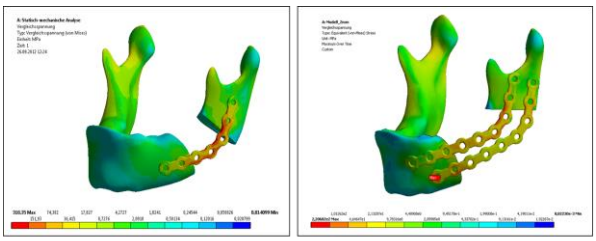


Abb.3: Ablauf Entwicklung numerisches Modell

Es soll ein Defekt im Kieferwinkelbereich simuliert werden, hierfür wird an dem 3D – Modell der Defekt herausgeschnitten und eine Rekonstruktionsplatte an den Kiefer angebracht. Im Programmsystem ANSYS werden an dem defekten Kiefer die ermittelten Muskel - und Gelenkkräfte aufgetragen und es können die entstehenden Spannungen ermittelt werden.

3 Ergebnisse

Der Defekt wurde vorerst mit einer und mit zwei Standard – Rekonstruktionsplatten aus Titan überbrückt. Ergebnis dieser numerischen Simulation war, dass durch überbrücken des Defektes mit zwei Platten, die Spannungen im Material um 30% verringert werden können (s. Abb.4b). Das erstellte FE – Modell soll im weiteren Verlauf des Projektes dazu dienen eine alternative Form der Rekonstruktionsplatten zu entwickeln.



Beanspruchung der Standard—Rekonstruktionsplatten (Plattenmaterial: Titan)
a) Defekt—Überbrückung mit einer Platte
b) Defekt—Überbrückung mit zwei Platten

Abb. 4: Ergebnisse numerische Simulation Standard – Rekonstruktionsplatten

Literatur: Arendts, Sigolotto: Standardabmessung, Elastizitätskennwerte und Festigkeitsverhalten des Human-Unterkiefers, ein Beitrag zur Darstellung der Biomechanik des Unterkiefers – Teil 1 Biomedizinische Technik 1989;34:248-255

Neues Verfahren zur Werkstoffprüfung

Martin Zimmermann, Andreas Dietzel, Bernd Bellair und Hendrike Raßbach

Fakultät Maschinenbau, Labor für Strukturmechanik
Fachhochschule Schmalkalden
Blechhammer
98574 Schmalkalden
m.zimmermann@fh-sm.de
a.dietzel@fh-sm.de

Abstract:

Das hier vorgestellte Verfahren zur Werkstoffprüfung wird zur Ermittlung mechanischer Kenngrößen bei hygroskopischen Werkstoffen (z.B. Holz) verwendet. Hierbei können durch Zug-, Druck- oder Torsionsversuche klassische Werkstoffkennwerte, wie z.B. Elastizitätsmodul, Schubmodul oder auch Querkontraktionszahl, in Abhängigkeit der Temperatur sowie der werkstoffspezifischen Feuchteaufnahme ermittelt werden.

1 Verfahrensbeschreibung

Das entwickelte Verfahren beschreibt die Kalbrierungs- und Prüfsystematik einer nahezu störungsfreien Kennwertbestimmung, mittels eines optischen Bildkorrelationsmesssystems bei mehrmaligen Medienübergang (z.B. Luft/Glas Glas/Fluid). Essentiell hierbei ist ein zweistufiger Kalibriervorgang des Bildkorrelationsmesssystems. Im ersten Teil der Kalibrierung werden neben den Abbildungseigenschaften (z.B. Fokus und Linseneigenschaften) auch die Sensorkonfiguration (d.h. Abstand und Orientierung der Kameras zueinander) überprüft. So wird anhand der Position von Referenzpunkten eines standardisierten Kalibrierobjektes die Referenzpunktabweichung bzw. der sogenannte Einschneidefehler bestimmt [1]. Dieser gibt dem Nutzer des Messsystems eine erste Aussage bezüglich der Qualität der durchgeführten Kalibrierung und damit auch der mit dieser Sensorkonfiguration aufgezeichneten Versuchsdaten. Die Besonderheit bei der hier beschriebenen Werkstoffprüfung mit mehrmaligem Medienübergang besteht darin, dass der gesamte Kalibrier- und Prüfvorgang im Versuchsmedium (z.B. Wasser) durchgeführt wird. Hierbei ist das Bildkorrelationsmesssystem außerhalb dieses Mediums aufgestellt. Die optische Bildaufzeichnung findet dabei sowohl beim Kalibriervorgang als auch bei der eigentlichen Werkstoffprüfung durch ein transparentes Sichtfenster und einer Schicht des noch vor der Werkstoffprobe liegenden Versuchsmediums statt. Eine wesentliche Fehlerquelle unter derartigen Versuchsbedingungen ist diese “Dicke“ des optisch zu durchdringenden Mediums in dem sich die Werkstoffprobe befindet (Abstand Werkstoffprobe-Sichtfenster). Dieser Tatsache wurde durch die Entwicklung eines zusätzlichen Kalibrierabschnittes Rechnung getragen. Hierzu wird die Werkstoffprobe, z.B. im Fall der Kalibrierung für einen Zugversuch, entlang einer senkrecht zum Sichtfenster verlaufenden Achse im Gehäuse an verschiedene Positionen gebracht. An diesen Positi-

onen erfolgt ein optisches Vermessen der Werkstoffprobe wobei die Werkstoffprobe in Dehnungs- oder Verformungsrichtung bewegt wird, ohne dass eine Lastaufbringung erfolgt. Die im Folgenden durch Bildkorrelation ermittelten Werte sind ein Maß für den von der (veränderlichen) Dicke der Prüfmediumsschicht abhängigen, tatsächlich auftretenden Messfehler bzw. Messrauschen[2]. Des weiteren erfolgt durch die Verwendung von speziellen Filtersystemen und Gläsern (Sichtfenster) eine weitere Qualitätssteigerung der auszuwertenden Bildaufnahmen (siehe Abb. 1).

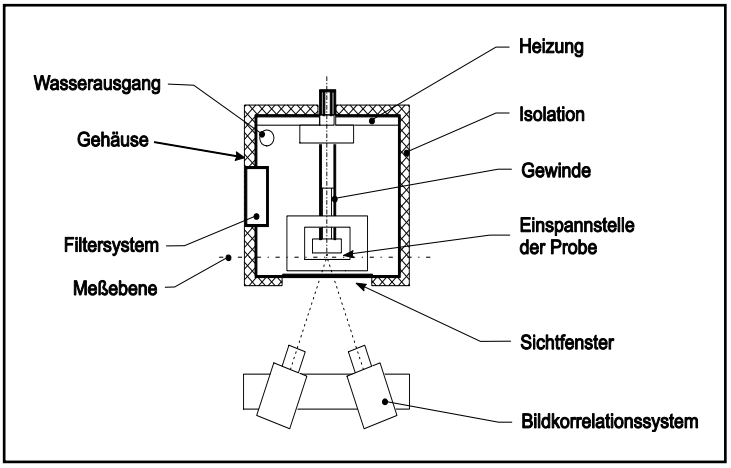


Abbildung 1: Aufbau Prüfmodul

2 Anwendungsgebiete

Ziel dieser Verfahrensentwicklung war die Bestimmung von Werkstoffkennwerten aus Zug-, Biege- oder Torsionsversuchen in Abhängigkeit der Werkstofffeuchte und/oder der Werkstofftemperatur. Anwendung findet das Verfahren vor allem bei Werkstoffen, welche insbesondere stark feuchte- und temperaturabhängige Eigenschaften z.B. Volumenzunahme in Abhängigkeit des Feuchtegehaltes aufweisen. Derartige Werkstoffe sind beispielsweise Holz bzw. Furnier aber auch Kunststoffe. Derartige messtechnisch erfassbare Werkstoffkennwerte bilden die Grundlage für numerische Simulationsmodelle anhand derer z.B. bauteilspezifische Verformungsreserven realitätsnah einzuschätzen sind und so industrielle Fertigungsprozesse auch komplexer Verbundwerkstoffe (z.B. Lagenholzprodukte) noch bedeutend verbessert werden können.

Literaturverzeichnis

[1] GESELLSCHAFT FÜR OPTISCHE MESSTECHNIK: ARAMIS Benutzerhandbuch-Software. veröffentlicht durch GOM mbH, Braunschweig, Germany. 4 2007

[2] SCHUTZRECHT DE 102011055953.1 (11.12.2012), FH Schmalkalden: Verfahren und Prüfanordnung zur Werkstoffprüfung

Thermotribometrische Charakterisierung von Schmierölen unterschiedlicher Herkunft

M.Sc. Mirjam Bäse, B.Eng. Erik Fritzsche, Prof. Dr.-Ing. Uwe Winkelmann

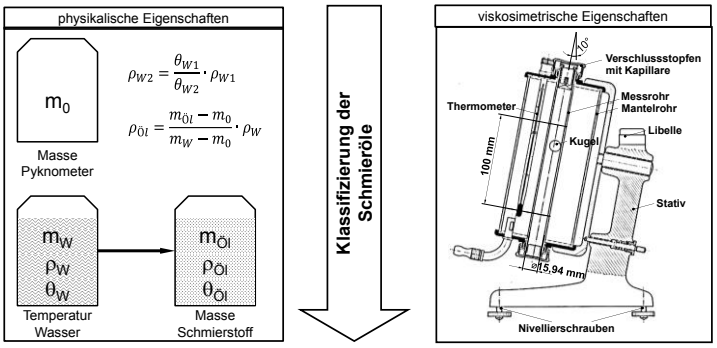
Fachbereich für Ingenieurwissenschaften und Industriedesign, Institut für Maschinenbau
Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstraße 2
39114 Magdeburg
mirjam.baese@hs-magdeburg.de
uwe.winkelmann@hs-magdeburg.de

Abstract: In den vorliegenden Untersuchungen wurden Experimente zum Reibungsverhalten unterschiedlicher Schmieröle durchgeführt. Als Variationsparameter diente die Temperatur, welche mittels eines eigens aufgebauten und modifizierten Thermotribometer eingestellt wurde. Die Untersuchungsergebnisse zeigen signifikante Unterschiede im tribometrischen Verhalten der untersuchten Schmieröle.

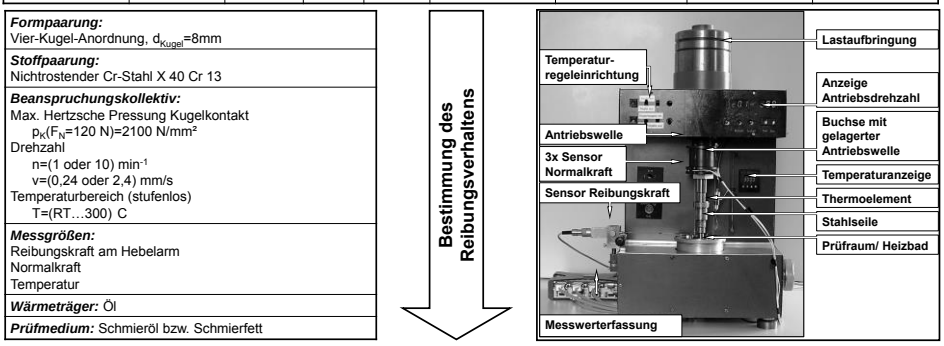
Kurzbeschreibung und Ausblick

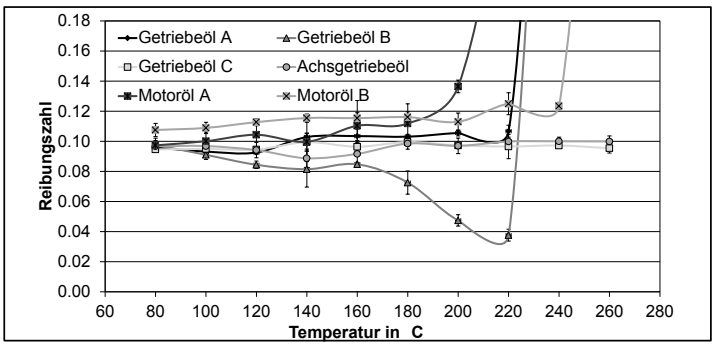
Die in technischen Baugruppen entstehenden Energie- und Materialverluste verursachen in Deutschland jährlich Kosten in Höhe von 35 Milliarden Euro. Aufgrund von tribologischen Entwicklungsarbeiten, können mit verbesserten Anwendungen geschätzt 5 Milliarden eingespart werden. Diesen vorliegenden wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Fragestellungen soll durch Verbesserung des Reibungs-, Verschleiß- und Betriebsverhaltens von technischen Baugruppen entgegnet werden. Eine wesentliche und oft unterschätzte Rolle nimmt hierbei der Zwischenstoff als tribologischer Wirkpartner ein. Dies ist oft ein flüssiger Schmierstoff. Für die Optimierung ist es notwendig, die physikalisch-, chemischen Eigenschaften der Schmierstoffe zu kennen und ferner deren tribometrische Verhalten experimentell zu bestimmen. Im vorliegenden Forschungsprojekt wurden physikalische, viskosimetrische und tribometrischen Eigenschaften von drei Getriebeölen, einem Achsgetriebeöl und zwei Motorenölen untersucht. Eine Zusammenfassung zur verwendeten Apparatetechnik und den Randbedingungen der experimentellen Untersuchungen sowie der jeweiligen Ergebnisse zeigt die Abbildung. Die Klassifizierung physikalischer Eigenschaften der Schmieröle erfolgte in einem Pyknometer. Die Ermittlung der viskosimetrischen Eigenschaften wurde mit einem genormten Höppler-Kugelfallviskosimeter vorgenommen. Es war außerdem möglich durch die Nutzung eines in Deutschland einzigartigen Thermotribometers Ergebnisse zum Reibungsverhalten der Schmierstoffe in Abhängigkeit von der Temperatur zu erhalten. Im Gegensatz zu konventionellen Tribometern können mit dieser, speziell für Öluntersuchungen entwickelten Versuchsapparatur signifikante Unterschiede in den tribometrischen Eigenschaften und somit im Reibungsverhalten über einen überaus großen Einsatzbereich abgebildet werden. Des Weiteren festgestellt werden, dass die untersuchten Messreihen auch

eine geringe Standardabweichung aufwiesen. Das Thermotribometer als Versuchsapparatur bietet somit ein großes Potential in der Untersuchung des Einflusses und der Optimierung von Schmierstoffen. Dem Versuchsaufbau und den Versuchsbedingungen sollte aufgrund der Spezifika und der außerordentlich aussagekräftigen Messergebnisse ein besonderes Interesse entgegengebracht werden.



Typ	VG-Klasse	VI-Index	Dichte in kg/m³		Kinematische Viskosität in mm²/s		Dynamische Viskosität in mPas	
			25 C	80 C	25 C	80 C	25 C	80 C
Getriebeöl A	VG 32	57,48	819	788	47,8	12,5	39,2	9,8
Getriebeöl B	VG 46	59,31	843	813	67	14	56,8	11,4
Getriebeöl C	VG 32	25,14	838	803	73,4	12,2	61,5	9,8
Achsgetriebeöl	VG 150	66,52	848	816	224	32	191	26,3
Motoröl A	VG 46	58,01	867	840	67	19,2	63	16,1
Motoröl B	VG 32	40,90	846	809	9,2	54,6	46,3	7,5





Development and optimization of a high energy laser based on High-order Harmonic Generation

Klaus Bergner, Tony Hansson

Department of Physics
Stockholm University
Roslagstullsbacken 21
SE 10691 Stockholm, Sweden
Bergner.K@gmx.de
tony.hansson@fysik.su.se

Abstract: Desirable features have made High-order Harmonic Generated (HHG) light into a quite unique source of coherent radiation in the extreme ultraviolet (EUV) region and is used for research lasers in the field of ultra-fast optics, spectroscopy and chemical physics. In this poster the design and construction of such a light source is presented. A new vacuum line was constructed and experiments were carried out to characterize the generated beam light. Furthermore, fundamental correlations between the driven laser field and the rare gas as a non-linear medium are demonstrated.

1 Motivation and Fundamentals

HHG light have many novel features such as high photon energies, up to several KeV, extremely short pulse duration, in the attosecond regime, and a high-quality spatial-temporal coherence. Thus it is possible to take a snapshot of the motion of electrons, atoms and molecules in real time [CK07]. This light can be created by applying a strong external electrical field to a non-linear medium (e.g. gas). The 3-step model, according to [CO93], explains the process of HHG and subsequent the light characteristic in detail.

2 Experiment and Results

To generate and measure high-order harmonic pulses a special overall design is required. For this object three main tasks where executed:

(1) Design of optics & vacuum components
(2) Setup and assembly of a new vacuum line
(3) Characterization and optimization of the generated HHG beam

As result a new HHG beam line was created (Fig. 1). The fundamental laser beam (800nm) from a Titan:Sapphire laser enters the chambers from the left. There the laser beam is focused into a gas cell and creates HHG light. All radiation passes through the chamber into the separator chamber. A gold-mirror is located in this chamber and can deflect the beam either into the characterization branch-line or into the operation line.

The operation arm includes more chambers and components for future applications of the EUV beam. To characterize the EUV radiation the beam is passed through a slit and filtered into the EUV spectrometer chamber. Here the beam can be analyzed. For this purpose a grating and a multichannel-plate detector is used.

