



HOCHSCHULE
MITTWEIDA



Wissenschaftliche Berichte

SCIENTIFIC REPORTS

Angewandte Forschung an der Hochschule Mittweida

Posterband zur 24.IWKM

Nr. 1, 2016

Angewandte Forschung an der Hochschule Mittweida

Posterband zur 24. IWKM

Impressum

Herausgeber:

Hochschule Mittweida
University of Applied Sciences
Der Rektor
Prof. Dr. phil. Ludwig Hilmer
Der Prorektor für Forschung und Entwicklung
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Thiem

Redaktion dieser Ausgabe:

Hochschule Mittweida
University of Applied Sciences

Postanschrift:

Hochschule Mittweida
University of Applied Sciences
Referat für Forschung
Postfach 1457
D-09644 Mittweida

Erscheinungsweise:

unregelmäßig

Druck:

WIRmachenDruck GmbH

Schutzgebühr:

15 Euro

Die Scientific Reports/Wissenschaftliche Berichte als Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule Mittweida-University of Applied Sciences lösen die bisherigen Scientific Reports mit allen Volume I-III ab und erscheinen mit Nr. 1, 1998 ab November 1998 in neuem Layout und in neuer Zählung.

Bisher 2016 erschienen:

Angewandte Forschung an der Hochschule Mittweida -
Posterband zur 24. IWKM
Nr. 1, 2016

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

Liebe Kolleginnen und Kollegen,
liebe MitarbeiterInnen in Forschungsgruppen,
liebe Studierende!

**„Am Anfang jeder Forschung steht das Staunen.
Plötzlich fällt einem etwas auf.“**

Mit diesem Zitat des deutschen Verhaltensforschers Wolfgang Wickler habe ich Sie herzlich eingeladen, die Ergebnisse dessen, was Ihnen „aufgefallen“ ist, zu präsentieren.

Aus Anlass der 24. Internationalen Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida (IWKM) am 19. und 20. November 2015 entstand eine Posterschau mit 24 Beiträgen, die eindrucksvoll die vielseitige und breitgefächerte Palette an Möglichkeiten und Ressourcen der angewandten Forschung an der Hochschule Mittweida widerspiegeln.

Ich bedanke mich herzlich für Ihre Mitwirkung und wünsche Ihnen weiterhin viel Erfolg bei der Verwirklichung der Forschungsvorhaben .

Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Thiem
Tagungsleiter
Prorektor für Forschung und Entwicklung



Best Poster Awards wurden vergeben an:
Maik Benndorf, Nadine Wappler, Eric Zuchantke, Robert Leidenfrost mit
dem Prorektor für Forschung und Entwicklung Gerhard Thiem (v.l.)

Herzlichen Glückwunsch!

Inhaltsverzeichnis

Feuchtigkeitsdetektion in Fertigteilhäusern	4
Rico Domogalski ¹ , Heinz Döring ¹ , Jan Färber ¹ , Christian Georgi ¹ , Werner Mothes ¹	
Anwendungen faseroptischer Extensometer	6
Heinz Döring ¹ , Jan Färber ¹ , Annett Kober ¹ , Werner Mothes ¹	
Harte Goldschichten	8
Michael Markus ¹ , Frank Köster ¹ , Christian Grieger ¹ , Matthias Weiser ² , Michael Schneider ²	
Iridiumschichten	10
Johannes Näther ¹ , Frank Köster ¹ ,	
Zuverlässigkeit in Netzwerken – Forschungsgruppe Diskrete Mathematik	12
Thomas Lange ¹ , Sara Kischnick ¹ , Peter Tittmann ¹	
Netzdienliche Ladesäule: Synergie zwischen Verteilnetz und Elektromobilität	14
Lutz Rauchfuß ¹ , Jeremie Foulquier ¹	
Secure Classification in Machine Learning – New Aspects for Learning Vector Quantization	18
Marika Kaden ¹ , Sascha Saralajew ¹ , Thomas Villmann ¹	
Wirkungsforschung zur crossmedialen Verbreitung von Informationen in Kommunen - Stage 1	20
Tamara Huhle ¹ , Jan Schaaf ¹ , Tanja Korzer ¹ , Natalie Kunze ¹ , Christopher M. Brinkmann ¹	
Wert schaffen durch Werte	24
Eine Untersuchung zur werteorientierten Unternehmensführung in Sachsen	
André Schneider ¹ , Julia Köhler ¹ , Susanne Nickel ¹	
Motive des Festivalbesuchs – Eine Empirische Studie am Beispiel des MDR Sputnik Spring Break	28
André Schneider ¹ , Anneke Ebert ¹ , Steffi Fichte ¹ , Eva Kachler ¹ , Sara Kamholz ¹ , Désirée Triemer ¹ , Kevin Funk ¹ , Bente Pohlmann ¹ , Nicole Schaum ¹ , Sebastian Sprenger ¹	
Kombination von Blended Learning und Flipped Classroom: Ein innovativer didaktischer Ansatz zur Ermöglichung von dualen Karrieren	32
André Schneider ¹ , Verena Jahn ¹ , Linda Heise ¹	
Kurzschneckenextruder für das Compoundieren von NPC	36
Eckhard Wißuwa ¹ , Franziska Seidel ³	
Spritzgießen von Kleinteilen aus Duroplast	38
Eckhard Wißuwa ¹ , Franziska Seidel ³	
Scheibenplastifizierung für kleine Schmelzemengen	40
Eckhard Wißuwa ¹ , Franziska Seidel ³	

Analyse von Mieterzufriedenheit und Mieterwünschen am Beispiel der Wohnungsgenossenschaft Mittweida eG Jan Schaaß ¹	42
Erarbeitung modellhafter Lösungsansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz in industriellen Prozessketten für KMU sowie für den Facility-Bereich Jörg Mehliß ¹ , Ralf Hartig ¹	44
Entwicklung einer Plattform für Integration, Visualisierung und Modellierung von Biodaten Gabriel Kind ¹ , Eric Zuchantke ¹ , Röbbbe Wünschiers ¹ , Maria Siruna Paula ⁵ , David Fuente Herraiz ⁴ , Javier F Urchueguia ⁴	46
Untersuchung der Dynamik der biologischen Prozesse in Biogasanlagen Lucy Stark ¹ , Röbbbe Wünschiers ¹ , Robert Heyer ⁵ , Lisa Wenzel ⁵ , Dirk Benndorf ⁵	48
BEST POSTER AWARD Proteinproduktion ohne Lebewesen – Entwicklung eines in vitro Expressionssystems für (Cyano)Bakterien Robert Leidenfrost ¹ , Röbbbe Wünschiers ¹	50
BEST POSTER AWARD Analyse der Photo-Wasserstoffproduktion eines neuartigen Rhodobacter Stamms Nadine Wappler ¹ , Röbbbe Wünschiers ¹ , Karsten Helbig ⁶ , Jost Weber ⁶	52
BEST POSTER AWARD FloodEvac: Verletzbarkeit von Transport-Infrastrukturen - Warnung und Evakuierung bei Hochwasser Maik Benndorf ¹ , Thomas Haenselmann ¹	56
Erzeugung von Druckeigenspannungen in hochfesten Gusswerkstoffen und deren Einfluss auf die Schwingfestigkeit Ulrike Hähnel ¹ , Peter Hübner ¹	58
Cradle-to-Cradle als innovativer Ansatz für ein nachhaltiges Eventmanagement Susanne Günther ¹ , André Schneider ¹ , Frank Schumann ¹	62
BEST POSTER AWARD Forensische Mikrobiologie: Effiziente Klassifikation von Hasenpesterregern Eric Zuchantke ¹ , Röbbbe Wünschiers ¹ , Herbert Tomaso ⁷	66

¹ Hochschule Mittweida

² Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Dresden

³ Ökoplast GmbH, Mittweida

⁴ Polytechnische Universität Valencia, Spain

⁵ Max Planck Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg

⁶ TU Dresden

⁷ Friedrich-Loeffler-Institut, Jena

FEUCHTIGKEITSDETEKTION IN FERTIGTEILHÄUSERN

Forschungsvorhaben



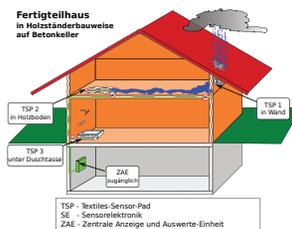
Entwicklung von technischen Textilien, Messgeräten
und Auswertesystemen zum Feuchtemonitoring im
Bauwesen

Einleitung

In Bereichen des Holz-Gips-Leichtbaus ist Feuchtemonitoring zur Garantie von Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit bei der Bauwerksnutzung sowie Qualitätsbewertung von Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich. Dazu ist es nötig, die Feuchtigkeit innerhalb der Holz-Gipskarton-Wände zu überwachen.

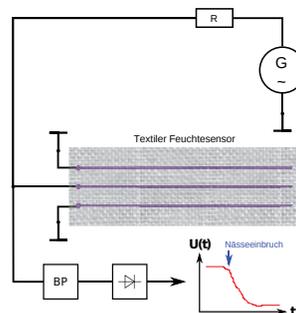
Projektziel /-aufgaben

Ziel des Projektes ist es einen textilen Sensor zu entwickeln, der eine Feuchtigkeitsdetektion innerhalb der Holz-Gips-Bauelemente ermöglicht. Neben dem reinen textilen Sensorelement wird weiterhin eine Sensorelektronik und ein System zur Aufnahme, Verarbeitung sowie Anzeige der Messdaten, bzw. des Feuchtigkeitszustandes benötigt. Die Hochschule Mittweida beschäftigt sich im Rahmen des Projektes mit der Entwicklung einer kostengünstigen Sensorelektronik sowie der messtechnischen Evaluierung der textilen Sensorvarianten und der wissenschaftlichen Auswertung der begleitenden Versuche.



Realisierung

- Betrachtung des textilen Sensors als komplexer Widerstand
- Anregung mittels niederfrequentem harmonischem Signal
- Erzeugung einer analogen Messspannung
- Analoge Messspannung ist indirekt proportional zur Durchfeuchtung des Sensors:
 - trockener Sensor: hohe Spannung
 - nasser Sensor: niedrige Spannung



Aktuelle Ergebnisse

Applizierte Sensoren

Versuchsaufbau

Messergebnis

Feuchtemessung (relativ feucht)

Luftfeuchtesensor

Textil-Feuchtesensorgel

Luftfeuchtesensor

Feuchtemessung (relativ trocken)

Luftfeuchtesensor

Textil-Feuchtesensorgel

Feuchtemessung (relativ feucht)

Luftfeuchtesensor

Textil-Feuchtesensorgel

Feuchtemessung (relativ trocken)

Luftfeuchtesensor

Textil-Feuchtesensorgel

Leitung:

Prof. em. Dr.-Ing. habil. Heinz Döring

Bearbeitung:

Dipl.-Ing. (FH) Jan Färber

B.Sc. Rico Domogalski

B.Sc. Christian Georgi

Partner:

Sächsisches Textilforschungsinstitut
e.V. Chemnitz

Gesellschaft für Geomechanik und
Baumeßtechnik mbH Espenhain

FischerHaus GmbH Bodenwöhr

Dietrich Wetzel KG Plauen

Förderung:

Gefördert durch das Programm
„Zentrales Innovationsprogramm
Mittelstand (ZIM)“,
Projektträger: AIF Projekt GmbH

Förderkennzeichen:

KF2231515CJ4

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt:

Hochschule Mittweida - Fakultät CB - LFG Optronik

Tel: 03727 58 1054 Fax: 03727 58 21054 E-Mail: doering@hs-mittweida.de

Adresse: Technikumplatz 17 - 09648 Mittweida

FEUCHTIGKEITSDETEKTION IN FERTIGTEILHÄUSERN

R. Domogalski, H. Döring, J.Färber, C. Georgi, W. Mothes

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Im Projekt „Feuchtigkeitsdetektion in Fertigteilhäusern“ wird ein System zur Detektion von Feuchtigkeitseinbrüchen in Fertigteilhäusern mit Holz-Gips-Leichtbauweise vorgestellt, welches mit integrierbaren textilen Feuchtigkeitssensoren arbeitet.

1. Einleitung

Es handelt sich bei dem unter der Kurzbezeichnung „WetSpot“ [1] bekannten Forschungsvorhaben um die Entwicklung von technischen Textilien, Messgeräten und Auswertesystemen zum Feuchte-monitoring im Bauwesen. Im Speziellen steht der Holz-Gips-Leichtbau im Fokus der Betrachtung, für den ein Anwender als Projektpartner mit eingebunden ist. Das Projekt wird unter dem Förderkennzeichen: KF2231515CJ4 durch das „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)“ der AiF Projekt GmbH gefördert.

2. Problemstellung

Der Wunsch nach einem Feuchtemonitoring entstand im Rahmen der Überlegung zur Gewährleistung von Funktionsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit in Fertigteilhäusern. Dabei entstand die Notwendigkeit frühzeitig, Wassereinträge, die durch Rohrleitungsbrüche oder undichte Feuchtigkeitssperren hervorgerufen wurden, zu erkennen (vgl. Bild 1).

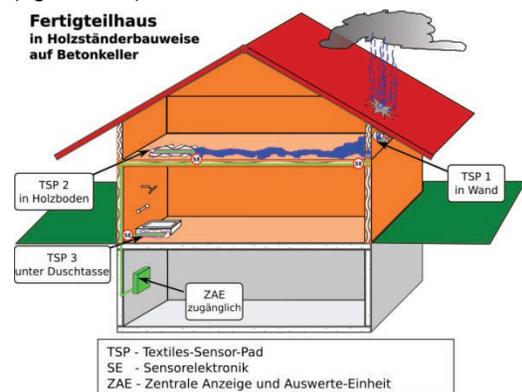


Bild 1: Systemkonzept für Feuchtemonitoring

Wird ein solcher Nässeeinbruch innerhalb von den üblichen Wandelementen nicht frühzeitig erkannt, kann dieser sich zunächst unbemerkt in großen Teilen des Hauses ausbreiten, als Folgen können auftreten: Verlust der Funktionsfähigkeit der Dämmung und anschließender Schimmelbildung [3]. Aus diesem Grund ist das Ziel, einen textilen Sensor zu entwickeln, der eine Feuchtigkeitsdetektion innerhalb der Holz-Gips-Bauelemente ermöglicht.

3. Realisierung

Die Aufgaben der Hochschule Mittweida innerhalb des Projektes bestehen darin, eine kostengünstige Sensorelektronik zu entwickeln sowie die messtechnische Evaluierung der textilen Sensorvarianten

sicher zu stellen. Ziel der Evaluierung ist es, einen geeigneten Aufbau der Geometrie sowie des Materials zu finden, der die Messaufgabe in adäquater Weise erfüllt. Die Messaufgabe besteht im Wesentlichen darin, eine sichere Unterscheidung zwischen den Zuständen: Trocken, Feucht und Nass, der überwachten Bauwerksteile zu gewährleisten. Das angewandte Messprinzip wurde in einem vorangegangenen Projekt [2] bereits erfolgreich eingesetzt und wird im Rahmen des aktuellen Vorhabens weiterentwickelt. Auf dem Bild 2 ist das Prinzipschaltbild des aktuellen Entwicklungsstandes zu sehen, dabei stellt ein Sinusgenerator eine Wechselspannung bereit an die der textile Sensor angeschlossen wird. Ein parallel geschalteter Bandpass führt über einen Gleichrichter zu einer variablen Gleichspannung am Ausgang, die sich umgekehrt proportional der Durchfeuchtung des Sensors ändert.

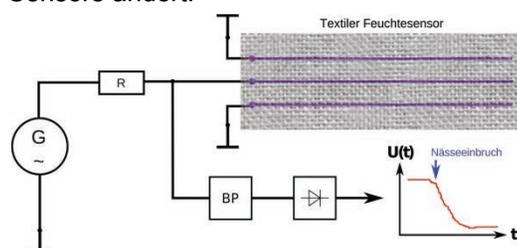


Bild 2: Prinzipschaltbild Feuchtemessung

4. Ausblick

Bis zum Ende des Projektes im Januar 2017 werden weiter an einer geeigneten Geometrie und der Materialzusammensetzung des textilen Sensors, sowie optimierten Parametern für die Auswertelektronik gearbeitet. Des Weiteren wird eine für die Praxis taugliche Systemtopologie gesucht, die zukünftig auch in Hausautomationssysteme integriert werden kann. Im Hinblick auf einen realen Einsatz im Bauwesen wird eine Anpassung der elektronischen Baugruppen an bestehende Installationsstandards erfolgen.

Literaturverzeichnis

- [1] H. Döring, et.al.: *Projektbeschreibung: Wet-Spot-Entwicklung von technischen Textilien für Monitoringaufgaben im Bauwesen*, ZIM Antragsschrift, HS Mittweida, Mittweida, 15.10.2014
- [2] H. Döring: *Projektberatung „Bautextilien für Feuchtemonitoring“*, Abschlusspräsentation, Hochschule Mittweida, 23.11.2011, Mittweida
- [3] H.-M. Fischer, et.al.: *Lehrbuch der Bauphysik*, 6. Auflage, Vieweg-T. Vlg., Wiesbaden, 2008

ANWENDUNGEN FASEROPTISCHER EXTENSOMETER



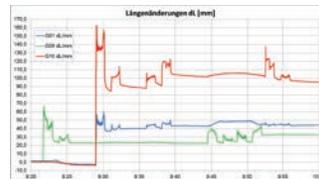
Einsatzgebiete - Situationen - Optionen

MONITORING

Im Tagebau



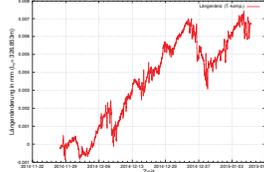
Überfahrt Abraumbagger



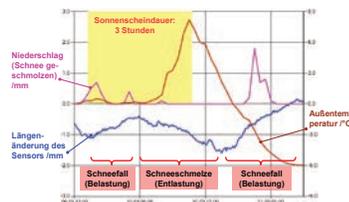
Im Erdfallgebiet



Längenänderung - Bahndamm



Als Schneelastsensor



Sensorklänge:

1 ... > 500 m

Auflösung:

< 1 mm (typ. 50 µm)

el. Leistung:

< 3 W

Leitung:

Prof. em. Dr.-Ing. habil. Heinz Döring

Forschungsförderung:

BMW - ZIM

SMWK

Anwendungsszenarien:

- Bodenmonitoring
- Scherzonen-Detektion
- Erdfallgebiete
- Setzungen und Senkungen in Tagebaugebieten
- Bauwerksmonitoring
- Schneelastsensor
- Monitoring von Deichen

Bildquelle: HSM

Kontakt:

Hochschule Mittweida - Fakultät CB - LFG Optronik

Tel: 03727 58 1054 Fax: 03727 58 21054 E-Mail: doering@hs-mittweida.de

Adresse: Technikumplatz 17 - 09648 Mittweida

Anritsu MW9060A Optical Time Domain Reflectometer

ANWENDUNGEN FASEROPTISCHER EXTENSOMETER

H. Döring, J.Färber, A. Kober, W. Mothes

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Das faseroptische Extensometer ist ein neuartiges Messsystem, welches in der Lage ist, die integrale Länge von Lichtwellenleitern zu überwachen. Hier werden einige Applikationsbeispiele aus durchgeführten Feldtests kurz vorgestellt.

1. Einleitung

Das faseroptische Extensometer stellt ein neuartiges Messsystem dar, welches an der Hochschule Mittweida in der Forschungsgruppe Optronik entwickelt wird. Innerhalb verschiedener Forschungsprojekte fand es in unterschiedlichen Einsatzgebieten Anwendung. Drei Projekte sind im begleitenden Poster exemplarisch aufgeführt und werden nachfolgend kurz beschrieben. Das faseroptische Extensometer (FOX) ist dabei in der Lage die integrale Länge einer geschlossenen Lichtwellenleiterschleife im Submillimeterbereich zu überwachen. Dabei können kleine Änderungen in der Gesamtlänge der Faser registriert werden, jedoch ist mit diesem Verfahren keine Ortsauflösung möglich.

2. Einsatz im Tagebau

Beschreibt ein Projekt bei dem das FOX-System eingesetzt wurde, um die Auswirkungen einer Überfahrt eines Abraumbaggers auf den Boden zu untersuchen. Dabei wurde in drei unterschiedlichen Tiefen jeweils ein Lichtwellenleiter vergraben. Beim Überfahren des überwachten Bereichs durch den Abraumbagger konnte für die unterschiedlichen Tiefen eine nach unten abnehmende Auswirkung der Messwertauslenkung festgestellt werden – wie zu erwarten war. Überraschend war, dass bereits in einer verhältnismäßig geringen Tiefe von 1,2 m nur wenige Bodenverformungen registriert werden konnten. [1]

3. Einsatz im Erdfallgebiet

Ist eine weitere Bodenmonitoring-Anwendung, bei der eine Eisenbahnstrecke, die in einem Erdfallgebiet liegt, überwacht wird. Nach heftigen Erdfällen, die zur Sperrung der Strecke führten, wurde diese aufwändig saniert. Mit der Sanierung wurde auch die FOX-Messtechnik installiert, die die Erdbewegungen unter den Gleisen überwacht. Nach einigen Monaten zeigten die Messwerte, wie in Bild 1 exemplarisch dargestellt, eine kontinuierliche Verlängerung der überwachten Strecke. Eine Auswertung zusammen mit Geologen bewertete diese Messwerte als reale Setzungserscheinungen, die auch durch eine Referenzmessung bestätigt werden konnten. [2]

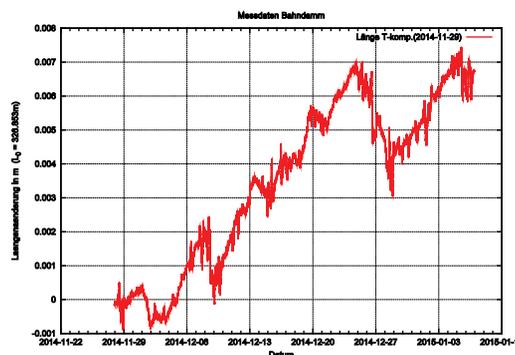


Bild 1: Messwerte im sanierten Erdfallgebiet

4. Einsatz als Schneelastsensor

In der letzten hier vorgestellten Applikation handelt es sich um eine Bauwerksüberwachung. Dabei wird der Lichtwellenleiter (LWL) zusammen mit dem Temperatursensor in die Holzträgerkonstruktion eines Hallen-dachs eingelassen und komplett verklebt. Wird das Dach zum Beispiel durch Schneefall belastet, biegt sich der Holzträger durch, was zu einer Dehnung des Lichtwellenleiters führt. Das FOX-Messsystem kann diese Belastung anhand der LWL-Dehnung registrieren und zusammen mit einem Architekten können notwendige Maßnahmen, bei den entsprechenden Längenänderungen, festgelegt werden. [3]

4. Ausblick

Über diese vorgestellten Anwendungen hinaus wurden bereits einige weitere Feldtests erfolgreich durchgeführt, dennoch besteht noch einiger Entwicklungs- und Evaluierungsbedarf um eine geeignete Marktreife zu erreichen und die recht neue Messtechnik zu etablieren.

Literaturverzeichnis

- [1] H. Döring, et.al.: Hangrutschungsmonitoring im Sub-Millimeterbereich, VII Talsperrentag Mittweida, Scientific Reports, Hochschule Mittweida, Mittweida, 2010
- [2] H. Döring: Mess- und Warnsystem von Bewegungen im Untergrund – GeoMeWa, Programm ZIM, 1.1.2011-31.12.2013, FKZ:VP2231505SA0
- [3] H. Döring: Schneelastüberwachung mit Faseroptischen Extensometern (SnowFox), Forschungsförderung des Freistaats Sachsen, 1.2.2013-31.12.2013, Aktenzeichen 4-7531.50/1134/7

HARTE GOLDSCHICHTEN

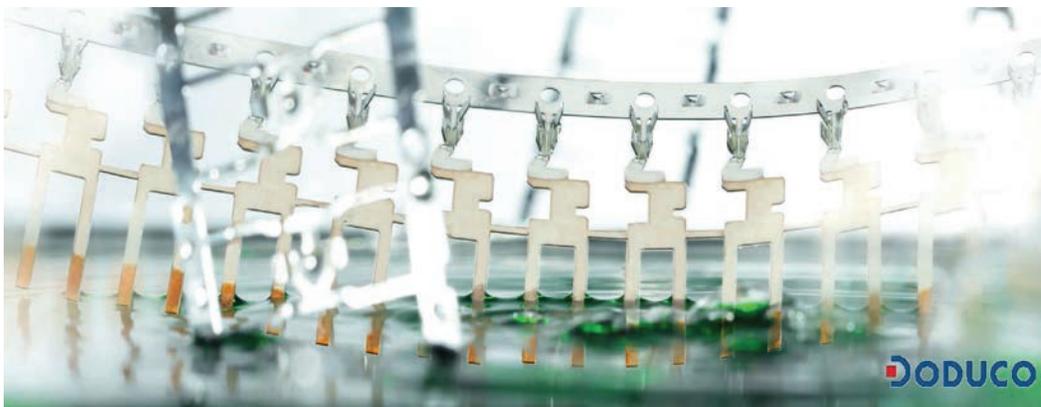
B. ENG. M. MARKUS, DIPL. ING. (FH) C. GRIEGER,
PROF. DR. RER. NAT. F. KÖSTER, DR. M. SCHNEIDER,
DIPL. ING. M. WEISER



Elektrochemisch abgeschiedene Goldschichten bzw. Oberflächen finden aufgrund ihrer besonderen optischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften eine breite industrielle Anwendung, sowohl in dekorativen als auch technischen Applikationen. So werden diese z.B. oft in der Elektrotechnik für Steckkontakte verwendet. Feingoldschichten (Härte 80-90 HV) haben einen geringen Widerstand gegen mechanischen Verschleiß. Durch Legierungsabscheidungen z.B. Gold-Cobalt erzeugte Hartgold-schichten weisen höhere Härtewerte (ca. 130 HV-180 HV) und bessere Verschleißbeständigkeit auf. Dieser Entwicklung folgend, ist es Ziel des Projektes, eine weitere Verbesserung des Verschleißschutzes durch Abscheidung von noch härteren, dispersionsverfestigten Goldschichten zu realisieren. Dafür werden keramische Nanopartikel in eine Goldmatrix eingebaut.

Ein weiterer Bestandteil des Projektes besteht darin, durch Zugabe von Additiven in die Goldelektrolyte zusätzliche Verfestigungsmechanismen zu aktivieren und somit die Härte der Goldmatrix gezielt zu erhöhen. Aus der Kombination der Härtesteigerung durch Additive und Nanopartikel soll zum Projektende eine optimierte Golddispersionsschicht mit den folgenden Eigenschaften Potenzial zur Schonung der begrenzten Goldreserven bieten :

- **Härte > 300 HV**
- **Verschleißreduzierung um 50 %**



HOCHSCHULE MITTWEIDA | TECHNIKUMPLATZ 17 | D-09648 MITTWEIDA
PROF. DR. RER. NAT. FRANK KÖSTER | FAKULTÄT INGENIEURWISSENSCHAFTEN
TELEFON 0 37 27 / 58- 15 32 | FAX: 0 37 27 / 58- 13 76 | EMAIL: KOESTER@HS-MITTWEIDA.DE



Fraunhofer
IKTS

www.hs-mittweida.de

HARTE GOLDSCHICHTEN

Michael Markus, Christian Grieger, Frank Köster,
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Gold findet häufig als Beschichtungswerkstoff für Stecker und Steckkontakte Anwendung. Die geringe Fähigkeit des Materials mechanische Belastungen zu ertragen wird bislang durch einen erhöhten Materialeinsatz kompensiert. Das ist weder ressourcenschonend noch wirtschaftlich wünschenswert. Darum liegt in der Verbesserung der Abrieb- und Verschleißfestigkeit ein erhebliches Potenzial, das im hier vorgestellten Projekt „GadiGo“ erschlossen werden soll.

Gold is frequently found as a coating material for plugs and plug-in contacts application. The material exhibits a low capacity to bear mechanical stresses. This is compensated for by increased use of material. But it's neither saving resources nor economically. Therefore is the improvement of abrasion and wear resistance, a considerable potential to be tapped by the project presented here.

Smartphones, Navigationssysteme, Notebooks und eine Vielzahl anderer elektrischer Geräte sind heutzutage fester Bestandteil des alltäglichen Lebens. Ein Grund dafür, dass diese Geräte zu erschwinglichen Preisen angeboten werden können, ist neben der Halbleitertechnologie auch im modularen Aufbau von Elektrogeräten zu finden. Ohne die Möglichkeit zur technischen Realisierung elektrisch leitender Verbindungen verschiedener Komponenten wäre dieses Vorgehen nicht möglich. Um auf ständig wechselnde Anforderungen der schnelllebigen Zeit konkurrenzfähig reagieren zu können, haben sich Stecksysteme als geeignete Verbindung herauskristallisiert. Für einen ungehinderten Stromfluss über solche Steckverbindungen ist ein geringer Übergangswiderstand der Kontaktflächen unerlässlich. Hierfür eignen sich besonders Gold und seine Legierungen. Gold wird unter atmosphärischen Bedingungen nicht oxidiert. Das hat den allseits bekannten dauerhaften Glanz und damit einhergehend eine ebenso lang anhaltende gute elektrische Leitfähigkeit der Oberfläche zur Folge. In Ermanglung preisgünstigerer Alternativen mit entsprechenden Eigenschaften ist Gold prädestiniert als Werkstoff für elektrisch leitende Kontaktflächen.