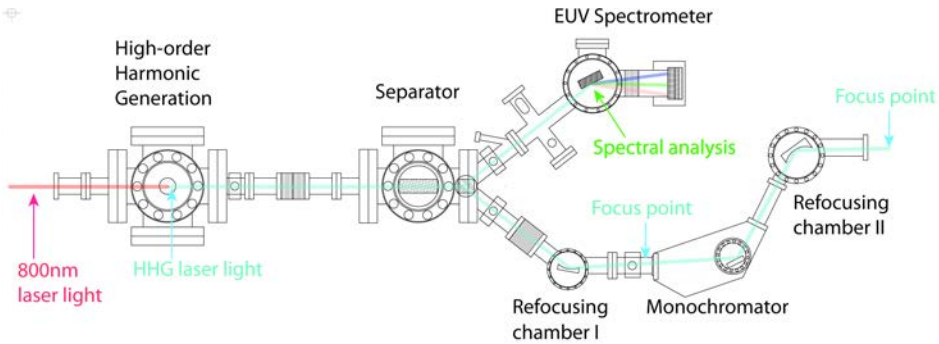


Figure 1: Design of the necessary vacuum setup and specified light path

To create maximum conversion efficiency for the desired 57th harmonic-order (≡13.5nm) different investigations of phase-match conditions were made. Maximum beam intensities with a low divergence are reached with 1.85mJ pulse energy. Lower energies leads to a phase-mismatch and if the intensity is too high it leads to above-threshold ionization. An ideal focus position was found, 4 mm before the gas cell center (Fig. 2a). To adjust the dispersion of the used neon gas, the back pressure was varied over a range of 0 to 220mbar. The best conditions were found with a pressure of 110mbar (Fig. 2b).

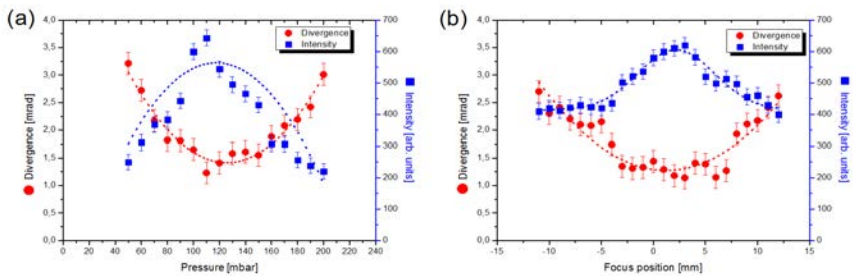


Figure 2: Brightness dependency of the 57th order by (a) gas pressure and (b) focus position

Finally, as a result of this work, the Division of Chemical Physics at Stockholm University now has access to a useful and characterized HHG laser beam line.

Bibliography

[CK07] Corkum, P.B.; Krausz, F.: Attosecond science: Nature Physics 3, 381-387 (2007), doi:10.1038/nphys620

[CO93] Corkum, P. B.: Plasma Perspective on Strong-Field Multiphoton Ionization; Physical Review Letters 71, 1993

Von der Pflanze bis zum Endprodukt

Optimierung und Bewertung von NawaRo-Anwendungsketten mit Hilfe der Prozesskettenanalyse am Beispiel der stofflichen Nutzung

Dipl.-Ing., MBA Reinhold Brummel, Prof. Dr.-Ing. Frank Beneke,

M.Eng. Benjamin Glosse

Forschungsgruppe NawaRo
FH Schmalkalden
Blechhammer
98574 Schmalkalden
reinhold.brummel@gmx.de
f.beneke@fh-sm.de

Abstract: Die Nutzung von Pflanzenfasern zur Verstärkung in Faserverbundwerkstoffen ist in vielen Fällen in der Kunststofftechnik nicht mehr wegzudenken. In der Automobilindustrie werden Aspekte der Leichtbauweisen bei gleich bleibender Sicherheit und Bezahlbarkeit immer wichtiger. Auch im Hinblick auf CO_2-Reduzierung und die damit verbundene Verbreitung von Elektrofahrzeugen ist das Gesamtgewicht des Fahrzeugs ein wichtiger Faktor. [Ki00] Hier kann die Naturfasern ein nachhaltiger Ersatz für konventionelle Glasfasern sein.

1 Ergebnisse

Ziel des Projektes ist es, eine Methodik zu definieren, um für ein spezielles technisches Problem jeweils eine passende Pflanzenfaser zu finden. Hierzu werden Techniken / Werkzeuge, wie sie in der Konstruktionslehre bekannt sind, angewendet. Beispielhaft wird eine Prozesskette der Hanffaser vorgestellt. Dabei unterliegen die Bewertung und die Modellierung einer solchen Prozesskette vielfältigen, die Komplexität der Betrachtung steigernden Einflüssen. Vertiefend wird ein Einblick in die technische Faserkomponente Hanf gegeben. Besonders wird auf die Einflussgrößen hingewiesen, die Auswirkungen auf die Kosten der Fasern haben können. Ebenso wie die Kosten ist der technische Vergleich der Fasern unumgänglich, wenn das Eigenschaftsprofil einer Faser charakterisiert werden soll.

Anhand eines ausgewählten Fallbeispiels aus der Praxis wird ein Vergleich zwischen einem konventionell hergestelltem und einem naturfaserverstärktem Bauteil aus der Automobilindustrie vorgestellt. Hierbei wurden nicht nur Auswirkungen auf die Materialkosten analysiert, sondern auch die gesamte Prozesskette auf vorhandene Potentiale untersucht und bewertet.

Literaturverzeichnis

[o.V.00] Klimaprogramm Bayern 2020, Bayerische Staatsregierung, München, 2009.
[Ki00] Kirchner W.: Baustein für die Mobilität der Zukunft, Kunststoffe 08/2012.

Entwicklung und Erprobung einer Prozesskette zur Herstellung von Spritzgießwerkzeugen mit laserstrahlpolierten Quarzglas-Formeinsätzen für die Abformung von 3D-MID aus CNT-haltigen Polymerblends

Matthias Rost, Jens Bliedtner, Kerstin Hecht

Fachbereich SciTec
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
matthias.rost@fh-jena.de
jens.bliedtner@fh-jena.de
kerstin.hecht@fh-jena.de

Abstract: 3D-MID sind spritzgegossene Schaltungsträger aus Kunststoff, auf denen Leiterbahnen für elektronische Baugruppen und Schaltungen direkt aufgebracht werden können. Derzeit wird in einem Forschungsprojekt u. a. an der Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena untersucht, wie sich durch den Einsatz von eingebetteten Kohlenstoffnanoröhren (engl. carbon nanotubes; CNTs) in Polymeren elektrische Leitfähigkeiten ohne metallische Zusätze realisieren lassen. Die dafür benötigten Formteile werden dabei in neuartigen Spritzgießformen gespritzt und anschließend durch Laserstrahlung direkt aktiviert.

1 Präsentation der Ergebnisse

Im Rahmen einer Masterarbeit sind Spritzgießwerkzeuge mit Quarzglas-Formeinsätzen hergestellt worden, um Formteile aus einem neuartigen Nanokompositblend abzuformen. Im weiteren Verlauf wurden Leiterbahnstrukturen mit einem 3D-CO_2-Laserscanner auf den gespritzten Teilen aufgebracht und anschließend eine elektrische Leitfähigkeit erfolgreich nachgewiesen. Bei der Recherche zu dieser Arbeit wurde ermittelt, dass bisher der Einsatz von Quarzglas als Formeinsatz für Spritzgießwerkzeuge außerhalb der Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena nicht weiter bekannt ist. Lediglich das Laserstrahlpolieren von Quarzglaslinsen wurde auch vom ILT Aachen untersucht und ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Oberflächengüte herausgefunden. Als Alternative zum Quarzglas für Formeinsätze konnte die erodierbare Keramik Dimacer und die gut mit herkömmlichen Werkzeugen zerspanbare Glaskeramik MACOR recherchiert werden. Ebenso neuartig ist die Herstellung von spritzgegossenen Schaltungsträgern ohne metallisierte Leiterbahnen. Bisher ist die Verwendung von Kohlenstoffnanoröhren für die Herstellung elektrisch leitfähiger Kunststoffe ohne metallische Zusätze für MID nicht weiter bekannt. Bei der Fertigung der Formeinsätze aus Quarzglas wurde u.a. ein ultraschallge-

stütztes Schleifverfahren angewendet, um die Kavität anzufertigen. Dieses Verfahren eignete sich sehr gut für die Bearbeitung des sprödharten Werkstoffs, muss aber noch optimiert werden, damit die Schleifriefen so weit wie möglich minimiert werden. Ein anschließender Laserstrahlpolierprozess konnte erfolgreich bei den Formeinsätzen angewendet werden. Die Einsätze wiesen eine geeignete Oberflächengüte zum Abformen auf. Dass das Abtragen einer Kavität durch einen 3D-CO_2-Laserscanner praktisch möglich ist, wurde mit der Struktur eines Fluidchips nachgewiesen. Allerdings zeigten die Seitenwände der Geometrien starke Abweichungen von der Sollgeometrie, da durch den schräg einfallenden Laserstrahl ein ungleichmäßiger Energieeintrag stattfand und dadurch das Quarzglas unterschiedlich abgetragen wurde. Für filigrane Strukturen bis 0,1 mm Tiefe, eignet sich jedoch der Lasermarker relativ gut, da sich in der Tiefe die vorher genannten Schrägen nicht so stark ausbilden können. Bei der Integration des Formeinsatzes in die metallische Grundform ist darauf zu achten, dass ein genügend großer Füge- und Dehnspalt eingehalten wird, damit das Quarzglas nicht das Metall touchiert. In diesem Spalt sollte genügend Silikon eingefüllt sein, um die aufkommenden Drücke, die während des Abformungsprozesses entstehen, zu kompensieren. Das Abformen mit dem neuartigen Werkzeug bestätigte die Anfangs angenommene Hypothese, dass es zu keinem Anhaften der Formmasse in dem Werkzeug mit Quarzglas-Formeinsatz kommt. Hingegen wurde eine starke Haftung in dem Spritzgießwerkzeug aus Aluminium, welches die gleiche Kavität wie der Formeinsatz hatte, zwischen Formteil und Form festgestellt. Die Leiterbahnstrukturierung auf den Formteilen, die aus dem neuartigen Nanokompositblend abgeformt wurden, ist mit einem Lasermarker ist sehr gut gelungen. Es konnten elektrische Leitfähigkeiten mit einer geeigneten Vierpunkt-Messmethode gemessen werden. Zukünftig sollten aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften die zwei recherchierten Materialen Dimacer und MACOR auf die Eignung für einen Formeinsatz experimentell untersucht werden. Gerade durch die „leichte“ Verarbeitbarkeit beider Materialien können sie als Alternative zum Quarzglas angesehen werden. Zusätzlich sind auch Auswerfer aus Dimacer, MACOR oder Invar vorstellbar, die direkt in die Quarzglasform eingesetzt werden. Das wichtigste Ergebnis dieser Masterarbeit ist die Erkenntnis, dass es möglich ist, Formteile aus Spritzgießwerkzeugen mit Quarzglas-Formeinsätzen herzustellen. Mit diesem Verfahren können komplexe Formteile ohne Auswerfer und Entformungsschrägen abgeformt werden. Das Ziel dieser Masterarbeit, eine Prozesskette für die Herstellung von Quarzglas-Formeinsätzen für die Abformung von 3D-MID aus CNT-haltigen Polymerblends zu entwickeln und zu erproben, ist somit erfüllt. [1]

Literaturverzeichnis

[1] Rost, M.: Entwicklung und Erprobung einer Prozesskette zur Herstellung von Spritzgießwerkzeugen mit laserstrahlpolierten Quarzglas-Formeinsätzen für die Abformung von 3D-MID aus CNT-haltigen Polymerblends. Masterarbeit. Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena. Jena 2012

Creative Labs in offenen Innovationsprozessen – Typen und Funktionen

Markus Lahr

Forschungsgruppe Innovations- und Regionalforschung
Technische Hochschule Wildau [FH]
Bahnhofstraße
15745 Wildau
markus.lahr@th-wildau.de

Abstract: Dieser Beitrag thematisiert das bisher wenig untersuchte Konzept der Creative Labs, als einen Ansatz zur Unterstützung offener Innovationsprozesse. Im Rahmen einer Studie wurden Organisationstypen, Zielgruppen und Konzepte verschiedener Labs untersucht, die die Grundlage für eine systematische Bewertung und die Ableitung von best practice bilden. Es wurden 22 Creative Labs mittels desk research analysiert und eine Typisierung von Creative Labs erarbeitet. Es konnten drei unterschiedliche Ansätze für die Gestaltung von Creative Labs identifiziert werden.

1 Einleitung

Das Konzept der Open Innovation spielt im Innovationsmanagement, in der akademischen Diskussion und in der praktischen Anwendung eine immer größere Rolle [Hu10]. Der Hauptvorteil von Open Innovation liegt vor allem in der *„Erweiterung der Spannbreite der Ideen- und Lösungsfindung*“ [RP05]. Es werden externe Akteure in den Innovationsprozess eingebunden und somit neue Inputfaktoren zur Verbesserung des Innovationspotentials erschlossen. Es ist deshalb wichtig, einen entsprechenden Arbeitsraum zu schaffen, der Innovation befördert und Akteuren alle Möglichkeiten an die Hand gibt erfolgreich zu innovieren. Ziel der Untersuchung ist es deshalb, eine erste Systematisierung vorzunehmen, die Rolle im Innovationsprozess näher zu untersuchen und weitere Forschungsfragen abzuleiten.

2 Systematisierung unterschiedlicher Creative Lab Ansätze

Die Rolle von Creative Labs als Teil des Open Innovation wurde im wissenschaftlichen Diskurs bisher weitestgehend vernachlässigt. Bisherige Forschungsarbeiten haben sich mit der Systematisierung von Inkubatoren und Präinkubatoren beschäftigt [GB06], die oftmals als institutioneller Überbau für Creative Labs dienen.

Typ 1 - Individuumsbezogene Creative Labs - Ein Großteil der Labs des Typ 1 sind in Hochschulen und wissenschaftlichen Instituten eingegliedert. Das Hauptanliegen der Labs ist entsprechende Personen und Akteursgruppen, wie Studierende und Entrepreneure mit entwicklungsfähigen Ideen, bei der Bewertung, Entwicklung, Realisierung und Integrierung ihrer Vorhaben zu unterstützen. Diese konkreten Projekte können eigene Gründungsideen sein, an denen im Team oder als Individuum unter Betreuung des Labs gearbeitet wird, oder aber durch Kooperation mit der Industrie vorgegeben Problemstellungen, an denen die Methoden praktisch angewendet werden können.

Typ 2 – Unternehmensbezogene Creative Labs - Die Mehrheit dieser Labs sind eigenständige Unternehmen, in Unternehmen angesiedelt oder hochschulintegrierte gewinnorientierte Institute. Die Zielgruppe der Labs des Typs 2 sind Unternehmen, die das Creative Lab im Rahmen des eigenen business developments nutzen und Startups, die sich noch am Markt etablieren müssen und kooperativ Problemlösungen erarbeiten möchten. Das Unternehmen tritt mit einer konkreten Problemstellung an ein Lab heran und beauftragt es kreative Strategien oder konkrete Lösungen zu erarbeiten.

Typ 3 – Systembezogene Creative Labs - Die Labs des Typs 3 haben weder eine kommerzielle Motivation noch einen expliziten Bildungsauftrag gegenüber den Labteilnehmern. Ihr Ziel ist es Lösungsansätze für gesellschaftliche, politische, soziale und ökonomische Probleme zu entwickeln, die zum Teil ein globales Ausmaß haben und von hoher gesellschaftlicher Relevanz sind.

3 Schlussfolgerung und weitere Forschungsfragen

Es gilt festzuhalten, dass Creative Labs in drei Kategorien eingeteilt werden können. In einem nächsten Schritt bedarf es einer detaillierten Untersuchung ausgewählter Creative Labs im Rahmen von Fallstudien, um die Ergebnisse zu validieren und weiter zu präzisieren. Aus den bisherigen Erkenntnissen ergeben sich für die Entrepreneurship- und Innovationsforschung desweiteren Fragen nach der Leistungsfähigkeit und best practices von Creative Labs.

[GB06] Gassmann, O., Becker, B.: Towards a resource-based view of corporate incubators." International Journal of Innovation Management, 2006, **10**(1), S. 19-45.

[Hu11] Huizingh, E. K. R. E.: Open innovation: State of the art and future perspectives. Technovation, **31**(1), 2011, S. 2-9.

[RP05] Reichwald, R.; Piller, F. T.: Open Innovation: Kunden als Partner im Innovationsprozess (Download unter: http://www.impulse.de/ downloads/open_innovation.pdf), Letzter Zugriff:14.09.2012, 2005.

Historische Heizungsanlagen im Europäischen Museumsbau der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts

Studien zur Frühgeschichte der Zentralheizung

Dipl.-Ing. Anke Fritzsch MA

FB Bauingenieurwesen
Fachhochschule Potsdam
Pappelallee 8-9
14469 Potsdam
anke.fritzsch@web.de

Abstract: Hermann Rietschel (Begründer der Wissenschaft des Heizungs- und Lüftungsfaches) äußerte 1904 „das Heizungsgebiet hat sich in Deutschland seit etwa drei bis vier Jahrzehnten aus dem höheren Handwerk zu einem Zweige der wissenschaftlichen Technik entwickelt“ [1]. Doch war wirklich „nur“ der handwerkliche Erfahrungsschatz die Basis für die Luft-, Dampf- und Wasserheizungen, die sich im Zuge der europäischen Frühindustrialisierung zu einem festen Bestandteil der neuen Bauaufgaben in der 1. Hälfte des 19. Jh. entwickelte? Mit dem Fokus auf den europäischen Museumsbau wird diese Frage beantwortet und die Frühgeschichte der Zentralheizung zusammenfassend dargestellt.

1 Grundlegendes

Ziel dieser Dissertation ist die Untersuchung historischer Heizungsanlagen im europäischen Museumsbau[1] in der 1. Hälfte des 19. Jh. Basierend auf einer detaillierten Erfassung und Analyse wird eine repräsentative Auswahl an Zentralheizungen dokumentiert. Mit Bezug auf den theoretischen und praktischen Kenntnisstand der Phase des frühindustriellen Aufschwungs werden diese bewertet und unter Anwendung heutiger Berechnungsgrundlagen die Leistungsfähigkeit einer ausgewählten Anlage bestimmt. Die Arbeit besteht aus einem theoretischen und einem Katalogteil. In Ersterem werden neben der Entwicklung der physikalischen Theorie der Wärme und der Entwicklungsgeschichte der einzelnen Zentralheizungsarten vor allem die Untersuchungsergebnisse zusammenfassend dargestellt. Im Katalogteil werden sowohl die Heizungsanlagen der ausgewählten Museen als auch noch existente Anlagen aus der 1. Hälfte des 19. Jh. beschrieben.

[1] Mit dem „autonomen Museumsbau“ entstand in der 1. Hälfte des 19. Jh. eine neue Bauaufgabe (mit konstanten, vergleichbaren Nutzeranforderungen), der sich die Architekten in ganz Europa in stellten.

2 Beispiel – die Heizung der Alten Pinakothek in München

Eine der 10 zu untersuchenden Heizungen ist die Luftheizungsanlage, in der von Klenze 1824-36 geschaffenen Alten Pinakothek in München. Für diese wurden in 14 Souterrain-Heizkammern, sog. Umsturzfeueröfen aufgestellt. „Umsturzfeueröfen“, weil das Feuer gegen den Ofendeckel schlug und über die Umsturzmauer einen schmalen umlaufenden Zwischenraum erfüllte, um die beiden unteren Ofenteile zu erhitzten. Der Rauch sammelte sich in einem horizontalen Kanal und wurde von da in den Schornstein geleitet. Die erforderliche Kaltluft, eine Mischung aus der Abluft der beheizten Räume und einem geringen Frischluftanteil, wurde über einen Kanal unterhalb des Ofens in die Heizkammer geführt. Die erwärmte Luft stieg von den Heizkammern über Warmluftkanäle in die Sammlungsräume (Abb. 1). Mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit war es der Hofbauin-

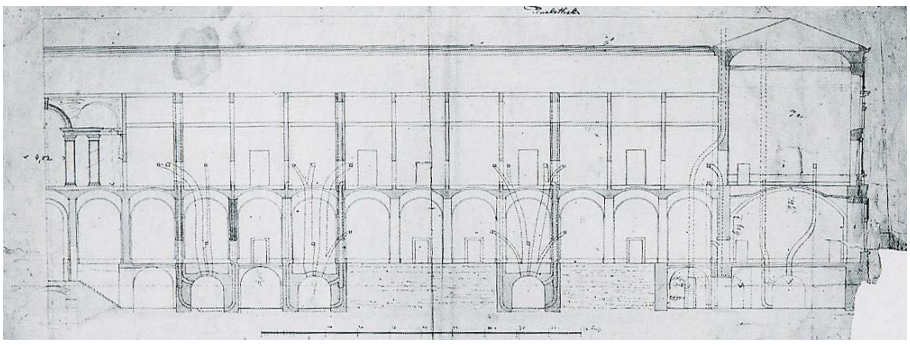


Abbildung 1: Längsschnitt der west. Gebäudehälfte, Darstellung der Heizkammern u. Luftkanäle

spektor S. Mayr, der die von dem finnischen Baumeister C. L. Engel vielfach verwendete und 1830 publizierte Konstruktion der Umsturzfeueröfen für die Alte Pinakothek auswählte. Für den Einsatz dieser, dem aktuellen Stand der Technik entsprechenden Öfen sprachen auch die persönlichen Erfahrungen Mayr´s, denn unter seiner Leitung waren bereits der Königsbau und die Allerheiligen-Kirche in München mit diesen Öfen ausgestattet worden. Auch scheint die Dimensionierung der Öfen und Kammern wohl überlegt zu sein, da sie der Grundregel, nach welcher „die Größe der Heizkammer den 1000sten Teil des zu heizenden Raumes annimmt“ sehr gut entspricht [2]. Allerdings war dieser Luftheizung durch die viel zu hohe Lage der Warmluftauslässe (2.00m über dem Boden) kein Erfolg beschieden, woran auch die sehr fortschrittliche Regulierbarkeit der aufsteigenden Warmluftmenge (bewegliche Klappen am Sturzbogen der Heizkammern) nichts ändern konnte. Bereits nach wenigen Jahren nutzte man sie nur noch für die Temperierung der Erdgeschossräume, die Räume der Gemäldesammlung blieben kalt.

Literaturverzeichnis

[1] Usemann, K.W: Entwicklung von Heizungs- und Lüftungstechnik zur Wissenschaft: Hermann Rietschel – Leben und Werk, München/ Oldenburg, 1993; S. 19

[2] Hermann, H: Die Heizung der Pinakothek in München: im Kunst - und Gewerbeblatt des Polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, München, 1836; S. 140-157

How to reduce the vulnerability of Sikkim's built heritage

Rhena Tessmann, M.A. Architektur und Städtebau

FB Architektur und Städtebau
Fachhochschule Potsdam
Pappelallee 8-9
14469 Potsdam
rhena.tessmann@gmail.com

Abstract: The paper presents an extract of the condition assessment of Sikkim's heritage sites after the 2011 earthquake, which in full length also includes an analysis of the seismic performance of traditional building constructions and retrofit options. The most frequently occurred damage to stone buildings and appropriate retrofit options are presented in the following.

1 Condition of the masonry bond

The bond of the masonry is an extremely determinant factor to the strength of the whole structure. Most of the visited stone structures are constructed as a double layer wall with an internal and external wall leaf, with mostly an infill of random rubble. Generally there is no continuous connection between the two wall leaves thus due to seismic forces or long term stress such as overloading the wall leaves are likely to separate (fig 1) and bulge outwards or even collapse.

Fig 1 (author): Collapsed wall due to separation of wall leaves

2 Damage pattern due to shear

The insufficient earthquake performance of non reinforced stone masonry laid in mud mortar was responsible in large part for the major and minor damage to the 37 heritage sites in this category which are between 60 and 340 years old. A total of 70% of the major damage[1] and 33% of the minor damage has been caused by shear. The diagonal transformation of the wall due to shear caused horizontal cracks along the joints, separation of wall corners, typical diagonal or x-shaped cracks in the centre portions of the walls and between and around openings and bearings (fig 2).

[1] Following a detailed condition assessment the damage to each of the 104 assessed sites has been rated in summary as: 0 = none; 1 = minor; 2= major and 3 = severe.

Fig 2 (author): Cracks around the window, Tashiding Monastery, West Sikkim

Fig 3 (author): Wooden horizontal band, residential building, Duga, East Sikkim

3 Retrofit interventions

The main deficiencies are the horizontal connections and the dimensions of the buildings. Especially the walls of gompas[2] show an inappropriate length-to-width ratio and the ground floor is one large unit as it serves as an assembly hall. Both facts increase the vulnerability of the structure. The retrofit intervention for these stone buildings therefore has to improve the connection between the walls, between the walls and floors and strengthen the masonry bond. An effective measure is the introduction of horizontal steel bands or wooden beams (fig 3) which are suggested on several levels as lintel, roof and gable band. *For details see the full length report: http://www.intach.org/pdf/sikkim-earthquake-damage.pdf*

Bibliography

[01] Central Public Works Department & Indian Building Congress: Handbook on Seismic Retrofit of Buildings. IIT Madras, Narosa, 2008

[02] Murty, C.V.R.; Menon, A.: 2011 Sikkim Earthquake 2011 – First Information Report. IIT Madras, Chennai, 2011

[03] Stovel, Herb: Risk preparedness - A management manual for world cultural heritage. ICCROM, Rome, 1998

[2] Main building of the Buddhist monastic complex.

Kita und Schule im Dialog: Zusammenarbeit gemeinsam gestalten – eine Herausforderung

Anja Schwentesius, Steffi Wolf, Annette Schmitt, Günter Mey

Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Hansestadt Stendal

ksd@ahw.hs-magdeburg.de

In der aktuellen fachlichen und bildungspolitischen Diskussion wird Bildung zunehmend als lebenslanger, individuell aktiv gestalteter Prozess konzipiert, womit u.a. der Bildungsauftrag von Kitas an Bedeutung gewinnt. Aus diesem Verständnis von Bildung folgt die Notwendigkeit, die Zusammenarbeit von Kita und Grundschule zu intensivieren und ihre Bildungskonzepte aufeinander abzustimmen, um eine konsistente Fortführung der individuellen Bildungsbiografien zu ermöglichen [Ft08]. Dies geht einher mit einem veränderten Selbstverständnis der in beiden Institutionen tätigen Pädagog_innen. Allerdings ist empirisch nicht ausreichend untersucht, wie dieser schwierige Umdenkungsprozess von den Pädagog_innen erfolgreich gestaltet werden kann. Dies bildet den Ausgangspunkt des von der Deutsche Telekom Stiftung geförderten Projekts „Kita und Schule im Dialog – mathematische und naturwissenschaftliche Bildung gemeinsam gestalten“, in dessen Rahmen gemeinsame Fortbildungen und moderierte Arbeitsgruppentreffen zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Themen mit dem Ziel der Initiierung einer themenbezogenen Kooperation angeboten wurden.

Von 2011 bis 2013 wurden in einer qualitativ angelegten Studie problemzentrierte Interviews und Gruppendiskussionen mit Pädagoginnen geführt sowie in den Einrichtungen die Alltagspraxis beobachtet. Die Auswertung der Daten erfolgte computergestützt mit MAXQDA10 und in Anlehnung an kategorienbildende Verfahren der Qualitativen Inhaltsanalyse [Ma03].

Die Triangulation der Daten ergab, dass die Pädagoginnen im Projektverlauf ihr Verständnis von mathematisch- naturwissenschaftlicher Bildung erweitern und dadurch mehr Sicherheit bei der Gestaltung dieser Bildungsbereiche erlangen konnten. Des Weiteren fand ein Umdenken bei ihnen statt, dem zufolge Bildung nicht mehr über die bloße Vermittlung von Wissen, sondern über die eigenständige Auseinandersetzung der Kinder mit Phänomenen ihrer Umwelt erfolgt. Allerdings weisen diese Vorstellungen Differenzen zu den beobachteten Handlungen der Pädagoginnen auf. Dort agieren sie häufig als „Expertin“ und ermöglichen den Kindern nur in einem von ihr vorgegebenen Rahmen ein eigenständiges Forschen und Entdecken. Resümierend scheint also das in der Ausgangslage erhobene Bildungsverständnis der Erzieherin als Expertin, das Handeln der

Pädagoginnen in der Praxis noch stark zu strukturieren, auch wenn im Wissen bereits eine Veränderung vorliegt [Me12].

Hinsichtlich der Entwicklung einer Kooperationsstruktur zeichnete sich die vor Beginn des Projektes überwiegend auf die Erfüllung der administrativer Anforderungen beschränkte Zusammenarbeit bereits nach den ersten gemeinsamen Fortbildungen und Arbeitstreffen durch einen zunehmend selbstverständlicheren Umgang miteinander und einem regen pädagogisch/didaktischen Austausch aus. Dabei wurde die Einbindung einer Moderatorin, die die Veranstaltungen organisierte, begleitete und dokumentierte, als entscheidend kooperationsfördernd eingestuft. Als Faktoren, die die Kooperation erschweren, stellten sich ein hoher Zeitaufwand, die strukturellen Bedingungen, wie Tagesabläufe, Lehrplan etc., häufiger Personalwechsel und das unterschiedliche Vorwissen der Pädagoginnen heraus. Als besonderes Merkmal ist das spezielle Hierarchieverhältnis zwischen Lehrerinnen und Erzieherinnen, das sich aus den unterschiedlichen Traditionen der beiden Institutionen und den damit verbundenen politischen und gesellschaftlichen Zuschreibungen sowie aus den verschiedenen Ausbildungswegen und dem daraus resultierenden Selbstverständnis ergibt, anzusehen. Dieses konnten zwar durch das persönliche Kennenlernen der Personen reduziert werden, lag aber zum Ende des Projekts noch vor.

Das Projekt zeigte, dass die von Bildungs- und Lehrplänen geforderte Kooperation zwischen Kita und Schule mit entsprechenden Rahmenbedingungen angemessen realisierbar ist, die gegenwärtigen administrativen Vorgaben und strukturellen Gegebenheiten sich allerdings zum Teil erschwerend darauf auswirken. Eine Implementierung angemessener und nachhaltiger Kooperationsstrukturen zwischen diesen beiden Einrichtungen würde durch veränderte Rahmenbedingungen wesentlich erleichtert.

Festgehalten werden kann damit, dass eine Vorstellung, die Kinder als Akteure ihre Bildungsbiografie sowie die Erfordernis einer individuellen Fortführung dieser ernst nimmt, über die Arbeit mit einzelnen Akteuren oder Institutionen hinausgehen muss, will diese nachhaltig sein. Entsprechend gilt es entsprechende Rahmenbedingungen für professionelles Handeln zu schaffen.

Literaturverzeichnis

[Ft08] Fthenakis, W. E. (2008). *Bildung von Anfang an: Bildungskonzepte für Kinder unter sechs Jahren aus internationaler und nationaler Perspektive*. In Hoppe & A. Schack (Hrsg.), Rohstoff Bildung: Lebenslang lernen. Wiesbadener Gespräche zur Sozialpolitik, Dr. Curt Haefner, Heidelberg, 2012, S. 135-166.

[Ma03] Mayring, P. (2003). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. (8. Auflage). Weinheim: Beltz.

[Me12] Mey, G.; Schmitt, A.; Schwentesius, A.; Wolf, S.& Kraft, M.(2012). *"Ich denk, das sind auch so kleine Lernsituationen, die die Kinder so im täglichen Leben mitkriegen." – Mathematische und naturwissenschaftliche Bildungsprozesse in der Kita aus der Sicht von Erzieherinnen*. In Fröhlich-Gildhoff, K.; Nentwig-Gesemann, I.; Wedekind, H. (Hrsg.), Forschung in der Frühpädagogik. FEL - Verlag Forschung - Entwicklung – Lehre, Weinheim, 2012, S. 155-179.

Gesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern in der stationären Jugendhilfe

Cornelia Breternitz, B.Sc. & Prof. Dr. Gabriele Helga Franke

Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal
Cornelia.Breternitz@web.de

1. Hintergrund

Die Gesundheitsforschung betrachtet zunehmend die gesundheitsbezogene Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen, d.h. das körperliche, geistige und soziale Wohlbefinden nach der Definition der WHO [Bu09]. Kinder, die in der Heimerziehung leben, mussten häufig Kindeswohlgefährdungen erfahren und zeigen vermutlich eine geringere Lebensqualität.

2. Fragestellung

1. Sind Kinder, die in Heimen der stationären Jugendhilfe leben, bezüglich ihrer gesundheitsbe-zogenen Lebensqualität als Risikopopulation zu betrachten?
2. Können Fragebögen, die für die Kinder- und Jugendpsychiatrie entwickelt wurden, auch im Heimbereich sinnvoll angewendet werden?

3. Methodik

Neben der Literaturarbeit, wurde eine psychodiagnostische Untersuchung mithilfe des Salus-Asklepios-Therapie-Evaluationsprogramms für die Kinder- und Jugendpsychiatrie in der Selbstbeurteilung (SATEP-KJP-S) an drei Einzelfällen durchgeführt, dokumentiert, ausgewertet und diskutiert: SEAK (Skalen zur Erfassung von Aktivitäten von Kindern und Jugendlichen), SEKU (Skalen zur Erfassung körperlichen Unwohlseins von Kindern und Jugendlichen) sowie SEPL (Skalen zur Erfassung psychosozialer Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen). Ressourcen (R) zeigen in hohen Werten hohe Lebensqualität und große Beeinträchtigungen (B) werden durch hohe Werte abgebildet; die Vornamen der Probanden wurden durch zufällig aus dem Telefonbuch gewählte ersetzt.

4. Ergebnisse

Alle Daten wurden anhand einer Stichprobe von stationär psychiatrisch behandelten Kindern und Jugendlichen (n=404) in T-Werte umgerechnet (Tab. 1). Christiano (13 Jahre) zeigte ein unauffälliges, Celina (9 Jahre) ein sehr auffällig und Patrizia (13 Jahre) ein partiell auffälliges Profil. Christiano berichtete durchschnittliche Ressourcen, aber auch eine durchschnittliche Belastung. Dahingegen zeigte Celina durchschnittliche Ressourcen und hohe Belastung. Patrizia äußerte in den Fragebögen zum Teil hohe Ressourcen und kaum Belastung, außer in zwei Bereichen. Zu beachten ist, dass als

Vergleichsstichprobe eine klinische Stichprobe herangezogen wurde. Das heißt also, dass bei durchschnittlichen Werten in der Testung von Belastung auszugehen ist.