Der Rohstoff Gold ist verhältnismäßig teuer. Deswegen liegt im sparsamen Einsatz dieser Ressource ein großes Potenzial für einen Wettbewerbsvorteil. Aus diesem Grund werden Stecker nach heutigem Stand der Technik aus preisgünstigen Materialien gefertigt und mit einer dünnen galvanischen Gold- oder Goldlegierungsschicht elektrochemisch beschichtet. Neben den guten elektrischen Eigenschaften hat Gold auch die Eigenschaft relativ weich zu sein. Das hat einen starken Abrieb der Beschichtung bei jedem Steckzyklus zur Folge. Um zu gewährleisten, dass die Funktionsfähigkeit der Steckverbindung lange bestehen bleibt, ist demnach die gewünschte Anzahl der ertragbaren Zyklen Grundlage für die Auslegung der nötigen Schichtdicken.

Genau an dieser Stelle setzt das Forschungsvorhaben an. Unter dem Projektnamen: Galvanische Abscheidung von dispersionsverfestigten Goldschichten auf der Basis von keramischen Nanopartikeln (GadiGo), werden Maßnahmen zur Erzeugung härterer – und damit verbunden – verschleißbeständi-

gerer Goldschichten untersucht. Ziel des Projektes ist: eine Härtesteigerung von bislang erreichbaren 130 HV 0,01 auf 300 HV 0,01 zu realisieren. Die damit erfahrungsgemäß einhergehende Verringerung des Verschleißes um ca. 50% eröffnet die Möglichkeit Goldschichten dünner zu gestalten und dennoch eine gleichbleibende oder verbesserte Lebensdauer von Steckverbindungen zu gewährleisten.

Um das Ziel zu erreichen, werden zwei verschiedene Ansätze verfolgt. Der Erste befasst sich mit dem Einbau von keramischen Nanopartikeln in eine Goldmatrix. Die dabei zu überwindenden Probleme liegen hauptsächlich in der stabilen Deagglomeration der Partikel im Elektrolyten und im Einbau der elektrisch neutralen Teilchen beim galvanischen Prozess. Die Lösung dieser Herausforderung obliegt dem Fraunhofer IKTS, welches die Hochschule Mittweida bei diesem Projekt als Kooperationspartner unterstützt. Der zweite Ansatz besteht darin, dass verschiedene Zusatzstoffe, sogenannte Additive, untersucht werden, die während der Abscheidung für die Verfestigung bei der Schichtbildung verantwortlich sind. Dadurch wird eine Härtesteigerung der Schicht erreicht, die auf ein feineres Gefüge und/oder den Einbau von Fremdatomen in das Metallgitter des Goldes zurückzuführen ist. Dafür ist im ersten Schritt aus der großen Menge möglicher Chemikalien eine Auswahl geeigneter Additive zu treffen, die mit dem Ausgangselektrolyt kompatibel sind. Im zweiten Schritt werden Goldschichten aus den mit Additiven versetzten Elektrolyten abgeschieden und die Wirkung der Zusätze auf Härte und Verschleiß geprüft. Dafür kommen neben verschiedenen Analyseverfahren hauptsächlich die Mikrohärtprüfung nach Vickers und ein vergleichender Verschleißtest auf Basis von trockener Gleitreibung zum Einsatz.

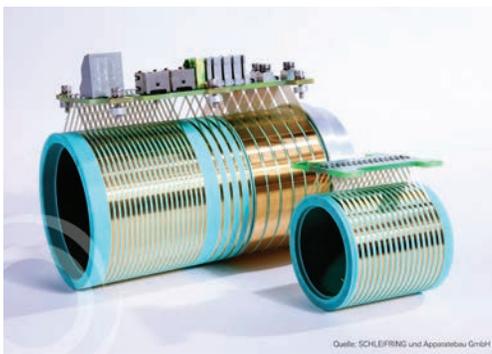
Am Projektende sollen beide Ansätze, der Einbau von Nanopartikeln und der Zusatz von Additiven, zusammen geführt werden. Die daraus entstehenden Goldschichten, bestehend aus dispers in einer harten Goldmatrix verteilten Nanopartikeln, können aufgrund ihrer guten elektrischen und mechanischen Eigenschaften vielseitig angewendet werden.

IRIDIUMSCHICHTEN

M. ENG. J. NÄTHER, PROF. DR. RER. NAT. F. KÖSTER

Nasschemische Elektrolyt – und Prozessentwicklung sowie Charakterisierung von Iridium- und Iridiumlegierungsschichten für Kontaktanwendungen

Electrochemical development of aqueous iridium and iridium alloy electrolyte and characterisation of the deposits for electrical contacts



Motivation:

Aufgrund der ständig steigenden Anforderungen an Endoberflächen besteht ein ständiges Interesse der verschiedenen Anwenderindustrien bestehende Schichtsysteme zu optimieren bzw. alternative Beschichtungen zu untersuchen. In schwer zugänglichen Industrieanlagen, wie etwa Offshore-Windparks, können verlängerte Wartungsintervalle und erhöhte Standzeiten nur durch zunehmend korrosions- und verschleißbeständige Schichtsysteme erreicht werden. Eine Möglichkeit das Schichtspektrum zu erweitern ist die galvanische Abscheidung von bisher wenig beachteten Elementen des Periodensystems.

Iridium zeigt prinzipiell eine hohe Härte und sehr gute chemische Beständigkeit. Wie alle Metalle der Platingruppe zeichnet sich Iridium auch durch eine gute Leitfähigkeit für elektrischen Strom aus. Durch die elektrochemische Abscheidung aus wässrigen Systemen eröffnen sich interessante Anwendungsfelder:

- als Endoberfläche in der Elektroindustrie, z.B. für Schleifkontakte
- als Verschleißschicht für thermisch hochbelastete Werkzeuge, z.B. Herstellung hochpräziser Linsen
- als pH-sensitive Sensorbeschichtung für biomedizinische Anwendungen

Gegenstand der aktuellen Forschung:

Die Hochschule Mittweida forscht in dem von der AiF über eine Laufzeit von 24 Monaten geförderten Projekt an der Entwicklung eines industrietauglichen Elektrolyten für die galvanische Abscheidung von Iridium. Im Fokus der Untersuchungen steht der Einfluss verschiedener Komplexbildner auf die Metallabscheidung bzw. auf die Eigenschaften der erzeugten Schicht. Parallel zur Elektrolytentwicklung und Schichtcharakterisierung durch die Hochschule verfolgt das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie FEM in Schwäbisch

Gmünd die Simulation des Elektrolyten. Durch den Abgleich des Simulationsmodells mit den tatsächlichen Schichtverhältnissen auf realen Substraten soll die Hochskalierung vom Labor in den industriellen Maßstab beschleunigt werden.



Hochschule Mittweida | Technikumplatz 17 | D-09648 Mittweida

Prof. Dr. rer. nat. Frank Köster | Fakultät Ingenieurwissenschaften

Telefon: +49 (0)3727 / 58-1532 | Fax: +49 (0)3727 / 58-1376 | E-Mail: koester@hs-mittweida.de

NASSCHEMISCHE ELEKTROLYT- UND PROZESSENTWICKLUNG SOWIE CHARAKTERISIERUNG VON IRIDIUM UND IRIDIUMLEGIERUNGSSCHICHTEN FÜR KONTAKTANWENDUNGEN

Johannes Näther; Frank Köster

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Abstract

To optimize the tribological behavior of sliding contacts electrical industry is looking for surface solutions which can decrease abrasive wear by maintaining a low electrical contact. Additionally there is a great interest to replace the expensive gold coatings. Iridium is a conceivably good alternative, because it combines a high hardness with good contact resistance and conductivity. For this project the University of Applied Science Mittweida is concerned with the development of a stable water-based Iridium electrolyte for electrochemical deposits. The investigations are focused on the impact of different additives and parameter changes. The effects on the properties of the Iridium surface and the deposition rates are studied. Another approach is the specific deposition of some alloying elements to the Iridium matrix to create an Iridium alloy with improved properties to be used in electrical applications.

1. Motivation

Die besonderen Eigenschaften der Platinmetalle eröffnen eine Vielzahl vorstellbarer Anwendungen für die Industrie. Iridium zeichnet sich hierbei besonders durch eine hohe Härte, Korrosions- und Temperaturbeständigkeit aus [1]. So kommt Iridium unter anderem am positiven Pol in Zündkerzen zum Einsatz [2] oder wird für die Beschichtung von Werkzeugen für die Herstellung hochpräziser Linsen eingesetzt [3]. Dünne, galvanisch erzeugte Iridiumschichten könnten für die Oberflächentechnik zukünftig, besonders unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung, eine wichtige Rolle einnehmen. Die Abscheidung von Iridium aus wässrigen Systemen könnte zum Beispiel eine sehr gute Alternative zur Verwendung von Hartgoldschichten oder Rhodium als Endoberfläche für Schleifkontakte darstellen.

2. Stand der Technik

In der Literatur finden sich verschiedene Elektrolyte auf der Basis von (III-) und (IV-)wertigen Verbindungen, die bereits Mitte der 1960er Jahre publiziert worden sind. Allerdings konnten bisher nur unbefriedigende Abscheidegeschwindigkeiten von ein bis zwei Mikrometer pro Stunde realisiert werden [4]. Auch in aktuelleren Veröffentlichungen konnte das Problem der Stromausbeute und der geringen Abscheidegeschwindigkeit sowie die problematische Stabilisierung der Bäder über einen längeren Zeitraum nicht gelöst werden [5/6]. Ein kommerziell erhältlicher Iridiumelektrolyt ist aktuell nicht bekannt. Die erhaltenen Schichten zeigen ab einer Schichtdicke von einem Mikrometer ein ausgeprägtes Rissnetzwerk [7]. Umfassende Charakterisierungen der Schichteigenschaften finden sich in keiner Veröffentlichung. Dünne Iridiumschichten für technische Anwendungen werden derzeit mithilfe des PVD-Verfahrens aufgebracht.

3. Forschung an der Hochschule Mittweida

Im Rahmen der aktuellen Forschung soll eine Stabilisierung der elektrochemischen Iridiumabscheidung durch Zugabe von verschiedenen

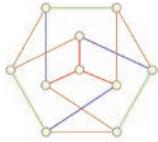
Additiven und Komplexbildnern erreicht werden. Um Iridium für potenzielle Anwender interessant und nutzbar zu machen. Die elektrochemisch abgeschiedenen Schichten werden auf Härte, Verschleißverhalten sowie auf ihre elektrische Leitfähigkeit und die Löt- und Bondbarkeit hin charakterisiert. Weiterhin spielen für kommerzielle Anwendungen das Korrosionsverhalten und das Reflexionsvermögen der Schichten eine wichtige Rolle. Aufgrund der hohen Anlagen- und Prozesskosten für die Schmelzflusselektrolyse widmet sich das Projekt der Entwicklung eines wasserbasierten Elektrolyten.

4. Simulation des Abscheidevorgangs

Parallel zur Elektrolytentwicklung befasst sich das Institut für Edelmetalle und Metallchemie FEM mit der Simulation des Abscheidevorgangs. Durch den ständigen Abgleich zwischen Simulationsergebnissen und den tatsächlichen Schichtdickenverhältnissen, wird eine sehr realistische Simulation des Elektrolytverhaltens möglich. Hierdurch können die Verhältnisse in größeren Anlagen besser eingeschätzt und der Upscaling-Prozess enorm verkürzt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Degussa AG, Edelmetall-Taschenbuch: Mechanische Eigenschaften Iridium, S.212f
- [2] NGK Spark Plug Europe GmbH <https://www.ngk.de/vertrieb/produkte-und-sortimente/zuendkerzen/> (01.10.2015)
- [3] K.Bobzin et al.: Development and qualification of a MSIP PVD iridium coating for precision glass moulding. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 44 (8) (2013) S. 673–678
- [4] Tyrell, C.J.: The Electrodeposition of Iridium. *Transaction of the Institute of Metal Finishing*, 43 (1965) S.161-166
- [5] Sheela, G.: Electrodeposition of Iridium. *Bulletin of Electrochemistry* 15 (5-6) (1999) S. 208-210
- [6] Masahiro Ito USP 2012/0073980 A1 (2012)
- [7] Jones, T.: Iridium Plating – *Metal Finishing*, 102 (2004), S. 87ff



Discrete Mathematics

Zuverlässigkeit in Netzwerken - Forschungsgruppe Diskrete Mathematik -



Dissertationsthema:

Analyse und Optimierung der Zuverlässigkeit von Kommunikationsnetzen und komplexen Systemen unter Berücksichtigung von Flussforderungen

Forschung:

- Störanfälligkeit der Komponenten
 - Ausfall der Komponenten mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten
- Ziel: Konstruktion von Netzen um Funktionalität mit bestimmter Wahrscheinlichkeit zu erhalten
- Förderung durch ESF-Stipendium

Modellierung:

- Knoten werden als ausfallsicher modelliert
- Kanten fallen stochastisch unabhängig mit gegebenen Wahrscheinlichkeiten aus
- ganzzahlige Kapazitäten der Kanten: Maß für die maximal mögliche Datenmenge pro Zeiteinheit
- Vorgabe: Datenquelle S, Datenziel T
 - Berechnung der Wahrscheinlichkeit, dass bestimmte Bandbreite (Fluss) W_{\min} erreichbar ist

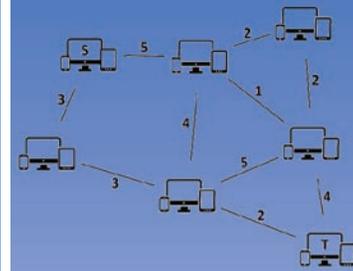
Fragestellungen:

- Berechnung der Wahrscheinlichkeit für Flussbetrachtungen
- Betrachtung spezieller Graphenstrukturen und Netzwerktopologien
- Berücksichtigung von Nebenbedingungen (Kantenzahlen, Kosten, Routing, Weglängen)
- Untersuchung von Näherungen und Schranken

Graphenkonstruktion:

Netzartige Topologie technischer Systeme

- Computernetze
- Telefonnetze
- Energieversorgungsnetze
- Straßennetze
- Steuer- und Regelungssysteme



Projektdaten:

- Bundesprojekt „Schaufenster Elektromobilität“
- 4 Schaufensterprojekte
- Schaufensterprojekt Bayern-Sachsen: „Elektromobilität verbindet“
- 40 Teilprojekte mit über 100 Partnern
- Förderung: ca. 130 Mio. €
- Forschung zu Elektrofahrzeugen, Energiesystemen und Verkehrskonzepten
- „Freiluftlabor Neue Mobilität am Sachsenring“
- Kooperation von sächsischen Hochschulen und Wirtschaftsunternehmen
- Forschungsschwerpunkte:
 - Sicherheit und Zuverlässigkeit
 - Nutzen und Nutzerakzeptanz
 - Wirtschaftlichkeit
- Technische und psychologische Tests auf dem Sachsenring

Dissertationsthema:

Regenbogen-Listen-Färbung und probabilistisches Broadcasting in Netzwerken

Forschung:

Regenbogenfärbung:

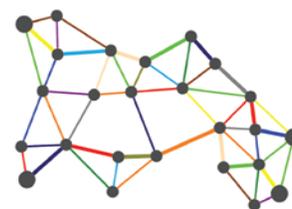
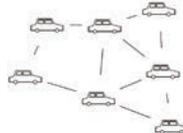
- Broadcast in Netzwerken → Modellierung auf Graphen
- Kanten werden zu bestimmten Zeittakten aktiv → Färbung der Kanten
- Regenbogenweg: Weg zwischen zwei Knoten mit unterschiedlichen Farben

Zuverlässigkeit:

- Reichweite der Nachrichten
- Durchsatz

Simulation:

- Aufbau geometrischer Zufallsgraphen
- Größe und Zusammenhang der Netzwerke



Forschungsgruppe Diskrete Mathematik
Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften
Ansprechpartner: Prof. Dr. Peter Tittmann
Projektmitarbeiter: Thomas Lange, Sara Kischnick
[peter, tlange10, kischnic]@hs-mittweida.de

Hochschule Mittweida
University of Applied Sciences
Technikumplatz 17
09648 Mittweida

ZUVERLÄSSIGKEIT IN NETZWERKEN - FORSCHUNGSGRUPPE DISKRETE MATHEMATIK -

Thomas Lange, Sara Kischnick
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Die Netzwerkzuverlässigkeit beschäftigt sich mit der Analyse der Operationstüchtigkeit von komplexen Systemen, deren einzelne Komponenten stochastisch ausfallen. Ziel dieser Arbeit ist es, die zur Analyse verwendeten Modelle um den Aspekt von Bandbreiten und Übertragungskapazitäten zu erweitern. Des Weiteren spielt in der Kommunikationstechnik Broadcasting eine wichtige Rolle. Broadcast kann durch die Regenbogenfärbung von Graphen modelliert werden. Mithilfe dieser speziellen Graphenfärbung kann die Zuverlässigkeit für Broadcastübertragungen ermittelt werden. Die beiden Forschungsprojekte werden durch den Europäischen Sozialfond (ESF) und das Projekt „Schaufenster Elektromobilität“ der Bundesregierung und des Landes Sachsen gefördert.

1. Analyse der Zuverlässigkeit von Kommunikationsnetzen mit Flussforderungen

In der heutigen Gesellschaft sind Netzwerke nicht mehr wegzudenken. Sie begegnen uns in Form von Straßen- und Verkehrsnetzen, Computernetzwerken und dem Internet, Abwassersystemen, aber auch bei der Analyse menschlicher Gemeinschaften als soziale Netzwerke. Nehmen wir repräsentativ das Beispiel von Computernetzen. Die Computer und Router in den Computernetzwerken werden als Knoten modelliert. Knoten werden durch Kanten verbunden, wenn sie durch Kabel verbunden sind. In der Praxis kann es nun zu Störungen von Kabeln kommen (Bauarbeiten, Verschleißerscheinungen, Überlastung, etc.), welche als stochastisch unabhängig modelliert werden. Beim Entwurf eines neuen Netzes ist das Ziel, die Computer derartig miteinander zu verbinden, dass eine hohe Zuverlässigkeit in der Kommunikation bei gleichzeitig möglichst niedrigen Kosten gewährleistet werden kann. In der Netzwerkzuverlässigkeit gibt es dafür das Modell der All-Terminal-Reliability [1], welches zu einem gegebenen Netz mit gegebenen Kantenausfallwahrscheinlichkeiten die Wahrscheinlichkeit, dass alle Computer und Router miteinander kommunizieren können, beschreibt. Für praktische Netzwerke reicht aber oft die Existenz eines Übertragungsweges zwischen den Computern nicht aus. Es existieren weitere Anforderungen wie zum Beispiel Bandbreite, Zeit-Delay der Übertragung oder auch das bestimmte andere Computer nicht auf dem Übertragungsweg liegen sollen (Cybersecurity). Ziel dieser Arbeit soll es sein, das Modell der All-Terminal-Reliability derartig zu erweitern, dass Bandbreitenforderungen adäquat berücksichtigt werden können, und Methoden und Algorithmen zu entwickeln und zu implementieren, die eine Berechnung der Zuverlässigkeit in diesem neuen Modell ermöglichen.

2. Regenbogen-Färbung und Broadcasting

Ein wichtiges Kriterium in Kommunikationsnetzen ist die Art der Datenübertragung. Nachrichten können an einzelne Empfänger oder auch an alle Teilnehmer eines Kommunikationsnetzes (Broadcast) gesendet werden. Neben Mobilfunk- und Computernetzwerken bildet auch die Automobilbranche ein

mögliches Anwendungsgebiet für Broadcasting. Wenn alle Fahrzeuge miteinander kommunizieren, ist es beispielsweise möglich, Gefahren frühzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren. Um derartige Netze zu modellieren, werden die Fahrzeuge als Knoten betrachtet und eine Kommunikationsverbindung durch eine Kante dargestellt. Die entstehenden Graphen sind geometrische Zufallsgraphen [2].

Beim Broadcasting werden die Nachrichten von jedem Knoten weitergeleitet, wobei jeder Übertragungsschritt zu einem bestimmten Zeitpunkt geschieht. Somit ist eine Übertragung zwischen zwei Knoten nur möglich, wenn eine Verbindung existiert, bei der die Kanten zu verschiedenen Zeitpunkten aktiv sind. Die einzelnen Zeiten werden durch Farben symbolisiert, die den Kanten zugeordnet werden. Somit kann die Nachricht nur übertragen werden, wenn zwischen den zwei Knoten ein Weg existiert, bei dem alle Kanten verschiedene Farben haben, i.e. ein Regenbogenweg. Wenn zwischen jedem Knotenpaar ein Regenbogenweg existiert, ist der Graph regenbogengefärbt [3]. In diesem Fall ist es möglich, von jedem Knoten aus eine Nachricht an alle Knoten zu senden. Eine Erweiterung der Regenbogenfärbung ist die Regenbogen-Listenfärbung, bei der jede Kante mehrere Farben erhält. In diesem Fall muss für den Graphen eine Regenbogenfärbung gefunden werden, bei der nur Farben aus den Listen verwendet werden. Broadcasting kann zudem durch die Anzahl der Übertragungsschritte einer Nachricht, die Wahrscheinlichkeit der Weiterleitung einer Nachricht über eine bestimmte Kante oder die Sendewahrscheinlichkeit eines Knotens variiert werden, welche wiederum die Zuverlässigkeitsmaße Durchsatz (Anzahl der erreichten Teilnehmer im Netzwerk) und Reichweite beeinflussen.

Literaturverzeichnis

- [1] C.J. Colbourn, The Combinatorics of Network Reliability, Oxford University Press, New York, 1987.
- [2] J. Dall and M. Christensen, Random geometric graphs, Physical Review E, 2002.
- [3] X. Li and Y. Sun, Rainbow Connections of Graphs, Springer Science+Business Media, New York, 2012.

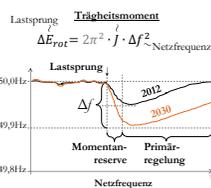
Netzdienliche Ladesäule

Synergie zwischen Verteilnetz und Elektromobilität

Prof. Dr.-Ing. L. Rauchfuß, M.Sc. J. Foulquier

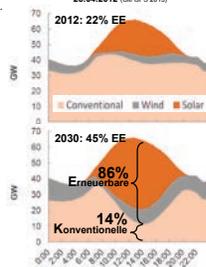
Erneuerbare Energien und stabile Netze

Momentanreserve: Synchrongeneratoren können Lastsprung sofort ausgleichen durch die gespeicherte kinetische Energie
→ kurzzeitige Frequenzstabilisierung vor der Primärregelleistung.



→ Die Wechselrichter aus Erzeugungsanlagen und moderne Verbraucher sollen das träge Verhalten von Motoren und Generatoren nachbilden, d.h. bei Frequenzänderung sollten sie deren Einspeisleistung bzw. deren Strombedarf anpassen. Deshalb müssen EEA gedrosselt fahren und Verbraucher netzfrequenzabhängig belasten.

Sonntag 25.04.2012 (ca. 07:00-20:00)



Netzfrendliches Laden: V2G

Batterie Laden: 5 kWh/Tag
10% EV = +1,5% jährlicher Stromverbrauch DE
+20% Spitzenlast

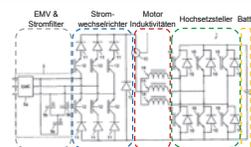
Überlast Regulierung:
→ EV Spitzenlast vermeiden durch gesteuertes Laden
→ 50% EV mit 12% V2G können 1% des täglichen Stromverbrauchs DE speichern und wieder einspeisen (7kWh Speicher ↔ 30% Cbat).

Übererzeugung Regulierung:
Die Ladesäulen erkennen, wann Strom aus regenerativen Energien zur Verfügung steht, und nutzen ihn zum Laden. Großes Potential liegt in der negativen Sekundärregelleistung.

Kapazitätsbereitstellung (angeschlossen, mittlere SoC):
Fahrzeuge sind 95% der Zeit geparkt
Umsatz von 200€ /Jahr für jede bereitgestellte kW.

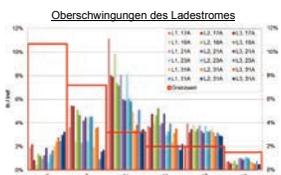
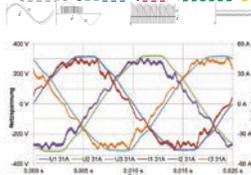


On-board Ladegeräte: Renault ZOE



Renault ZOE: Unidirektional dreiphasig Laden

- Bei zunehmender Ladeleistung von 11 kVA bis 21 kVA
- Verzerrungsblindleistung ist konstant: 1,6 kvar
- THDi sinkt von 13% auf 7%
- Kap. Blindleistung Q1 sinkt von 4 kvar auf 3 kvar
- Leistungsfaktor steigt von 0,92 auf 0,98
- Netzspannung sinkt von 229 V auf 223 V
- 11. Oberschwingung (550Hz) ist dominant mit 1,5 A



Funktionen der netzdienlichen DC Ladesäule

- Die Forschung an einer netzdienlichen DC Ladestation hat folgende Ziele:
- die technische Realisierung der Hardware und Software für die Einstellung der verschiedenen Leistungsflusstypen über einen Netzwechselrichter
- die Entwicklung intelligenter Regelalgorithmen zur Unterstützung dieser netzdienlichen Leistungsflusstypen

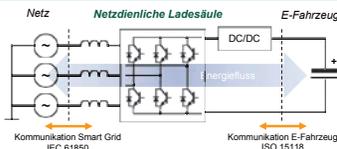


Folgende Funktionen können am Prototyp der netzdienlichen Ladesäule entwickelt werden:

- Bidirektionaler Energieaustausch zwischen Netz und Batterie
- Netzstützung aus der Batterie bei Überlast oder niedriger Frequenz
- Phasenschieberbetrieb zur Netzspannungshaltung
- Aktive Symmetrierung zur Ausgleich eines unsymmetrisch belasteten Netzes
- Kompensation von wählbaren Oberschwingungen für die Netzspannungsqualität

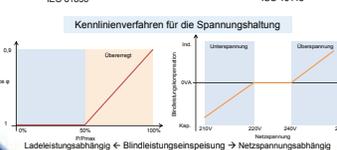
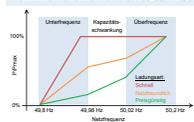
Hardware & Software der DC Ladesäule

Mit handelsüblichen Komponenten sind die beschriebenen Funktionen in einer Ladesäule, aber auch in einem Solarwechselrichter umsetzbar!



Die Stromregelung der Ladesäule basiert auf der Diskreten Fourier Transform, PI-Regler und die Raumzeitmodulation

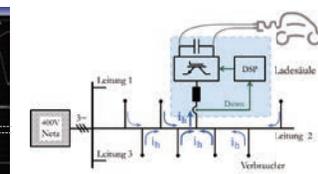
Kennlinienverfahren für die Netzstabilität



Oberschwingungskompensation

Die Oberschwingungsquellen sind eine Vielzahl von nichtlinearen Verbrauchern kleiner Leistung
% Lokale Oberschwingungskompensation mit verteilten parallelen Aktivfiltern

Die Ladesäule wirkt als Oberschwingungsenke: Einstellung einer kleinen Impedanz für ausgewählte Oberschwingungsfrequenzen



Die netzdienliche Ladesäule reduziert die Oberschwingungsspannungen mit optimaler Phase und Amplitude durch Einprägung eines ausgewählten gegenphasigen Oberschwingungsstromes

NETZDIENLICHE LADESÄULE SYNERGIE ZWISCHEN VERTEILNETZ UND ELEKTROMOBILITÄT

L. Rauchfuß, J. Foulquier

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

1. Einleitung

Die Stromverteilnetze werden derzeit an der Belastungsgrenze gefahren und müssen daher erheblich erweitert werden, um den weiteren Ausbau und die Nutzbarmachung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu ermöglichen. Die optimale Anpassung an die erzeugte Leistung erfordert steuerbare Verbraucher, die von einem Lastmanagementsystem zu verwalten sind. Die dezentrale Regelung der Netzspannungsqualität benötigt netzdienliche Verbraucheranlagen mit Blindleistungs- und Oberschwingungskompensation. „Der Einsatz innovativer Betriebsmittel kann zu einer deutlichen Reduktion des Ausbaubedarfs der Stromverteilnetze beitragen.“ [1] Die Reduktion der CO₂-Emissionen wird von der Energieerzeugung, aber auch vom Verkehrssektor gefordert, was durch den Ausbau der Elektromobilität erreicht werden soll. Die zukünftige E-Fahrzeugflotte stellt einen neuen Verbrauchertyp dar, der in moderne Energienetze integriert werden muss. Mit der Forschung an einer netzdienlichen DC Ladestation wird das Ziel verfolgt, einen intelligenten Netzteilnehmer zu entwickeln, der zur Modernisierung des öffentlichen Energieversorgungsnetzes beiträgt. Die Einstellung verschiedener netzdienlicher Funktionen über einen Netzwechselrichter wie z.B. von Photovoltaikanlagen oder DC Ladesäulen, und die Entwicklung intelligenter Regelalgorithmen dafür, tragen zur Stabilisierung des Niederspannungsnetzes bei.

2. Erneuerbare Energie und stabile Netze

Die kinetische Energie der rotierenden Massen der Synchrongeneratoren stellt eine Momentanreserve zur Verfügung und wirkt als kurzzeitige Frequenzstabilisierung des Energienetzes noch vor der Bereitstellung der Primärregelleistung, d.h. aktuelle Synchrongeneratoren können Lastsprünge durch ihre Trägheit sofort ausgleichen. Andererseits sind die Wechselrichter aus Erzeugungsanlagen zurzeit nicht in der Lage dieses träge Verhalten von Generatoren nachzubilden. In 20 Jahren könnten 86% der Energie in der Mittagszeit aus Erneuerbare Energien Anlagen (EEA) stammen [2]. In diesem Fall sollten die Wechselrichter aus EEA sich an der Stabilität des Netzes beteiligen. Durch die Nachbildung der Trägheit von rotierenden Generatoren müssen die Wechselrichter bei Frequenzänderung deren Einspeiseleistung bzw. deren Strombedarf anpassen. Am Beispiel der DC Ladesäule wurde eine netzfrequenzabhängige Ladung und Entladung der Elektrofahrzeugbatterie

mittels Kennlinienverfahren entwickelt. Diese Methode zeigt, welche Rolle dezentrale Netzeinspeiser zukünftig für die Netzstabilität spielen können.

3. Netzfrendliches Laden: Vehicle to Grid (V2G)

Für eine jährliche Fahrleistung von 12Tkm benötigt ein E-Fahrzeug (EV) eine tägliche Ladeleistung von 5kWh. Demzufolge würde die zukünftige Ladeleistung von 4,2 Mio. EVs den jährlichen Stromverbrauch Deutschlands um nur 1,5% erhöhen, was keine Herausforderung darstellt. Gleichzeitig würde aber die Spitzenlast um 20% steigen [3] mit lokaler Überlastung des Niederspannungsnetzes besonders am Abend gegen 18h. Die Folgen von Überlastung sind schnellere Alterung der Netzbetriebsmittel und Spannungspegel außerhalb des zulässigen Bereichs. Das Energiemanagement von EV's, sogenannte Vehicle to Grid (V2G), sollen durch wirtschaftliche Vergünstigungen zu einer zeitlich gestaffelten Fahrzeugladung animiert werden, um so die Überlastung des Netzes zu reduzieren.

- Weil Fahrzeuge 95% der Zeit geparkt sind, sollten EV am Netz auf einen mittleren SoC gehalten werden. Diese Kapazitätsbereitstellung soll durch Entgelt gefördert werden. Außerdem fördert ein mittlerer SoC die Langlebigkeit von Akkumulatoren.
- Die externe Steuerung der Ladeleistung von EV ist bereits in Normen festgelegt [4], sie ermöglicht in Kombination mit einem übergeordneten Lademanagement die zeitliche Verschiebung von Spitzenlast und das Starten der Ladung wenn Strom aus EEA zur Verfügung steht.
- 1 Mio. EV mit einer Speicherkapazität von 21kWh könnten durch die Entladung eines Drittels ihrer Batterien ganz Deutschland 5 Minuten lang mit Strom versorgen. Die Batterieentladung dient der Netzstabilität und kann lokale Überlastung des Netzes vermeiden. Hierfür sind bidirektionale Ladegeräte wie die netzdienliche DC Ladesäule notwendig.

4. On-Board Ladegeräte - Renault ZOE

Zur Batterieladung führt jedes EV ein on-board Ladegerät mit, welches leicht und kompakt ist, dafür aber langsam lädt. Weil der schwerste und teuerste Bestandteil von Ladegeräten die Induktivitäten sind, nutzt Renault die Induktivität des Elektromotors für die Ladung [5]. Die Ladezeit konnte auf 1h verkürzt und die Ladeleistung auf 22kW erhöht werden, ohne

deutliche Gewichtszunahme des EV. Die Funktionsweise und die elektrischen Eigenschaften dieser dreiphasigen Ladegeräte des Renault ZOE, sowie andere einphasige Ladegeräte wurden an der Hochschule Mittweida hinsichtlich der Netzurückwirkungen untersucht. Die Messergebnisse des Renault ZOE bei der Erhöhung der Ladeleistung von 11 kVA auf 21 kVA zeigen, dass:

- die Verzerrungsblindleistung konstant ist: 1,6 kvar
- der Verzerrungsfaktor THDi von 13% auf 7% sinkt
- die kap. Blindleistung von 4 kvar auf 3 kvar sinkt
- der Leistungsfaktor von 0,92 auf 0,98 steigt

Außerdem ist die 11. Oberschwingung (550Hz) des Ladestromes mit 1,5A dominant und die Oberschwingungsgrenzwerte wurden bei halber Ladeleistung überschritten. Das einphasige Ladegerät (Renault Kangoo ZE) wies einen netzurückwirkungsfreien Ladestrom auf, der aber trotzdem zu einer unsymmetrischen Belastung des Drehstromnetzes führt. Die netzdienliche DC Ladesäule beeinträchtigt die Netzspannungsqualität nicht, im Gegenteil, sie kann Netzurückwirkungen anderer Verbraucher kompensieren. Die DC Ladesäule stellt damit eine hochwertige Möglichkeit zur Ladung des EV bei gleichzeitiger Verbesserung der Netzspannungsqualität dar, die sich durch die Nutzung mehrerer EV schnell amortisieren kann.

5. Funktionen der netzdienlichen DC Ladesäule

Die Forschung für die technische Realisierung von intelligenten Netzteilnehmern wurde am Beispiel einer netzdienlichen DC Ladestation erarbeitet. Sie befasst sich einerseits mit der technischen Realisierung der Hard- und Software des Netzwechselrichters und andererseits mit der Entwicklung intelligenter und robuster Regelungsalgorithmen zur Unterstützung dieser netzdienlichen Funktionen, zum Zweck der dezentralen Regelung der Netzspannung. Vier Funktionen wurden am Prototyp der Ladesäule entwickelt:

Der bidirektionale Leistungsfluss ermöglicht das Laden sowie Entladen der EV Batterie mit sinusförmigem Netzstrom. Der netzfrequenz- und spannungsgesteuerte Ladevorgang mittels Kennlinienverfahren führt zu einem netzorientierten Lademanagement der EV wie in 2. und 3. erklärt.

Mittels Phasenschieberbetrieb kann kapazitive oder induktive Blindleistung ins Netz eingespeist werden, was der Einhaltung der Netzspannungspegel bei Überlast durch viele Verbraucher oder von Überspannung bei starker Erzeugung aus EEA dient. Die Anwendung als dezentrales Stellglied für die Regelung der Netzspannung kann auf Erzeugungs- [6] und Verbraucheranlagen, die mit einem Wechselrichter ans das Netz gekoppelt sind, ausgeweitet werden, dafür sind Software-Funktionen der DC Ladesäule zu implementieren.

Die volle Auslastung des Netzes ist nur bei einer Gleichverteilung der Leistung auf die drei Leiter des

Netzes möglich. Andernfalls liegt eine Unsymmetrie vor und die Leistung des Netzes ist begrenzt. Durch die gezielte Einspeisung der Gegensystemkomponente der Grundschwingung kann die DC Ladesäule die Netzunsymmetrie reduzieren.

Die 50Hz Frequenz kennzeichnet das elektrische Netz. Nichtsdestotrotz sind im Netz andere Frequenzen messbar, die ein Vielfaches der 50Hz Grundschwingungsfrequenz besitzen. Diese Oberschwingungen erzeugen Zusatzverluste und können sensible Anlagen stören. Die Reduzierung der Oberschwingungen der Netzspannung wurde am Prototyp der Ladesäule entwickelt und erfolgreich in Betrieb genommen.

6. Oberschwingungskompensation

Die DC-Ladesäule arbeitet selektiv, kann also bestimmte Oberschwingungen kompensieren, während andere Oberschwingungen unberücksichtigt bleiben [7]. Hinterlegt man die VDE-Grenzkurve für zulässige Oberschwingungsamplituden, kann mit Hilfe des Oberschwingungsspektrums, welches die DC-Ladesäule ermittelt, entschieden werden, welche Oberschwingung zu kompensieren sind. Die „Diskrete Fourier Transformation“ (DFT) wurde implementiert, um aus der Netzspannung die ausgewählte Oberschwingung ständig als Istwert für die Regelung des Kompensationsstromes vorliegen zu haben. Jede einzelne Oberschwingungsfrequenz der Netzspannung wird durch die phasennegierte Einprägung des Kompensationsstromes separat geregelt. Ein Extremwertregler stellt die optimale Phase und Amplitude des Kompensationsstromes ein [8]. Unabhängig aus welcher Quelle die Oberschwingungen stammen, kann die netzdienliche Ladesäule selbständig und automatisch die Oberschwingungen der Netzspannung kompensieren.

7. Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt der netzdienlichen DC Ladesäule an der Hochschule Mittweida zielt auf die Synergie zwischen dem Smart Grid und der Elektromobilität. Als Schnittstelle zwischen dem Niederspannungsnetz und der Fahrzeugbatterie soll die DC Ladesäule die Anforderungen beider Seiten sinnvoll kombinieren. Die DC Ladung bietet kurze Ladezeiten ohne das Zusatzgewicht eines on board Ladegerätes. Während der höheren Belastung des Netzes beim Laden der Batterie, können Netzdienstleistungen wie Netzsymmetrierung und Oberschwingungskompensation angeboten werden. Diese Netzdienstleistungen erfordern einen Inverter als Eingangsgleichrichter wie bei der DC-Ladesäule.

Die weitere Abschaltung von Kohlekraftwerken wird die Stabilität des Netzes gefährden, Spannungs- und Frequenzschwankungen werden stärker ausfallen, wenn keine dezentrale Regelung der Energieflüsse erfolgt. Ziel dieser Forschung ist es, eine autonome und dezentrale Regelung des Niederspannungsnetzes, bestehend aus selbständig

agierenden Geräten, aufzubauen. Im automatisierten Betrieb, basierend auf dem Kennlinienverfahren und abgeleitet aus der Messung der Netzspannung und der Netzfrequenz können sich Netzwechselrichter durch Steuerung der Erzeuger- oder Verbrauchleistung an die Netzsituation anpassen und das Netz stabilisieren. Zusätzlich können sie Unsymmetrien im Netz sowie hohe Oberschwingungspegel aktiv kompensieren. Diese netzdienlichen Funktionen wurden an einem Prototyp der DC Ladesäule umgesetzt und im Labor verifiziert.

Literaturverzeichnis

- [1] DENA Studie „Ausbau- und Innovationsbedarf in den Stromverteilnetzen in Deutschland bis 2030
- [2] ENERGY DARWINISM, The Evolution of the Energy Industry, Citi GPS, 2013.
- [3] Yilmaz, M.; Krein, P.T., "Review of the Impact of Vehicle-to-Grid Technologies on Distribution Systems and Utility Interfaces," in Power Electronics, IEEE Transactions on , vol.28, no.12, pp.5673-5689, Dec. 2013
- [4] DIN 61851: Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge, ISO 15118: Road vehicles — Vehicle to grid communication interface
- [5] Fast charging device for an electric vehicle: Patent US20120286740A1-20121115
- [6] VDE-AR-N4105: 2011-08 - Technische Anschlussbedingungen
- [7] Rauchfuss, L.; Foulquier, J.; Werner, R., "Charging station as an active filter for harmonics compensation of smart grid," in Harmonics and Quality of Power (ICHQP), 2014 IEEE 16th International Conference on , vol., no., pp.181-184, 25-28 May 2014
- [8] Foulquier, J., "Selective compensation of harmonics of unidentified nonlinear loads as ancillary function of grid inverters," in Nonsinusoidal Currents and Compensation (ISNCC), 2015 International School on , vol., no., pp.1-5, 15-18 June 2015

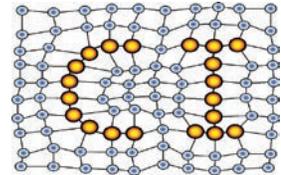
Secure Classification in Machine Learning - New Aspects for Learning Vector Quantization -



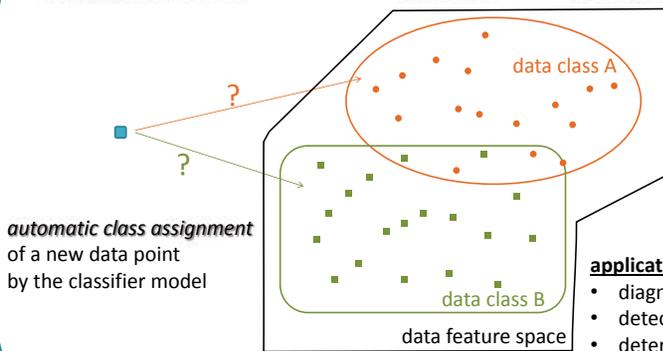
M. Kaden¹, S. Saralajew^{1,2} and T. Villmann¹

¹ University of Appl. Sciences Mittweida – Research Group Computational Intelligence, Dept. of Mathematics, Mittweida, Germany

² Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG, Stuttgart, Germany



Classification and Machine Learning – Learning from Examples



Machine Learning → learning data models from examples

Classification in ML → learning by data examples with class assignments

self-adapting classifier models

(Learning Vector Quantization, Support Vector Machines, Multilayer Perceptron)

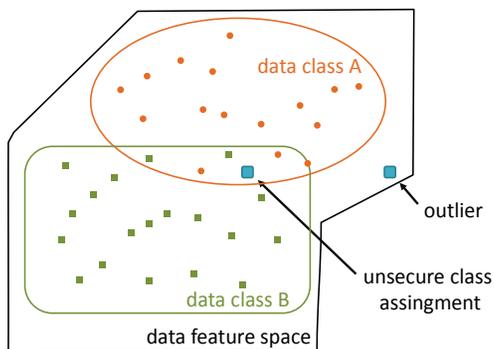
applications:

- diagnosis assistent system in medicine to detect patients by clinical data
- detection of rotten coffee beans from hyperspectral images (food industry)
- determination of soil conditions of satellite remote sensing data
- automatic headlight calibration in automobil industry (Porsche AG)

Challenge 1

- uncertain classifier decisions -

secure object identification



our solution → class reject and outlier detection using **self-learning reject options** in Learning Vector Quantization [2]

applications:

- reject of uncertain decisions in diagnostic assistance in medicine
- avoid calibration of the headlights in uncertain situations

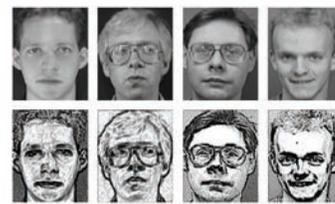
Challenge 2

- data variations in measurements -

same object with rotated views:



same person with different recordings



our solution → transformation invariant data metrics using **self-adapting tangent metrics** in Learning Vector Quantization [3]

applications:

- detection of criminals by the help of mug shots
- classification of gene sequences for time varying expressions

References

- [1] Kaden, M.; Lange, M.; Nebel, D.; Riedel, M.; Geweniger, T. & Villmann, T. : Aspects in Classification Learning - Review of Recent Developments in Learning Vector Quantization .*Foundations of Computing and Decision Sciences*, **2014**, 39(2), 79-105
- [2] Villmann, T.; Kaden, M.; Nebel, D. & Biehl, M.: Learning Vector Quantization with Adaptive Cost-Based Outlier-Rejection. *Computer Analysis of Images and Patterns CAIP 2015*, **2015**, 772-782
- [3] Saralajew, S., Villmann, T.: Learning Vector Quantization with Self-adapting Tangent Distances for Classification of Transformation Dependent Data. *International Joint Conference on Neural Networks, Vancouver 2016* (in prep.)

Contact: kadenmarika@googlemail.com, villmann@hs-mittweida.de

SECURE CLASSIFICATION IN MACHINE LEARNING – NEW ASPECTS FOR LEARNING VECTOR QUANTIZATION –

T. Villmann^{1*}, S. Saralajew^{1,2}, M. Kaden¹

¹Hochschule Mittweida, FG Computational Intelligence, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

¹Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG, D-71287 Weissach

The automatic classification of object based on feature vectors is one of the most challenging tasks in machine learning. Respective prototype based classifier models like the learning vector quantization (LVQ) approach provide robust adaptive classifier models with an intuitive learning scheme. Problems in this context are outliers and data vectors localized between data classes. Both kinds of data vectors lead to unsecure classifications by a classifier model. The research of the Computational Intelligence Research Group (CIRG) develops LVQ-models which are able to detect and to handle those problematic feature vectors (objects) adequately. The respective algorithms provide classifier models with integrated mechanisms for secure classification and adequate security management.

*email: thomas.villmann@hs-mittweida.de

1. Einleitung

Die automatische Klassifikation von Objekten an Hand von Merkmalsvektoren ist eine der Herausforderungen im maschinellen Lernen. Dazu werden oft sogenannte Lernende Vektorquantisierer (LVQ) eingesetzt, die als robuste adaptive Verfahren zur Klassifikation dem Bereich der prototypbasierten Klassifikationsalgorithmen basierend auf dem nearest-prototype-principle (NPC) zugeordnet werden [1]. Dabei werden klassenspezifische Modellvektoren (Prototypen) mittels eines automatischen Lernverfahrens während der Modellgenerierung den Klassenverteilungen der Datenvektoren angepasst. Probleme bereiten solchen Verfahren i.a. Datenvektoren, die an den Klassengrenzen liegen bzw. außerhalb der gewöhnlichen Datenverteilung liegen (Ausreißer).

2. LVQ-Modelle für die sichere Klassifikation

LVQ-Modelle realisieren intuitive Lernstrategien und -algorithmen zur Justierung der Prototypvektoren während der Modellgenerierung [1]. Dank des NPC sind diese Modelle leicht interpretierbar. Die originale LVQ-Lernstrategie basiert nur auf Heuristiken der neuronalen Lerntheorie. Mit dem Modell des Generalisierten LVQ (GLVQ) steht jedoch auch ein mathematisch verifizierbarer Lernalgorithmus zur Verfügung, der die wesentlichen Eigenschaften LVQ-Ursprungsmodells beibehält [2]. Sind die Prototypen entsprechend der Trainingsdaten im GLVQ adjustiert, repräsentieren sie i.a. die Datenklassen, Abb.1.

Die adäquate Verarbeitung von Ausreißern bzw. Datenvektoren an den Klassenrändern (siehe Abb.1) bereitet sowohl bei der selbstlernenden Modellgenerierung mittels GLVQ als auch bei der Klassifikation von Datenvektoren in der Modellarbeitungsphase erhebliche Schwierigkeiten. Wenn solche Modelle in sicherheitskritischen Anwendungen eingesetzt werden sollen, wie z.B. bei Fahrerassistenzsystemen in der Autoindustrie oder in der forensischen Datenanalyse, müssen daher entsprechende Klassifikationsmodelle mit integrierten Mechanismen zur Verifizierung sicherer Klassifikationsentscheidungen zur Verfügung gestellt werden.

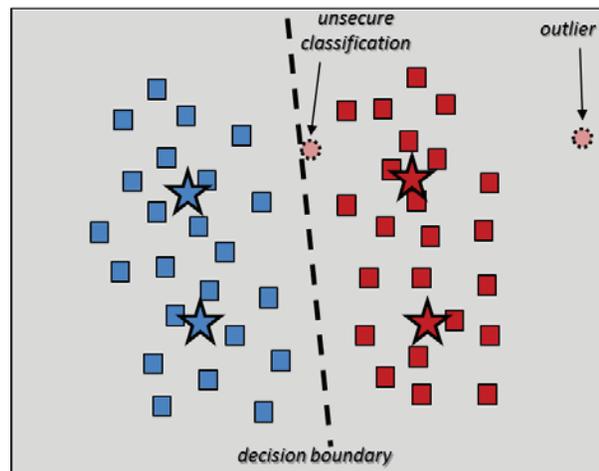


Abb.1: Klassenabhängige Datenvektoren (Quadrate) und klassenrepräsentierende Prototypen (Sterne) im zweidimensionalen Datenraum nach GLVQ-Lernen. Zusätzlich sind mit Datenpunkte mit unsicherer Klassifikation dargestellt: a) Ausreißer (outlier) und b) Datenpunkt nahe der Klassengrenze (unsecure classification)

In der Forschungsgruppe Computational Intelligence der HS Mittweida werden deshalb mathematisch verifizierbare GLVQ-Modelle entwickelt, die genau dieser Problemstellung Rechnung tragen [3,4]. Sie sind damit für entsprechende Klassifikationsaufgaben mit integrierter Klassifikationssicherheit, wie zuvor genannt, einsetzbar.

Literaturverzeichnis

- [1] T. Kohonen. Self-Organizing Maps. 3rd ed., Springer, Berlin-Heidelberg, 1997.
- [2] A. Sato & K. Yamada: Generalized Learning Vector Quantization. In D.S. Touretzky, M.C. Mozer, & M.E. Hasselmo (Eds.) *Advances in Neural Information Processing Systems 8. Proc. of the 1995 Conf.*, MIT Press, 423-429, 1996.
- [3] T. Villmann, M. Kaden, D. Nebel, & M. Biehl: Learning Vector Quantization with Adaptive Cost-based Outlier-Rejection. *Proc. of 16th International Conference on Computer Analysis of Images and Pattern, CAIP 2015, Valetta - Malta, Springer-Verlag, 2015, Part II, 772 - 782*
- [4] T. Villmann et al.: Self-Adjusting Reject Options in Prototype Based Classification. *Advances in Self-Organizing Maps and Learning Vector Quantization: Proceedings of 11th International Workshop WSOM 2016, Springer-Verlag, 2016, 428, 269-279.*

WIRKUNGSFORSCHUNG ZUR CROSSMEDIALEN VERBEITUNG VON INFORMATIONEN IN KOMMUNEN – STAGE 1

Tamara Huhle, Jan Schaaf, Tanja Korzer, Natalie Kunze, Christopher M. Brinkmann
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Im Projekt „Stadtentwicklung crossmedial – Bürgervisionen für ein Leitbild Mittweida 2030+“ soll ein gesamtstädtisches Entwicklungskonzept für Mittweida bis ins Jahr 2030 erstellt werden. Dabei nimmt die Bürgerbeteiligung einen zentralen Platz ein. Crossmediale Kommunikation zielt auf die Ansprache eines großen Bürgerkreises und die Aktivierung für einen interaktiven Gestaltungsprozess. Im Forschungsprojekt „Innovative Ansätze zur Lösung gesellschaftlicher Wandlungsprozesse – Teilprojekt 2 – Crossmediale Medienwirkungsforschung“ werden die Ergebnisse dieser crossmedialen Ansprache von Bürgern auf kommunaler Ebene dokumentiert und ausgewertet. So werden progressive Ansätze für neue Möglichkeiten der Kommunikation zwischen Bürgern und Stadtverwaltung gefunden. Die dabei neu entstehenden Kommunikationsstrukturen auf Gemeindeebene stärken die demokratischen Bürgerbeteiligungsprozesse bei kommunalen Entscheidungsfindungen durch Einbindung und Ansprache aller Bürgergruppen in ihrem präferierten Medienrezeptionsumfeld.

1. Tradition in der Bürgerbeteiligung

Die Stadt Mittweida arbeitet bereits seit längerem auf unterschiedlichen formellen und informellen planerischen Ebenen an ihrer nachhaltigen Stadtentwicklung. Dabei wurde vor allem der seit Ende der 1990er Jahre betriebene Stadtumbauprozess, zum Beispiel der Stadtumbau Ost, der städtebauliche Denkmalschutz und die städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen, durch „klassische“ Bürgerbeteiligungsverfahren, insbesondere Einwohnerversammlungen, begleitet. Die Erfahrungen aus der bisherigen Zusammenarbeit mit den Bürgern zeigen, dass nur ein kleiner Kreis von Personen aktiviert werden konnte, der an konzeptionellen, langfristigen Fragen interessiert war. Nur ein kleiner Teil der Stadtbevölkerung trug so zur Entwicklung von Mittweida und der Region bei.

2. Innovative Wege für kreative Bürgervisionen

Für eine zukünftig erfolgreiche gesamtstädtische Weiterentwicklung von Mittweida ist es allerdings notwendig, einen breiteren Bürgerkreis anzusprechen und in die Gestaltungsprozesse der Stadt einzubinden. Im Projekt „Stadtentwicklung crossmedial – Bürgervisionen für ein Leitbild Mittweida 2030+“ werden daher innovative Möglichkeiten für die Aktivierung unterschiedlicher Zielgruppen durch einen progressiven Bürgerbeteiligungsprozess unter Einbindung neuer Medien und gezielter multimediale Ansprache auf kommunaler Ebene erprobt.

3. Monitoring der Kommunikation

Das Projekt „Stadtentwicklung crossmedial – Bürgervisionen für ein Leitbild Mittweida 2030+“ wird bei seiner Arbeit durch die Forschungsgruppe des Projektes „Innovative Ansätze zur Lösung gesellschaftlicher Wandlungsprozesse – Teilprojekt 2 – Crossmediale Medienwirkungsforschung“ unterstützt.



Abb. 1: Kommunikationsprisma „Zukunftsstadt Mittweida“

Unter Einbeziehung der Daten aus den in der Kampagne „Zukunftsstadt Mittweida“ genutzten crossmedialen Kanälen und der Betrachtung derer Multi-content-Angebote erarbeitet die Forschungsgruppe wegweisende Ansätze zur effektiven Verbreitung von Informationen in Kommunen. Dazu wird in der ersten Phase des Projektes „Zukunftsstadt“ das Monitoring der Kommunikation der Kampagne übernommen und neben der hauseigenen Kommunikation des Projektes über die Website und den Facebook-Auftritt die Berichterstattung insbesondere der lokalen Medienpartner von 99drei Radio Mittweida, medienMITTWEIDA und der Freien Presse dokumentiert und ausgewertet. Dadurch können Parameter sowie Cluster definiert werden, deren Wirkung mit spezifischen Methoden bei den Bürgergruppen gemessen werden. Die daraus gewonnenen Daten werden mit Hilfe einer generischen Sprache in Korrelation gebracht sowie mit der Statistik- und Analysesoftware SPSS ausgewertet und für eine geplante Publikation aufbereitet. Über die Auswertung der Datensätze werden Kriterien identifiziert, die einen

direkten Einfluss auf die crossmediale Ansprache von Bürgern auf kommunaler Ebene haben.



Abb. 2: Bürgergruppen der „Zukunftsstadt Mittweida“

4. Crossmediale Bürgerbeteiligungsmodelle

Mit der Erforschung der crossmedialen Ansprache von Bürgern auf kommunaler Ebene werden neue Möglichkeiten der Bürgerbeteiligungsprozesse für demokratische Entscheidungsfindungen in Kommunen entwickelt. Die bisherige reine Information der Bürger durch die Stadtverwaltung soll unter Einbindung neuer Medien und zielgruppenspezifischer Aufbereitung der kommunizierten Inhalte durch eine Feedback- und Diskussionskultur abgelöst werden. Die über crossmediale Kanäle angesprochenen Bürger sollen so nicht nur Empfänger von Informationen sein, sondern zum Sender werden und sich aktiv am Gestaltungsprozess von Mittweida beteiligen.