	Vergleichsdaten			Rohdaten Fälle (T-Werte)		
	N	M	SD	Ch	Ce	Pa
SEAK – Skalen zur Erfassung von Aktivitäten von Kindern und Jugendlichen						
Sport, Hobby und Verein (R, 7 Items)	397	3,55	1,27	4,1 (55)	**4,3 (66)**	**6,0 (69)**
Pflichterfüllung und Ernsthaftigkeit (R, 7 Items)	395	3,07	0,89	3,9 (59)	**4,0 (60)**	**4,6 (67)**
Freundeskreis (R, 3 Items)	400	4,05	1,30	4,7 (55)	*1,7 (32)*	**5,3 (60)**
SEKU – Skalen zur Erfassung körperlichen Unwohlseins von Kindern und Jugendlichen						
Körperliches Unwohlsein (B, 10 Items)	404	2,07	0,85	2,5 (55)	**5,2 (80)**	**3,5 (67)**
Verstärkter Hunger und Durst (B, 2 Items)	404	2,12	1,10	3,0 (58)	**5,5 (80)**	1,5 (44)
Verminderter Hunger (B, 2 Items)	404	2,15	1,26	3,0 (57)	**4,0 (65)**	**5,0 (73)**
Husten und Halsschmerzen (B, 2 Items)	404	1,81	1,05	**3,0 (61)**	**5,5 (80)**	2,5 (57)
SEPL – Skalen zur Erfassung psychosozialer Lebensqualität von Kindern und Jugendlichen						
Soziale Isolation (B, 11 Items)	400	2,79	0,91	3,2 (55)	**5,6 (80)**	*1,9(40)*
Betroffen von Bullying (B, 5 Items)	400	1,87	0,83	1,8 (49)	**6,0 (80)**	1,4 (44)
Positive Familienbindung (R, 4 Items)	399	2,77	1,11	3,7 (59)	**4,0 (61)**	*1,5 (39)*
Rauchen (B, 2 Items)	400	2,84	1,52	1,5 (41)	1,5 (41)	*1,0 (38)*
Zusatzskala Freude an der Schule (R, 7 Items)	300	3,24	1,24	**4,6 (61)**	**4,7 (62)**	*1,6 (37)*

Tabelle 1: Vergleichsdaten, Roh- und T-Werte der im Heim erhobenen Fälle
Ch: Christiano (13), Ce: Celina (9), Pa: Patrizia (13)
(Rohwert: von 1 = gar nicht bis 6=immer. T-Wert: T≤40 = unterdurchschnittlich *kursiv* markiert, T = 41-59 = durchschnittlich, T≥60 = überdurchschnittlich **fett** markiert)

5. Diskussion

Vernachlässigung und Missbrauch im Kontext dysfunktionaler Beziehungssysteme, wie sie in vielen Biographien von Heimkindern auftreten, sind entscheidende Hochrisikokonstellationen [FB09] und auch Erwachsene mit derartigen Erfahrungen schätzen als Langzeitfolge ihre Gesundheit schlechter ein als Vergleichsgruppen [Fe89]. Daher liegt hier ein hoher Unterstützungsbedarf bei der Verarbeitung kindeswohlgefährdender Erfahrungen, Trennungserfahrungen von den Eltern und/ oder ihrer allgemeinen psychosozialen Situation vor und während ihres Heimaufenthaltes vor. Grundsätzlich eignet sich ein Instrument wie das SATEP-KJP-S, das in der Kinder- und Jugendpsychiatrie entwickelt wurde, dazu, im Heim eingesetzt zu werden, denn auch im Heimbereich besteht durchaus die Notwendigkeit, Instrumente zur Erhebung gesundheitsbezogener Lebensqualität zu entwickeln, um die Probleme dieser Klientel früh erkennen und entsprechende Interventionen einzuleiten zu können.

Literaturverzeichnis

[Bu09] Bullinger, M.: Wohlbefinden von Kindern und Jugendlichen, Forschungsstand und konzeptueller Hintergrund. Z Gesundheitspsychologie 17(2), 2009; S. 50-55.

[FB09] Fergert, J. M.; Besier, T.: Psychisch belastete Kinder und Jugendliche an der Schnittstelle zwischen Kinder- und Jugendhilfe und Gesundheitssystem Zusammenarbeit der Systeme nach der KICK-Reform. Expertise zum 13. Kinder- und Jugendbericht der Bundesregierung. Herausgeber: Sachverständigenkommission des 13. Kinder- und Jugendberichts, 2009.

[Fe89] Feletti, V. J. et. al.: Relationship of Childhood Abuse and Household Dysfunction to Many of the Leading Causes of Death in Adults The Adverse Childhood Experiences (ACE) Study. American Journal of Preventive Medicine 14(4), 1998; S. 245-258.

Psychische Belastung von ratsuchenden Studierenden

Marija Skopinceva[1], Evelin Ackermann[2], Annette Bölter[3], Jörg Frommer[3], Matthias Haase[3], Linda Windisch[3] & Gabriele Helga Franke[1]

1 Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften, Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25, 39576 Stendal
2 Psychotherapeutische StudentenBeratung (PSB), Studentenwerk Magdeburg
3 Universitätsklinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie,
Universitätsklinikum Magdeburg A.ö.R.
gabriele.franke@hs-magdeburg.de

Hintergrund: Studierende sind häufig mit unterschiedlichen Belastungen und Anforderungen sowohl in Bezug auf das Studium, als auch im privaten Leben, konfrontiert und nehmen immer häufiger psychotherapeutische Hilfe in Anspruch [Ac11]. Studierende, die eine psychotherapeutische Beratungsstelle aufsuchen, leiden zu 50-65% unter klinisch relevanten psychischen Beeinträchtigungen [Ho09]. Die vorliegende Untersuchung hatte die genauere Erforschung der psychischen Beeinträchtigungen von Studierenden zum Ziel, um das Hilfsangebot für Ratsuchende effektiver zu gestalten, schwerwiegenderen Problemen vorzubeugen und die Studierenden mit klinisch relevanten psychischen Beeinträchtigungen an weitere Einrichtungen zu vermitteln.
Methodik: Im Zeitraum von 2007-2011 wurden in der psychotherapeutischen Studentenberatungsstelle Magdeburg (PSB) sowohl eine allgemeine Basisdokumentation als auch psychodiagnostische Daten erhoben. Zur Erfassung der psychischen Belastung wurde die SCL-90®-S eingesetzt und im Vergleich zu aktuellen, studentischen Normdaten analysiert; besonderes Interesse gilt der Veränderungsmessung in einer Teilstichprobe von Studierenden zu Beginn und nach Ende der Kontakte zur PSB.
Ergebnisse: Die Stichprobe von Ratsuchenden umfasste N=393 ratsuchende Studierende (Altersdurchschnitt=24,8 Jahre, SD=3,6; siehe Tab.1). Der Frauenanteil betrug 61%.

Tabelle 1: Stichprobenbeschreibung der studentischen Normstichprobe (n=1.061; SCL-90®-S) sowie der Stichprobe ratsuchender Studierender (n=393)

	Stud. Normstichprobe			**Ratsuchende Studierende**			**Statistische Prüfungen**
Variable	**♂ n=514**	**♀ n=547**	**Σ n=1.061**	**♂ n=153**	**♀ n=240**	**Σ n=393**	
Alter M ±SD [min-max]	22,6 ±3,7	23,1 ±4,2	22,8 ±4,0 [18-59]	25,2 ±3,5	24,5 ±3,7	24,8 ±3,6 [19-40]	F(Gruppe)=77,1 p<,0001 η^2=,05 F(Sex) n.s. F(GxS)= 6,6 p<,01 η^2=,01
Fächer: MINT, BWL	381 (74%)	80 (15%)	461 (43%)	98 (64%)	69 (29%)	167 (43%)	χ^2(Norm)=381,8 p<,0001
Pädagogik, Psychologie, Medizin	133 (26%)	467 (85%)	600 (57%)	55 (36%)	171 (71%)	226 (57%)	χ^2(Ratsuchend)=47,7 p<,01

Im Vergleich zu der studentischen Normstichprobe fanden sich bei allen SCL-90®-S-Skalen signifikant höhere psychische Belastungen, vor allem bei den Skalen „Depressivität“, „Zwanghaftigkeit“ sowie „Ängstlichkeit“. Frauen hatten bei den Skalen „Somatisie-

rung“ sowie „Aggressivität/ Feindseligkeit“ signifikant höhere Werte. 68% der ratsuchenden Studierenden waren auffallend psychisch belastet; nach Ende des Kontaktes zur PSB waren dies nur noch 26%. Im Durchschnitt zeigten sich nun im Vergleich zur Normstichprobe keine bedeutsamen Auffälligkeiten mehr.

Tabelle 2: Psychische Belastung der ratsuchenden Studierenden, erfasst mit der SCL-90®-S: T-Werte aller ratsuchenden Studierenden beim Erstkontakt (n=393) sowie T-Werte einer Teilstichprobe ratsuchender Studierender sowohl zu Beginn als auch zum Ende der Kontakte zur PSB (n=307, t1 sowie t2)

		Teilstichprobe ratsuchender Studierender (n=307)			
	Σ Ratsuchende Stud.	**Zum Erstkontakt**		**Zum Abschlusskontakt**	
	N=393	♂ n=115	♀ n=192	♂ n=115	♀ n=192
AGGR	58,51 ±9,05	58,40 ±8,40	59,12 ±9,14	51,23 ±7,99	51,62 ±8,
ANGS	60,47 ±9,23	60,24 ±8,39	60,38 ±9,23	52,87 ±8,51	52,01 ±9,45
DEPR	63,48 ±8,38	63,77 ±7,80	63,76 ±7,91	54,18 ±8,35	52,40 ±9,79
PARA	57,78 ±9,81	57,04 ±8,61	58,46 ±9,71	52,05 ±8,59	52,77 ±9,58
PHOB	57,92 ±9,05	57,07 ±8,06	57,56 ±8,73	52,70 ±7,57	52,07 ±8,64
PSYC	58,93 ±8,57	59,10 ±8,30	58,88 ±8,68	52,93 ±7,80	52,27 ±8,88
SOMA	54,85 ±10,36	53,64 ±9,67	55,23 ±10,10	48,39 ±8,98	49,28 ±10,10
UNSI	59,84 ±10,36	60,34 ±10,26	60,07 ±9,38	53,34 ±9,96	53,59 ±9,56
ZWAN	61,40 ±8,96	62,27 ±7,71	60,96 ±8,76	53,87 ±8,11	50,70 ±0,46
GSI	61,66 ±8,22	61,58 ±7,17	61,91 ±7,63	53,10 ±8,62	51,81 ±9,80
PSDI	59,99 ±7,78	59,77 ±6,49	60,27 ±7,61	52,25 ±5,41	49,12 ±9,13
PST	60,67 ±7,96	60,46 ±6,67	60,91 ±7,72	53,87 ±8,64	52,82 ±10,08

Diskussion: Die angestellten Berechnungen ergaben, dass die ratsuchenden Studierenden deutlich höher belastet waren als die studentische Normstichprobe der SCL-90®-S. Spezifische Belastungen lagen in depressiven und ängstlichen Symptomen sowie in Konzentrationsstörungen; das entspricht den Ergebnissen anderer Autoren [Ho09; DTS06]. Es kann davon ausgegangen werden, dass die psychologische Studentenberatung ein sehr wichtiges Hilfsangebot für die Studierenden darstellt, da die Ratsuchenden nach der Beratung im Durchschnitt keine psychische Belastung mehr aufwiesen. In der Praxis kann das Wissen über spezifische Beschwerden von Studierenden hilfreich sein, um das Hilfsangebot für psychisch belastete Studierende weiterzuentwickeln. Zukünftige Studien sollten sich u.A. der Frage widmen, ob sich in den letzten Jahren Änderungen der Behandlungsanlässe ergeben haben und welche Implikationen dies für die zukünftige Beratungs- und Interventionspraxis haben könnte [Be03].

Literaturverzeichnis

[Ac11] Ackermann, E.: Jahresbericht 2011 der Psychotherapeutischen Studentenberatung (PSB) am Hochschulstandort Magdeburg. Studentenwerk Magdeburg, 2011.

[Be03] Benton, S.A.; Robertson, J.M.; Tseng, W.-C. et al.: Changes in counseling center client problems across 13 years. Prof Psychol: Res Prac, 2003, 34; S. 66-72.

[DTS06] Dyrbye, L.; Thomas M.; Shanafelt T.: Systematic review of depression, anxiety, and other indicators of psychological distress among U.S. and Canadian medical students. Academic Medicine, 81, 2006; S. 354-373.

[Fr13] Franke, G.H.: Die Symptom-Checkliste SCL-90®-S. Handanweisung. Göttingen: Hogrefe, 2013; in Vorbereitung.

[Ho09] Holm-Hadulla, R.M.; Hofmann, F.-H.; Sperth, M.; Funke, J.: Psychische Beschwerden und Störungen von Studierenden. Psychotherapeut, 54, 2009; S. 346-359.

„Druckbetankung“ – Alkoholkonsum bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen

Eine Befragung unter Magdeburger Schülern und Studenten zwischen 15 und 24 Jahren zu Alkoholkonsum, Rauscherfahrung und Trinkmotiven

Diplom Gesundheitsförderin (FH) Katja Gutknecht (gutknecht.katja@gmail.com)

Abstract: Die vorgestellte Untersuchung analysiert das Alkoholkonsumverhalten und die Rauscherfahrung sowie die damit verbundenen Trinkfolgen der Magdeburger Jugend. Um Einsicht in den regionalen Jugendalkoholkonsum zu erlangen und Vergleiche zum bundesweiten jugendlichen Trinkverhalten anstellen zu können, wurden, in Anlehnung an die Drogenaffinitätsstudien (DAS) der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), 264 Schüler/-innen und Studenten/-innen Magdeburger Bildungseinrichtungen mittels eines Fragebogens zu ihrer Alkoholtrinkerfahrung, ihrem aktuellen Alkoholkonsum und den daraus resultierenden gesundheitsriskanten Verhaltensweisen befragt.

1 Forschungshintergrund, Zielstellungen und Methode

Während die Verbreitung des jugendlichen Alkoholkonsums/Rauschtrinkens gut und zum Teil seit langem untersucht und dokumentiert ist, fehlen entsprechende Daten zur sachsen-anhaltinischen Jugend, im Speziellen zu Magdeburger Schülern/-innen und Studenten/-innen. (vgl. [Bu08] und [Bu12]) Das Ministerium für Gesundheit und Soziales des Landes Sachsen-Anhalt (ST) beklagte (MODRUS IV, 2009), dass die Forschungslandschaft zu diesem Thema insbesondere aus den beiden Großstädten (Halle, Magdeburg) dünn besiedelt ist. (vgl. [BC09]) Diese Arbeit soll Lücken der Alkoholforschung an Schülern/-innen in ST schließen und sich als Innovation der in Deutschland noch nahezu unerforschten Gruppe der Studenten/-innen widmen. **Ziele:** Überblick über den Alkoholkonsum, die Alkoholrauscherfahrung, Binge Drinking (BD) und die Trinkmotive der MD-Jugend sowie deren Vergleich mit den Werten der jugendlichen Allgemeinbevölkerung; Erhebung alkoholbedingter sozialer Konflikte; Betrachtung der Verbreitung von gesundheitsriskantem, deviantem und delinquentem Verhalten aufgrund von Alkoholkonsum (secondhand effects); Aufdecken von Verteilungsunterschieden in den oben genannten Indikatoren hinsichtlich des Geschlechts, Alters, Schultyps und der Zugehörigkeit zu einer Konsumklasse **Methode und Erhebungsinstrument:** Die quantitative Querschnittsbefragung mittels Fragebogen erfolgte in zwei Wellen (2011/2012) und wurde an 300 jungen Magdeburgern verschiedener Bildungseinrichtungen durchgeführt. Insg. gingen 264 Fragebögen in die Berechnung mittels SPSS ein. Der Altersmittelwert lag bei 18,88 J.

2 Auszüge aus den Ergebnissen

Die MD-Jugend gab an, aktuell häufiger in gesundheitsgefährdender Weise (BD, Rausch) zu konsumieren und früher mit dem Alkoholkonsum (mit 13,45 J. ca. 1 Jahr

eher) begonnen zu haben als die gleichaltrige, gesamtdeutsche Vergleichsstichprobe und verzeichneten im Laufe des Erwachsenwerdens besonders für die gefährlichen Konsummuster (z.B. häufiges BD) besorgniserregend hohe Anteilswerte. (vgl. [Bu12])
Gruppe der 15- bis 18-J.: Gymnasiasten/-innen gaben am seltensten an BD zu praktizieren und alkoholbedingte negative Folgen erlebt zu haben. Schüler/-innen der Sekundar- und Berufsschule (BS) zeigten deutlich häufiger mit Alkohol verbundene Schulprobleme sowie gesundheitsriskante Verhaltensweisen.
Gruppe der 19- bis 24-J.: Etwa ein Viertel der Studenten/-innen gab an, mindestens 1x/Woche betrunken gewesen zu sein. Bei den älteren Berufsschülern/-innen war es nur etwa ein Zehntel. Studierende wiesen in allen untersuchten alkoholassoziierten, negativen erlebten Konsequenzen hohe, zum Teil die höchsten Anteilswerte der gesamten Stichprobe auf. Besonders überrepräsentiert waren sie beim ungeplanten/riskanten Sexualverhalten und bei der delinquenten Verhaltensweise „betrunken gefahren".