Abb. 3: Mitwirkende „Zukunftsstadt Mittweida“

Dadurch entstehen neue Kommunikationsstrukturen, für deren Prozesse die Forschungsgruppe auf der Grundlage bewährter Theorien neue, erklärende Modelle erstellt. Diese auf kommunale, crossmediale Kommunikation angepassten Modelle werden schließlich in Stage 2 praktisch auf die Themenbereiche Energie und Umwelt angewendet. Durch die Ergebnisse der Forschungsarbeit soll das Verständnis für die Möglichkeiten und das Potential eines dauerhaft interaktiven, multimedialen Gespräches zwischen Bürger und Stadtverwaltung gestärkt werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Besson, Nanette Aimée [Hrsg.]: Strategische PR-Evaluation. Erfassung, Bewertung und Kontrolle von Öffentlichkeitsarbeit, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, 2008, Wiesbaden
- [2] Mahrtdt, Niklas [Hrsg.]: Crossmedia. Werbekampagnen erfolgreich planen und umsetzen, 2009, Wiesbaden
- [3] Mikros, Lothar / Wegener, Claudia [Hrsg.]: Qualitative Medienforschung. Ein Handbuch, 2005, Stuttgart
- [4] Schweiger, Wolfgang / Fahr, Andreas [Hrsg.]: Handbuch der Medienwirkungsforschung, 2013, Wiesbaden

Internetquellen

- [5] Bundesministerium für Bildung und Forschung – Projektgruppe Wissenschaftsjahr 2015 [Hrsg.]: Webseite des Wissenschaftsjahr 2015 – Zukunftsstadt, <http://www.wettbewerb-zukunftsstadt.de> (Letzter Zugriff 28. Oktober 2015)
- [6] Bundesministerium für Bildung und Forschung – Projektgruppe Wissenschaftsjahr 2015 [Hrsg.]: Website des Wettbewerb Zukunftsstadt 2030+, <https://www.wissenschaftsjahr-zukunftsstadt.de> (Letzter Zugriff 28. Oktober 2015)
- [7] Bundesministerium für Bildung und Forschung [Hrsg.]: Webseite des BMBF, <https://www.bmbf.de> (Letzter Zugriff 28. Oktober 2015)
- [8] Stadtverwaltung Mittweida [Hrsg.]: Website der Zukunftsstadt Mittweida, <http://www.zukunftsstadt-mittweida.de> (Letzter Zugriff 28. Oktober 2015)
- [9] Stadtverwaltung Mittweida [Hrsg.]: Facebook-Seite der Zukunftsstadt Mittweida, <https://www.facebook.com/ZukunftsstadtMW> (Letzter Zugriff 28. Oktober 2015)



Abb. 4: Logos der Förderfonds



Abb. 5: Das Projekt Zukunftsstadt Mittweida

WERT SCHAFFEN DURCH WERTE

Eine Untersuchung zur werteorientierten Unternehmensführung in Sachsen

Forschungsprojekt: Innovative Ansätze zur Gestaltung gesellschaftlicher Wandlungsprozesse

Ausgangssituation

- Die sächsische Wirtschaft hat viele Herausforderungen zu meistern, zu denen u.a. der demografische Wandel, die Globalisierung, der Fachkräftemangel sowie die Forderung nach einer stärkeren Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung gehören
- Werteorientierte Führung bzw. ein bewusstes Wertemanagement ist ein wirkungsvolles Instrument, um diesen Herausforderungen zu begegnen
- Jedoch immer noch große Diskrepanz zwischen der bloßen Präsenz des Themas in den Unternehmen und der tatsächlichen Umsetzung einer werteorientierten Unternehmensführung in Form „gelebter Werte“

Untersuchungsziel

- Status Quo zur werteorientierten Unternehmensführung in sächsischen KMU erfassen
- (1) Analyse, ob und in welcher Form sächsische Unternehmen eine werteorientierte Führung bzw. ein gezieltes Wertemanagement praktizieren und
 - (2) Analyse, welche Werte für die sächsische Unternehmenslandschaft zentral sind.
 - (3) Entwicklung von Interventionsmaßnahmen, die die nachhaltige Verankerung und Umsetzung eines gezielten und verantwortungsvollen Wertemanagements in sächsischen Unternehmen fördern



Untersuchungsmethodik

Zur umfassenden Ermittlung des Status Quo der werteorientierten Unternehmensführung in Sachsen wird ein zweistufiges Vorgehen gewählt



Erwartete Ergebnisse der Untersuchung

Aufbauend auf dem ermittelten Status Quo zur werteorientierten Führung in sächsischen Unternehmen sowie daraus abgeleiteten Interventionsmaßnahmen, wird erwartet, dass die Forschung einen Beitrag zur sächsischen Wirtschaft in folgenden Bereichen leistet:

- Steigerung der Attraktivität von Unternehmen für potentielle Fach- und Führungskräfte
- Verbesserung des Unternehmensklimas (Mitarbeiterzufriedenheit) und erhöhte Einsatzbereitschaft (Motivation)
- Steigerung der Produktivität und Förderung der Innovationsfähigkeit
- Verbesserung des Unternehmensimages (durch stärkere Verankerung des CSR-Gedankens in sächsischen KMU)
- Förderung eines erfolgreichen Handels sächsischer KMU im interkulturellen Kontext

Literatur

- Baetge, J., Schewe, G., Schulz, R., Solmecke, H. (2007): Unternehmenskultur und Unternehmenserfolg: Stand der empirischen Forschung und Konsequenzen für die Entwicklung eines Messkonzeptes, in: Journal für Betriebswirtschaft, Jg. 57, S. 183-219.
- Bentle, G., Nohhaff, H. (2011): Vertrauen und Glaubwürdigkeit als Grundlage von Corporate Social Responsibility: Die (massen-)mediale Konstruktion von Verantwortung und Verantwortlichkeit, in: Raupp, J., Jarolimek, S., Schultz, F. (Hrsg.): Handbuch CSR. Kommunikationswissenschaftliche Grundlagen, disziplinäre Zugänge und methodische Herausforderungen, Wiesbaden, S. 45-70.
- Günther, T., Gonschorek, T. (2006): Wert(e)orientierte Unternehmensführung im Mittelstand. Erste Ergebnisse einer empirischen Untersuchung, in: Dresdner Beiträge zur Betriebswirtschaftslehre, Nr. 114/06, Dresden.
- Rechlauer, H., Doepler, B.C. (2012): Werteorientierung und regionale Verantwortung in der Führung von KMU – eine empirische Analyse in der Region Ingolstadt, in: Kallenbrunner, K.A., Urnik, S. (Hrsg.): Unternehmensführung: State of the art und Entwicklungsperspektiven, München, S. 101-111.
- Stoll, B. (2009): Sozial und ökonomisch Handeln. Corporate Social Responsibility kleiner und mittelständischer Unternehmen, Frankfurt/Main.

WERT SCHAFFEN DURCH WERTE EINE UNTERSUCHUNG ZUR WERTEORIENTIERTEN UNTERNEHMENSFÜHRUNG IN SACHSEN

Julia Köhler, André Schneider, Susanne Nickel
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Die Untersuchung verfolgt das Ziel, den Status Quo zur Werteorientierung in sächsischen Unternehmen zu erheben. Dabei wird analysiert, ob und in welcher Form in sächsischen Unternehmen eine wertorientierte Führung bzw. ein gezieltes Wertemanagement praktiziert wird und welche Werte für die sächsische Unternehmenslandschaft zentral sind. Ausgehend von dem ermittelten Status Quo, besteht eine weitere Zielstellung darin, Interventionsmaßnahmen zu entwickeln, die die nachhaltige Verankerung und Umsetzung eines gezielten und verantwortungsvollen Wertemanagements in sächsischen Unternehmen fördern, um damit die Mitarbeiterzufriedenheit und -motivation zu steigern, die Arbeitgeberattraktivität zu erhöhen und so zu einem erfolgreichen unternehmerischen Handeln beizutragen.

1. Einleitung

Die sächsische Wirtschaft hat viele Herausforderungen zu meistern, zu denen u.a. der demografische Wandel, der Fachkräftemangel, Fluktuation sowie ein Anstieg der Fehlzeiten gehören. Im 1. Halbjahr 2012 konnte ein betrieblicher Bedarf an Fachkräften mit einem bisherigen Höchststand von 113.000 Personen festgestellt werden [1]. Zieht man die Nichtbesetzungsquoten nach Betriebsgrößenklassen heran, zeigt sich, dass es vor allem für KMU eine Herausforderung war, qualifiziertes Personal zu gewinnen. Neben der Schwierigkeit neues Personal zu gewinnen, stehen sächsische Unternehmen auch vor der Herausforderung, hochqualifizierte Mitarbeiter zu halten. So belegt beispielsweise eine Studie der HHL Executive (2010), dass die Wechselbereitschaft von Arbeitnehmern in Sachsen und diese besonders in der Gruppe der Frauen, jungen Mitarbeiter und Akademiker deutlich über dem Bundesdurchschnitt liegt [2]. Darüber hinaus sind die Fehlzeiten von Mitarbeitern in sächsischen Unternehmen in den letzten Jahren gestiegen, wobei hier in zunehmendem Maße Arbeitsausfälle wegen psychischer Erkrankungen zu verzeichnen waren [3][4].

Ein wirkungsvolles Instrument, um diesen Herausforderungen zu begegnen stellt eine wertorientierte Führung bzw. ein bewusstes Wertemanagement dar. Obwohl durch die Finanz- und Wirtschaftskrise das Thema Werteorientierung und Wertemanagement in den vergangenen Jahren stärker in den Fokus von Politik, Wissenschaft und Wirtschaft gerückt ist, besteht noch immer eine große Diskrepanz zwischen der bloßen Präsenz des Themas in den Unternehmen und der tatsächlichen Umsetzung einer wertorientierten Unternehmensführung in Form „gelebter Werte“. Unternehmen sind aufgefordert, in diesem Bereich aktiv zu werden, nicht nur aus Gründen des sozialen Verantwortungsbewusstseins, sondern vor allem zur Sicherung eines nachhaltigen Unternehmenserfolges.

2. Untersuchungsziel

Die vorliegende Untersuchung verfolgt zunächst das Ziel, den Status Quo zur Werteorientierung in

sächsischen Unternehmen zu erheben. Dabei wird geprüft, ob und inwiefern sächsische Unternehmen eine wertorientierte Führung bzw. ein gezieltes Wertemanagement praktizieren und durch welche Werte die sächsische Unternehmenslandschaft geprägt ist. Die Untersuchung adressiert sächsische KMU unterschiedlicher Größenklassen (mind. 50 Mitarbeiter) und ohne Branchenspezifika. Ausgehend von dem ermittelten Status Quo sollen Interventionsmaßnahmen entwickelt werden, die die nachhaltige Verankerung und Umsetzung eines gezielten und verantwortungsvollen Wertemanagements in sächsischen Unternehmen fördern. Das Forschungsvorhaben stellt dabei die Mitarbeiter als wichtigste Ressource der Unternehmen in den Vordergrund.

3. Stand der Wissenschaft

In den vergangenen Jahren hat das Thema Corporate Social Responsibility (CSR) in der öffentlichen Diskussion erheblich an Bedeutung gewonnen. So fordern Anspruchsgruppen wie Kunden, Mitarbeiter und Nichtregierungsorganisationen von Unternehmen mit zunehmendem Nachdruck eine stärkere Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung [5]. Dies führt einerseits dazu, dass Unternehmen gezwungen sind sich gegenüber diesen Anspruchsgruppen bezüglich sozialer und ökologischer Konsequenzen ihrer wirtschaftlichen Aktivitäten zu verantworten [6]. Andererseits erkennen Unternehmer zunehmend, dass herkömmliche betriebswirtschaftliche Instrumente nicht ausreichen, um den Erfolg des Unternehmens nachhaltig zu sichern.

Die CSR-Debatte steht dabei nicht nur im Fokus großer und multinationaler Unternehmen, sondern wird auch KMU als ein notwendiges Konzept zugezogen [7]. So wird beispielsweise in einer Fallsammlung der Europäischen Kommission zur verantwortlichen Unternehmertätigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen das gesellschaftliche Interesse an „mittelständischer“ Verantwortung spezifiziert [7][8].

Neben nach außen gerichteten CSR-Aktivitäten in den Bereichen Markt, Umwelt und Gemeinwesen ist der sozialen Verantwortung gegenüber den Mitarbeitern eine hohe Priorität einzuräumen, da aus ihr

Vorteile wie Mitarbeiterzufriedenheit, Mitarbeitermotivation und Mitarbeiterbindung erwachsen können. Wie Studien belegen, können Zufriedenheit und Motivation zu einer höheren Produktivität und besseren Innovationsfähigkeit [9][10] führen und somit einen entscheidenden Beitrag zur nachhaltigen Sicherung des Unternehmenserfolgs leisten [11][12]. Weiterhin zeigt sich, dass es bei zufriedenen Mitarbeitern zu weniger Fehlzeiten kommt und generell eine geringere Fluktuation zu verzeichnen ist.

Dies verdeutlicht, dass ein verantwortungsvoller und kooperativer Umgang mit den Mitarbeitern nicht nur aus Gründen des sozialen Verantwortungsbewusstseins zu empfehlen ist, vielmehr wird ein aktives Handeln zum Wohlergehen der Mitarbeiter und der damit verbundene Ruf, ein attraktiver Arbeitgeber zu sein, zu einer wirtschaftlichen Notwendigkeit.

Die Basis für ein verantwortungsvolles Handeln gegenüber den eigenen Mitarbeitern, und damit auch für Mitarbeitergewinnung, -zufriedenheit und -loyalität, bildet ein gezieltes Wertemanagement im Unternehmen. Dies bedeutet, dass im Unternehmen bestimmte Werte i.S. eines Leitbildes verankert werden müssen, wobei verankert bedeutet, dass sich jeder im Unternehmen damit identifizieren und sie auch leben soll. In der Literatur wird die Ansicht vertreten, dass hierbei die Wahl von Kernwerten, d.h. vier bis fünf zentralen Werten sinnvoll ist, die ein sog. Werternetz bilden [13][14] und als Grundlage beim Denken und aktiven Handeln dienen.

Eine Reihe wissenschaftlicher Studien belegt, dass wertebasierte oder wertegetriebene Unternehmen nachweislich erfolgreicher sind, als solche Firmen, die kein bewusstes Wertemanagement betreiben [15]. So konnte nachgewiesen werden, dass Werte sich positiv auf das Vertrauen und die Glaubwürdigkeit von Unternehmen nach innen und außen auswirken [16]. Ferner belegen Studien, dass eine wertorientierte Unternehmensführung einen positiven Einfluss auf die Mitarbeitermotivation und -zufriedenheit besitzt, die sich wiederum positiv auf die Produktivität des Unternehmens auswirken [17][18]. Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass Werte auch bei der Mitarbeitergewinnung und -bindung eine wesentliche Rolle spielen [17].

Die Werteforschung kann bereits auf eine lange Tradition zurückblicken, weshalb bereits eine Reihe valider Methoden und Messinstrumente vorliegen und die Wirkungen von Werten im Unternehmensumfeld bekannt sind. Im Bereich der anwendungsorientierten Forschung zeigt sich einerseits, dass es bisher wenige Ansätze gibt, die das Praktizieren einer wertorientierten Unternehmensführung fördern. Andererseits zeigt sich, insb. im deutschsprachigen Raum, dass unternehmensbezogene Wertestudien meist als große Überblicksstudien angelegt sind (z.B. Befragungen für deutsche Unternehmen), während es an kleineren Studien (z.B. für bestimmte Unternehmenstypen, bezogen auf bestimmte Bundesländer), die spezifische Daten liefern, mangelt [19][20].

4. Forschungsansatz

Die Untersuchung knüpft mit ihrer Zielstellung unmittelbar an die förderpolitischen Zielstellungen der Verbesserung der Kooperation mit Unternehmen der Wirtschaft sowie der anwendungsorientierten Forschung an. Die Untersuchung zielt dabei auf die Analyse des Status Quo sowie die Entwicklung von Interventionsmaßnahmen für eine wertorientierte Unternehmensführung in sächsischen KMU. Aufbauend auf der Analyse des „State of the Art“ der unternehmensbezogenen Werteforschung bzw. wertorientierten Unternehmensführung in Bezug auf relevante Theorien, Modelle und Methoden einschließlich interkultureller Ansätze werden die Befragungsinstrumente zur Erhebung des Status Quo in sächsischen Unternehmen erarbeitet. Im Rahmen des Forschungsvorhabens ist ein zweistufiger Ansatz vorgesehen, wobei (1) eine quantitative Erhebung mit sächsischen Unternehmen durchgeführt wird, um zunächst einen allgemeinen Überblick zu den Werten und dem vorhandenen Wertemanagement in den Unternehmen zu erhalten und (2) qualitative Interviews mit ausgewählten Unternehmen realisiert werden, um ein tieferes Verständnis zu den Wertestrukturen und zum Wertemanagement im Unternehmen zu erlangen. So bieten qualitative Interviews die Möglichkeit, die Umsetzung des Wertemanagements in sächsischen KMU zu explorieren. Insgesamt erlaubt der zweistufige Ansatz eine umfassende Betrachtung des Untersuchungsphänomens und bildet damit eine angemessene Grundlage zur Entwicklung von Interventionsmaßnahmen. Die durchzuführenden Befragungen richten sich sowohl an Führungskräfte als auch an Fachkräfte in sächsischen KMU, um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten.

Die gewonnenen Daten werden im nächsten Schritt mithilfe statistischer Verfahren sowie der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet, analysiert und zusammengefasst. Zur Qualitätssicherung werden die Untersuchungen auf Validität, Reliabilität und Objektivität geprüft. Weiterhin erfolgt im Vorfeld der Untersuchungen ein Pretest, um mögliche Verständnisprobleme oder Schwachstellen der Befragungsinstrumente zu beheben.

Auf Basis der gewonnenen Ergebnisse lassen sich Interventionsmaßnahmen entwickeln, die die nachhaltige Verankerung und Umsetzung eines verantwortungsvollen Wertemanagements in sächsischen Unternehmen bedarfsgerecht fördern.

5. Ausblick

Die Untersuchung erweitert die bisherigen Forschungen mit dem Schwerpunkt Nachhaltigkeit bzw. Corporate Social Responsibility und leistet einen Beitrag zum Forschungsdiskurs im Bereich der wertorientierten Unternehmensführung. Aufbauend auf dem ermittelten Status Quo zur wertorientierten Führung in sächsischen Unternehmen sowie daraus abgeleiteten Interventionsmaßnahmen, wird weiterhin erwartet, dass die Forschung einen Beitrag für die sächsische

Wirtschaft leistet, indem sie Handlungsempfehlungen für folgende Bereiche gibt:

- Steigerung der Attraktivität von Unternehmen für potentielle Fach- und Führungskräfte
- Verbesserung des Unternehmensklimas (Mitarbeiterzufriedenheit) und erhöhte Einsatzbereitschaft (Motivation)
- Steigerung der Produktivität und Förderung der Innovationsfähigkeit
- Verbesserung des Unternehmensimages (durch stärkere Verankerung des CSR-Gedankens in sächsischen KMU)
- Förderung eines erfolgreichen Handels sächsischer KMU im interkulturellen Kontext

Literaturverzeichnis

- [1] SMWA, Sächsischer Mittelstandsbericht 2011/2012, (2013), Dresden.
- [2] HHL Executive, Weiterbildung bindet. Ergebnisse einer Befragung zum Einfluss der aktiven Mitarbeiterförderung auf Wechselverhalten und Zufriedenheit von Arbeitnehmern, (2010), Leipzig.
- [3] WIdO, AOK-Gesundheitsbericht 2014. Fehlzeiten in der AOK PLUS (Sachsen), Wissenschaftliches Institut der AOK (WIdO), (2014), Berlin und Dresden.
- [4] T.G. Grobe, J. Gerr, S. Steinmann, Gesundheitsreport 2014 Sachsen, (2014), Wuppertal.
- [5] J. Waßmann, Corporate Social Responsibility und Konsumentenverhalten, (2014), Wiesbaden.
- [6] K. Macharzina, J. Wolf, Unternehmensführung - Das internationale Management-Wissen, (2005), Wiesbaden.
- [7] B. Stoll, Sozial und ökonomisch Handeln. Corporate Social Responsibility kleiner und mittelständischer Unternehmen, (2009), Frankfurt/M.
- [8] Europäische Kommission/GD Unternehmen, Verantwortliche Unternehmertätigkeit: Eine Sammlung von „good practice“-Fallbeispielen aus kleinen und mittleren Unternehmen in ganz Europa, (2004), Luxemburg.
- [9] A. Hartmann, The role of organizational culture in motivating innovative behaviour in construction firms, in: Construction Innovation, Jg. 6, Nr. 3, (2006), S. 159-172.
- [10] E.C. Martins, F. Terblanche, Building organisational culture that stimulates creativity and innovation, in: European Journal of Innovation Management, Jg. 6, Nr. 1, (2003), S. 64-74.
- [11] J. Baetge, G. Schewe, R. Schulz, H. Solmecke, Unternehmenskultur und Unternehmenserfolg: Stand der empirischen Forschung und Konsequenzen für die Entwicklung eines Messkonzeptes, in: Journal für Betriebswirtschaft, Jg. 57, (2007), S. 183-219.
- [12] A. Herrmann, G. Schönborn, S. Peetz, Von den Besten lernen: der Einfluss der Wertekultur auf den Unternehmenserfolg, in: G. Bentele, M. Piwinger, G. Schönborn (Hrsg.): Kommunikationsmanagement – Strategien, Wissen, Lösungen, Bd. 1-4, (2004), Neuwied, S. 1-27.
- [13] G.S. Sutter, CSR und Human Resource Management, in: A. Schneider, R. Schmidpeter (Hrsg.): Corporate Social Responsibility, (2012), Wiesbaden, S. 399-415.
- [14] C. Burger, Werte schaffen Wert. Wie schaut gelebte Werteorientierung aus und wie kann sie dabei helfen, nachhaltig Unternehmenswert zu schaffen?, in: Hernsteiner – Fachzeitschrift für Management- und Leadership-Entwicklung, Nr. 02/11, (2011), Wien, S. 6-8.
- [15] H. Biesel, Abschied vom Management. 101 Ideen für eine ziel- und wertorientierte Führung, (2012), Wiesbaden.
- [16] F.-R. Esch, C. Vallaster, Mitarbeiter zu Markenbotschaftern machen: Die Rolle der Führungskräfte, in: F.-R. Esch (Hrsg.): Moderne Markenführung, (2005), Wiesbaden, S. 1010-1020.
- [17] S. Beck, R. Vochezer, Was sind Unternehmenswerte „wert“? - Ansätze des Wertemanagements und Beitrag von Werten zum Unternehmenserfolg, in: J. Banzhaf, S. Wiedmann (Hrsg.): Entwicklungsperspektiven der Unternehmensführung und ihrer Berichterstattung, (2006), Wiesbaden, S. 3-13.
- [18] F. Auinger, The spirit of values – Leitorientierungen für Führungskräfte und Mitarbeiter, in: F. Auinger, W. Böhnisch, H. Stummer (Hrsg.): Unternehmensführung durch Werte, (2005), Wiesbaden, S. 65-88.
- [19] K. Hattendorf, L. Heidbrink, C. Jung, M. Morner, Führungskräftebefragung 2014, (2014), Bonn.
- [20] ECCO, Unternehmenswerte – hohle Phrasen oder gelebte Realität? Die wichtigsten Ergebnisse des „International Index of Corporate Values 2013“, (2013), Düsseldorf u.a.

Eventforschung

Motive des Festivalbesuchs

Eine empirische Studie am Beispiel des MDR SPUTNIK SPRING BREAK.

PROBLEMSTELLUNG

Der Erfolg eines Festivals basiert auf einer entsprechenden Nachfrage bei den anvisierten Zielgruppen. Als wichtiger Einflussfaktor der Nachfrage nach Musikveranstaltungen gelten dabei die Motive der Veranstaltungsbesucher. Insbesondere das Wissen über die Motive der Festivalbesucher gibt wichtige Hilfestellungen zur operativen Gestaltung der jeweiligen Veranstaltung und damit Hinweise zur Erreichung der jeweils gesetzten unternehmerischen Ziele.

ZIELE DER STUDIE

Mittels einer quantitativen Studie soll die Bedeutung von Motiven für den Besuch von Musikfestivals analysiert werden. Zusätzlich erfolgt die Analyse des Einflusses des Involvements der Veranstaltungsbesucher auf die Motivstruktur.

UNTERSUCHUNGSOBJEKT

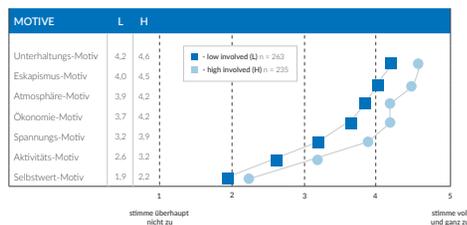
Das Alleinstellungsmerkmal des Radiosenders MDR SPUTNIK ist das jährlich auf der Halbinsel Pouch bei Bitterfeld stattfindende SPUTNIK SPRING BREAK Festival. Das Großevent geht aus den SPUTNIK Turntable Days hervor, einem Elektronik Festival, welches seit 2008 von MDR SPUTNIK in Halle (Saale) veranstaltet wurde. Im Jahr 2013 erreichte das Festival eine Besucherzahl von ca. 25.000 und war somit erstmalig ausverkauft. Neben zahlreichen elektronisch ausgerichteten Künstlern, gibt es in jedem Jahr zum Festival am ersten Pfingstweekende Headliner, die auch die breite Masse anziehen und nicht ausschließlich auf elektronische Musik ausgelegt sind. 2015 gehörten zu diesen Publikumsmagneten u.a. Deichkind, Sigma, Cro oder die Fantastischen Vier.

UNTERSUCHUNGSDESIGN

Die Befragung fand an drei Tagen vor Ort auf dem Festivalgelände der Halbinsel Pouch statt, wobei acht Interviewer die schriftlich auszufüllenden Fragebögen an die Besucher des Festivals verteilten. Um eine repräsentative Stichprobe zu erhalten, erfolgte die Auswahl der Probanden an verschiedenen Orten auf dem Festivalgelände. Insgesamt beantworteten 496 Festivalteilnehmer die Fragebögen, wobei sich diese Stichprobe aus 45 % Frauen und 55 % Männern zusammensetzt. Das Durchschnittsalter der Befragten liegt bei 27,5 Jahren.

UNTERSUCHTE MOTIVE DES FESTIVALBESUCHS

- **Unterhaltungsmotiv:** definiert sich in kurzer Form als Bedürfnis des Individuums nach Spaß und Freude (vgl. Beyer 2006, S. 90; Gabler 1998, S. 125).
- **Aktivitätsmotiv:** bezieht sich auf den Wunsch von Besuchern, das Festivalgeschehen aktiv zu beeinflussen und damit die favorisierten Künstler zu unterstützen. (vgl. Beyer 2006, S. 94f.)
- **Spannungsmotiv:** wird als das Bedürfnis nach positiv emotionaler Anregung und Stimulation verstanden. (vgl. Wann 2001, S. 38; Gabler 1998, S. 125)
- **Selbstwertmotiv:** basiert auf dem menschlichen Bedürfnis nach Zufriedenheit mit dem Selbstbild sowie dem Streben nach Identität und sozialer Anerkennung. (vgl. Beyer 2006, S. 91)
- **Atmosphäremotiv:** definiert sich als das Bedürfnis nach dem Erleben einer besonderen Atmosphäre bei Veranstaltungen. (vgl. Beyer 2006, S. 93f.; Gabler 1998, S. 128)
- **Eskapismusmotiv:** gilt als das Bedürfnis nach Erholung und Entspannung durch die zeitweise Ablenkung und Flucht vor den Problemen und der Komplexität des Alltags.
- **Ökonomiemotiv:** ist mit der Erwartung der Besucher verbunden, mit ihrem Besuch wirtschaftliche Vorteile zu erzielen.



ERGEBNISSE

Die Untersuchungsergebnisse legen nahe, bei der Festivalplanung das Bedürfnis der Besucher nach kollektiven Emotionen, beschrieben durch das **Atmosphäremotiv**, als wichtiger Besuchsgrund, zu berücksichtigen.

Auch wird bei der Studie deutlich, dass das

Ökonomiemotiv ebenfalls als besonders wichtig für den Festivalbesuch erachtet wird. Da die Festivalbesucher in einen Musikevent ein Dienstleistungsangebot mit einem optimalem Kosten-Nutzen-Verhältnis sehen, sollte dies auch in der Vorfeldkommunikation thematisiert werden.

Obwohl das wirtschaftlich geprägte Motiv besonders wichtig erscheint, sollte dieses nicht als Hauptgrund für den Besuch des Festivals gesehen werden. Entsprechendes Interesse an den offerierten Musikacts vorausgesetzt, bildet das **Unterhaltungsmotiv** einen weiteren bedeutenden Besuchsgrund des SPUTNIK SPRING BREAK Festivals.

Weiterhin bedient die Wahrnehmung des Festivals als **besonderes Ereignis** (z.B. durch prominente Künstler, einzigartige Atmosphäre, beeindruckende Kulisse) das Bedürfnis der Individuen nach Abwechslung und Alltagsflucht, dem sogenannten **Eskapismusmotiv**.

Beyer, T. (2006). Determinanten der Sportveranstaltungs- und kassenwirtschaftlichen Validierung am Beispiel der Fußballbundesliga, Weidenfeld.

Brown, H. E., Daniels, M. J. (2005). Does the Music Matter? Motivations for Attending a Music Festival. In: Event Management, Vol. 9, No. 3, pp. 150-164.

Compton, J. L., Holroyd, S. L. (1977). Motives of Visitors Attending College Events. In: Journal of Sport Research, Vol. 29, No. 2, pp. 425-430.

Dieringer, J. (2008). Implikationen von Eventmarketing: Entwicklung eines generalistischen Messungsinstrumentes. J. Appl. Weidenfeld.

Dieringer, J., Biele, C. (2012). Stress und Involvement: Der Einfluss von Stress auf die Motivation. In: Zeitschrift für Sportwissenschaft, Vol. 22, No. 1, pp. 10-15.

Gabler, H. (1998). Zuschauer im Sport. Sportwissenschaft in Stuttgart, S. 99-112.

Gabler, H. (1998). Zuschauer im Sport. Sportwissenschaft in Stuttgart, S. 99-112.

Wann, C. (2001). Motivation, S. Aufl., Stuttgart.

Prof. André Schneider, Annette Stark, Thoralf Pöhlke, Eva Kuchler, Sara Kernhuber, Christian Thoma, Kevin Fuchs, Berit Pöhlmann, Nicole Schmitt, Sebastian Langner

In Kooperation mit:



MOTIVE DES FESTIVALBESUCHS

EINE EMPIRISCHE STUDIE AM BEISPIEL DES MDR SPUTNIK SPRING BREAK

André Schneider, Anneke Ebert, Steffi Fichte, Eva Kachler, Sara Kamholz, Désirée Triemer, Kevin Funk, Bente Pohlmann, Nicole Schaum, Sebastian Sprenger
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Im Fokus der Forschung zu den Prädispositionen der Zielgruppen von Musikfestivals stehen psychologische Konstrukte, anhand derer sich erklären lässt, warum diese Zielgruppen Events besuchen. Motive des Festivalbesuchs und das Involvement der potentiellen Festivalbesucher stellen dabei zentrale Konstrukte dar. Die vorliegende Studie konzentriert sich auf die Analyse der Motive des Vor-Ort-Konsums von Musikfestivals. Dabei wurde im Sommer 2015 mit dem SPUTNIK SPRING BREAK eine Veranstaltung untersucht, die sich als kommerzielles Dienstleistungsangebot kategorisieren lässt. Die Ergebnisse liefern wichtige Hinweise für die zukünftige inhaltliche Gestaltung von Musikfestivals. Weiterhin können Handlungsempfehlungen für eventbezogenen Marketingmaßnahmen, wie die Vorfeldkommunikation oder preis- und distributionspolitische Entscheidungen abgeleitet werden.

1. Einleitung

Der Erfolg eines Festivals basiert auf einer entsprechenden Nachfrage bei den anvisierten Zielgruppen. Als wichtiger Einflussfaktor der Nachfrage nach Musikveranstaltungen gelten dabei die Motive der Veranstaltungsbesucher [1][2][3]. Insbesondere das Wissen über die Motive der Festivalbesucher gibt wichtige Hilfestellungen zur operativen Gestaltung der jeweiligen Veranstaltung und damit Hinweise zur Erreichung der jeweils gesetzten unternehmerischen Ziele.

2. Ziele der Studie

Mittels einer quantitativen Studie soll die Bedeutung unterschiedlicher Motive für den Besuch von Musikfestivals analysiert werden. Zusätzlich erfolgt in Anlehnung an Erkenntnisse aus der Literatur die Analyse des Einflusses des Involvements der Veranstaltungsbesucher auf die Motivstruktur [1][4].

3. Theoretische Grundlagen

Die Forschung zu den Prädispositionen der Eventzielgruppen konzentriert sich auf jene psychologischen Konstrukte, welche uns eine Erklärung liefern, warum Konsumenten angebotene Musikveranstaltungen besuchen [2]. Zu diesen Konstrukten zählen die Motive des Veranstaltungsbesuchs und das Involvement der potentiellen Zielgruppen [2][4].

In motivationspsychologischen Erklärungsansätzen werden Verhaltensweisen durch die Interaktion zwischen Merkmalen der Person und der Situation determiniert. Die Merkmale entsprechen dabei im motivationspsychologischen Grundmodell (siehe Abb. 1) den Motiven der Person [5]. Motive beschreiben in diesem Zusammenhang zeitstabile Bewertungsneigungen einer Person, durch die bestimmt wird, ob und in welchem Ausmaß eine Veranstaltung für diese Person Anreize enthält, diese Veranstaltung auch zu besuchen [1][2][6]. In der Forschung zum Konsumentenverhalten werden Motive aufgrund ihrer Zielgerichtetheit als unmittelbare Variablen gekennzeichnet [1][7]. Die situativen Anregungsgehalte stellen die Merkmale der Situation dar, die auch als „...motivspezifische Befriedigungschancen, die die

gegebene Situation in Aussicht stellen kann“ [8] bezeichnet werden. Im Falle einer Passung zwischen den Merkmalen einer Veranstaltung und den Motiven des Veranstaltungsbesuchs bildet sich dann für die potentiellen Besucher ein Anreiz, um die jeweiligen Motive zu erfüllen. Aus diesem Anreiz resultiert dann die Motivation zum Besuch des Festivals.

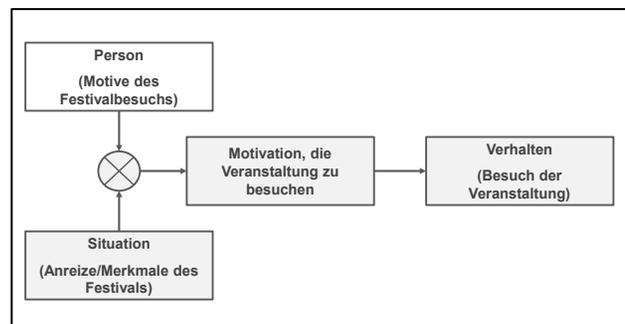


Abb. 1: Grundmodell der Motivationspsychologie [9]

Motive beeinflussen nicht nur Handlungen der Zielgruppen, sondern bestimmen auch die Intensität und Ausdauer der Handlungsprozesse [1][9]. Je nach Stärke der Ausprägung des jeweiligen Motivs werden Ziele mehr oder weniger energisch verfolgt [6]. Damit bestimmt die individuelle Bedeutung der Motive auch den Grad der Zielorientierung zum Besuch von Musikfestivals. Die Stärke der Motive zum Veranstaltungsbesuch stellt somit einen wichtigen Indikator für die Vor-Ort-Rezeption dar [1].

Das Involvement der potentiellen Zielgruppen gilt als ein weiteres prädispositionales Konzept zur Erklärung des Besuchs von Veranstaltungen [2]. Es beeinflusst die Art und Intensität der durch einen Stimulus hervorgerufenen psychologischen Prozesse und bestimmt demnach auch das Rezeptionsverhalten der Eventbesucher [10][11][7]. Involvement wird dabei als „a person's perceived relevance of the object based on inherent needs, values and interests“ [12] verstanden. Bei Festivals spielt das handlungsspezifische Ereignis-Involvement eine wichtige Rolle. Es beschreibt die Intensität, mit der sich eine Person mit einem bestimmten Ereignis (z.B. dem SPUTNIK SPRING BREAK) auseinandersetzt [10]. In diesem

Falle kann von handlungsspezifischem Festival-Involvement gesprochen werden.

4. Untersuchungsobjekt

Das Alleinstellungsmerkmal des Radiosenders MDR SPUTNIK ist das jährlich auf der Halbinsel Pouch bei Bitterfeld statt findende SPUTNIK SPRING BREAK Festival. Das Großevent geht aus den SPUTNIK Turntable Days hervor, einem Elektronik Festival, welches seit 2008 von MDR SPUTNIK in Halle (Saale) veranstaltet wurde. Im Jahr 2013 erreichte das Festival eine Besucherzahl von ca. 25.000 und war somit erstmalig ausverkauft. Neben zahlreichen elektronisch ausgerichteten Künstlern, gibt es in jedem Jahr zum Festival am ersten Pfingstwochenende Headliner, die auch die breite Masse anziehen und nicht ausschließlich auf elektronische Musik ausgelegt sind. 2015 gehörten zu diesen Publikumsmagneten u.a. Deichkind, Sigma, Crooder und die Fantastischen Vier.

5. Untersuchungsdesign

Die Befragung fand an drei Tagen vor Ort auf dem Festivalgelände der Halbinsel Pouch statt, wobei acht Interviewer die schriftlich auszufüllenden Fragebögen an die Besucher des Festivals verteilten.

Um eine repräsentative Stichprobe zu erhalten, erfolgte die Auswahl der Probanden an verschiedenen Orten auf dem Festivalgelände. Insgesamt beantworteten 498 Festivalteilnehmer die Fragebögen, wobei sich diese Stichprobe aus 45 % Frauen und 55 % Männern zusammensetzt. Das Durchschnittsalter der Befragten liegt bei 27,5 Jahren.

6. Untersuchte Motive und Erlebnis-Involvement

Aus der Vielzahl in der Literatur publizierten Motive des Festivalbesuchs [14][15][2] wurden jene anhand von Plausibilitätsüberlegungen ausgewählt, die am geeignetsten auf die Zielgruppe von Musikfestivals zutreffen. Insgesamt gingen die folgenden 7 Motive in die Untersuchung ein:

Unterhaltungs-Motiv: definiert sich in kurzer Form als Bedürfnis des Individuums nach Spaß und Freude [1][16].

Aktivitäts-Motiv: bezieht sich auf den Wunsch von Besuchern, das Festivalgeschehen aktiv zu beeinflussen und damit die favorisierten Künstler zu unterstützen [1].

Spannungs-Motiv: wird als das Bedürfnis nach positiv emotionaler Anregung und Stimulation verstanden [16][17].

Selbstwert-Motiv: basiert auf dem menschlichen Bedürfnis nach Zufriedenheit mit dem Selbstbild sowie dem Streben nach Identität und sozialer Anerkennung [1].

Atmosphäre-Motiv: definiert sich als das Bedürfnis nach dem Erleben einer besonderen Atmosphäre bei Veranstaltungen [1][16].

Eskapismus-Motiv: gilt als das Bedürfnis nach Erholung und Entspannung durch die zeitweise Ablenk-

ung und Flucht vor den Problemen und der Komplexität des Alltags [1].

Ökonomie-Motiv: ist mit der Erwartung der Besucher verbunden, mit ihrem Besuch wirtschaftliche Vorteile zu erzielen [18].

Alle Motive wurden auf Grundlage bestehender Skalen mit jeweils 2 bis 3 Indikatoren operationalisiert und inhaltlich an den Untersuchungsgegenstand eines Musikfestivals angepasst. Die Motive wurden auf einer 5-stufigen Ratingskala (von 1 = stimme voll und ganz zu bis 5 = stimme überhaupt nicht zu) gemessen.

Die Messung des Involvement erfolgt anhand von 10 Items der Erlebnis-Involvement-Skala von SACHSE (2010), welche aus der Revised Personal Involvement Inventory Skala von ZAICHKOWSKI (1994) abgeleitet wurde [10][13]. Die auf das Festival angepassten Items wurden ebenfalls auf einer 5-stufigen Ratingskala (von 1 = trifft voll und ganz zu bis 5 = trifft überhaupt nicht zu) gemessen.

7. Ergebnisse

In der Studie wurden die Motive des Festivalbesuchs deskriptiv ausgewertet. In der nachfolgenden Tabelle werden die Reliabilität der gemessenen Motive anhand der Werte für Cronbachs Alpha und die Mittelwerte der Motive für die Gruppe der low und high Involvierten Eventbesucher aufgezeigt.

Für eine vereinfachte Darstellung der Ergebnisse erfolgte die Berechnung von Indizes über die einzelnen Motive (Mittelwert). Entsprechend der Indexbildung ergibt sich die in der Tabelle 1 aufgeführte Rangfolge der Rezeptionsmotive der Veranstaltung. Die Werte für Cronbachs Alpha als Kriterium für die Güte der Operationalisierung der Motive weisen auf eine mittlere bis hohe Reliabilität hin.

Die Aufteilung der Zuschauer nach dem Involvement in zwei Gruppen erfolgte durch einen Median-Split vom Index der 10 Items des Involvement-Konstrukts.

Motive des Besuchs von Festivals	Reliabilität: Cronbachs Alpha	low involved (n = 263)	high involved (n = 235)
Unterhaltungs-Motiv (2 Items)	0,622	4,2	4,6
Eskapismus-Motiv (2 Items)	0,747	4,0	4,5
Atmosphäre-Motiv (2 Items)	0,881	3,9	4,2
Ökonomie-Motiv (3 Items)	0,786	3,7	4,2
Spannungs-Motiv (3 Items)	0,620	3,2	3,9
Aktivitäts-Motiv (3 Items)	0,625	2,6	3,2
Selbstwert-Motiv (2 Items)	0,720	1,9	2,2
Skala	„Stimme überhaupt nicht zu“ (1) bis „Stimme voll und ganz zu“ (5)		

Tab. 1: Deskriptive Statistik der untersuchten Motive

Auf Grundlage der Ergebnisse der deskriptiven Analyse lassen sich entsprechende Managementimplikationen zur Gestaltung von Musikfestivals ableiten und dem damit verbundenen Marketinginstrumentarium entwickeln.

Als wichtigstes Motiv wurde die Unterhaltung identifiziert. Demnach stellt die Buchung von den von der Zielgruppe favorisierten Künstlern einen Erfolgsfaktor dar. Weiterhin kann der Konsumentenwert gesteigert werden, indem vom Veranstalter auf dem Festivalgelände weitere Attraktionen bereitgestellt werden. Dies kann beispielsweise auch in Zusammenarbeit mit Dienstleistern in der Region des Festivals erfolgen [19].

Die Untersuchungsergebnisse legen zudem nahe, bei der Festivalplanung das Bedürfnis der Besucher nach kollektiven Emotionen, beschrieben durch das Atmosphäre-Motiv, als wichtiger Besuchsgrund, zu berücksichtigen. Gerade Musikfestivals bieten Raum für viele kollektive Rituale [20][21]. Obwohl der Einzelne in solchen Situationen als Träger der Emotion gesehen wird, erleben viele weitere Besucher des Events häufig ähnliche Emotionen [21]. Das Atmosphäre-Motiv kann insbesondere durch die Dramaturgie und Inszenierung des Bühnenprogramms unterstützt werden.

Auch wird bei der Studie deutlich, dass das Ökonomie-Motiv ebenfalls als besonders wichtig für den Festivalbesuch erachtet wird. Da die Festivalbesucher in einem Musikevent ein Dienstleistungsangebot mit einem optimalen Kosten-Nutzen-Verhältnis sehen, sollte dies auch in der Vorfeldkommunikation thematisiert werden.

Weiterhin bedient die Wahrnehmung des Festivals als besonderes Ereignis (z.B. durch prominente Künstler, einzigartige Atmosphäre, beeindruckende Kulisse) das Bedürfnis der Individuen nach Abwechslung und Alltagsflucht, dem sogenannten Eskapismus-Motiv.

Danksagung

Die Durchführung der empirischen Untersuchung wurde durch die Unterstützung des MDR SPUTNIK, insbesondere durch Herrn Uwe Oertel, erst ermöglicht. Hierfür möchten wir aufrichtig danken.

Literaturverzeichnis

- [1] Beyer, T. (2006): Determinanten der Sportrezeption: Erklärungsmodell und kausal-analytische Validierung am Beispiel der Fußballbundesliga, Wiesbaden.
- [2] Drengner, J.; Köhler, J. (2013): Stand und Perspektiven der Eventforschung aus Sicht des Marketing, in: Zanger, C. (Hrsg.): Events und Sport - Stand und Perspektiven der Eventforschung, Wiesbaden, S. 89–132.
- [3] Li, X.; Petrick, J.F. (2006): A Review of Festival and Event Motivation Studies, in: Event Management, Vol. 9, No. 4, pp. 239-245.
- [4] Drengner, J. (2008): Imagewirkungen von Eventmarketing: Entwicklung eines ganzheit-

- lichen Messansatzes, 3. Aufl., Wiesbaden.
- [5] Vollmeyer, R. (2005): Einführung: Ein Ordnungsschema zur Integration verschiedener Motivationskomponenten, in: Vollmeyer, R.; Brunstein, J. (Hrsg.): Motivationspsychologie und ihre Anwendung, Stuttgart, S. 9-19.
- [6] Puca, R.M.; Langens, T.A. (2008): Motivation, in: Müssele, J. (Hrsg.): Allgemeine Psychologie, 2. Aufl., Heidelberg, S. 190-229.
- [7] Kroeber-Riel, W.; Weinberg, P. (2003): Konsumentenverhalten, 8. Aufl., München.
- [8] Rheinberg, F.; Vollmeyer, R.; Bruns, B.D. (2001): FAM: Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen, in: Diagnostica, Nr. 47, S. 57-66.
- [9] Rheinberg, F. (2004): Motivation, Stuttgart.
- [10] Sachse, M. (2010): Negative Kommunikationseffekte von Sponsoring und Ambush-Marketing bei Sportgroßveranstaltungen, Wiesbaden.
- [11] Laverie, D.A.; Arnett, D.B. (2000): Factors Affecting Fan Attendance: The Influence of Identity Salience and Satisfaction, in: Journal of Leisure Research, Vol. 32, No. 2, S. 225-246.
- [12] Zaichkowsky, J.L. (1985): Measuring the Involvement Construct, in: Journal of Consumer Research, Vol. 12, No. 3, S. 341-352.
- [13] Zaichkowsky, J.L. (1994): The Personal Involvement Inventory: Reduction, Revision, and Application to Advertising, in: Journal of Advertising, Vol. 23, No. 4, S. 59-70.
- [14] Crompton, J. L.; McKay, S. L. (1997): Motives of Visitors Attending Festival Events, in: Annals of Tourism Research, Vol. 24, No. 2, pp. 425-439.
- [15] Bowen, H.E.; Daniels, M.J. (2005): Does the Music Matter? Motivations for Attending a Music Festival, in: Event Management, Vol. 9, No. 3, pp. 155-164.
- [16] Gabler, H. (1998): Zuschauen im Sport – Sportzuschauer, in: Strauß, B. (Hrsg.): Zuschauer, Göttingen u.a., S. 113-138.
- [17] Wann, D.L.; Ensor, C.L.; Bilyeu, J.K. (2001): Intrinsic and Extrinsic Motives for Originally Following a Sport Team and Team Identification, in: Perceptual and Motor Skills, Vol. 32, S. 451-454.
- [18] Wann, D.L.; Schrader, M.P.; Wilson, A.M. (1999): Sport Fan Motivation: Questionnaire Validation, Comparisons by Sport, and Relationship to Athletic Motivation, in: Journal of Sport Behavior, Vol. 22, No. 1, S. 114-139.
- [19] Köhler, J. (2014): Events als Instrumente des Regionalmarketing. Entwicklung eines Bezugsrahmens zur regional-strategischen Eventwirkungskontrolle, Wiesbaden.
- [20] Kozinets, R.V. (2002): Can Consumers Escape the Market? Emancipatory Illuminations from Burning Man, in: Journal of Consumer Research, Vol. 29, No. 1, 20-38.
- [21] Jahn, S. (2013): Konsumentenwert. Konzeptualisierung und Analyse der Wirkungen auf Zufriedenheit und Loyalität am Beispiel eines Festivals, Wiesbaden.

Forschungsprojekt

Kombination von Blended Learning und Flipped Classroom: ein innovativer Ansatz zur Ermöglichung von dualen Karrieren in besonderen Lebenslagen

Neue Lehr-/Lernkulturen für digitalisierte Hochschulen

Ausgangslage

- Die Kombination von besonderen Lebenslagen (z.B. Behinderung, Berufstätigkeit, Spitzensport) und eines Hochschulstudiums stellt für viele beteiligte Akteure eine enorme Herausforderung dar. Allein die hohe zeitliche Belastung gibt nur noch wenig Raum für die notwendige Präsenz- und Selbststudienzeit eines Hochschulstudiums.
- Eine wesentliche Herausforderung liegt auf dem Feld der Flexibilisierung und Individualisierung von Lehrangeboten.
- Durch E-Learning-Angebote wird eine Flexibilisierung und Individualisierung des Studiums für Studierende in besonderen Lebenslagen ermöglicht.
- Jedoch ist E-Learning an vielen Hochschulen noch nicht oder nur unzureichend etabliert.
- Gründe hierfür liegen insbesondere im unzureichenden Wissen und der Kompetenz der Lehrenden zur Konzeption, Erprobung und Evaluation von neuen Lehr-/Lernformen und der Nutzung der vielfältigen online-Werkzeuge der Lernplattform.
- Zudem mangelt es an Best Practice-Beispielen für web-basierte Lehr-Lern-Szenarien, die den Lehrenden Anhaltspunkte geben, wie gute online-Lehre bei Studierenden in besonderen Lebenslagen gelingen kann.

Ziele

- optimierte Voraussetzungen für die Entwicklung einer neuen Lehr-/Lernkultur an den Hochschulen zu schaffen, die eine Inklusion dieser heterogenen Studiengruppen ermöglicht
- Erprobung und Evaluation neuer Lehr-/Lernformen, insbesondere des didaktischen Ansatzes Flipped bzw. Inverted Classroom in Kombination mit Blended Learning-Elementen
- das Pilotprojekt am Beispiel studierender Spitzensportler und Berufstätiger soll als Best Practice-Beispiel dienen und einen Transfer auf andere Lehrprojekte mit Studierenden in besonderen Lebenslagen sichern
- aus den gewonnenen Erkenntnissen und Erfahrungen sollen Lehrende zudem mithilfe didaktischer Leitfäden befähigt werden, Lehr-/Lern-Szenarien für Studierende in besonderen Lebenslagen zu entwickeln und umzusetzen
- im Ergebnis soll damit ein wesentlicher Beitrag zur Entwicklung einer neuen Lehr-/Lernkultur geleistet werden

Vorgehensweise

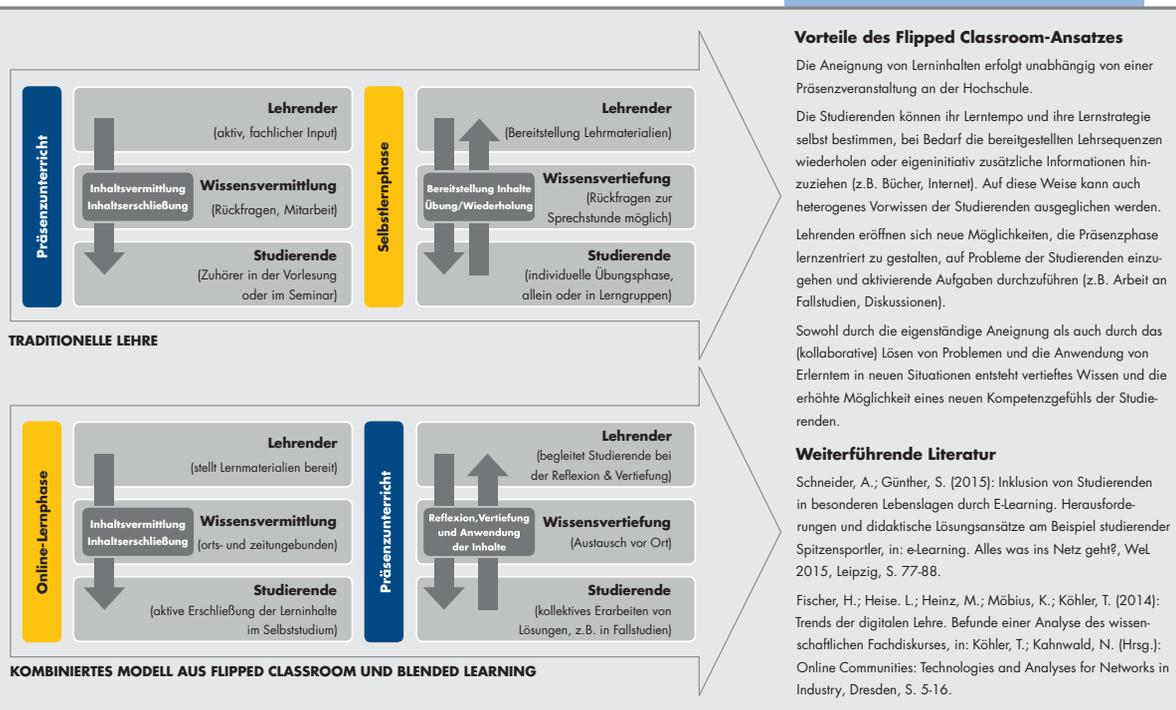
Zur Verwirklichung der Ziele des Projektes sind die folgenden Arbeitspakete vorgesehen.

AP 1: Analyse der Herausforderungen und Rahmenbedingungen des Einsatzes von E-Learning bei Studierenden in besonderen Lebenslagen

AP 2: Konzeption und Erstellung eines online-basierten Kurses „Grundlagen BWL“ auf der Grundlage des Konzepts des Flipped Classroom auf der Lernplattform OPAL

AP3: Erprobung und Evaluation der Lehr-/Lern-Szenarien und verschiedener didaktischer Werkzeuge mit den Studierenden, Lehrenden und Tutoren

AP4: Auswertung der Ergebnisse, Ableitung von Implikationen für andere Zielgruppen und Erstellung eines didaktischen Leitfadens



Vorteile des Flipped Classroom-Ansatzes

Die Aneignung von Lerninhalten erfolgt unabhängig von einer Präsenzveranstaltung an der Hochschule.

Die Studierenden können ihr Lerntempo und ihre Lernstrategie selbst bestimmen, bei Bedarf die bereitgestellten Lehrsequenzen wiederholen oder eigeninitiativ zusätzliche Informationen hinzuziehen (z.B. Bücher, Internet). Auf diese Weise kann auch heterogenes Vorwissen der Studierenden ausgeglichen werden.

Lehrenden eröffnen sich neue Möglichkeiten, die Präsenzphase lernzentriert zu gestalten, auf Probleme der Studierenden einzugehen und aktivierende Aufgaben durchzuführen (z.B. Arbeit an Fallstudien, Diskussionen).

Sowohl durch die eigenständige Aneignung als auch durch das (kollaborative) Lösen von Problemen und die Anwendung von Erlerntem in neuen Situationen entsteht vertieftes Wissen und die erhöhte Möglichkeit eines neuen Kompetenzgefühls der Studierenden.

Weiterführende Literatur

Schneider, A.; Günther, S. (2015): Inklusion von Studierenden in besonderen Lebenslagen durch E-Learning. Herausforderungen und didaktische Lösungsansätze am Beispiel studierender Spitzensportler, in: e-Learning. Alles was ins Netz geht?, Wel 2015, Leipzig, S. 77-88.

Fischer, H.; Heise, L.; Heinz, M.; Möbius, K.; Köhler, T. (2014): Trends der digitalen Lehre. Befunde einer Analyse des wissenschaftlichen Fachdiskurses, in: Köhler, T.; Kahnwald, N. (Hrsg.): Online Communities: Technologies and Analyses for Networks in Industry, Dresden, S. 5-16.

KOMBINATION VON BLENDED LEARNING UND FLIPPED CLASSROOM: EIN INNOVATIVER DIDAKTISCHER ANSATZ ZUR ERMÖGLICHUNG VON DUALEN KARRIEREN

André Schneider, Verena Jahn, Linda Heise
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Der Einsatz mediengestützter Lehr-/Lernmethoden ermöglicht flexible und individuelle Lernprozesse, welche den speziellen Bedürfnissen von Studierenden in besonderen Lebenslagen gerecht werden können. Der Beitrag befasst sich mit dem Inklusionsproblem von studierenden Spitzensportlern sowie berufsbegleitend Studierenden und stellt ein Forschungsprojekt vor, dessen Zielstellung die Schaffung von optimierten Voraussetzungen dualer Karrieren darstellt. Der Scherpunkt dieses Vorhabens liegt auf der Erprobung und Evaluation didaktischer Lehr-/Lernszenarien, insbesondere des Blended Learning-Ansatzes in Kombination mit der Flipped Classroom-Methode.

1. Ausgangslage

Für Menschen in besonderen Lebenslagen (bspw. Berufstätige oder Spitzensportler) stellt die Absolvierung eines Hochschulstudiums eine enorme Herausforderung dar. Insbesondere der zeitliche Rahmen lässt wenig Raum für die Teilnahme an den hochschultypischen Präsenzphasen.

Bei der Betrachtung der Kombination von Spitzensport und Studium wird dieses Inklusionsproblem besonders deutlich (vgl. Abb. 1). Inklusion wird dabei als „die Einbindung der Gesellschaftsmitglieder in die Teilsysteme der modernen, funktional differenzierten Gesellschaft bezeichnet, die in Form von institutionellen Rollen stattfindet und dem Individuum die Partizipation an der Gesellschaft ermöglicht“ [2].

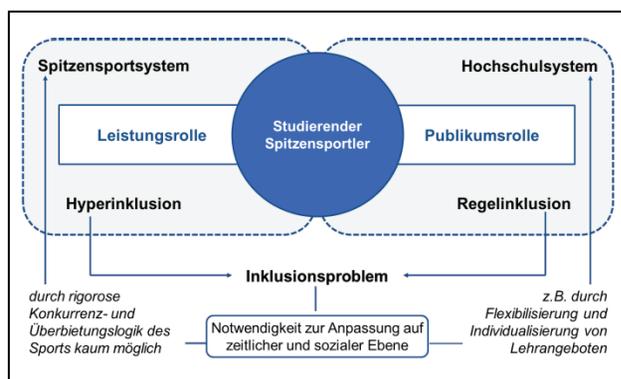


Abb. 1: Inklusionsproblem studierender Spitzensportler

Eine Inklusion in die verschiedenen gesellschaftlichen Funktionssysteme erfolgt durch die Übernahme spezifischer Rollen. Diese untergliedern sich einerseits in sogenannte Leistungsrollen wie Politiker, Forscher oder Produzenten, die in der Regel an spezifische Qualifikationen gebunden sind und daher oft nur wenigen Personen vorbehalten bleiben. Andererseits existieren Publikums- bzw. Komplementärrollen wie Wähler, Konsument oder Schüler, die prinzipiell jedem Gesellschaftsmitglied offen stehen. In Hinblick auf die Teilhabe am Erziehungs- und Spitzensportsystem wird von studierenden Spitzensportlern erwartet, dass diese die verschiedenen Rollen kompetent ausfüllen und

partizipieren. Dies stellt die Basis für eine Inklusion in das jeweilige Teilsystem dar [2].

Die täglichen Trainingseinheiten sowie das Kollidieren von Wettkampfphasen mit Vorlesungs- und Prüfungsterminen stellen das Inklusionsproblem dieser Zielgruppe beispielhaft dar. So stehen die Spitzensportler häufig vor der Entscheidung zwischen einem akademischen Werdegang oder ihren sportlichen Hochleistungen. Daraus entwickelt sich auf der einen Seite für den Spitzensport immer auch das Risiko, die eigenen Leistungsträger zu verlieren [3]. Auf der anderen Seite besteht die Herausforderung für die Hochschulen neue Zielgruppen zu gewinnen. Aus diesem Grund werden sowohl Spitzensport als auch Hochschulen dazu angehalten, entsprechende Studienmöglichkeiten und Rahmenbedingungen zu schaffen, duale Karrieren zu ermöglichen [9].

Die Individualisierung und Flexibilisierung von Lehr-/Lernangeboten stellt in diesem Zusammenhang die zentrale Aufgabe dar. Durch den Einsatz von E-Learning wird ein individueller, zeit- und ortsunabhängiger Lernprozess ermöglicht [1], welcher den speziellen Lernbedürfnissen von Studierenden in besonderen Lebenslagen entspricht.

Digitale Lehr-/Lernformate sind jedoch trotz umfangreicher Investitionen kaum in den Hochschulalltag integriert [5]. Die Gründe hierfür liegen im unzureichenden Wissen der Lehrenden über die Nutzung digitaler Werkzeuge auf der bereitgestellten Lernplattform und ihrer ungenügenden Kompetenz bei der Konzeption, Durchführung und Evaluation neuer Lehr-/Lernformen. Zudem fehlen weiterhin Best-Practice-Beispiele für digitale Lernangebote, an denen sich Lehrende orientieren können und die ihnen Anhaltspunkte aufzeigen, welche Chancen E-Learning bietet um auf die individuellen Bedürfnisse von Studierenden in besonderen Lebenslagen einzugehen.