Besorgniserregende 90 % der Befragten gaben an, entgegen den rechtlichen Grundlagen, bereits vor ihrem 16. Geburtstag an Alkohol „rangekommen" zu sein. Die Hauptquellen: Eltern und keine korrekte Kontrolle des Alters beim Einkauf. Dennoch befürworteten knapp 60 % aller Befragten das Heraufsetzen des legalen Trinkalters auf 18 Jahren.

3 Diskussion

Entgegen der Vermutung, dass Bildung vor übermäßigem Alkoholkonsum und den damit verbundenen alkoholbedingten gesundheitsriskanten Verhaltensweisen schützt, konnte sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen hohem Bildungsniveau und verantwortungsbewusstem Alkoholkonsum finden. Unter den volljährigen Befragten wurde Gegenteiliges ermittelt. Mit steigendem Bildungsniveau stiegen auch die BD-Frequenz sowie die erlebte Anzahl von Trunkenheitszuständen. Das Privileg der akademischen Ausbildung, steht im Verdacht, hochfrequenten Alkoholkonsum unter jungen Erwachsenen zu begünstigen. Die Zugehörigkeit zur „elitären" Bildungsgruppe, die in der Regel für ein höheres Maß an Gesundheitsressourcen steht, schützt demnach nicht vor alkoholbedingten Risikoverhaltensweisen. Nahezu alle Befragten tranken vor ihrem 16. Geburtstag. Dies weist auf eine inkonsequente Handhabung und Schwächen bei der Kontrolle des Jugendschutzgesetzes mit folgenschweren Konsequenzen hin.

Literaturverzeichnis

[BC09] Böttcher, S.; Chrapa, B.: Moderne Drogen- und Suchtprävention (MODRUS IV)Ergebnisse einer soziologisch-empirischen Studie. Hg. v. FOKUS-Institut Halle Forschungsgemeinschaft für Konflikt- und Sozialstudien e.V. Ministeriums für Gesundheit und Soziales des LSA. Halle (Saale), 2009.

[Bu08] Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hg.): Die Drogenaffinität Jugendlicher in der Bundesrepublik Deutschland 2008Alkohol-, Tabak-, und Cannabiskonsum Erste Ergebnisse zu aktuellen Entwicklungen und Trends. Köln, 2008.

[Bu12] Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hg.): Die Drogenaffinität Jugendlicher in der Bundesrepublik Deutschland 2011 Teilband Alkohol. Köln, 2012.

Aufklärungsfilm zur Vorbereitung auf eine Bandscheiben-Operation: Was wünschen sich Patienten?

Nadine Wimmer

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
Postfach 30 11 66
04251 Leipzig
wimmer@sug.htwk-leipzig.de

Abstract: In fokussierten Gruppeninterviews wurden Inhalte und formale Gestaltungsmerkmale eines zu entwickelnden präoperativen Aufklärungsfilms diskutiert. Relevante Inhalte sind Ursachen und Kennzeichen des Bandscheibenvorfalls, Ablauf des gesamten Krankenhausaufenthaltes, Ablauf, Nutzen, Notwendigkeit, Risiken und Alternativen der OP sowie postoperative Perspektiven. Sprache und Sprecher, Dauer, Strukturierung und Einsatzzeitpunkt/ -ort des Films, computeranimierte Illustration ebenso wie eine individuelle Gestaltung stellen zu beachtende formale Kriterien dar. Die gefundenen Ergebnisse werden bei der Filmerstellung berücksichtigt. Nachfolgend sind die Effekte des Films im Vergleich zur konventionellen Aufklärung auf psychologische Variablen wie Wissen, Verständnis, Zufriedenheit und Angst zu untersuchen.

1 Einleitung

Der Simulations-Operationsraum ist ein realistisch nachkonstruierter OP-Saal, in dem Operationen an wirklichkeitsnahen Körpermodellen durchgeführt werden. Unter Einbeziehung dieser OP-Sequenzen wird ein Aufklärungsfilm zu einer Bandscheibenoperation entwickelt. Ziel des Films ist eine Verbesserung der Aufklärung im Sinne einer Erweiterung des Wissens über Ablauf und Risiken, einer Erhöhung der Patientenzufriedenheit sowie einer Minderung der präoperativen Angst. Um Patientenwünschen an einen derartigen Film gerecht zu werden, wurde zunächst eine Bedarfsanalyse mit Rückenschmerz-Erfahrenen durchgeführt.

2 Methoden

Basierend auf einem Interviewleitfaden wurden in fokussierten Gruppendiskussionen zum Thema „Gestaltung eines Aufklärungsfilms vor Bandscheibenoperationen“ Inhalte und formale Kriterien eines Aufklärungsfilms erhoben. Dazu wurde das auditiv aufgezeichnete Material transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet.

3 Ergebnisse

Innerhalb der bezüglich Alter und Geschlecht heterogenen Stichprobe (N = 29) haben mehr als zwei Drittel der Studienteilnehmer bereits eigene Operationen erlebt. Inhalte des Films sollen Ursachen und Kennzeichen des Bandscheibenvorfalls, Ablauf des gesamten Krankenhausaufenthaltes, Ablauf, Nutzen, Notwendigkeit, Risiken und Alternativen der OP wie auch daran anschließende Perspektiven sein. Wesentliche Gestaltungsmerkmale sind prägnante Sprache ohne Fachtermini, ruhiger Sprecher aus dem Off, mittlere Dauer von 14,5 min, Strukturierung, frühestmöglicher Einsatzzeitpunkt und variabler Einsatzort des Films. Die Darstellung des OP-Ablaufs soll computeranimiert erfolgen. Ein individuell an den Patienten angepasster Film ist erwünscht.

4 Diskussion

Ziel der Untersuchung war es, Patientenbedürfnisse hinsichtlich der inhaltlichen und formalen Gestaltung eines präoperativen Aufklärungsfilms zu explorieren. Das weitere Vorgehen konzentriert sich auf die Erstellung eines entsprechenden Aufklärungsfilms, der OP-Sequenzen aus dem Simulations-OP enthalten soll. Anschließend gilt es zu untersuchen, welche Effekte dieser Film im Vergleich zur konventionellen schriftlichen Patientenaufklärung auf die Patientenzufriedenheit, auf Verständnis und Wissen bzgl. der Operation sowie auf das Ausmaß präoperativer Angst hat. Vergleichende Studien konnten in den Video-Gruppen Angstreduktionen [Ay02; Th00], Steigerungen der Zufriedenheit [Co11; Cr12] wie auch Verbesserungen im Wissen [Co11; Ka11; Ro05] zeigen.

Literaturverzeichnis

[Ay02] Ayral, X et al. (2002). Effects of video information on preoperative anxiety level and tolerability of joint lavage in knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism, 47*, 380-382.

[Co11] Cornoiu, A. et al. (2011). Multimedia patient education to assist the informed consent process for knee arthroscopy. *ANZ Journal of Surgery, 81*, 176-180.

[Cr12] Crabtree, T. D. et al. (2012). Outcomes and perception of lung surgery with implementation of a patient video education module: A prospective cohort study. *Journal of the American College of Surgeons, 214*, 816–821.

[Ka11] Kakinuma, A. et al. (2011). The effects of short interactive animation video information on preanesthetic anxiety, knowledge, and interview time: A randomized controlled trial. *Anesthesia & Analgesia, 112*, 1314–1318.

[Ro05] Rossi, M. J. et al. (2005). Video informed consent improves knee arthroscopy patient comprehension. Arthroscopy: *The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 21*, 739-743.

[Th00] Thomas, R. et al. (2000). Forewarned is forearmed - benefits of preparatory information on video cassette for patients receiving chemotherapy or radiotherapy - a randomised controlled trial. *European Journal of Cancer, 36*, 1536–1543.

Anforderungen an Unterstützungsleistungen für Angehörige von Menschen mit Demenz

Diplom Sozialarbeiterin/Sozialpädagogin (FH) Katharina Bittorf
Promovendin
Fachbereich Sozialwesen
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
katharina.bittorf@gmx.de

Abstract: Das Promotionsvorhaben wird Angehörige von Menschen mit Demenz in ihrer speziellen Pflegerolle in den Blick nehmen und untersuchen, welche spezifischen Voraussetzungen unterschiedliche Angehörige benötigen, um Unterstützungsleistungen anzunehmen.

1 Aktualität des Forschungsvorhabens

In nahezu jedem Verwandtschaftssystem oder im Bekanntenkreis werden Erfahrungen mit Menschen mit Demenz gemacht. Die Anzahl der Demenzerkrankten wird durch die steigende Lebenserwartung kontinuierlich zunehmen und Demenz wird heute schon als die Krankheit des 21. Jahrhunderts bezeichnet [vgl. Ka04].
Wenn ein Familienangehöriger an Demenz erkrankt, betrifft dies nicht nur den Betroffenen selbst, auch Angehörige müssen sich Gedanken über die zukünftige Betreuung und Pflege machen. Für Familienmitglieder bedeutet das, sich zu überlegen, wie der Mensch mit Demenz bestmöglich in seinem Alltag begleitet und versorgt werden kann. Der Angehörige leistet dabei weitaus mehr als nur die Pflege im engeren Sinne, wie in Form von Hilfestellungen bei der Körperpflege oder bei der Nahrungsaufnahme, er nimmt zusätzlich auch den Platz als primäre Bezugsperson ein.
Familienmitglieder sind durch die Übernahme dieser Aufgabe stark belastet. Dies kann sich zum einen in enormen finanziellen, zeitlichen, sozialen und zum anderen in psychischen Belastungen ausdrücken. Dennoch werden entlastende professionelle Unterstützungsangebote auffällig wenig in Anspruch genommen und nur eine passgenaue und niederschwellige Maßnahme ist eine entlastende und unterstützende Hilfe und kann den Angehörigen von einem Menschen mit Demenz langfristig die Pflege erleichtern.

2 Forschungsinteresse und zentrale Fragestellung

Das Forschungsinteresse zielt dabei auf folgende Hauptforschungsfrage ab: „Welche Zugänge zu Unterstützungsleistungen brauchen Angehörige von Menschen mit Demenz?“ Ziel dieses Promotionsvorhabens ist es, zu analysieren welche Art des Zuganges Angehörigen von Menschen mit Demenz im ambulanten Bereich des Hilfesystems haben. Die Verbindung einer persönlichen Pflegerolle und die daraus resultierende Inanspruchnahme von Hilfen wird dabei aufgezeigt werden. Es wird erforscht, ob die man-

nigfaltigen Angehörigenkategorien (in die sich ein Familienangehöriger hinein begibt bzw. die er annimmt) persönliche sowie individuelle Auswirkungen auf die Inanspruchnahme von Unterstützungsleistungen haben. Abschließend soll ein Anwendungsinstrument für die Praxis entwickelt werden.

3 Methodisches Vorgehen

Das Forschungsvorhaben wird mehrere methodische Ansätze beinhalten. Folglich werden verschiedene qualitative Methoden miteinander kombiniert und es soll eine implizite Triangulation hergestellt werden [vgl.BMM01]. Bei der Auswahl der qualitativen Methoden für die Erhebung sowie für die Auswertung wurde auf eine Kombination Wert gelegt, dass die Forschungsfrage im Blick behält und vielseitige Empirie bringt.
Bei der Datenerhebung stehen die Angehörigen von Menschen mit Demenz im Mittelpunkt und so viele Fälle untersucht, bis eine theoretische Sättigung erreicht ist. Bei der Auswahl der Familien wird sich an der Grounded Theory orientiert. Die Familien werden somit nach einem kontrastiven Verfahren ausgewählt, um so möglichst voneinander unterscheidende Fälle zu gewinnen.
Erhebungsinstrument wird das episodische Interview von Flick [Fl11] sein. Diese Interviewform erfasst, unter der Voraussetzung von gemachten Erfahrungen des Befragten, das narrative-episodische Wissen. Dabei geht es besonders darum, Begriffe zu benennen und diese miteinander in Beziehung zu setzen [vgl.LK10]. Das episodische Interview ist offen für individuelle Relevanzsetzungen durch den Interviewten und damit eine geeignete Erhebungsmethode, um ein Forschungsfeld der pflegenden Angehörigen zu sondieren und eine gegenstandsbezogene Theoriebildung zu ermöglichen.
Die Daten werden mit der Methode der Grounded Theory ausgewertet. Das Verfahren zielt auf die systematische Auswertung von allen qualitativen Daten mit dem Ziel der Theoriegenerierung. Die Theorie wird dabei induktiv aus der Untersuchung des Phänomens abgebildet, welches diese darstellt [FBR10].

Literaturverzeichnis

[BMM11] Bohnsack, R., Marotzki, W. & Meuser, M. (Hrsg.): Hauptbegriffe qualitativer Sozialforschung (3. Aufl.). Opladen: Budrich, 2011; S.161.

[Fl11] Flick, U.: Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung (4). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl, 2011; S. 238)

[Fl11] Friebertshäuser, B. & Langer, A.: Interviewformen und Interviewpraxis. In (B. Friebertshäuser, H. Boller & S. Richter Hrsg.) Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft (S. 437–455). Weinheim: Juventa-Verl, 2010.

[Ka04] Karl, F.:Demenz und Sozialpädagogik. In C. Schweppe (Hrsg.), Alter und soziale Arbeit. Baltmannsweiler: Schneider; Schneider-Verl. Hohengehren, (S. 1–10)

[LK10] Lamnek, S. & Krell, C.: Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch ; [Online-Materialien] (5). Weinheim: Beltz, 2010.

Freiwilligenengagement in der ambulanten Begleitung von Menschen mit Demenz

Theresa Hilse

Fachbereich Sozialwesen
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena
Carl-Zeiss-Promenade 2
07745 Jena
theresa.hilse@fh-jena.de

Abstract: Zukünftig bedarf es neuer Pflege- und Betreuungsmodelle, die es erlauben, trotz Standardisierung, individuell und bedürfnisorientiert zu pflegen. Dafür müssen alle am Pflege-und Betreuungsprozess beteiligten Akteure in einer gleichrangigen Weise einbezogen werden. Solch koproduktive Ansätze betreffen auch das Freiwilligenengagement, welches zunehmend im Mittelpunkt politischer und wissenschaftlicher Aufmerksamkeit steht. Der vorliegende Beitrag befasst sich mit freiwillig Engagierten als ambulante Versorgungsakteure bei Demenz. Die Spezifik liegt darin, dass Tätigkeitsfeld über die Perspektive der Freiwilligen zu erschließen.

1 Forschungsdesign

Das Promotionsvorhaben fokussiert mit der Forschungsfrage – „Wie erleben freiwillig Engagierte ihre Tätigkeit im ambulanten »Handlungsfeld Demenz«?"– das Erleben der Freiwilligen als zentrale Kategorie. Als soziologische Studie sollen die Deutungsprozesse freiwillig Engagierter in Koproduktion [Pl07] mit dementen Menschen, pflegenden Angehörigen und Fachkräften untersucht werden. Dem geht die Annahme voraus, dass im „Handlungsfeld Demenz" vier wesentliche Akteure agieren: die dementen Menschen, die Familie, die Freiwilligen und die Fachkräfte. Erst eine Vernetzung zwischen den letzten drei Akteuren ermöglicht es bedürfnisgerechte Hilfen bereitzustellen und keinen Akteur zu überlasten.

Im Studiendesign wird der Erlebensbegriff nicht auf das psychische Erleben, sondern auf die Aspekte des Deutens und Interpretierens aus soziologischer Perspektive bezogen. Diese Herangehensweise markiert einen phänomenologischen sowie handlungstheoretischen Zugriff auf das Thema. Die Handlungsdimension wird anhand der Akteurszentrierung deutlich. Das „Handlungsfeld Demenz" wird über Interaktionsbeziehungen bzw. deren Deutung durch die Freiwilligen erschlossen, so dass sich folgende Achsen ergeben: 1. Vorerfahrungen der Freiwilligen als Deutungsrahmen und 2. Koproduktionsprozesse mit dementen Menschen, Familien und Fachkräften. Ziel ist es, zu analysieren,

welche Deutungen die Freiwilligen vom „Handlungsfeld Demenz“ und den einzelnen Akteuren haben, um das Feld aus dieser Perspektive zu erschließen und zu strukturieren.

Das gesamte Forschungsdesign ist qualitativ ausgerichtet. Dieses Vorgehen erschließt sich einerseits aus der Fokussierung der Forschungsfrage und andererseits aus der Zielsetzung Deutungsmuster [Oe01] zu rekonstruieren. Für die Erhebung wird das episodische Interview [Fl11] herangezogen. Diese Art des Leitfadeninterviews zielt auf die Generierung von semantischem und episodischem Wissen und setzt sich dementsprechend aus einer Kombination von situativ-episodischen Erzählungen sowie konkreten Nachfragen, nach dem – aus Episoden abgeleiteten – begrifflich und regelorientierten Wissen zusammen. Die Auswertung erfolgt innerhalb einer Triangulation [Hi04] aus dem Kodierverfahren der Grounded Theory[SC96] und der Sequenzanalyse der objektiven Hermeneutik.