2. Zielstellung

Im Rahmen des Verbundprojektes „Neue Lehr-/Lernkulturen für digitalisierte Hochschulen“ beschäftigt sich das Teilprojekt „Ermöglichung

dualer Karrieren von Studierenden in besonderen Lebenslagen durch die Etablierung neuer Lehr-/Lernkulturen“ mit der dargestellten Problematik. Ziel des Projektvorhabens ist die Schaffung optimierter Voraussetzungen für die Entwicklung einer neuen Lehr-/Lernkultur an der Hochschule, welche die Inklusion der heterogenen Studiengruppen verbessert. Der Schwerpunkt des Forschungsvorhabens liegt dabei auf der Erprobung neuer Lehr-/Lernformen, insbesondere des Blended Learning unter Berücksichtigung der Flipped Classroom Methode und deren Evaluation. Der Vorteil dieses didaktischen Designs liegt in der effektiveren Nutzung der gemeinsamen Präsenzzeit durch vorhergehende online-basierte und -begleitete Selbstlernphasen.

Das Pilotprojekt, welches sich an der Zielgruppe der studierenden Spitzensportler sowie der berufs begleitend Studierenden orientiert, soll als Best-Practice-Beispiel für die Etablierung einer neuen Lehr-/Lernkultur an Hochschulen dienen und den Transfer auf andere Lehrprojekte sichern. Die daraus gewonnen Erkenntnisse und Erfahrungen werden in didaktische Leitfäden einfließen, mit deren Hilfe Lehrende befähigt werden sollen Lehr-/Lernszenarien für Studierende in besonderen Lebenslagen zu konzipieren und durchzuführen. Die Ergebnisse streben somit an, einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung einer neuen Lehr-/Lernkultur zu leisten.

3. Didaktisch-methodischer Ansatz

Um studierenden Spitzensportlern eine duale Karriere zu ermöglichen, werden im zugrunde liegenden Forschungsprojekt zwei prominente didaktische Modelle kombiniert: zum einen wird der im E-Learning-Bereich umfangreich erprobte Ansatz des Blended Learning genutzt, zum anderen wird er kombiniert mit dem Modell des Flipped Classrooms, welches zudem auch in der Präsenzlehre eingesetzt werden kann.

Der Grundgedanke des Blended Learning-Ansatzes ist die Kombination von Präsenz- und virtuellen Lernintervallen, um deren Vorteile für einen optimalen Lernprozess zu nutzen [6]. Wie die online- und Präsenzphasen arrangiert werden, obliegt dabei dem jeweiligen Lernsetting [7]. So kann der Auftakt mit einem Präsenztreffen erfolgen und sich eine virtuelle Selbstlernphase anschließen oder es wird eine online-basierte Einführung gegeben und Aufgaben verteilt, deren Lösungen in der späteren Präsenz vorgestellt werden. Essenziell für den Erfolg von Blended Learning-Szenarien ist eine intensive Betreuung und Begleitung, sowohl in der Präsenz-, aber vor allem auch in der online-Phase. So können Studierende auch in Abwesenheit von der Hochschule durch online-Tutorien oder Foren in die akademischen Abläufe und Entwicklungen eingebunden werden.

Für die Spezifizierung des vorliegenden Lernvorhabens wird die inhaltliche Ausgestaltung durch den Flipped Classroom-Ansatz modelliert. Im ‚gedrehten Unterricht‘ werden inhaltlich die Präsenzphase und Selbstlernphase der traditionellen Lehr-Lern-Formen getauscht. Die reine Wissens(v)ermittlung erfolgt individuell durch den Lernenden selbst, während Übungen, Praxisaufgaben und Diskussionen gruppenbasiert in der Präsenzphase stattfinden [4]. Entscheidend ist, dass die Lernenden sich von Beginn an aktiv mit den Lerninhalten auseinandersetzen müssen, die ihnen vom Lehrenden bereitgestellt werden, um den vertiefenden Ausführungen folgen und sich an den Diskussionen beteiligen zu können.

In der Kombination mit dem Blended Learning-Ansatz bedeutet dies, dass in der vorgelagerten online-Lernphase der studierende Spitzensportler sich die auf OPAL bereitgestellten Inhalte selbstständig und je nach individueller Zeitverfügbarkeit aneignet. Während der folgenden Präsenz an der Hochschule erfolgt im Kursverband dann anhand von Reflexions- und Anwendungsaufgaben die Wissensvertiefung, um einen oberflächigen, statischen und nur kurzfristigen Wissenserwerb zu vermeiden. Zudem können eventuelle Missverständnisse vom Dozenten aufgelöst werden.

Aus dem gewählten Ansatz heraus ergeben sich einige wesentliche Vorteile für Studierende in besonderen Lebenslagen. Neben der bereits erwähnten Unabhängigkeit der Aneignung von Lerninhalten von der Hochschulpräsenz können sie ihr individuelles Lerntempo und präferierte Lernmodi nutzen. Durch die eigenständige Aneignung des Wissens setzen sie sich aktiver mit dem Lernstoff auseinander als in klassischen Präsenzvorlesungen, bei denen der Lehrende den fachlichen Input gibt und der Lernende eine eher passiv-rezipierende Rolle einnimmt. Heterogene Vorwissenslagen können durch zusätzliche Informationen und iterative Lernzyklen ausgeglichen werden. In den Präsenzphasen können sich die Studierenden austauschen und ihre offenen Fragen klären. Gleichzeitig werden sie durch Diskussionen und Gruppenaufgaben in das Sozialgefüge der Veranstaltung integriert.

Auch für den Lehrenden eröffnen sich neue Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung. So erhält er durch die Auslagerung der Grundlageninformationen in die Selbstlernphase in der Präsenz mehr Zeit für elaborierte Diskussionen und Fallbeispiele und kann zudem auf individuelle Lernlücken eingehen.

4. Vorgehensweise

Zur Verwirklichung der Projektziele sind vier Arbeitspakete vorgesehen, welche im Folgenden skizziert werden.

Im ersten Arbeitspaket werden zunächst die Rahmenbedingungen und Herausforderungen der

Zielgruppe analysiert. Dabei stehen die Lerngewohnheiten, Bedürfnisse und Einstellungen der Studierenden in besonderen Lebenslagen im Fokus. Die Datenerhebung erfolgt mittels leitfadengestützter Einzelinterviews mit Spitzensportlern und berufsbegleitend Studierenden. Die Auswertung der Interviews erfolgt nach der qualitativen Inhaltsanalyse. Die Ergebnisse dienen der zielgruppenspezifischen Gestaltung des E-Learning-Angebotes und fließen ebenso in die didaktischen Leitfäden ein, wodurch der Transfer der Projektergebnisse gesichert wird.

Im zweiten Arbeitspaket richtet sich der Fokus auf die Konzeption und Erstellung der online-basierten Kurse „Grundlagen BWL“ und „wissenschaftliches Schreiben“, welche nach dem oben beschriebenen Konzept gestaltet werden. Die bereits etablierte zentrale Lernplattform OPAL wird für die Wissensvermittlung in den online-Selbstlernphasen genutzt.

Die Erprobung und Evaluation der Lehr-/Lernszenarien bilden das dritte Arbeitspaket. Dabei werden unter anderem die verschiedenen didaktischen Werkzeuge mit allen beteiligten Akteuren, d.h. mit den studierenden Spitzensportlern, den berufsbegleitend Studierenden sowie Lehrenden und Tutoren betrachtet.

Im abschließenden vierten Arbeitspaket erfolgt die Auswertung der erprobten Lehr-/Lernszenarien. Um einen Transfer der Projektergebnisse zu gewährleisten, werden von den Resultaten Implikationen für weitere Zielgruppen abgeleitet, welche ebenso in die didaktischen Leitfäden einfließen.

Während des gesamten Prozesses wird eine formative Evaluation durchgeführt, damit eine entwicklungsbegleitende Optimierung des Lernangebotes sichergestellt werden kann [8].

5. Ausblick

Mit Blick auf die langfristige Nutzung der im Projekt gewonnenen Ergebnisse stellt sich die zentrale Aufgabe, ein solides Nachhaltigkeitskonzept zu generieren. Mit dem Nachhaltigkeitskonzept wird der Transfer der Ergebnisse in die Praxis sichergestellt. Im Sinne der nachhaltigen strukturellen Verankerung der Projektergebnisse baut das Forschungsvorhaben von Beginn an bewusst auf bestehende Strukturen innerhalb der Hochschule auf. So wird im Rahmen des Projektes mit dem Institut für Technologie- und Wissenstransfer (ITWM) zusammengearbeitet, welches bereits heute viele Studien- und Weiterbildungsangebote für die Zielgruppe der nicht-traditionellen Studierenden anbietet. Die Erkenntnisse zu den erprobten Lehr-/Lern-Szenarien sollen insbesondere für die Erstellung und Durchführung von Modulen in verschiedenen Fernstudienkursen genutzt werden.

In einem ersten Schritt betrifft dies die Module zu den Grundlagen der Betriebswirtschaft in dem Fernstudienkurs Industrial Engineering sowie den Vorbereitungskurs für Informationstechnik, welche

speziell für Berufstätige konzipiert wurden. Zudem soll das gewonnene Wissen mit anderen Lehrenden in entsprechenden Workshops, auf Konferenzen und durch Veröffentlichungen geteilt werden. In diesem Zusammenhang bietet sich eine Kooperation mit dem Hochschuldidaktischen Zentrum Sachsen an.

Literaturverzeichnis

- [1] Arnold, P.; Kilian, L.; Thillosen, A.; Zimmer, G. (2015): Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien.
- [2] Borggreffe, C.; Cachay, K.; Riedl, L. (2009): Spitzensport und Studium. Eine organisationssoziologische Studie zum Problem Dualer Karrieren, Schorndorf.
- [3] Elbe, A.M.; Beckmann, J.; Szymanski, B. (2003): Das Drop-out-Phänomen an Eliteschulen des Sports – Ein Problem der Selbstregulation? In: Leistungssport, Jg. 33, Nr. 2, S. 46-49.
- [4] Fischer, M.; Spannagel, C. (2012): Lernen mit Vorlesungsvideos in der umgedrehten Mathematikvorlesung. In: Proceedings der 10. DeLFI - Fachtagung der Informatik, 24.-26. September FernUniversität Hagen, S. 225-236.
- [5] Hochschulforum Digitalisierung (2015): Die Verankerung von digitalen Bildungsformaten in deutschen Hochschulen – Ein Großprojekt wie jedes andere? Publikation im Rahmen der Themengruppe „Change Management und Organisationsentwicklung“ des Hochschulforum Digitalisierung.
- [6] Jahn, V. (2017): Back Flip meets Flipped Classroom. Die Ermöglichung von dualen Karrieren für studierende Spitzensportler durch innovative E-Learning-Ansätze. In: Schneider, A.; Köhler, J.; Schumann, F. (Hrsg.): Spitzensport und Studium: Herausforderungen und Lösungsansätze zur Ermöglichung dualer Karrieren, Wiesbaden.
- [7] Koop, B.; Mandl, H. (2011): Blended Learning: Forschungsfragen und Perspektiven. in: Klimsa, P.; Issing, L. J. (Hrsg.), Online-Lernen, Handbuch für Wissenschaft und Praxis, 2. Auflage, München, S. 139-150.
- [8] Mayer, H.O. (2010): Evaluation von E-Learning-Produkten/Prozessen. In: Mayer, H.O.; Kriz, W. (Hrsg.): Evaluation von eLernprozessen. Theorie und Praxis. S. 15-24.
- [9] Schneider, A.; Günther, S. (2015): Inklusion von Studierenden in besonderen Lebenslagen durch E-Learning. In: Hering, K.; Kawalek, J.; Hornoff, K.; Staudte, C. (Hrsg.): e-Learning. Alles was ins Netz geht? Tagungsband zum Workshop on e-Learning 2015. S. 77-88.

Kurzschneckenextruder für das Compoundieren von NPC

Zielstellung:

- Compoundieren von NPC Nature Plastic Compounds (>80% Naturstoff)
- Aufschmelzen des Kunststoffanteils bei geringer thermischer Belastung des Füllstoffes
- homogene Verteilung der Komponenten
- reduzieren der Herstellkosten der NPC's um ca. 50%

Umsetzung:

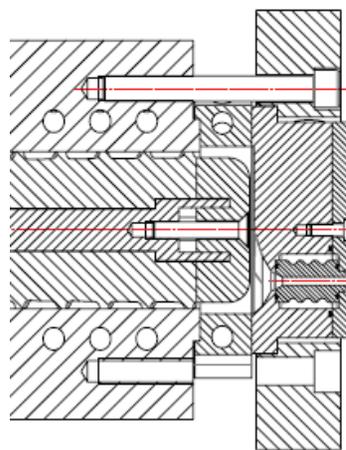


Plastifiziereinheit

- Versuche mit der Scheibenplastifizierung
- Auslegung der Kurzschnecke (Varianten)
- Auslegung der Plastifizierscheibe mit Fördererelementen
- Entgasung der Feuchtigkeit der Naturstoffe

Extrusionswerkzeug/ Granuliereinheit

- Entwicklung eines Düsensystems mit Druckmessung
- Berechnung des Druckbedarfs der Düsen
- Entwicklung von Düsen, bei denen die Kühlung gleichzeitig zur Strangformung erfolgt
- Heißabschlag mit rotierendem Messer
- variable Luftkühlung mit Transportfunktion



Ergebnisse:

Füllstoffe: Stroh, Haferspelzen u.a. Rückstände der Getreideherstellung

Trägermaterialien: Polyolefine und biobasierte Kunststoffe

Extruder: Kurzschneckenextruder (Prinzip Scheibenplastifizierung)

Granulierung: Heißabschlag mit Luftkühlung

Verifizierung: Spritzgießen

Ökoplast GmbH
Dipl.-Ing. Fanziska Seidel
Industrieweg 12
09648 Mittweida
Telefon: 49 (0)3727 / 930559
Telefax: 49 (0)3727 / 930654
E-Mail: oekoplast@t-online.de

Hochschule Mittweida
Fakultät Ingenieurwissenschaften | Prof. Dr.-Ing. E. Wißwa
Technikumplatz 17
09648 Mittweida
Telefon: +49 (0)3727/58-1367
E-Mail: wissuwa@hs-mittweida.de



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

KURZSCHNECKENEXTRUDER FÜR DAS COMPOUNDIEREN VON NPC

Franziska Seidel¹, Eckhard Wißuwa²

¹Ökoplast GmbH, Industrieweg 12, D-09648 Mittweida

²Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Abstract:

Immer häufiger werden Kunststoffteile aus umweltverträglichen Werkstoffen nachgefragt. Oft scheidet der Einsatz dieser Werkstoffe am Rohstoffpreis. Deshalb sollten Biopolymere im Vergleich zu den Standardkunststoffen neben den Eigenschaften auch preislich wettbewerbsfähig sein. Für die preiswerte Compoundierung der NPC[®] Nature Plastic Compounds wurde ein Kurzschneckenextruder entwickelt.

Increasingly is being requested for plastic parts made from environmentfriendly materials. Often the application of such materials is not possible due to the commodity prices. For this reason biopolymers should be competitive not only as to the properties, but as to the prices, too, with respect to the standard plastic materials. For the purpose of low-cost compounding of the NPC Nature Plastic Compounds that are filled with natural materials from domestic agriculture is testing a short-screw extruder.

Immer häufiger werden weltweit umweltverträgliche Werkstoffe nachgefragt. Eine dieser Alternativen sind die NPC[®] Nature Plastic Compounds, welche auf Polyolefinen bzw. biobasierten Kunststoffen basieren und mit Abfallprodukten aus der heimischen Landwirtschaft (z.B. Haferspelzen) gefüllt sind.

Die Direktverarbeitung der Naturstoffe auf Extruder oder Spritzgießmaschinen ist aufgrund der geringen Schüttdichte, dem hohem Staubanteil und der hohen Feuchtigkeit mit großen Schwierigkeiten verbunden. Es ist deshalb sinnvoll, NPC[®] - Compounds mit hoher Konzentration an Naturstoffen für die Verarbeitung einzusetzen.

In der Regel erfolgt die Compoundierung von Kunststoffen über Doppelschneckenextruder, Planetwalzenextruder oder Ko-Kneter. Diese Lösungen sind aber sehr aufwendig, teuer, energieintensiv und führen zu einer zu hohen thermischen Belastung der Naturstoffe.

Innerhalb eines vom BMWi geförderten ZIM-Projektes wurde eine Technikumsanlage für die Compoundierung von NPC-Batches entwickelt und erprobt. Die Hauptaufgabe bestand darin, mit einem Kurzschneckenextruder den geringen Anteil Kunststoff aufzuschmelzen, den Naturstoff zu verteilen, zu entgasen und bei geringer thermischer Belastung des Naturstoffes das Compound einer Granuliereinrichtung zuzuführen. Zur Granulierung wurde die

Trockengranulierung eingesetzt, um das NPC[®]-Batch nicht wieder zu befeuchten.

Die Anlage besteht aus der Plastifiziereinheit zum Einarbeiten der Naturstoffe in die Kunststoffmatrix, dem formgebenden Werkzeug und der Granuliereinheit. Als Basis dient die Scheibenplastifizierung, welche zur Verbesserung des Druckaufbaus in der Schmelze und zur Materialeinspeisung mit einer Schneckenzuführung kombiniert wird. Für die Strangformung bei der Granulierung wurden verschiedene Düsengeometrien untersucht. Die optimale Geometrie und Anzahl der Düsen wurden auf das Compound und die Durchsatzmenge ausgelegt. Die Trockengranulierung erfolgt mit einem rotierenden Messer mit anschließender Luftkühlung.

Im Ergebnis des Projektes konnte nachgewiesen werden, dass mit einem Kurzschneckenextruder Ø 70mm und einem L/D- Verhältnis von 2,5 eine Compoundierung von mit Naturstoffen hochgefüllten Compounds möglich ist. Durch die kompakte Bauweise und die kurzen Verweilzeiten des Materials im Extruder sind deutliche Vorteile gegenüber den bisher eingesetzten Compoundieranlagen erreicht worden.

Spritzgießen von Kleinteilen aus Duroplast

Zielstellung:

- unterschiedliche Duroplast-Materialien
- maximales Formteilmgewicht 2 g
- geringe Verweilzeit des Materials
- Mehrkavitätenwerkzeuge

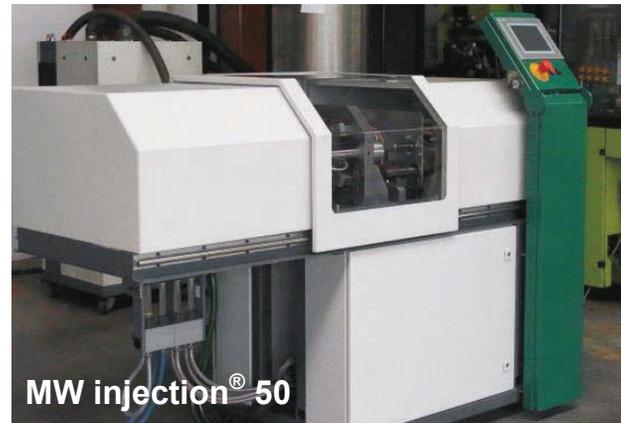
Umsetzung:

Schneckenkolbenplastifizierung

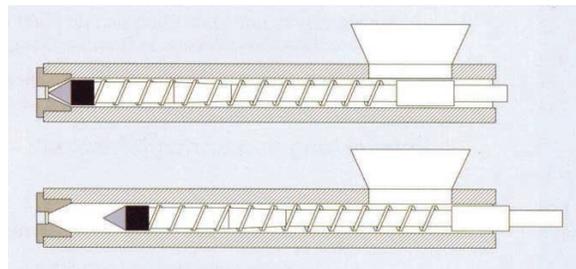
- Schneckendurchmesser: 15 mm
- wirksame Schneckenlänge: 15 D
- maximale Verweilzeit: 5 Zyklen
- Konstanz bei Formteilmasse, Spritz- und Dosierzeit durch:
 - Rückstromsperre ohne bewegliche Bauteile
 - Schneckenrotation während des Einspritzvorgangs

Zylinder und Temperierung

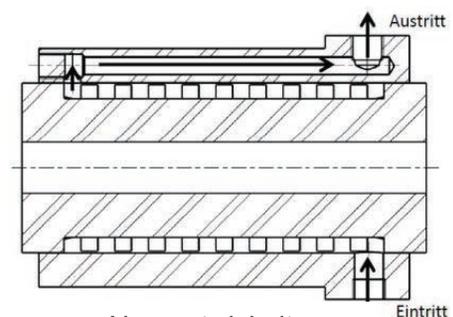
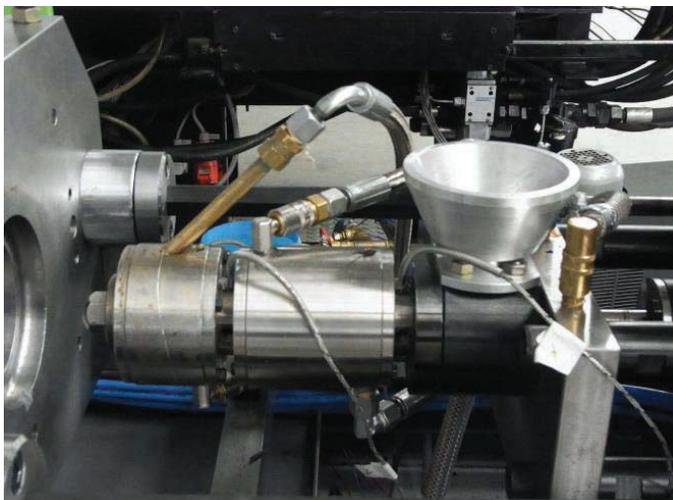
- Öltemperierung
- guter Wärmeübergang durch Temperierkanäle im Zylinder
- optimierter Fließkanal für gleichmäßige Temperierung
- glatte Temperiermanschette
- Einzug CONTACT für
 - schlecht rieselfähige Materialien mit geringer Schüttdichte
 - optimale Füllung der Schnecke



MW injection® 50



Verlängerter Materialeinzug
CONTACT



Neu entwickelte
Zylindertemperierung



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Ökoplast GmbH
Dipl.-Ing. Fanziska Seidel
Industrieweg 12
09648 Mittweida
Telefon: 49 (0)3727 / 930559
Telefax: 49 (0)3727 / 930654
E-Mail: oekoplast@t-online.de

Hochschule Mittweida
Fakultät Ingenieurwissenschaften | Prof. Dr.-Ing. E. Wißuwa
Technikumplatz 17
09648 Mittweida
Telefon: +49 (0)3727/58-1367
E-Mail: wissuwa@hs-mittweida.de

SPRITZGIESSEN VON KLEINTEILEN AUS DUROPLAST

Franziska Seidel¹, Eckhard Wißuwa²

¹Ökoplast GmbH, Industrieweg 12, D-09648 Mittweida

²Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Abstract:

Duroplaste stellen eine interessante und kostengünstige Alternative zu hochtemperaturbeständigen Thermoplasten dar. Sie haben neben einer guten Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit eine ästhetisch anspruchsvolle, kratzfeste Oberfläche und sind vergleichsweise preisgünstig. Es wird eine Vorrichtung zum Spritzgießen von Kleinteilen aus Duroplasten präsentiert, die für die Spritzgießmaschine MW injection 50 entwickelt wurde. Mit der neuen Plastifizier- und Einspritzeinheit können ausgewählte duroplastische Werkstoffe verarbeitet werden.

Thermosets represent an interesting and cost-effective alternative to high temperature resistant thermoplastics. Besides good thermal and chemical resistance, they have an aesthetic, superior, scratchproof surface and are comparatively inexpensive. It is called a device for injection molding of small parts from thermosets for the MW injection 50 injection molding machine. With the new plastication and injection unit, selected thermoset materials can be processed.

In einem vom BMWi geförderten Kooperationsprojekt hat die Ökoplast GmbH gemeinsam mit der Hochschule Mittweida eine Vorrichtung zum Spritzgießen von Kleinteilen aus Duroplast entwickelt. Duroplast-Formteile haben neben einer hohen Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit eine ästhetisch anspruchsvolle sowie kratzfeste Oberfläche. Sie sind vergleichsweise günstig im Preis und gewinnen dadurch auch bei Kleinteilen an Bedeutung.

Basis für die Entwicklung der Plastifizier- und Einspritzeinheit zur Verarbeitung von Duroplast-Materialien war die in vorangegangenen Projekten entwickelte Spritzgießmaschine „MW injection 50“. Bei der Auslegung der Duroplast-Einheit wurde ein maximales Schussgewicht von 2 g und eine Verweilzeit des Materials von maximal 5 Spritzzyklen angestrebt. Zur Gewährleistung eines problemlosen Einzugs- und Förderverhaltens der Duroplastmasse wurde ein Schneckendurchmesser von 15 mm in Verbindung mit den früher entwickelten Materialeinzug CONTACT, sowie für eine ausreichende Temperierung des Materials ein L/D-Verhältnis von 15 festgelegt. Bei Einsatz einer konventionellen Duroplast-Schnecke wird bei 2g Schussgewicht eine Verweilzeit der Masse von ca. 14 Spritzzyklen erreicht. Durch Veränderung von Gangtiefe, Steigung und Stegbreite wurde das Gangvolumen einer optimierten Schnecke so ausgelegt, dass sich eine Verweilzeit der Masse von nur 5 Spritzzyklen ergibt. Die entwickelte Rückstromsperre besteht nur aus einem Bauteil und verhindert das Zurückfließen der Masse in die Schneckengänge während des Einspritzens durch Abbau der Druckdifferenz.

Für die Temperierung des Zylinders wurden im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen die Temperierkanäle in den Zylinder-Außendurchmesser gelegt, der Fließkanal wurde optimiert, die Oberfläche für den Wärmeübergang vergrößert. Die Temperiermanschetten besitzen keine profilierte Oberfläche.

Als besonders vorteilhaft erweist sich der Einzug CONTACT bei der Verarbeitung dieser schlecht rieselfähigen Materialien mit geringer Schüttdichte. Während der Plastifizierung sind aufgrund der verlängerten Einzugsöffnung trotz Schneckenrücklauf alle Schneckengänge mit Material gefüllt.

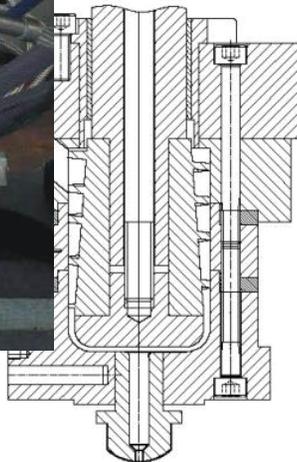
Für die Untersuchungen zum Spritzen von Kleinteilen wurde eine Scheibe mit Durchmesser 23 mm, einer Dicke von 2 bzw. 4 mm und unterschiedlichen Oberflächenrauheiten ausgewählt.

Scheibenplastifizierung für kleine Schmelzemengen

Scheibenplastifizierung



Die Scheibenplastifizierung ist eine Kombination von Schneckensegment und Scheibe. Das Granulat wird durch das Schneckensegment dosiert, vorgewärmt, entgast und zwischen rotierender Scheibe sowie beheiztem Stator plastifiziert und homogenisiert.



Das bedeutet:

- thermisch und mechanisch homogene Schmelze
- geringe thermische Belastung der Schmelze aufgrund kurzer Verweilzeiten
- Verarbeitung aller Thermoplaste durch verstellbaren Plastifizierspalt
- Plastifizierungsmengen bis 1 g/s
- für Direkteinfärben besonders geeignet

MW injection® 50: Standardausführung

- ✓ Scheibenplastifizierung für Verarbeitung von Standardgranulat
- ✓ Kolbeneinspritzung mit Spritzdrücken bis 2.000 bar
- ✓ konventionelle Kniehebel-Schließereinheit
- ✓ präzise Prozessregelung bei einfacher Bedienung und komfortabler Visualisierung



SCHEIBENPLASTIFIZIERUNG FÜR KLEINE SCHMELZMENGEN

Franziska Seidel¹, Eckhard Wißuwa²

¹Ökoplast GmbH, Industriegeweg 12, D-09648 Mittweida

²Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Abstract:

Die Scheibenplastifizierung ist eine Kombination von Schneckensegment und Scheibe. Das Granulat wird durch das Schneckensegment dosiert, vorgewärmt, entgast und zwischen rotierender Scheibe und beheiztem Stator plastifiziert und homogenisiert. Die MW injection 50 ist eine neue Spritzgießmaschine für Klein- und Mikroteile bis 2 Gramm.

The diskpack plastication is a combination of screw segment and disc. The granulate will be dosed, preheated and deaerated by the screw segment and afterwards plasticated and homogenized between rotating disc and heated stator ring. The MW injection 50 is a new injection molding machine for small and micro parts up to 2 gramme

Bei der modifizierten Scheibenplastifizierung wird Standardgranulat über ein Schneckensegment dosiert, vorgewärmt sowie entgast und anschließend zwischen der rotierenden Scheibe und einem Stator plastifiziert, homogenisiert und Massedruck aufgebaut. Die geförderte (dosierte) Feststoffmenge muss auf die Aufschmelzleistung des Plastifizierspaltes abgestimmt sein. Demzufolge werden für teilkristalline und amorphe Kunststoffe unterschiedliche Geometrien eingesetzt. Mit dieser Einrichtung lässt sich eine kurze Verweilzeit der Schmelze in der Plastifiziereinrichtung bei sehr guter thermischer und mechanischer Homogenität realisieren. Die erreichten Aufschmelzmengen liegen für Polypropylen bei max. 1g/s und liegen damit bei vergleichbaren Drehzahlen im Bereich von Standardschnecken mit Durchmesser 14mm.

Bei der neuen Ein- Stationen- Maschine „MW Injection 50“ kommt neben der modifizierten Scheibenplastifizierung eine Kniehebel-Schließeinheit und eine Kolbeneinspritzung zum Einsatz. Mit dieser konventionellen Schließeinheit können vorhandene Spritzgießwerkzeuge, auch Stammwerkzeuge mit wechselbaren Einsätzen genutzt werden.