2 Teilergebnisse und Ausblick

Erste Ergebnisse aus dem Forschungsprozess lassen erkennen, dass Koproduktionsprozesse bei jedem Engagement entstehen. Variationen zeigen sich hinsichtlich der Koproduktionsformation der Akteure. Es zeichnet sich ab, dass Fachkräfte von den befragten Freiwilligen nur in der Rolle der Engagementkoordination wahrgenommen werden. In dieser Deutung liegt es in deren Verantwortung, Freiwillige mit dementen Personen und ggf. der Familie zusammenzuführen. Bei der Ausübung des Engagements werden die Beziehungen zur dementen Person und ggf. zur Familie zentral. Die Familie kann im Erleben der Freiwilligen für Strukturierungsfragen zur Verfügung stehen und eine Integrations-, Unterstützungs- und Anerkennungsfunktion übernehmen. Der Fokus im Erleben der Befragten liegt auf der Dyade zwischen Freiwilligen und dementen Personen. Diese Beziehung ist u.a. durch die Polarität von Vergessen und Erinnern und durch rituelle Handlungen zur Beziehungskonstruktion und Sinnvergewisserung geprägt.

Im Studienverlauf sollen weitere Facetten von Koproduktionsbeziehungen einbezogen werden, um Deutungen von Freiwilligen zu verdichten. Außerdem wird die rituelle Handlungslogik zwischen Freiwilligen und dementen Menschen vertieft.

Literaturverzeichnis

[Fl11] Flick, U.: Das Episodische Interview. In (Oelreich, G.; Otto, H.U Hrsg.):Empirische Forschung und Soziale Arbeit – Ein Studienbuch. Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, 2011; S. 273-280

[Hi04] Hildenbrand, B.: Gemeinsames Ziel, verschiedene Wege – Grounded Theory und objektive Hermeneutik im Vergleich.Sozialer Sinn, Heft 2, 2004; S. 177-194.

[Oe01] Oevermann, U.:Die Struktur sozialer Deutungsmuster –Versuch einer Aktualisierung. Sozialer Sinn,Heft 1, 2001; S. 35-81

[Pl07] Plemper, B. et al.: Gemeinsam Betreuen.IN (Roder Bosch Stiftung Hrsg.): Gemeinsam für ein besseres Leben mit Demenz. Verlag Hans Huber, Bern, 2007

[SC96] Strauss, A. L.;Corbin J.: Grounded Theory – Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. Beltz, Psychologie Verlags Union, Weinheim, 1996

Psychotherapeutische Behandlung von Patienten mit der Doppeldiagnose Posttraumatische Belastungsstörung und Sucht

Susanne Meyer & Claudia Wendel

Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal
susanne.meyer@student.ahw.hs-magdeburg.de

Fragestellung und Methode

Der mittlerweile erforschte Zusammenhang zwischen Posttraumatischer Belastungsstörung (PTBS) und Abhängigkeitserkrankung erfordert Therapieprogramme, die der Komplexität dieses Störungsbildes gerecht werden. Bisherige sequentielle Behandlungsinterventionen gelten bezüglich der Doppeldiagnose nicht mehr als zielführend [SSS11]. Unter Betrachtung der Selbstmedikationshypothese wird dies sehr deutlich. Diese wurde in mehreren Studien als Erklärungsansatz für das häufige gemeinsame Auftreten von PTBS und Sucht untersucht und gilt inzwischen als gesichert [Br96; Pe00].

Wie sollte eine Psychotherapie unter Mitbetrachtung des Substanzkonsums als Versuch der Selbstmedikation bei Patienten mit Doppeldiagnose PTBS-Sucht gestaltet sein? Welche evaluierten Therapieprogramme gibt es bereits? Zur Klärung der Fragestellung erfolgte eine systematische Recherche in den gängigen Onlinedatenbanken Google-scholar, Pubmed, Psycontent und Springerlink.

Ergebnisse

Grundsätzlich befinden sich die Betroffenen in einem Teufelskreis aus PTBS-Symptomen und dem Einsatz psychotroper Substanzen. Mit deren Hilfe versuchen PatientInnen ihre quälenden Symptome zu lindern, zu kontrollieren oder zu heilen. Die Einnahme der Substanzen wirkt, sowie der Wegfall aversiver Reize (der belastenden Symptome) als positiver Stimulus und aktiviert intensiv das intrazerebrale Belohnungssystem. Das Verhalten wird im Sinne der operanten Konditionierung als erfolgreich abgespeichert und bei Bedarf erneut ausgeführt. Kommt es im Verlauf bei den Patienten wieder zu Stresssymptomen z.B. in Form von Entzugserscheinungen oder PTBS-Symptomen, provoziert dies den weiteren Konsum. So kommt es zur Verstärkung des Konsums bis hin zur Ausbildung schwerer Abhängigkeiten und schließlich zur Intensivierung der PTBS-Symptome. Die Posttraumatische Belastungsstörung und die Sucht halten sich so in einem Teufelskreis gegenseitig aufrecht [LSF10, KR06].

Die gängigen Behandlungsangebote des Suchthilfesystems werden SuchtpatientInnen, die gleichzeitig an einer PTBS leiden, in den meisten Fällen nicht gerecht. Betroffene können wenig bis gar keine Abstinenzmotivation aufbringen, denn in abstinenten Zeiten leiden sie unter Depressionen und der PTBS-Symptomatik. Dem sich

daraufhin verstärkenden Suchtdruck ist kaum zu entkommen. In der Praxis stellt sich in solchen Fällen die Frage, welche Störung zuerst behandelt werden soll. Oft sind sequenzielle Therapien (regulär bedeutet dies die primäre Behandlung der Sucht) von Rückfällen und Abbrüchen gekennzeichnet, was die KlientInnen wiederum für weitere Therapien demotiviert [Sc06; LSF10]. Therapien, die integrativ gestaltet sind und somit beide Störungen gleichzeitig behandeln, sind laut Literatur das Mittel der Wahl. Therapeuten sollten über ein grundlegendes Verständnis beider Störungsbilder verfügen. So ist es ihnen möglich, traumabezogene und suchtspezifische Interventionen sinnvoll miteinander zu verknüpfen. Es kommt zu einer wechselseitigen Besserung beider Störungsbilder und der Teufelskreis aus Substanzmittelkonsum und PTBS-Symptomen kann durchbrochen werden [Sc06; LSF10]. Derzeit existiert bereits ein integratives Therapieprogramm „Seeking Safety", dessen Effektivität nachgewiesen wurde [Na09].

Diskussion

Die Behandlung doppeldiagnostizierter PTBS-Sucht-Patienten darf sich nicht in sequenziellen Ansätzen erschöpfen, da diese dem besonderen Behandlungsbedarf nicht gerecht werden oder sogar Therapieabbrüche bzw. Rückfälle provozieren. Durch integrative Therapieangebote können Rückfälle und Therapieabbrüche in der Behandlung traumatisierter Süchtiger (sowie süchtiger Traumatisierter) verringert werden. Dies setzt allerdings, neben weiteren Forschungsbemühungen bezüglich integrativer Behandlungskonzepte, eine ausführliche trauma- und suchtspezifische Diagnostik voraus, die es in der Zukunft zu etablieren gilt.

Literaturverzeichnis

[Br96] Bremner J.D., Southwick S.M., Darnell A. & Charney D.S.: Chronic PTSD in Vietnam Combat Veterans: Course of Illness and Substance Abuse. Am J Psychiatry, 153, 1996, S. 369-375.

[KR06) Krausz M. & Reimer J.: Sucht und Trauma – Verstehen und Konzeptionalisierung auf der Basis empirischer Forschung und aktueller Krankheitstheorien. In (Schäfer I. & Krausz M., Hrsg.): Trauma und Sucht: Konzepte-Diagnostik-Behandlung. Stuttgart: Klett Cotta Verlag, 2006, S. 236- 255.

[LSF10] Lüdecke Ch., Sachsse U. & Faure H.: Sucht-Bindung-Trauma. Stuttgart: Schattauer GmbH, 2010.

[Na09] Najavits L.M.: Posttraumatische Belastungsstörung und Substanzmissbrauch – Das Therapieprogramm „Sicherheit finden". (Schäfer I., Stubenvoll M. & Dilling A., Übers.). Göttingen: Hogrefe-Verlag, 2009. (Original erschienen 2002: Seeking Safty – A Treatment Manual for PTSD und Substance Abuse).

[Pe00] Perkonigg A., Kessler R.C., Storz S. & Wittchen H.-U.: Traumatic events and posttraumatic stress disorder in the community: prevalence, risk factors and comorbidity. Acta Psychiatr Scand, 101, 2000, 46-59.

[Sc06] Schäfer I.: Versorgungsmodelle und Anforderungen an das Hilfesystem. In (Schäfer I. & Krausz M. Hrsg.): Trauma und Sucht: Konzepte-Diagnostik-Behandlung. Stuttgart. Klett Cotta Verlag, 2006, S. 256 - 270.

[SSS11] Schäfer I., Schulze Cl. & Stubenvoll M.: Psychotherapie bei Abhängigkeitserkrankungen und Posttraumatischer Belastungsstörung. Sucht, 57 (5), 2011, S. 353-361.

Besonderheiten des Suizid im höheren Lebensalter und daraus resultierende Anforderungen an die Präventionsarbeit

Carolin Rank & Claudia Wendel

Fachbereich Angewandte Humanwissenschaften
Hochschule Magdeburg-Stendal
Osterburger Straße 25
39576 Stendal
carolin.rank@student.ahw.hs-magdeburg.de

1 Fragestellung und Methode

Suizide sind Ausdruck von Krisen, die eine Person mittels der ihr zur Verfügung stehenden Ressourcen nicht zu bewältigen glaubt. Betroffene sind in dieser Lage derart überfordert, dass lediglich der eigene Tod eine Erleichterung des Leidens zu verschaffen scheint. In den Industrieländern begehen heute besonders alte Menschen tödliche Suizidhandlungen. In Deutschland nahmen sich im Jahr 2010 insgesamt 10.021 Menschen das Leben. 3.513 davon waren 65 Jahre und älter [SB10]. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels wird die Alterssuizidalität zunehmend relevant.

Welche Besonderheiten in Bezug auf Epidemiologie, Risikofaktoren, Ankündigung und Methodenwahl weist die Suizidalität im höheren Lebensalter im Vergleich zu anderen Altersgruppen auf? Welche Anforderungen lassen sich daraus an die Prävention von Alterssuizidalität ableiten? Zur Beantwortung der Fragestellung wurde eine systematische Recherche in gängigen Onlinedatenbanken durchgeführt. Dazu wurden psyCONTENT, Medline, Psyndex und GoogleScholar genutzt.

2 Ergebnisse

Im Alter ab 65 Jahren sind Menschen zunehmenden Belastungen durch körperliche und psychische Erkrankungen ausgesetzt. Zu den häufigsten Diagnosen zählen kardiovaskuläre Erkrankungen, Atemwegserkrankungen und Neubildungen, sowie Diabetes mellitus [NN11]. Die häufigsten psychischen Erkrankungen sind Depressionen, Demenz und Angststörungen [SN08]. Als stärkster Prädiktor für Suizidalität im höheren Lebensalter konnten Affektive Störungen bestätigt werden. Des Weiteren treten negative Lebensereignisse wie der Verlust des Partners, Umstrukturierung der sozialen Beziehungen mit der Gefahr von Einsamkeit und Isolation und eine Verschlechterung der ökonomischen Lebensbedingungen auf [Sc03].

Bei der Klassifikation von Suizidmethoden können prinzipiell zwei Gruppen unterschieden werden. Zu den „harten“ Methoden gehören das Erhängen, Erdrosseln, Ersticken, die Nutzung von Feuerwaffen und Explosivstoffen, der Sturz aus der Höhe, Ertrinken, Verbrennen und Schneiden, sowie sich vor ein bewegtes Objekt zu legen. Als „weiche“ Methoden hingegen wird die Gruppe der Vergiftungen bezeichnet [SSL08]. Personen im höheren Lebensalter kündigen ihren geplanten Suizid weniger häufig an als jüngere Suizidenten. Der Hilfeappell an das soziale Umfeld entfällt meist bei älteren Suizidenten, was dazu führt, dass die Suizidalität häufiger tödlich endet. Alte Suiziden-

ten wählen entsprechend häufiger „harte“ Suizidmethoden, durch die der Tod mit Sicherheit eintritt. Derzeit bestehen Einrichtungen zur Suizidprophylaxe (DGS und NaSPro), die beginnen, sich mit Alterssuizidalität auseinandersetzen [De07; Na12].

3 Diskussion

Die Suizidalität im höheren Lebensalter ist per se keine von anderen Altersgruppen grundverschiedene Suizidalität. Sie folgt den gleichen Gesetzmäßigkeiten ist aber in ihrer Entstehung und Ausprägung besonders. Es gilt sich bewusst zu machen, dass dem Betroffenen ein Anpassungsprozess an eine Erkrankung oder krisenhafte Lebenssituation nicht gelingt. Oftmals kann Unterstützung und das Angebot von Hilfe die Sichtweise des alten Menschen korrigieren. Vor allem, weil die Suizidalität im höheren Lebensalter häufiger mit dem Tod endet als in anderen Altersgruppen, muss die Einrichtung und Erweiterung altersspezifischer Präventionsangebote fokussiert werden. Dazu ist eine weitere Erforschung der Entstehungsbedingungen unabdingbar und dringend erwünscht. Insbesondere sollten Forschungsbemühungen angestrebt werden, die sich mit Suiziden im Alter befassen, die im Zusammenhang mit der Eröffnung einer schwerwiegenden Diagnose, wie z.B. der Demenz stehen.

Eine besondere Bedeutung muss zukünftig auch den Aufklärungsbemühungen zukommen. So kann erreicht werden, dass auch der Laie einen Betroffenen erkennen und ihm Hilfe zukommen lassen kann. Aber auch Angehörige der medizinischen Berufe sollten durch entsprechende Fortbildungen für diesen Problembereich zunehmend sensibilisiert werden, so dass langfristig eine Senkung der Suizidraten erreicht werden kann.

Literaturverzeichnis

[De07] Deutsche Gesellschaft für Suizidprävention – Hilfe in Lebenskrisen e.V., Informationen über den Verein verfügbar unter URL: http://www.suizidprophylaxe.de/Flyer%20DGS.pdf Zugriff am 27.08.2012

[Na12] Nationales Suizidpräventionsprogramm für Deutschland (NaSPro), Wenn Altwerden zur Last wird verfügbar unter URL: http://www.wegweiser-de-menz.de/fileadmin/wwd/images/downloadservice/Flyer/Flyer_Altwerden_NaSPro.pdf Zugriff am 28.08.2012

[NN11] Nowossadeck, S.; Nowossadeck, E.: Krankheitsspektrum und Sterblichkeit im Alter. Report Altersdaten, 2011, 1-2: S. 12-21.

[SB10] Statistisches Bundesamt (2010). Sterbefälle u.a. 2010. verfügbar unter URL: https://www.genesis.destatis.de/genesis/online/data;jsessionid=9025EFEAE89A5ACC29512074C301C005.tomcat_GO_1_1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=1&levelid=1343026946272&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectionname=23211-0002&auswahltext=%23Z-01.01.2010%23SGES-GESM%2CGESW%23STODUR1-TODESURS78&werteabruf=Werteabruf Zugriff am 23.07.2012

[Sc03] Schneider, B.: Risikofaktoren für Suizid. Roderer, Regensburg, 2003.

[SN08] Schneider, F.; Niebling, W.: (Hrsg.). Erkrankungen aus der Hausarzt-praxis. Springer. Berlin. 2008.

[SSL08] Schmidtke, A.; Sell, R.; Löhr, C.: Epidemiologie von Suizidalität im Alter. Z Gerontol Geriat, 2008, 41: S. 3-13.

Motivation im Projektmanagement:

Warum agile Methoden Mitarbeiter besser motivieren

Andreas M. Carjell

Fakultät Informatik
Fachhochschule Schmalkalden
Postfach 10 04 52
98564 Schmalkalden
a.carjell@fh-sm.de

Abstract: Motivation im Team gehört zu den wesentlichen Erfolgsfaktoren eines jeden Projekts. Dieser Beitrag zeigt, wie Scrum als Methode zur Motivation von Mitarbeitern in Projekten beiträgt. Ausgehend von anerkannten Erkenntnissen der Motivationsforschung im beruflichen Kontext, werden exemplarisch Kernpunkte auf das Führungskonzept des Projektmanagements und insb. die agile Methodik „Scrum" übertragen. Der Beitrag liefert damit den theoriebasierten Einstieg in die Analyse und den gezielten Einsatz von Scrum zur Motivationsförderung. Für nachfolgende Arbeiten wird die Übertragung von daraus resultierenden, positiven Motivationseffekten auf andere Führungs- und Vorgehensmodelle im Projektmanagement erleichtert. Praktiker erhalten Anregungen für die Betrachtung und Steuerung der Motivation in real existierenden Teams.