Erster Anwender der „MW injection 50“ und einer Baugruppe für eine zweite. Kunststoffkomponente (2K- Einheit) ist Ökoplast GmbH Mittweida. Das Unternehmen fertigt u.a. Kleinteile für die Automobilindustrie, die Medizintechnik sowie für die Elektronik und Sensortechnik.

Analyse von Mieterzufriedenheit und Mieterwünschen



am Beispiel der Wohnungsgenossenschaft Mittweida

Grundlagen

Im Rahmen des Moduls Immobilienwirtschaft des Masterstudiengangs Industrial Management (Vertiefungsbereich Immobilienmanagement und Facilities Management) bestand Anfang 2014 die Aufgabe der Studenten darin, ein wohnungswirtschaftliches Konzept für die Wohnungsgenossenschaft Mittweida e.G. (WGM) zu entwickeln. Dafür wurde der Immobilienbestand der WGM (1.635 Wohneinheiten) in sechs Strategische Geschäftseinheiten unterteilt, dessen baulicher Zustand und die Altersstruktur der Mieter analysiert. Ergänzt durch eine Prognose der demographischen Entwicklung in Mittweida und zukünftiger Wohntrends wurden darauf aufbauend verschiedene potentielle Mieterzielgruppen betrachtet. Ein Ergebnis dieser Zielgruppenanalyse war die Empfehlung an die WGM, sich verstärkt dem Segment des altersgerechten Wohnens zu widmen. Um in diesen

Zusammenhang konkreter werden zu können, wurde eine vertiefende Analyse der Mieterzufriedenheit und Mieterwünsche durch die Studenten empfohlen. Diese Empfehlung wurde durch die WGM aufgegriffen und eine Befragung aller Mieter durchgeführt.



Handlungsempfehlungen

- Erneuerung Wohnungseingangstüren
- Stromanschluss für Elektroherd
- Stufe zum Balkon entfernen
- Dusche statt Wanne
- Belüftungssystem Badezimmer erneuern
- Balkone streichen
- Sitzbänke und Spielplätze in Grünflächen integrieren
- Fahrradständer vor Gebäuden
- Parkverbote strenger kontrollieren
- Flächen zum Be- und Entladen schaffen
- Sauberkeit der Biotonnen gewährleisten
- Hausreinigung strenger kontrollieren
- Empfehlungen für Umgang mit Wohnung (z.B. Vorbeugung Schimmel)
- Rechtliche Ratschläge zum Mietrecht
- Aktueller Veranstaltungskalender
- Appell zur Einhaltung der Hausordnung
- Ergebnisse der Umfrage darstellen
- Veranstaltungen zu Zeiten der Berufstätigen nutzen können
- Angebote für Familien und junge Leute



Mieterumfrage

Insgesamt wurden für diese Umfrage alle 1.635 Haushalte befragt. Der Rücklauf lag mit fast 39% verhältnismäßig hoch, wurde Großteils positiv von den Mietern angenommen und auch für Beschwerden und Anregungen genutzt. Im ersten Teil des Fragebogens wurden offene, wie geschlossene Fragen zur Wohnsituation und zur Zufriedenheit mit der Wohnung, dem Umfeld und dem angebotenen Serviceleistungen gestellt. Der zweite Teil widmete sich baulichen Veränderungswünschen und weiteren Dienstleistungen. In diesem Zusammenhang wurden auch Zahlungsbereitschaften für bestimmte Maßnahmen (z.B. für Balkon, Aufzug, Haushaltshilfe etc.) abgefragt.

Ergebnisse der Umfrage

In der Auswertung der zurück gesendeten Bögen kann eine hohe Zufriedenheit der Mieter mit ihren Wohnungen konstatiert werden. Hinsichtlich Größe, Zuschnitt, Sanierungsstand und Gemütlichkeit sind jeweils über 80 % der Mieter zufrieden. Auch das Wohnumfeld wurde positiv bewertet. Besonders sticht hier die Anbindung an den ÖPNV und die Entfernung zu Bildungseinrichtungen heraus. Negativ wurden hingegen die Ausstattung der Spielplätze und die vorhandenen Parkmöglichkeiten bewertet. Hier bestehen die größten Verbesserungspotentiale. Mit der WGM

als Vermieter und den Hausmeistern als direkten Ansprechpartner vor Ort sind die Mieter sehr zufrieden. Die Befragung nach baulichen Veränderungen beschränkte sich auf Balkone, Aufzüge und die Ausstattung der Badezimmer. Die Wünsche und Zahlungsbereitschaften der Mieter gehen hier z. T. deutlich auseinander. Der Wunsch nach einem Balkon ist größer als nach einem Aufzug. Mit der Badezimmersaustattung sind die Mieter überwiegend zufrieden. Weitere Dienstleistungen, wie eine Haushaltshilfe oder eine Mittagsverpflegung werden nicht gewünscht.

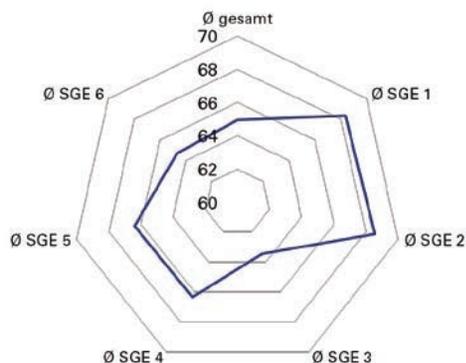
ANALYSE VON MIETERZUFRIEDENHEIT UND MIETERWÜNSCHEN AM BEISPIEL DER WOHNUNGSGENOSSENSCHAFT MITTWEIDA EG

Jan Schaaf, Linda Falk

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Im Rahmen der Entwicklung eines wohnungswirtschaftlichen Konzeptes für die Wohnungsgenossenschaft Mittweida e.G. (WGM) wurde der bauliche Zustand und die Altersstruktur der Mieter im Immobilienbestand der WGM (1.635 Wohneinheiten) analysiert. Aufbauend auf den Analyseergebnissen wurden, neben den im Fragebogen aufgeführten Vorschlägen zu baulichen Veränderungen, vor allem Handlungsempfehlungen anhand konkreter Mieterwünsche für Maßnahmen des altersgerechten Wohnens gegeben.

Im Rahmen des Masterstudiums wurde Anfang 2014 ein wohnungswirtschaftliches Konzept für die WGM entwickelt. In diesem wurde die demografische Entwicklung der Stadt Mittweida analysiert und prognostiziert. Weiterhin wurde der Bestand der WGM bereits in strategische Geschäftseinheiten (SGE) aufgeteilt und grob analysiert. In weiteren Arbeitsschritten erfolgten eine Mieterzielgruppenbetrachtung, sowie eine Analyse des Sanierungsstandes des Bestandes.

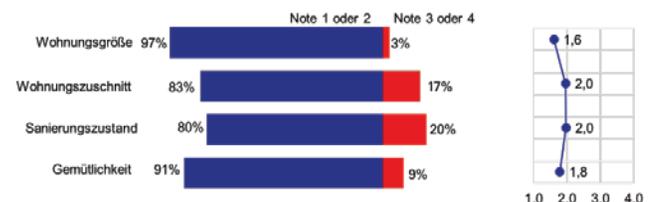


Aufgrund des ermittelten Durchschnittsalters innerhalb der Geschäftseinheiten, war ein Ergebnis dieser Zielgruppenanalyse die Empfehlung an die WGM, sich verstärkt dem Segment des altersgerechten Wohnens zu widmen.

Um in diesen Zusammenhang konkreter werden zu können, wurde eine vertiefende Analyse der Mieterzufriedenheit und Mieterwünsche anhand einer Befragung aller Mieter durchgeführt.

Im ersten Teil des Fragebogens wurden offene, wie geschlossene Fragen zur Wohnsituation und zur Zufriedenheit mit der Wohnung, dem Umfeld und dem angebotenen Serviceleistungen gestellt. Der zweite Teil widmete sich baulichen Veränderungswünschen und weiteren Dienstleistungen. In diesem Zusammenhang wurden auch Zahlungsbereitschaften für bestimmte Maßnahmen (z.B. für Balkon, Aufzug, Haushaltshilfe etc.) abgefragt.

In der Auswertung der zurückgesendeten Bögen kann eine hohe Zufriedenheit der Mieter mit ihren Wohnungen konstatiert werden. Hinsichtlich Größe, Zuschnitt, Sanierungsstand und Gemütlichkeit sind jeweils über 80 % der Mieter zufrieden.



Auch das Wohnumfeld wurde positiv bewertet. Besonders sticht hier die Anbindung an den ÖPNV und die Entfernung zu Bildungseinrichtungen heraus. Negativ wurden hingegen die Ausstattung der Spielplätze und die vorhandenen Parkmöglichkeiten bewertet. Hier bestehen die größten Verbesserungspotentiale. Mit der WGM als Vermieter und den Hausmeistern als direkten Ansprechpartner vor Ort sind die Mieter sehr zufrieden.

Die Befragung nach allgemeinen baulichen Veränderungen beschränkte sich auf Balkone, Aufzüge und die Ausstattung der Badezimmer. Die Ergebnisse sind sehr differenziert. Dennoch wünschen sich mehr Mieter einen Aufzug und einen Balkon. Mit der Badezimmerausstattung sind die Mieter in den meisten Fällen zufrieden.

Weitere Dienstleistungen, wie eine Haushaltshilfe oder eine Mittagsverpflegung werden nicht gewünscht. Ausgehend vom allgemeinen Verständnis der Mieter zum Thema „altersgerechtes Wohnen“ wurden Handlungsempfehlungen an die WGM gerichtet, die sich aus den Antworten der Teilnehmer ergaben. Hier wurden vor Allem der Wunsch nach einer ebenerdigen Dusche statt Badewanne, ein Aufzug und die Entfernung der Türschwellen, insbesondere zum Balkon, genannt.

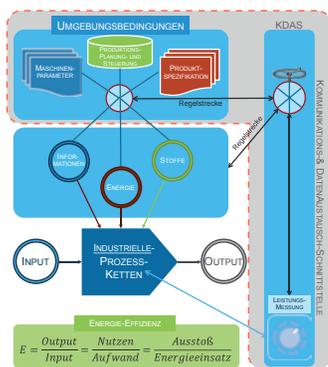
Erarbeitung modellhafter Lösungsansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz

in industriellen Prozessketten für KMU sowie für den Immobilienbereich

Energie ist eine der signifikantesten Treiber der sozialen und wirtschaftlichen Entwicklung der Gesellschaft und der Umgang mit dieser limitierten Ressource sowie die damit in Zusammenhang stehenden Aktivitäten haben darüber hinaus große Auswirkungen auf unsere Umwelt. Der verantwortungsvolle Umgang mit Ressourcen ist aufgrund der zunehmenden ökologischen Knappheit dieser und der damit in Zusammenhang stehenden Probleme bei der Allokation eines der wichtigsten Instrumente einer nachhaltigen Entwicklung innerhalb der Volkswirtschaft.

In diesem Projekt soll insbesondere die Forschungslücke zwischen den Zusammenhängen des Entstehens von Energie- und Ressourcenverbräuchen in industriellen Prozessketten und den dafür bestimmenden Faktoren und Determinanten in der Verursachung geschlossen werden. Zusätzlich sollen modellhafte Lösungsansätze zur Vermeidung nutzerabhängiger Energievergeudung gefunden werden. Dieses Problem tritt weniger in Industrieprozessen, dafür vermehrt in öffentlichen- und Verwaltungsgebäuden, wie zum Beispiel Hochschulen auf. Somit eine ganzheitliche Betrachtung von Energieeinsparpotenzialen möglich.

Erhöhung der Energieeffizienz in industriellen Prozessketten mit einer Datenaustauschnittstelle



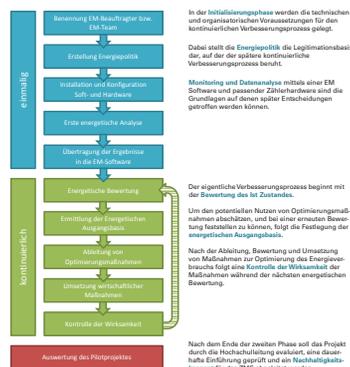
Im Projekt werden folgende Punkte erarbeitet:

- modellhafte Lösungsansätze um die Energieeffizienz in industriellen Prozessketten für KMU sowie für den Immobilienbereich zu erhöhen
- theoretischer Modellansatz für ein Interface als modulare elektronische Kommunikations- und Datenaustauschnittstelle „KDAS“ zur zeitnahen Erfassung der Verbräuche und deren Zuordnung
- technische Anforderungskonzeption für das Design der KDAS unter Berücksichtigung der Operationalisierung, Regelung und Überwachung der für die Effizienzoptimierung signifikanten Prozessparameter

Erhöhung der Energieeffizienz in industriellen Prozessketten mit einer Datenaustauschnittstelle

Prof. Dr.-Ing. Ralf Hartig
Telefon: 037271 58 1615
E-Mail: hartig@hs-mittweida.de

Energieeinsparung durch Einführung eines Energiemanagementsystems an der HS Mittweida



Im Projekt werden folgende Punkte erarbeitet:

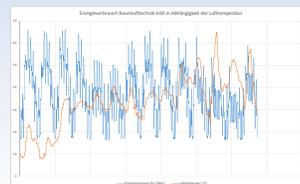
- Analyse der vorhandenen Zählerinfrastruktur und Implementierung der tatsächlichen Medien- und Gebäudeinfrastruktur in eine Energiemanagementsoftware
- detaillierte Bewertung der Energieverbräuche und Ermittlung geeigneter Kennzahlen zur Überprüfung und Prognostizierung von Optimierungsmaßnahmen
- Ableitung und Umsetzung technischer und baulicher Optimierungsmaßnahmen
- Entwicklung passender Methoden zur Nutzereinbindung

Einführung eines Energiemanagementsystems an der HS Mittweida

Prof. Dr.-Ing. Jörg Mahlich
Telefon: 037271 58 1218
E-Mail: mahlich@hs-mittweida.de



Beispiel Auswertung:
Energieverbrauch RLT in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur



ERARBEITUNG MODELLHAFTER LÖSUNGSANSÄTZE ZUR ERHÖHUNG DER EINERGIEEFFIZIENZ IN INDUSTRIELLEN PROZESSKETTEN FÜR KMU SOWIE DEN IMMOBILIENBEREICH

Ralf Hartig, Jörg Mehliß
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Der erfolgversprechende Ansatz zur Erzielung von Energieeffizienz in Unternehmen ist fokussiert auf eine kontinuierliche Optimierung der Stoff- und Energieflüsse innerhalb der wiederkehrend durchlaufenden Prozessketten entlang aller Wertschöpfungsstufen. Dies setzt jedoch voraus, dass werteverzehrende Verbräuche in Echtzeit operationalisiert und überwacht werden. Im Immobilien-Bereich ist jedoch der individuelle Umgang der Nutzer mit den entsprechenden Energieverbrauchern bestimmend. Gleichzeitig ist der Grad der Automatisierung in diesen Bereichen wesentlich geringer, was dazu führt, dass sich die Datenquellen für die Identifizierung der wesentlichen Verbrauchstreiber stark von denen im industriellen Bereich unterscheiden.

Erhöhung der Energieeffizienz in industriellen Prozessketten für KMU

Dieser Forschungsschwerpunkt verfolgt das Ziel, den energetischen Verbräuchen die entsprechenden Determinanten der Verursachung aus den unterschiedlichsten Quellen zuzuordnen und diese über die Bildung von energetischen Performanceindikatoren zu überwachen und zu optimieren. Hierfür sollen mathematische Modelle für die jeweiligen Einflussfaktoren erarbeitet und in eine Kommunikations- und Datenaustauschnittstelle (DAKS) implementiert werden, womit in der Folge eine Überwachung und Regelung dieser überhaupt erst ermöglicht wird.

Als Ausgangsbasis gilt es zu analysieren, welche indirekten Umgebungsbedingungen die Verbräuche signifikant beeinflussen und welche Datenaustauschformate bereits dafür existieren. Bisher wurde zu den Ausgangsbedingungen im Themengebiet „Analyse“ erst einmal eine Grundanalyse zu den bestehenden Datenaustauschformaten vorgenommen. Dabei orientierte man sich vor allen an vergleichbaren Produkten auf dem Markt.

Die nächsten Schritte bestehen in einer genaueren Analyse der Kommunikationsschnittstellen, um diese möglichst vereinheitlicht für das System nutzbar zu machen. Im Themengebiet „Lösungsansätze“ sollen dann die ermittelten Erkenntnisse im Rahmen des Anforderungsmanagements in ein Pflichtenheft eingearbeitet werden.

Erhöhung der Energieeffizienz im Immobilienbereich

Innerhalb dieser Aufgabenstellung ist es das Ziel, die Energie- und Medienverbräuche der Hochschule Mittweida nachhaltig zu optimieren und einen möglichst einheitlichen Maßnahmenkatalog zur technischen Optimierung, sowie der Optimierung des Nutzerverhaltens in öffentlichen- und Verwaltungsgebäuden zu erarbeiten. Dafür sollen verschiedene Ansätze entwickelt werden, die das Bewusstsein über den Umgang mit Energie stärken.

Mit Bezug auf die DIN EN ISO 50001 wurde ein Energiemanagementsystem für das 2014 fertiggestellte Campusgebäude „Zentrum für Medien und Soziales“ (ZMS) an der Hochschule Mittweida aufgebaut. In Kooperation mit dem SIB wurde ein Zählerkonzept entwickelt anhand dessen das Gebäude mit insgesamt 45 auf die GLT aufgeschalteten Energie- und Wärmemengenzählern ausgestattet wurde. Für die Speicherung und Visualisierung der Zählerdaten, ist das Energiemanagement-Modul der CAFM Software VITRIcon® implementiert. Seit Mitte des Jahres 2015 werden somit die Verbrauchsdaten des ZMS zentral erfasst, die die Grundlage für die energetische Bewertung stellen.

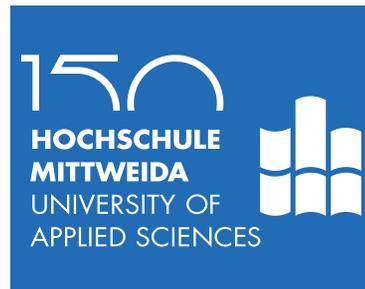
Aufbauend auf der Datenauswertung werden kontinuierlich Methoden und Maßnahmen zur Optimierung der Energie- und Medienverbräuche entwickelt, umgesetzt und überwacht.

Entwicklung einer Plattform für Integration, Visualisierung und Modellierung von Biodaten

Gabriel Kind; Eric Zuchantke & Röbbie Wünschiers
Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences, Mittweida/Deutschland

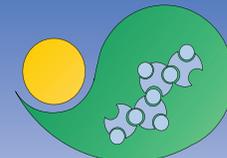
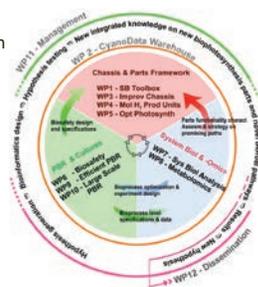
Maria Siurana Paula; David Fuente Herraiz & Javier F. Urchueguia
Universitat Politècnica de València, Valencia/Spanien

Kontakt: gkind@hs-mittweida.de



Überblick

CyanoFactory (cyanofactory.eu) ist ein Forschungsprojekt der europäischen Union mit dem Ziel mittels synthetischer Biologie die Wasserstoffproduktion von Cyanobakterien zu verbessern. Die Aufgabe in Mittweida ist dabei die Entwicklung einer webbasierten Wissensdatenbank, um den Austausch zwischen den Projektpartnern zu vereinfachen und zu koordinieren. Die Software ist eine Weiterentwicklung der WholeCell Knowledge Base der Stanford Universität. Neben den Projektdaten werden zusätzlich externe, biologische Datenbanken angebunden und deren Daten mit den experimentellen Ergebnissen kombiniert. Neben grafischer Darstellung der Chromosomen bzw. Plasmide stehen auch Stoffwechselkarten und Protein-Interaktionen zur Verfügung. Weiterhin bietet CyanoDesign die Möglichkeit der metabolischen Modellierung, um die Effizienz von enzymatischen Reaktionen im Organismus zu ermitteln.



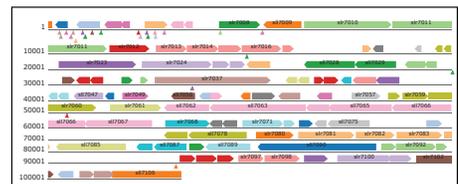
Organismus

Der verwendete Modellorganismus ist *Synechocystis sp. PCC 6803*. Cyanobakterien sind in der Lage Wasserstoff zu produzieren. Er ist der dritte vollständig sequenzierte Mikroorganismus und daher recht gut erforscht.

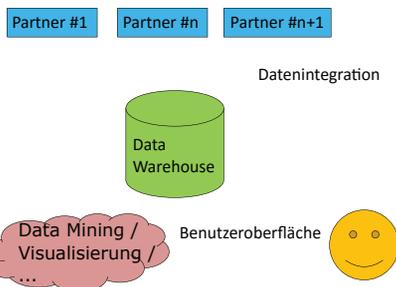


Genom

Das Genom von *Synechocystis* besteht aus einem Chromosom und vier Plasmiden. Das Warehouse ermöglicht einen Überblick über das Genom mit einem Chromosom-Viewer. Zusätzlich werden weitere Informationen, zum Beispiel SNPs (Einzelbasen-Austausche) dargestellt.



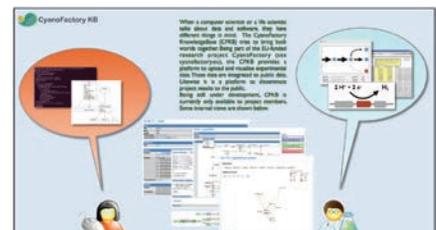
Data Warehouse



Ein Data Warehouse ermöglicht einer Firma (hier: dem Forschungsprojekt) einen Überblick über die Außenstellen (hier: Projektpartner) zu bekommen. Das Warehouse ist in der Lage die verschiedenen Daten der Projektpartner zu importieren und in Relation zueinander zu setzen. Dadurch bekommt jeder Forscher an einer zentralen Stelle einen Überblick über die Fortschritte der Projektpartner und kann direkt mit allen Daten arbeiten.

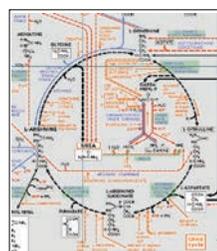
Zielgruppe

Die Benutzer von CyanoFactory lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden, welche verschiedene Ansprüche an das System haben. Der Computer Scientist (links) möchte auf die rohen Daten zugreifen und diese mittels bioinformatischer Tools auswerten. Der Life Scientist (rechts) möchte das Warehouse als Unterstützung für die Auswertung von Experimenten verwenden und zum Beispiel grafische Visualisierungen erzeugen..



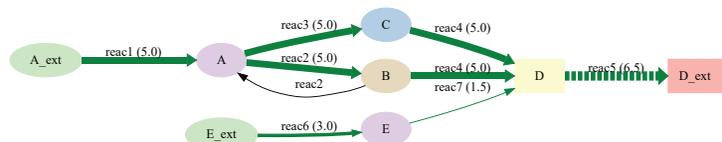
CyanoMaps

CyanoMaps stellt eine grafische Repräsentation des Stoffwechsels zur Verfügung. Dazu werden bekannte, existierende Karten (Boehringer, KEGG u.a.) verwendet. Auf den Karten können unter anderem Expressionsraten von Enzymen, unterschieden nach Experiment, dargestellt werden.



CyanoDesign

CyanoDesign ermöglicht es den Metabolismus eines Bakteriums zu simulieren. Dazu wird eine sogenannte "Flux Balance Analyse" durchgeführt. Mit dieser kann zum Beispiel die Biomasse-Produktion abgeschätzt werden. Die Motivation dahinter ist zu simulieren, wie sich Mutanten des Bakteriums verhalten, wenn zum Beispiel ein Gen ausgeschaltet oder ein neues eingebaut wird. Dies resultiert in einer großen Zeitersparnis im Labor, weil bereits vorher abgeschätzt werden kann, welche Experimente sinnvoll sind.



Die Knoten stellen Metabolite und die Kanten Reaktionen dar. Reaktion 1 (react1) wandelt beispielsweise den externen Metabolit A_ext in A um. Das System wird für Reaktion 5 (react5) optimiert (dargestellt durch den gestrichelten Pfeil)

This project has received funding from the European Union's Seventh Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement No 308518, CyanoFactory

ENTWICKLUNG EINER PLATTFORM FÜR INTEGRATION, VISUALISIERUNG UND MODELLIERUNG VON BIODATEN

Gabriel Kind; Eric Zuchantke, Röbbe Wünschiers
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Maria Siurana Paula; David Fuente Herraiz, Javier F. Urchueguia
Universitat Politècnica de València, Campus de Vera, Camino de Vera, s/n, 46022 Valencia, Spanien

CyanoFactory (cyanofactory.eu) ist ein Forschungsprojekt der europäischen Union mit dem Ziel mittels synthetischer Biologie die Wasserstoffproduktion von Cyanobakterien zu verbessern. Die Aufgabe in Mittweida ist dabei die Entwicklung einer webbasierten Wissensdatenbank, um den Austausch zwischen den Projektpartnern zu vereinfachen und zu koordinieren. Die Software ist eine Weiterentwicklung der WholeCell Knowledge Base der Stanford Universität. Neben den Projektdaten werden zusätzlich externe, biologische Datenbanken angebunden und deren Daten mit den experimentellen Ergebnissen kombiniert. Neben grafischer Darstellung der Chromosomen bzw. Plasmide stehen auch Stoffwechselkarten und Protein-Interaktionen zur Verfügung. Weiterhin bietet CyanoDesign die Möglichkeit der metabolischen Modellierung, um die Effizienz von enzymatischen Reaktionen im Organismus zu ermitteln.

CyanoFactory (cyanofactory.eu) ist ein Forschungsprojekt der europäischen Union mit dem Ziel mittels synthetischer Biologie die Wasserstoffproduktion von Cyanobakterien zu verbessern. Synthetische Biologie arbeitet eng mit der Systembiologie zusammen, deren Aufgabe es ist, biologische System im Ganzen zu verstehen. Die Aufgabe in Mittweida ist dabei die Entwicklung einer webbasierten Wissensdatenbank, um den Austausch zwischen den Projektpartnern zu vereinfachen und zu koordinieren. Die Software ist eine Weiterentwicklung der WholeCell Knowledge Base der Stanford Universität. Neben den Projektdaten werden zusätzlich externe, biologische Datenbanken angebunden und deren Daten mit den experimentellen Ergebnissen kombiniert.

Der verwendete Modellorganismus ist *Synechocystis* sp. PCC 6803. Dies ist ein sogenanntes Cyanobakterium (auch als Blaualgen bekannt). Cyanobakterien sind in der Lage Wasserstoff zu produzieren. Er ist der dritte vollständig sequenzierte Mikroorganismus und daher bereits recht gut erforscht. Das Genom von *Synechocystis* besteht aus einem Chromosom und vier Plasmiden. Das Warehouse ermöglicht einen Überblick über das Genom mit einem Chromosome-Viewer. Zusätzlich werden weitere Informationen, zum Beispiel SNPs (Einzelbasen-Austausche) dargestellt. Zwar verwenden alle Projektpartner auf dem Papier den gleichen Organismus, aber dieser hat über die Zeit in jedem Labor aufgrund von Mutationen subtile Änderungen im Genom erfahren. Diese können dazu führen, dass Experimente nicht mehr reproduzierbar sind oder zu verschiedenen Ergebnissen führen. Daher ist es sinnvoll vorher zu untersuchen, ob signifikante Änderungen im Genom vorhanden sind.

Die Benutzer von CyanoFactory lassen sich in zwei Gruppen unterscheiden, welche verschiedene Ansprüche an das System haben. Als harte Trennung wird zwischen dem „Computer Scientist“ und dem „Life Scientist“ unterschieden. Der

Computer Scientist möchte auf die rohen Daten zugreifen und diese mittels bioinformatischer Tools auswerten. Zusätzlich verfügt er über Programmierkenntnisse. Der Life Scientist andererseits möchte das Warehouse als Unterstützung für die Auswertung von Experimenten verwenden und zum Beispiel grafische Visualisierungen erzeugen. Die Kommandozeile ist für ihn ein Fremdwort und er möchte lieber innerhalb des Warehouse-Systems einen Knopf drücken und publikationsfertige Beiträge erhalten. Dies sind die beiden Härtefälle, die meisten Projektmitarbeiter liegen natürlich irgendwo dazwischen. CyanoFactory KB versucht aber beide Extremfälle glücklich zu machen.

CyanoMaps stellt eine grafische Repräsentation des Stoffwechsels zur Verfügung. Dazu werden bekannte, existierende Karten (Boehringer, KEGG u.a.) verwendet. Auf den Karten können unter anderem Expressionsraten von Enzymen, unterschieden nach Experiment, dargestellt werden. Mittels dieser grafischen Darstellung können zum Beispiel Stresssituationen visualisiert werden, welche z.B. durch Nährstoffmangel entstehen. In diesem Fall tritt eine andere enzymatische Aktivität als im Normalzustand auf. Dadurch können für diesen Umstand relevante Enzyme ermittelt werden. CyanoDesign ermöglicht es den Metabolismus eines Bakteriums zu simulieren. Dazu wird eine sogenannte "Flux Balance Analyse" durchgeführt. Für diese wird ein mathematisches Modell des Organismus erstellt basierend auf dessen stochiometrischer Matrix der enzymatischen Reaktionen. Mittels mathematischer Lösungsverfahren kann u.a. die Biomasse-Produktion abgeschätzt werden. Die Motivation dahinter ist zu simulieren, wie sich Mutanten des Bakteriums verhalten, wenn zum Beispiel ein Gen ausgeschaltet oder ein neues eingebaut wird. Dies resultiert in einer großen Zeitersparnis im Labor, weil bereits vorher abgeschätzt werden kann, welche Experimente sinnvoll sind.