1 Motivation in Projekten

Motivation, abgeleitet vom lat. Begriff „movere" (bewegen, veranlassen, antreiben), wird in Projekten im Verhalten, also dem Handeln der Teammitglieder wirksam. RHEINBERG beschreibt sie daher als „Komponente einer aktivierenden Ausrichtung des momentanen Lebensvollzugs auf einen positiv bewerteten Zielzustand" [Rh08]. Zu den bekanntesten Modellen der Motivationsforschung gehört die 2-Faktoren-Theorie von HERZBERG et. al. Sie zeigt, dass Arbeitszufriedenheit im beruflichen Kontext durch zwei verschiedene Arten von Faktoren beeinflusst wird. Ein motiviertes Handeln erfolgt demnach auf Grund innerer Motive, Bedürfnisse und Ziele einer *Person* (Kontext) und äußerer Anreize einer *Situation* (Kontent). Daraus resultiert eine *Handlung*, um ein gewünschtes *Ergebnis* mit kurz- oder langfristigen *Folgen* zu erreichen (vgl. Abb. 1). Die vorliegende Analyse berücksichtigt diese Determinanten, fokussiert dabei aber vor allem den beruflichen Kontent der Situation, da nur dieser durch Projektmanager kurz- bis mittelfristig beeinflusst werden kann. Nicht betrachtet werden langfristige Maßnahmen[1]. Basierend auf der 2-Faktoren-Theorie erarbeiteten HACKMAN und OLDHAM fünf Tätigkeitsmerkmale, um Motivatoren gezielt zu beeinflussen: (1) Anforderungsvielfalt, (2) Ganzheitlichkeit, (3) Bedeutsamkeit, (4) Autonomie und (5) Rückmeldung.

[1] In diese Kategorie fallen zum Beispiel die Personalauswahl bzw. Teambesetzung, Personalentwicklung oder Veränderungen des allgemeinen Unternehmensumfelds. Diese Faktoren überschreiten die operative Dimension des Führungskonzeptes im Projektmanagement.

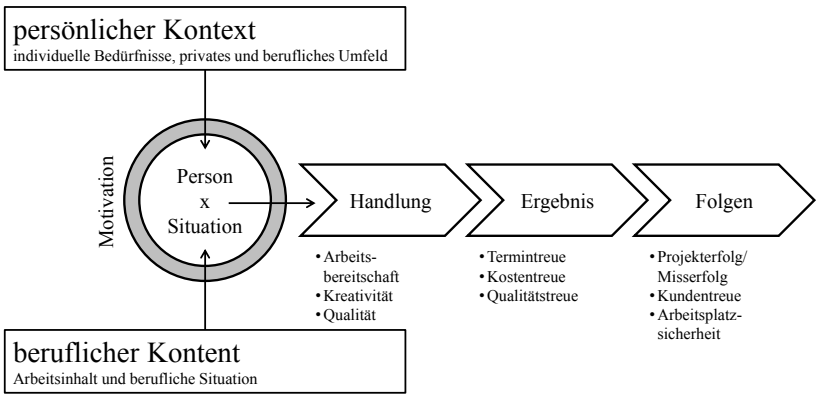


Abb. 1: Determinanten und Verlauf motivierten Handelns (Quelle: eigene Darstellung, in Anlehnung an [HH10], S. 3)

2 Scrum als Motivator

Leider stehen, wie sich zeigen lässt[2], alle fünf Faktoren mehr oder weniger deutlich im Gegensatz zum traditionellen Managementanasatz in vielen Projekten. Die Motivation von Projektmitarbeitern ist damit potentiell dauerhaft gefährdet. Zwei Beispiele:

So ist etwa die *Anforderungsvielfalt* einer Tätigkeit umso höher, je häufiger ein Wechsel von Fähigkeiten und Anforderungen an ein ausführendes Individuum stattfindet. Um Erfahrungskurven und Kapazitäten optimal zu nutzen, vergeben Projektmanager jedoch Aufgaben im Projekt vor allem an diejenigen Mitarbeiter, welche bereits ähnliche Tätigkeiten im Vorfeld erfolgreich durchgeführt haben und gefährden damit die Motivation des einzelnen Mitarbeiters. Die *Ganzheitlichkeit* einer Aufgabe ist umso ausgeprägter, je mehr zusammenhängende Aufgaben von einem Ausführenden absolviert werden können. Wesen der Projektarbeit ist jedoch die Arbeitsteilung und Parallelisierung von Vorgängen, was somit der Motivation durch die Situation entgegensteht. Alle fünf zuvor beschriebenen Tätigkeitsmerkmale lassen sich durch die Anwendung der Scrum-Methodik positiv beeinflussen.[3] Ein Beispiel dafür ist die eigenständige und gemeinsame Auswahl der für eine Arbeitsphase, den sog. Sprint, zu bearbeitenden Aufgaben durch das Team. Sie fördert Anforderungsvielfalt und Ganzheitlichkeit.

Literaturverzeichnis

[Ca12] Carjell, A.: Der Beitrag von Scrum zur Motivation in klassisch geführten Projekten, PMI Project Management Institute Munich Chapter e.V., Tagungsunterlagen zum PM-Summit 2012, Online im Internet: www.pm-summit2012.de, München, 2012.

[He68] Herzberg, F. (1968): One more time: how do you motivate employees?, Harvard Business Review. 46 (1), S. 53-62.

[HH10] Heckhausen, J. & H.: Motivation und Handeln. 4. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, 2010.

[HO80] Hackman, J.R. / Oldham, G.R. (1980). Work redesign. Reading, MA: Addison-Wesley.

[Rh08] Rheinberg, F.: Motivation. 7. Auflage, Kohlhammer, Stuttgart, 2008.

[2] Vgl. hierzu ausführlich auch [Ca12].
[3] Vgl. ebd.

Eine prozessorientierte Betrachtung von GRC-Anforderungen an föderierte, ERP-gestützte Geschäftsprozesse mit Cloud-Services

Erik Neitzel

Fakultät für Informatik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Universitätsplatz 2
39106 Magdeburg
erik.neitzel@ovgu.de

Ute Riemann

Business Transformation Services
SAP Deutschland AG & Co. KG
Hasso-Plattner-Ring 7
69190 Walldorf
ute.riemann@sap.com

Abstract: Cloud Services, welche beispielsweise föderierte Geschäftsprozesse mitsamt den darunter liegenden betrieblichen Anwendungssystemen unterstützen, sind vielschichtigen Sicherheits- und Compliance-Anforderungen ausgesetzt. Die Lösungsansätze zum Erfüllen dieser GRC[1]-Anforderungen sind bislang jedoch auf System- und Organisationsaspekte und -kompetenzen ausgelegt. Daher ist es verständlich, dass die Bearbeitung dieser Anforderungen mit den heutigen klassischen Mitteln (beispielsweise der ISO 27001) sehr viel Aufwand erfordert. In diesem Papier wird ein Ansatz vorgestellt, bei dem die Sicherheits- und Compliance-Anforderungen entlang des Prozesslebenszyklus betrachtet werden.

Durch die Modularisierung von Geschäftsprozssen, welche durch die Föderierung nötig wird, sowie der Flexibilität der eingesetzten Technik, kommen neue Herausforderungen auf die Errichtung und Erhaltung der Schutzziele und der Konformität mit Regulatorien zu. Praxis und Forschung fehlt es an einer standardisierten Methodik zur Begegnung dieses Problems. Es gilt zu prüfen, was die Konsequenzen sind, wenn sich Prozessmodule beispielsweise "in der Cloud" abspielen. Auf Basis genauer Kenntnis von Prozessen und Cloud Services entlang ihres Lebenszyklus können Anforderungen identifiziert und geeignete Maßnahmen ermittelt werden. Der GRC-Zyklus bietet hier eine Orientierungshilfe bei der Identifikation der Anforderungen, Risiken und Schutzbedarfe und sichert eine gewisse Vollständigkeit, Konsistenz und Qualität der Maßnahmen zu, die zur Erfüllung dieser Anforderungen definiert werden.

(1) Governance, Risk, Compliance by Design - Bei der Prozessdefinition steht die Spezifikation und Integration von Regulationen, die den Prozessen zugeordnet werden müssen, im Vordergrund. [GSS10] Generell sollte dieser Schritt durch die Annotation von Prozessmodulen mit Regulationen bei der Dokumentation sichergestellt werden. Anders als bei der traditionellen Prozessmodellierung, ist im Hinblick auf agile Prozessmodule davon auszugehen, dass bei der Zusicherung von Sicherheit in der Prozessdesignphase die Granularität der Prozessmodule gegenüber den zu prüfenden Regulationen auf Prozessmodulebene angepasst werden muss.

[1] Governance, Risk, Compliance

(2) Governance, Risk, Compliance by Generation - Durch die Anwendung dieses dynamischen Konzepts und die Ausprägung der Prozesse sowie deren Implementierung über verschiedene Cloud Services hinweg, wird die notwendige Kontextinformation zur Beantwortung der Sicherheitsanforderungen geliefert. Auf prozessualer Seite kann durch eine entsprechende logikbasierte Modellierung der Prozessmodule inklusive ihrer Regularien eine ausreichende Visualisierung ermöglicht werden: Die Generierung und Sicherstellung über die Schnittstellen, dass nur anforderungsverträgliche Prozessmodelle erzeugt werden. [GV06] [KRG07]

(3) Governance, Risk, Compliance by Validation - Dieser Schritt hat die Validierung der Prozessmodelle zur Laufzeit zum Gegenstand. Damit wird das GRC-Wirkungsgefüge geprüft und transparent gemacht, wodurch die Zusicherung der Konformität der Module mit den Anforderungen zur Modellierzeit sichergestellt wird. Die Validierung ist eng mit der Generierung gekoppelt.

(4) Governance, Risk, Compliance by Implementation - Trotz Laufzeitüberwachung können keine Aussagen über Prozesse im Detail und der Absicherung der Daten gemacht werden, um Unverträglichkeiten auszuschließen. Hinzu kommt, dass Cloud Services neue Merkmale aufweisen, die in der klassischen Prozessimplementierung kaum existierten (beispielsweise netzbasierter Applikationsbezug und infrastrukturelle Virtualisierung). Mangels direkter Kontrollmöglichkeit sollten folgende indirekte Kontrollmechanismen in Richtung implementierter Verfahren etabliert werden: Sicherstellung, dass datenschutzrechtliche Bestimmungen (die u.a. in den Rahmenwerken Basel II / III und EuroSox festgelegt sind) erfüllt werden, Nachweis von Informationssicherheitszertifizierungen durch den Provider (wodurch u.a. die Etablierung eines Risikomanagements erkennbar ist) sowie Nachweis von Compliance-Zertifikaten (beispielsweise SAS-70-Typ-II-Zertifikat zur Prüfung, ob Finanzdaten eines Kunden richtig und vollständig verarbeitet werden), sofern dies notwendig ist.

(5) Governance, Risk, Compliance by Monitoring - Monitoring muss einerseits die Überwachung der Informationen und Prozesse (der Aufgaben, Personen und Cloud Services [NF12]) im gesamten Lebenszyklus sowie in der Interaktion mit den beteiligten IT-Systemen umfassen, andererseits aber auch die kontinuierliche Berücksichtigung bei Veränderungen der Regularien berücksichtigen.

Literaturverzeichnis

[GSS10] Guo, Z., Song, M. und Song, J.. A Governance Model for Cloud Computing. In: Management and Service Science (MASS), 2010.

[GV06] S. Goedertier und J. Vanthienen. Designing compliant business processes with obligations and permissions. In: BPM 2006 Workshops, Seiten 5 – 14, 2006.

[KRG07] J. Küster, K. Ryndina und H. Gall. Generation of business process models for object life cycle compliance. In: Proc. BPM '07. Volume 4714 of LNCS., Seiten 165 – 181, Springer, 2007.

[NF12] E. Neitzel und R.U. Franz. Sicherheit in ERP-Konfigurationen. In: ERP Management 4/2012, Seiten 47–49, 2012.

Chancen und Risiken sozialer Medien im Unternehmen. Eine Studie mit Schwerpunkt in Sachsen-Anhalt.

Lisa Sens, Michael A. Herzog, Erwin Jan Gerd Albers

FB Wirtschaft
Hochschule Magdeburg-Stendal
Breitscheidstr. 2
39114 Magdeburg
lisa.sens@student.wiwi.hs-magdeburg.de
[michael.herzog, erwin.albers]@hs-magdeburg.de

Abstract: Gegenstand der empirischen Studie ist der Einsatz von Sozialen Medien in Unternehmen, die schwerpunktmäßig im Land Sachsen-Anhalt durchgeführt wurde. Hypothesenorientiert wurden u.a. zeitliche Faktoren, sowie die Nutzungsaspekte in einer Online-Befragung untersucht. Die Bewertung von Chancen und Risiken sozialer Medien stehen im Mittelpunkt dieser Untersuchung

Kurzbericht zur Stichprobe und den Ergebnissen

Für die Studie wurden 1.240 Unternehmen kontaktiert, davon 539 aus Sachsen-Anhalt. 123 Antworten konnten im 4. Quartal 2012 ausgewertet werden. Als besonders auffällig erwies sich, dass die erfassten Risiken durch die Unternehmen aus Sachsen-Anhalt signifikant höher eingestuft bei den übrigen TeilnehmerInnen der Studie (Abb. 1).

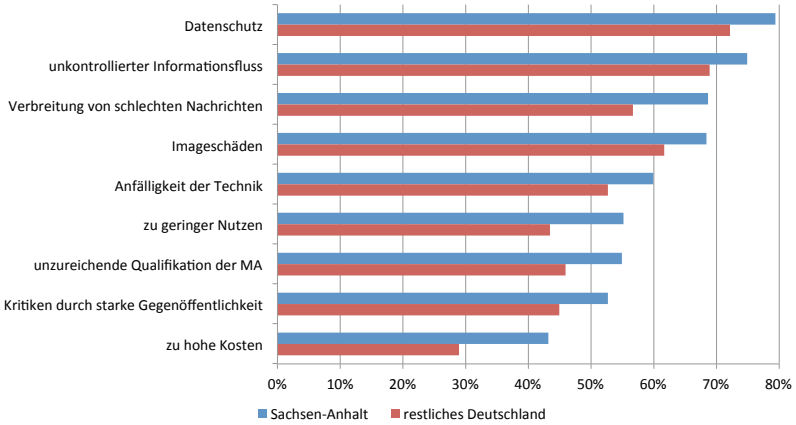


Abb. 1: Risikobewertung durch die Unternehmen

Zu den weiteren Risiken, die von mindestens 10% der Befragten angegeben wurden, zählen „Manipulation“, „hoher Zeitaufwand“, „zu große Ablenkung bzw. Verzettlung“,

„Fehlinformationen und -interpretationen“, „unkontrollierte Datenspeicherung durch Dritte“, „schlechte Messbarkeit des Nutzens“ und „ewiges Gedächtnis des Internets“.

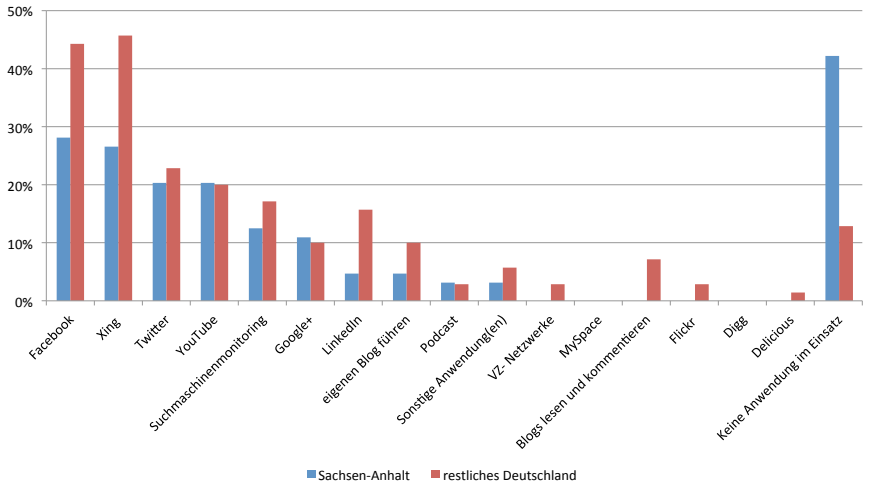


Abb. 2: Nutzung der Web 2.0 Anwendungen in den Unternehmen

In der Untersuchung zum Einsatz der verschiedenen Web 2.0-Anwendungen wird ebenfalls ersichtlich, dass die Unternehmen in Sachsen-Anhalt eher zurückhaltend in den Sozialen Medien engagiert sind (Abb. 2).

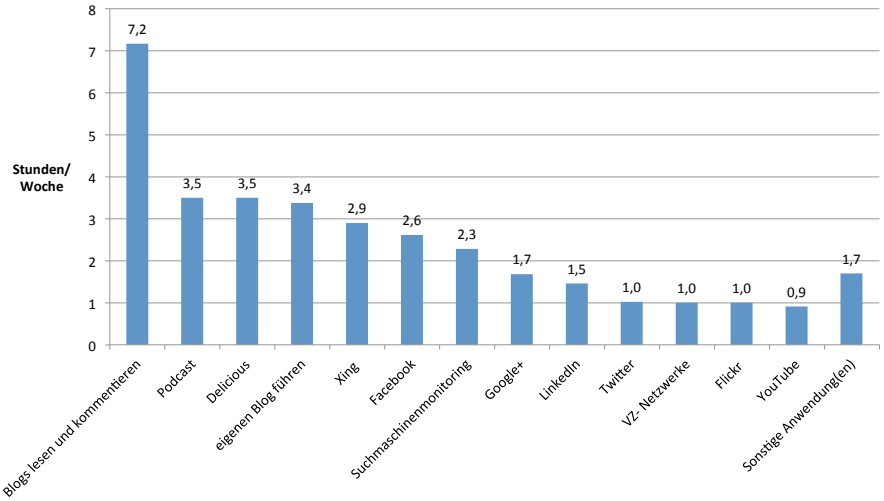


Abb. 3: Zeitaufwand in Stunden pro Woche für die untersuchten Medien

In der Erfassung des Zeitaufwandes (Abb. 3) wird deutlich, dass die Unternehmen im Mittel lediglich zwischen 1 und 4h pro Woche für die Beobachtung und Pflege der Kanäle aufwenden. Aufwändiger ist das Betreiben eines eigenen Weblogs bzw. die Mitwirkung daran. Die Veröffentlichung weiterer Ergebnisse der Studie sowie ein Leitfaden für Unternehmen sind bei den Autoren in Vorbereitung.

Autorenverzeichnis

A

Ackermann, Evelin 455
Albers, Erwin 473
Andrzejewski, Dennis 429
Arndt, Benjamin 403
Awasthi, Abhishek 367

B

Band, Ricardo 397, 401
Baumann, Erik 205
Beck, Eberhard 429
Becker, Jennifer 103
Beier, Rico 313
Bejga, Sandra 97
Bellair, Bernd 435
Beneke, Frank 441
Bergmann, Albrecht 97
Bergner, Klaus 439
Beyer, Harald 13
Bischoff, J. 419
Bittorf, Katharina 461
Bliedtner, Jens 343, 443
Bläsing, Mildred 223
Bola, Michal 331
Brakhage, Axel 415
Bresler, Lars 375
Breternitz, Cornelia 453
Brummel, Reinhold 441
Brüstel, Jonas 145, 393
Buinus, Marcel 361
Bzdok, Carlo 431
Bär, Karl-Jürgen 417
Bäse, Mirjam 437
Böhme, Andrea 127, 411
Böhme, Andreas 187
Bölter, Annette 455

C

Carjell, Andreas 469
Creutzburg, Reiner . 385, 387, 389, 391, 397, 401, 407, 427

D

Deutschmann, Felix 425
Dietzel, Andreas 435
Doll, Danny 381
Döhler, Steffen 379
Döhler, Torsten 13, 31

E

Edel, Carl Heinz 411
Edler, Christiane 423
Eisold, Alexander 307

F

Ferchow, Swantje 181
Fischer, Arno 397, 401
Fischer, Martin 199
Fischer-Hirchert, Ulrich 7, 361, 381
Fiß, Daniel 163
Foitzik, Andreas 127, 409, 411
Franke, Gabriele Helga . . 103, 115, 181, 453, 455
Freudenberger, Lisa 133
Friedel, Carina 265
Fritzsch, Anke 447
Fritzsche, Erik 437
Frommer, Jörg 455

G

Gall, Carolin 325, 331
Genz, Burghard 259
Gerecke, Andreas 271
Ghumman, Waheed Aslam 139
Giehlow, Stephan 37
Glosse, Benjamin 441
Goldau, Harald 169, 259, 271, 431
Golz, Martin 49, 373, 395
Gottschling, Daniela 253, 433
Goutrie, Christine 55
Grimm, Bernd 31
Grimm, Jürgen 289
Grunert, Steffen 301
Grunwald, Juliane 415

Gründler, Susann 79
Grüning, Jeannette 211
Gutknecht, Katja 457

H

Haase, Marcel 55
Haase, Matthias 455
Hahn, Thomas 25
Hanf, Johannes 67
Hansson, Tony 439
Hartmann, Peter 211, 217
Hartscher, Benjamin 55
Hecht, Kerstin 443
Heilmann, Andrea 73, 247, 265
Heimbach, Hannes 19, 283
Heinke, Florian 319
Heinze, Christian 373
Hellwig, Udo 277
Henning, Martin 383
Herre, Mike 361
Herzog, Michael 55, 79, 473
Hessler, Constanze 253, 433
Heuert, Uwe 19, 241, 283, 379
Hild, Matthias 343
Hildebrandt, Sebastian 429
Hillmer, Franziska 73
Hilse, Theresa 463
Hoffmann, Benjamin 403
Hoffmann, K. 217
Hofmann, Mandy 13, 31
Hohlfeld, Rona 379
Honekamp, Wilfried 425
Hoppstock, Sabrina 361
Hornung, Mareike 91
Höhndorf, Tino 283

I

Ibisch, Pierre 133
Ingwer, Patrick 193
Irmler, Frank 387

J

Jagla, Melanie 115
Jahr, Michael 43
Janke, Sebastian 423
Just, J. U. 381
Just, Thomas 205

K

Kaiser, Florian 307
Kant, Michael 229
Kerwel, Enrico 247
Kiss, Anna Luise 175
Knackmuß, Jenny 427
Knobloch, Florian 205
Knoll, Wolf-Dietrich 253, 433
Kratzsch, Alexander 163
Kraus, Michael 109
Krause, Robin 55
Krusche, Jens 375
Kröger, Knut 387, 389, 391, 407
Krüger, Patrick 411
Ksianzou, Viachaslau 31
Kunert, Maik 413
Köhler, Jürgen 325, 331
Küch, Dieter 103

L

Labudde, Dirk . 301, 307, 313, 319, 399
Lahr, Markus 445
Langer, Mathias 319
Lehmann, Paul 235
Leube, Alexander 419
Leube, Christian 407
Lietzau, Kai-Henning 409, 411
Lisker, Roberto 277
Lässig, Jörg 139, 151, 367

M

Marschner, Stephan 13
Marx, Christopher 97
Marx, Sebastian 419
Mehle, Konrad 433
Mehnert, Anne 415
Mey, Günter 451
Meyer, A. 217
Meyer, Susanne 465
Mosters, Curtis 405
Munder, Thomas 415
Mögelin, Josef 405
Müller, Joachim 115

N

Neitzel, Erik 471
Nguyen, Anika 413
Nitze, André 61
Nonnenmacher, Katharina 361
Nowak, Sascha 25
Noßmann, Marcel 415
Nägler, Thomas 25

O

Orlowski, Katja 121
Ott, Christoph 145

P

Patschger, Andreas 343
Pleban, Johann 397, 401
Preuss, Thomas 145, 393
Punk, Oliver 19, 241, 283

R

Rank, Carolin 467
Rattunde, Ulrike 421
Raßbach, Hendrike 435
Reinhold, Sophie 73
Reuschel, Tino 393
Riemann, Ute 471
Rost, Matthias 443
Rutter, Patrick 235

S

Sabel, Bernhard A. 325, 331
Sachs, Robert 169
Salewski, Christel 97
Sauer, Tobias 241
Saupe, Jens 289
Scheel, Helge 229
Scheithauer, Nico 383
Schenka, Adolf 49
Schildbach, Stefan 399
Schirmer, Sven 373
Schlittkus, Keith 223
Schlutter, Ruben 295
Schmidt, Jürgen 413
Schmidt, Rumen 429
Schmidt, Sebastian 163
Schmidt, Sindy 157
Schmidt, Stefan 205
Schminder, Christian 85
Schmitt, Annette 451
Schnupp, Thomas 49
Schrader, N. 217
Schrader, Nancy 337
Schrader, Sigurd 13, 31
Schreckenbach, Daniela 115
Schubert, Steffen 289
Schulz, Bernd 241
Schulz, Steffen 417
Schulze, Steffen 7
Schwentesius, Anja 451
Schöbel, Marcus 349
Schön, Ralph 385, 389
Schön, Stefan 389, 397, 401
Schönfeld, Maik 289
Schütze, Felix 127
Seibt, Klaus 375
Seidel, Fabian 381
Seitz, Mathias 25
Sens, Lisa 473
Seul, Thomas 295
Sickenberger, Wolfgang 419, 421
Skopinceva, Marija 455
Slawinsky, S. 217
Sommer, David 395
Spranger, Michael 399
Stanzel, Frank 169
Staudt, Eva 115
Steger, Benedikt 325
Steglich, Patrick 31
Stieg, Mareike 109
Stissel, Sven 13
Stollfuß, Carsten 409
Stolze, Ronny 169
Strack, Hermann 383
Strocka, Stephan 343
Strüning, Manuel 395
Störzner, Falko 343

T

Taudt, Christopher 217
ten Hagen, Klaus 151
Tessmann, Rhena 449

Tetzlaff, Laura 377
Treppner, Sonja 423
Trutschel, Udo 373

U

Ullrich, Markus 151
Urban, Ute 247, 265

V

Villringer, Claus 13
Vogler, Markus 331
Voss, Andreas 417

W

Wedel, Claudia 467
Wellnitz, Felix 355
Wendel, Claudia 465
Wenzel, Ferenc 49
Werner, Hendrik 383
Wimmer, Nadine 459
Windisch, Linda 455
Winkelmann, Uwe 437
Wolf, Steffi 451

Z

Zacharias, L. 217
Ziemann, Götz-Hendrik 109
Zimmermann, Jens 25
Zimmermann, Martin 435

Weitere Titel aus dem vwh-Verlag (Auszug)

Reihe „E-Business“

S. Sobczak/M. Groß: Crowdsourcing
Grundlagen u. Bedeutung für d. E-Business
2010, 24,90 €, ISBN 978-3-940317-61-2

C. Noack: Crossmedia Marketing
Suchmaschinen als Brücke zwischen Offline- und Online-Kommunikation
2010, 33,50 €, ISBN 978-3-940317-78-0

U. Großmann/I. Kunold (Hg.): Smart Energy 2010 Innovative, IKT-orientierte Konzepte für den Energiesektor der Zukunft (Tagung, FH Dortmund, 29.10.2010)
2010, 24,50 €, ISBN 978-3-940317-79-7

U. Großmann/I. Kunold (Hg.): Smart Energy 2011 Smart Grid oder die Zukunft der Energiewirtschaft (Tagung, FH Dortmund, 11.10.2011)
2011, 23,50 €, ISBN 978-3-86488-004-9

U. Großmann/I. Kunold (Hg.): Smart Energy 2012
Wie smart ist der Weg zur Energiewende? (Tagung, FH Dortmund, 22./23.11.2012)
2012, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-030-8

Reihe „E-Humanities“

G. Vogl: Selbstständige Medienschaffende in der Netzwerkgesellschaft
2008, 29,90 €, ISBN 978-3-940317-38-4

C. Potzner: Chancen und Risiken der Arbeit im E-Business
Eine arbeitswissenschaftliche Untersuchung von Organisationsformen und Aufgabeninhalten an B2B-Arbeitsplätzen
2010, 29,90 €, ISBN 978-3-940317-70-4

M. Janneck/C. Adelberger: Komplexe Software-Einführungsprozesse gestalten: Grundlagen und Methoden Am Beispiel eines Campus-Management-Systems 2012, 26,90 €, 978-3-940317-63-6

Reihe „Multimedia“

J. Sieck (Hg.): Wireless Communication and Information „Car to Car, Sensor Networks and Location Based Services“ (Beiträge der WCI-Tagung Berlin, 2010)
2010, 22,90 €, ISBN 978-3-940317-81-0

J. Sieck (Hg.): Kultur und Informatik „Multimediale Systeme“ (Kongressband, Tagung, Berlin, Mai 2011)
2011, 27,90 €, ISBN 978-3-940317-95-7

J. Sieck (Hg.): Wireless Communication and Information „Digital Divide and Mobile Applications“ (Beiträge der WCI-Tagung Berlin, 2011)
2011, 27,90 €, ISBN 978-3-8648-000-1

A. Frotschnig/H. Raffaseder (Hg.): Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas (Beiträge der Tagungen 2010 und 2011 an der FH St. Pölten)
2011, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-005-6

J. Sieck/R. Franken-Wendelstorf (Hg.): Kultur und Informatik „Aus der Vergangenheit in die Zukunft“ (Tagung, Berlin, Mai 2012) 2012, 28,50 €, 978-3-86488-016-2

J. Sieck (Hg.): Wireless Communication and Information „Mobile Gesellschaft“ (Beiträge der WCI-Tagung Berlin, 2012)
2012, 26,90 €, ISBN 978-3-86488-029-2

A. Frotschnig/H. Raffaseder (Hg.): Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas (Beiträge der Tagung 2012 an der FH St. Pölten)
2012, 26,50 €, ISBN 978-3-86488-031-5

J. Sieck/R. Franken-Wendelstorf (Hg.): Kultur und Informatik „Visual Worlds & Interactive Spaces“ (Kongressband, Tagung Berlin, Mai 2013) *Erscheint Mai 2013*

Reihe „E-Learning“

M. Krüger: Selbstgesteuertes und kooperatives Lernen mit Vorlesungsaufzeichnungen 2011, 31,90 €, 978-3-940317-88-9

T. Strasser: Moodle im Fremdsprachenunterricht 2011, 28,50 €, 978-3-940317-92-6

M. Nagl: Game-Assisted E-Learning in der Umweltbildung
2011, 28,50 €, ISBN 978-3-940317-94-0

D. Schirmer u.a.: Studieren als Konsum
Veralltäglichung und Degendering von E-Learning 2011, 27,90 €, 978-3-940317-83-4

A. Blessing: Personalisiertes E-Learning
2012, 29,90 €, ISBN 978-3-86488-007-0

K. Himpsl-Gutermann: E-Portfolios in der universitären Weiterbildung
2012, 30,90 €, ISBN 978-3-86488-014-8

M. Beißwenger/N. Anskeit/A. Storrer (Hg.): Wikis in Schule und Hochschule
2012, 36,90 €, ISBN 978-3-86488-017-9

C. Lehr: Web 2.0 in der universitären Lehre Ein Handlungsrahmen für die Gestaltung technologiegestützter Lernszenarien
2012, 27,90 €, ISBN 978-3-86488-024-7

J. Wagner/V. Heckmann (Hg.): Web 2.0 im Fremdsprachenunterricht Ein Praxisbuch für Lehrende in Schule und Hochschule 2012, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-022-3

E. Blaschitz et al. (Hg.): Zukunft des Lernens Wie digitale Medien Schule, Aus- und Weiterbildung verändern
2012, 23,50 €, ISBN 978-3-86488-028-5

U. Höbarth: Konstruktivistisches Lernen mit Moodle Praktische Einsatzmöglichkeiten in Bildungsinstitutionen *- 3. Aufl. -*
2013, 31,50 €, ISBN 978-3-86488-033-9

Reihe „Game Studies“

R. T. Inderst/P. Just (Hg.): Contact · Conflict · Combat
2011, 29,90 €, ISBN 978-3-940317-89-6

B. Sterbenz: Genres in Computerspielen – eine Annäherung
2011, 24,50 €, ISBN 978-3-940317-99-5

D. Appel u.a. (Hg.): Welt|Kriegs|Shooter Computerspiele als realistische Erinnerungsmedien? 2012, 28,50 €, 978-3-86488-010-0

S. Felzmann: Playing Yesterday Mediennostalgie im Computerspiel
2012, 22,50 €, ISBN 978-3-86488-015-5

M. Breuer (Hg.): E-Sport – Perspektiven aus Wissenschaft und Wirtschaft
2012, 26,90 €, ISBN 978-3-86488-026-1

R. T. Inderst/P. Just (Hg.): Build ’em Up – Shoot ’em Down Körperlichkeit in digitalen Spielen
2013, 35,90 €, ISBN 978-3-86488-027-8

Reihe „Web 2.0“

H. Frohner: Social Tagging
2010, 26,90 €, ISBN 978-3-940317-03-2

R. Bauer: Die digitale Bibliothek von Babel Über den Umgang mit Wissensressourcen im Web 2.0
2010, 26,90 €, ISBN 978-3-940317-71-1

G. Franz: Die vielen Wikipedias Vielsprachigkeit als Zugang zu einer globalisierten Online-Welt
2011, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-002-5

R. Sonnberger: Facebook im Kontext medialer Umbrüche
2012, 29,50 €, ISBN 978-3-86488-009-4

Reihe „Schriften zur Informationswissenschaft“

T. Memmel: User Interface Specification for Interactive Software Systems
2009, 33,90 €, ISBN 978-3-940317-53-7

A. Ratzka: Patternbasiertes User Interface Design für multimodale Interaktion
2010, 33, 90 €, ISBN 978-3-940317-62-9

J. Griesbaum, T. Mandl, C. Womser-Hacker (Hg.): Information und Wissen: global, sozial und frei? Proc. des 12. Intern. Symp. für Informationswissenschaft
2011, 36,50 €, ISBN 978-3-940317-91-9

H.-C. Hobohm (Hg.): Informationswissenschaft zwischen virtueller Infrastruktur und materiellen Lebenswelten Proc. des 13. Intern. Symp. für Informationswissenschaft (Potsdam, März 2013)
2013, 34,50 €, ISBN 978-3-86488-035-3

Varia

nestor Handbuch Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung
2009, 24,90 €, ISBN 978-3-940317-48-3

Langzeitarchivierung von Forschungsdaten Eine Bestandsaufnahme
2012, 29,90 €, ISBN 978-3-86488-008-7

weitere Schriftenreihen des vwh-Verlages (s. www.vwh-verlag.de):

- **Typo|Druck**
- **AV-Medien**
- **Medientheorie**
- **Medienwirtschaft**
- **E-Collaboration**
- **Schriften des Innovators Club**
- **Kleine Schriften**

vwh

Aktuelle Ankündigungen, Inhaltsverzeichnisse und Rezensionen finden sie im vwh-Blog unter www.vwh-verlag.de.
Das komplette Verlagsprogramm mit Buchbeschreibungen sowie eine direkte Bestellmöglichkeit im vwh-Shop finden Sie unter www.vwh-verlag-shop.de.