Untersuchung der Dynamik der biologischen Prozesse in Biogasanlagen



L. Stark, R. Wünschiers Hochschule Mittweida, Mittweida
R. Heyer, L. Wenzel, D. Benndorf MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg

Fakultät für Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Dipl.-Ing. (FH)
Lucy Stark

Technikumplatz 17
09648 Mittweida

+49 (0) 3727 58-1181
stark@hs-mittweida.de

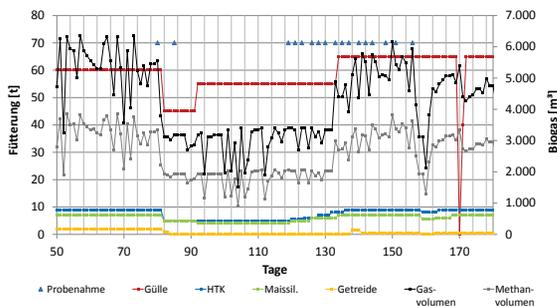
Einführung

Das Verständnis der biologischen Prozesse in der Biogasbildung ermöglicht eine effiziente Nutzung der eingebrachten Substrate und eine Maximierung des Gasertrages und ist damit von entscheidender wirtschaftlicher Bedeutung. Die Umwandlung von Biomasse ist sehr stör anfällig. Die Überwachung des Prozesses mit Hilfe chemischer Parameter ist problematisch, da die Änderungen eine Reaktion der Mikrobiologie auf externe Veränderungen darstellen und zu träge reagieren. Durch die Vorteile, die die Next-Generation-Sequenzierungstechnologien mit sich bringen, sind tiefere Einblicke in komplexe Systeme wie diese möglich geworden.

Ein Fermenter wurde mit Maissilage, Rindergülle und Hühnerkot gefüttert und während eines Semi-Anfahrprozesses beprobt. Die Nukleinsäuren wurden mit einem organischen Lösungsmittel und Ultraschall isoliert. Die DNA wurde enzymatisch abgebaut. Die verbleibende totale RNA wurde mittels Illumina HiSeq 2000 sequenziert.

Taxonomische Studien erfassen die Verteilung der Mikroorganismen anhand der ribosomalen RNA. Die in der Probe ebenso enthaltene Messenger RNA gibt Aufschluss auf die aktiven Stoffwechselwege. Das Metaproteom (durchgeführt vom MPI für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg) liefert zusätzlich Informationen zu vorhandenen Proteinen. Die zusätzliche Betrachtung des Metagenoms liefert eine verlässliche Matrix zur Identifizierung der entsprechenden Gene.

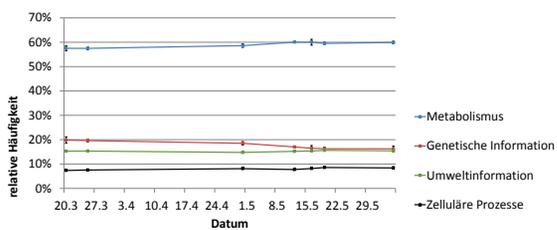
Fermenterparameter



Nach einer technischen Störung wurde die Fütterung gedrosselt. Nach dessen Behebung wurde die Fütterung langsam auf das ursprüngliche Niveau angehoben. Während dieser Phase wurde die Anlage beprobt. Die chemischen und verfahrenstechnischen Parameter werden mit den biologischen Daten verglichen, um Zusammenhänge zu finden.

Zeitlicher Verlauf

Die nachgewiesenen Stoffwechselwege werden im zeitlichen Verlauf betrachtet. Die einzelnen Stoffwechselwege wurden zu größeren Gruppen zusammen gefasst. Zur besseren Vergleichbarkeit der Daten zwischen unterschiedlichen Zeitpunkten wurden die relativen Häufigkeiten ermittelt. Wie im folgenden Diagramm zu sehen, erscheint der Prozess stabil.

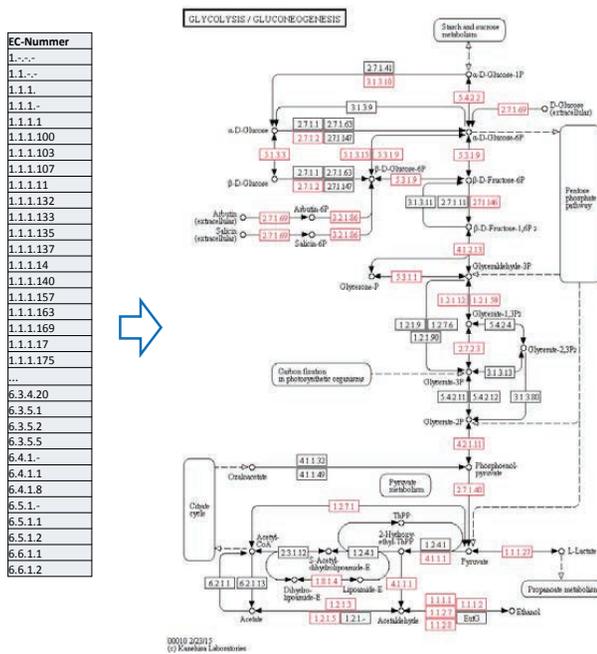


Betrachtet man die Änderungen der relativen Häufigkeit mit Bezug auf den ersten Probenahmezeitpunkt (vor der Reduktion der Fütterung) ergeben sich z.T. starke Veränderungen, die für die Mikrobiologie von Bedeutung sein können.

Stoffwechsel	Änderung der relativen Häufigkeit [%]							
	Datum	20.3	25.3	30.4	12.5	16.5	19.5	4.6
Metabolismus		100	100,0	101,9	104,4	104,4	103,5	104,2
Genetische Information		100	98,9	93,3	85,8	83,0	82,0	81,9
Umweltinformation		100	100,2	96,6	99,5	100,4	102,2	100,9
Zelluläre Prozesse		100	102,7	110,0	105,0	110,9	116,4	114,2

Aktive Stoffwechselwege

Die Enzyme, die in der Anlage vorhanden sind, werden identifiziert und den verschiedenen Stoffwechselwegen (Bsp. hier Glykolyse/Gluconeogenese) zugeordnet. Dadurch sind Aussagen über den Energiehaushalt, den Aufbau der Biomasse bis hin zu Einblicken in die Kommunikation zwischen den Mikroorganismen möglich.



Ausblick

Die Betrachtung der Biologie auf Ebene der Stoffwechselwege kann helfen, den Prozess der Biogasbildung hinsichtlich einer optimierten Verfahrensführung besser zu verstehen. Das Bild, das durch diese Art der Studien erhalten wird, soll durch andere "Blickwinkel" ergänzt werden. Diese Studien sind sehr umfangreich, lassen aber auf eine ganz neue Sicht auf die anaerobe Umwandlung von organischen Reststoffen zu Energie zu und helfen damit den Weg in eine umweltfreundliche biobasierte Zukunft zu gehen.



UNTERSUCHUNG DER DYNAMIK DER BIOLOGISCHEN PROZESSE IN BIOGASANLAGEN

L. Stark, R. Wünschiers

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Für eine effiziente Biogaserzeugung ist es essenziell die anaerobe Vergärung von organischen Materialien zu verstehen. So kann die Effizienz der Substratnutzung und damit der Gasertrag erhöht werden. Der mehrstufige mikrobielle Prozess muss näher untersucht werden, da dieser aufgrund thermodynamischer Grenzen leicht gestört werden kann. Die Überwachung mittels chemischer Parameter ist problematisch, da eine Änderung dessen immer aus einer Störung der Mikrobiologie resultiert und demnach zu träge reagiert. Durch die Vorteile der Next-Generation Sequenzierungstechnologien wird die Analyse des Metatranskriptoms möglich und eröffnet uns einen neuen Horizont.

Understanding anaerobic digestion of organic material is essential to optimize the efficiency of substrate use and to maximize gas yield. The multi-staged microbial conversion has to be investigated further because the whole process is prone to failures due to the difficult thermodynamics of the involved microorganisms. Monitoring via chemical parameters can be problematic because changes are mainly a consequence of disturbances between the microbes reacting directly to modifications of exogenous conditions. With advances of next-generation sequencing technologies, analyzing the metatranscriptome becomes feasible.

1. Einleitung

Die Bildung von Biogas aus organischem Material unter dem Ausschluss von Sauerstoff ist ein natürlich ablaufender Prozess. Durch das Leben der beteiligten Mikroorganismen am thermodynamischen Limit [1] ist die technische Umsetzung schwierig. Änderungen in der Substratzusammensetzung oder den Betriebsparametern haben direkten Einfluss auf das komplexe und empfindliche Zusammenspiel der Anaerobier. Mit bestehender Überwachungstechnik (z.B. aus der Abwasseraufbereitung) soll der Prozess gesteuert werden [2]. Ein drohender Prozesszusammensturz durch eine zu schnelle Säurebildung kann oft nicht rechtzeitig erkannt werden. Wirtschaftliche Einbußen durch ein erneutes Anfahren des Prozesses sind die Folge.

Das Zusammenspiel der Mikroorganismen ist nicht vollständig verstanden. Untersuchungen anhand DNA-basierter Studien konzentrieren sich auf die Zusammensetzung der Population und fokussieren sich auf die letzte Phase der Biogasbildung [3]. Die Analyse des gesamten Prozesses auf Basis von RNA, das sogenannte Metatranskriptom, ermöglicht das Verständnis der zugrunde liegenden biochemischen Vorgänge [4]. Daraus abgeleitet können Marker-Enzyme gefunden werden, die den jeweiligen Status des Systems genau anzeigen können.

2. Material und Methoden

Der untersuchte Fermenter wurde mit Maissilage, Rindergülle und Hühnertrockenkot gefüttert. Nach einer technischen Störung wurde die Fütterung um 40% reduziert und anschließend schrittweise erhöht. Während dieses Anfahrprozesses wurde die Anlage kontinuierlich beprobt.

Die gesamten Nukleinsäuren wurden mittels organischer Extraktion und Ultraschall isoliert. Die

enthaltende DNA und ribosomale RNA wurde enzymatisch abgebaut. Die verbliebene messenger RNA wurde mittels Illumina HiSeq 2000 sequenziert.

Die Sequenzdaten wurden nach entsprechender Aufbereitung mit der Datenbank Uniprot annotiert. Die identifizierten Enzyme wurden verschiedenen Stoffwechselwegen zugeordnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Es wurden ca. 1000 unterschiedliche Enzyme identifiziert. Diese konnten mehreren aktiven Stoffwechselwegen zugeordnet werden. Eine weitere Untersuchung der Daten im Zeitverlauf der Probenahme legt nahe, dass der Prozess stabil läuft, da keine starken Schwankungen zu erkennen sind. Betrachtet man hingegen die Änderungen der Hits zwischen den einzelnen Zeitpunkten sind Auswirkungen der Fütterungsraten erkennbar, die noch einer ausführlicheren Untersuchung bedürfen. Es ist aber bereits erkennbar, dass mit zunehmender Fütterung der Stoffwechsel insgesamt leicht zunimmt und ein großer Teil der Methanogenese zugeordnet werden kann. Eine Abnahme der Zellteilung während des Untersuchungszeitraumes suggeriert weiterhin eine gesteigerte Aktivität der Mikroorganismen.

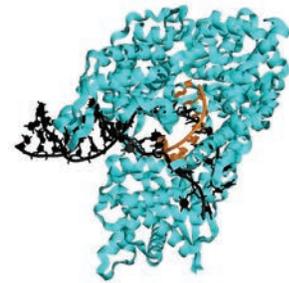
Literaturverzeichnis

- [1] Jackson, B. E., McInerney, M. J. (2002). *Nature* 415 (6870), 454–456.
- [2] Chen, Y., Cheng, J. J., Creamer, K. S. (2008). *Bioresource Technology* 99 (10), 4044–4064.
- [3] Wirth, R., Kovács, E., Maróti, G., Bagi, Z., Rákhely, G., Kovács, K. L. (2012). *Biotechnol Biofuels* 5 (1), 41.
- [4] Poretsky, R. S., Bano, N., Buchan, A.; LeClerc, G., Kleikemper, J., Pickering, M. et al. (2005). *Applied and Environmental Microbiology* 71 (7), 4121–4126.

ROBERT LEIDENFROST UND RÖBBE WÜNSCHIERS
HOCHSCHULE MITTWEIDA

Die ‚zellfreie Proteinsynthese‘ (CFPS) gewinnt als Plattform für die Produktion von Proteinen in Forschung und Entwicklung zunehmend an Bedeutung. Vorteile dieser Technik sind die vergleichsweise einfache Handhabung, die gezielt wähl- und kontrollierbaren Reaktionsbedingungen und vielfachen Anwendungsmöglichkeiten. So lassen sich sogar toxische Proteine unabhängig von in zellulären Systemen herrschenden Einschränkungen exprimieren. Derzeit übliche CFPS Systeme basieren auf Zellysate pro- (z.B. *E. coli* [1, 2]) oder eukaryotischen (z.B. HeLa-Zellen) Ursprungs oder werden aufwändig aus Einzelkomponenten definiert (z.B. PURE-System [3]).

Ziel dieses Projektes ist die Etablierung einer robusten, kostengünstigen Plattform basierend auf *E. coli* Lysat und folgend die Übertragung auf ein cyanobakterielles System. Das Augenmerk liegt auf der Herstellung von Lysat, dem Design von adäquaten Expressionsvorlagen und von Detektionsmethoden:



T7-RNA-Polymerase bei der Arbeit [5]

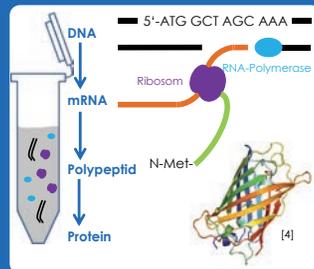
Extraktpräparation

Zur Herstellung von Zellextrakten für CFPS-Systeme werden z.B. *E. coli* Bakterien angezogen und mittels Ultraschall lysiert. Das gewonnene Lysat wird durch Zentrifugation geklärt und wenn nötig einer sogenannten Run-off Reaktion zugeführt. Das Lysat enthält alle wichtigen Komponenten wie z.B. die Ribosomen, tRNAs, Initiations-, Elongations- und Terminationsfaktoren, etc., oder ggf. die RNA-Polymerase (z.B. vom Phagen T7).



In vitro Expression

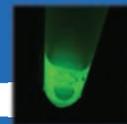
Bei Vorlage eines für das System geeigneten zirkulären oder linearen Templates finden Transkriptions- und Translationsreaktion gekoppelt statt. Hierzu werden der Zellextrakt, ein Energiesystem, diverse Baustoffe (Nukleotide und Aminosäuren), ein Reaktionspuffer mit Hilfsmolekülen sowie die oben genannte DNA-Vorlage benötigt. Die Reaktion erfolgt bei definierter Temperatur und Zeit und kann ggf. in Echtzeit beobachtet werden. Die Skalierbarkeit der Reaktionsansätze erlaubt die einfache Anpassung für die gewünschten Downstream-Applikationen.



Fazit und Ausblick

Ausgehend von selbsterstellten Templates konnte Protein erfolgreich mit eu- und prokaryotischem Zellysate *in vitro* exprimiert und detektiert werden. Möglichkeiten zur Extraktpräparation werden weiter untersucht. Ebenso soll die Optimierung und Übertragung auf ein cyanobakterielles System erfolgen.

GFP aus *E. coli* CFPS:



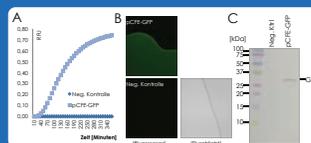
Templatedesign

CFPS-Systeme nutzen entweder zirkuläre oder (PCR-generierte) lineare DNA-Vorlagen (so genannte Templates). Wichtige Elemente des Templates sind das kodierende Gen (*), passende Promotor (P) und ggf. Terminatorsequenzen (T), ribosomale Bindestellen zur Translationsinitiation (R) und ggf. weitere Elemente wie z.B. Hexahistidin-Tags (H) zur Proteindetektion und/oder zur einfachen Aufreinigung.



Detektion

Die Detektion des zellfrei synthetisierten Proteins kann bei geeigneter Wahl (hier z.B. das grün fluoreszierende Protein GFP, kodiert im pCFE-GFP Template) in Echtzeit (A), nach Ablauf der Reaktion fluoreszenzmikroskopisch (B) oder generell via SDS-PAGE und z.B. Western Blot (C) erfolgen.



Quellen und Kontakt

- Quellen**
 [1] doi: 10.1038/srep08663
 [2] doi: 10.1002/btpr.2082
 [3] doi: 10.1016/j.ymeth.2005.04.006
 [4] PDB 1EMA modifiziert mit Pymol
 [5] PDB 1MSW modifiziert mit Pymol

Kontakt

Robert Leidenfrost
 Angewandte Computer- und Biowissenschaften
 Biotechnologie und Chemie
 Technikumplatz 17
 09648 Mittweida
 +49 (0)3727 58-1174
 robert.leidenfrost@hs-mittweida.de

PROTEINPRODUKTION OHNE LEBEWESSEN – ENTWICKLUNG EINES *IN VITRO* EXPRESSIONSSYSTEMS FÜR (CYANO)BAKTERIEN

Robert Leidenfrost, Röbbe Wünschiers
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Die ‚zellfreie Proteinsynthese‘, auch *in vitro* Genexpression, gewinnt als Plattform für die Produktion von Proteinen zunehmend an Bedeutung in grundlegender und angewandter Forschung. Derzeit wird an der HS Mittweida ein derartiges System auf *E. coli* Basis *de novo* etabliert. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen anschließend auf ein cyanobakterielles System übertragen werden. Von besonderem Interesse sind dabei die Herstellung von Zellextrakt *via* Ultraschall, sowie adäquate Detektionsmöglichkeiten.

Cell-free protein synthesis, also known as *in vitro* protein expression, is increasingly gaining importance for protein production within basic and applied research. Currently, such a system is conceived *de novo* on an *E. coli* basis at the UAS Mittweida and meant to be conveyed to a cyanobacterial system at a later time. Of special interest are the preparation of functional lysate *via* sonication, as well as suitable and convenient methods of detection.

1. Hintergrund

Seit den 1950er Jahren finden zellfreie Systeme Anwendung in der Entschlüsselung der Proteinbiosynthese und zellbiologischer Mechanismen. Sie wurden seitdem in Hinblick auf Zuverlässigkeit, Maßstab und technische Realisierung methodisch weiterentwickelt. Vorteile der Technologie sind z.B. die Unabhängigkeit von zellulären Gegebenheiten, die vergleichsweise einfache Manipulation von Versuchsbedingungen, wie auch die Möglichkeit schwierig zu exprimierende, z.B. toxische Proteine zu synthetisieren. [1]

Heute sind zellfreie Systeme von hohem Interesse für die pharmazeutische Nutzung, wie auch die synthetische Biologie. Derzeit übliche CFPS Systeme basieren auf dem Zellextrakt pro- (z.B. *E. coli*), oder eukaryotischen (z.B. RRL-System) Ursprungs, oder werden aufwendig aus Einzelkomponenten definiert (PURE-System). [2]

2. Zielsetzung

Das dem Bereich der synthetischen Biologie zuzuordnende Projekt verfolgt die Etablierung einer robusten und kostengünstigen Plattform basierend auf *E. coli* Lysat und die anschließende Übertragung auf ein cyanobakterielles System. Das besondere Augenmerk liegt auf der Herstellung von Lysat mittels Ultraschall, dem Design adäquater Expressionsvorlagen (sog. Templates) und damit einhergehend von Detektionsmethoden.

3. Realisierung

Zur Realisierung des Projektes finden gängige molekularbiologische Methoden Anwendung:

Lysatherstellung: *E. coli* Zellen werden angezogen und nach der Ernte mittels Ultraschall lysiert [3]. Das gewonnene Extrakt wird mittels Zentrifugation geklärt, ggf. erfolgt eine ‚Run-off‘ Reaktion.

Templatedesign: Als Expressionsvorlage kommen aufgereinigte Plasmide zum Einsatz. Upstream des Zielgens, kodierend für ein grün fluoreszierendes Protein, sollen T7-Promotor und Translationsinitiationssequenz eine starke

Expression, downstream ein Hexahistidin-Tag eine einfache Detektion und Aufreinigung ermöglichen.

***In vitro* Expression:** Die Proteinsynthese erfolgt im MiniOpticon RealTime PCR-System:

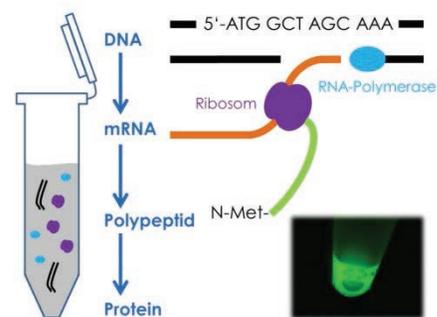


Bild 1: Schema des Ablaufs der *in vitro* Proteinsynthese

Detektionsmethoden: Die Detektion erfolgt in Echtzeit im MiniOpticon System *via* Fluoreszenzmessung. Alternativ ist die Detektion nach Ablauf der Synthesereaktion fluoreszenzmikroskopisch oder *via* Antikörper möglich.

4. Diskussion und Ausblick

Grün fluoreszierendes Protein konnte beispielhaft mittels CFPS synthetisiert werden. Die Detektion erfolgt entweder in Echtzeit über Fluoreszenzmessung oder mittels hochspezifischer Antikörper. Die Extraktpräparation *via* Ultraschall und die Vereinfachung und Optimierung des Verfahrens der zellfreien Proteinsynthese werden untersucht.

Die Übertragung auf ein cyanobakterielles System soll erfolgen.

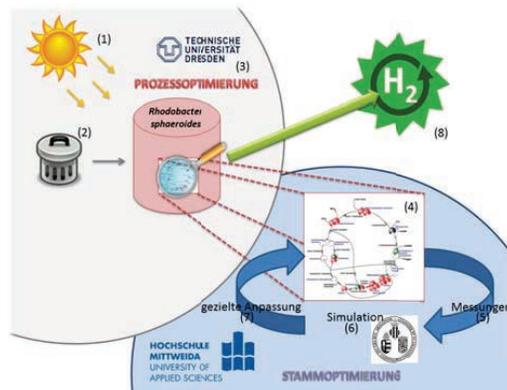
Literaturverzeichnis

- [1] Carlson et al., Biotechnol Adv, 2012 Sep-Oct; 30(5):1185-1194.
- [2] Shimizu et al., Methods, 2005 Jul; 36(3):299-304
- [3] Shrestha et al., Biotechniques, 2012 Sep; 53(3):163-74

ANALYSE DER PHOTO-WASSERSTOFFPRODUKTION EINES NEUARTIGEN RHODOBACTER STAMMS

NADINE WAPPLER & RÖBBE WÜNSCHIERS

IN KOOPERATION MIT KARSTEN HELBIG & JOST WEBER VON DER TU DRESDEN



- (1) Energie aus Sonnenlicht
- (2) organische Abfälle
- (3) Optimierung der Prozessparameter
- (4) Analyse des Stoffwechsels
- (5) Transkriptomik
- (6) Simulation von Stoffwechselwegen
- (7) Anpassung von Parametern
- (8) Gewinnung maximaler Raten des Energieträgers Wasserstoff

MOTIVATION

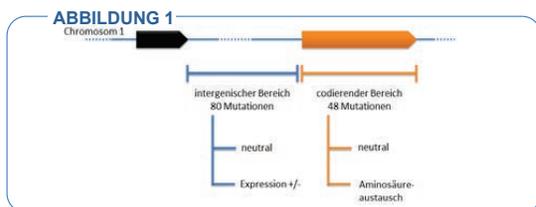
Mit dem Beschluss der Energiewende der Bundesregierung erfolgt die Abschaltung des letzten Kernkraftwerkes bis spätestens 2022. Der Anteil erneuerbarer Energien soll bis 2035 anteilig auf 55-60% angehoben werden (BMWi, 2014). Besonders Wasserstoff, welcher bei der Fermentation photosynthetischer Organismen wie *Rhodobacter sphaeroides* entsteht, wird in naher Zukunft zunehmend an Bedeutung als umweltfreundlicher Energieträger gewinnen. H_2 wird sauber zu Wasser umgesetzt, in Brennstoffzellen zur Stromgewinnung genutzt und besitzt zudem eine hohe Lagerfähigkeit und Energiedichte (Krujatz et al., 2014).

ERGEBNISSE

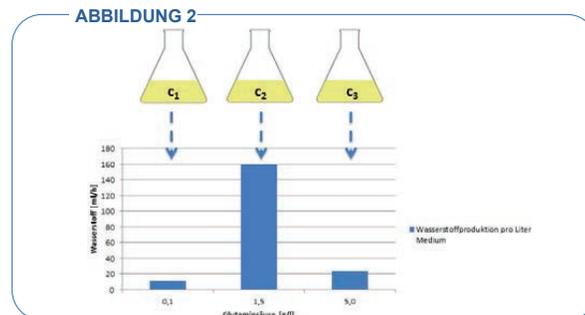
Analysen auf Genom- und Transkriptomebene liefern Einblicke in Regulationswege der Wasserstoffentstehung. Ziel war die Suche nach Ursachen für variiende Wasserstoffraten von *Rhodobacter sphaeroides* Stamm 2.4.1. Es konnten 222 Einzelpunktmutationen identifiziert werden, wovon sich 71 innerhalb codierender Bereiche des Genoms befinden und teilweise zu Aminosäureaustauschen führen (**ABBILDUNG 1**). Im nächsten Schritt wurde auch das Transkriptom von *R. sph.* sequenziert und analysiert. Drei unterschiedliche Fermentationsansätze (**ABBILDUNG 2**) unterschieden sich nur im Gehalt des Substrates Glutaminsäure. Der Fokus lag auf Genen von Stoffwechselwegen, welche direkt in den Wasserstoffentstehungsprozess involviert sind. Generell konnte eine stark differentielle Expression von Transkripten im Vergleich der drei Ansätze nachgewiesen werden. Dies lässt auf einen starken Einfluss des verwendeten Substrats und dessen Konzentration während der Kultivierung schließen. Das Optimum der Wasserstoffproduktion liegt bei 160 ml Gas pro Stunde und Liter Medium.

PERSPEKTIVEN

Ziel des Forschungsprojektes ist die Optimierung der Fermentationsbedingungen des Wasserstoff-produzierenden Bakteriums mit Methoden der synthetischen Biologie (Wünschiers, 2016). Dabei sollen biologische Abfälle als Substrat eingesetzt werden. Langfristig wird die Herstellung dieses Energieträgers durch die Fermentation von *Rhodobacter sphaeroides* im industriellen Maßstab angestrebt.



REFERENZEN
 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2014): Bundesbericht Energieforschung. Forschungsförderung für die Energiewende, Berlin pp. 2-8.
 Krujatz, K., Hähnel, P., Helbig, K., Haufe, N., Thierfelder, S., Bley, T., Weber, J. (2014): Hydrogen production by *Rhodobacter sphaeroides* DSM 155 under intense irradiation. *Bioresource Technology* 175, 82-90.
 Wünschiers, R. (2016) Making-of Synthetic Biology: The European Cyanofactory Research Consortium. In: Hagen K, Engelhardt M, Toepfer G (eds) *Ambivalences of Creating Life*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 55-72.



Hochschule Mittweida | Technikumplatz 17 | D-09648 Mittweida
 Nadine Wappler, Röbbe Wünschiers | Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften
 Telefon: +49 (0)3727 / 58-1895 | Fax: +49 (0)3727 / 58-21895 | E-Mail: nwappler@hs-mittweida.de



ANALYSE DER PHOTO-WASSERSTOFFPRODUKTION EINES NEUARTIGEN *RHODOBACTER* STAMMS

Nadine Wappler & Röbbbe Wünschiers

In Kooperation mit Karsten Helbig & Jost Weber von der TU Dresden
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Mit dem Beschluss der Energiewende der Bundesregierung erfolgt die Abschaltung des letzten Kernkraftwerkes bis spätestens 2022. Der Anteil erneuerbarer Energien soll bis 2035 anteilig auf 55-60% angehoben werden¹. Besonders Wasserstoff (H₂), welcher bei der Fermentation photosynthetischer Organismen wie *Rhodobacter sphaeroides* entsteht, wird in naher Zukunft zunehmend an Bedeutung als umweltfreundlicher Energieträger gewinnen. H₂ wird sauber zu Wasser umgesetzt, in Brennstoffzellen zur Stromgewinnung genutzt und besitzt zudem eine hohe Lagerfähigkeit und Energiedichte². Ziel des Forschungsprojektes ist die Optimierung der Fermentationsbedingungen des Wasserstoffproduzierenden Bakteriums mit Methoden der synthetischen Biologie³. Dabei sollen biologische Abfälle als Substrat eingesetzt werden. Langfristig wird die Herstellung dieses Energieträgers durch die Fermentation von *Rhodobacter sphaeroides* im industriellen Maßstab angestrebt.

By the decision of the energy transition of the federal government, the closure of all power plants is carried out not later than 2022. The share of renewable energy should to be raised to 2035 proportionately to 55-60%¹. Especially hydrogen (H₂), which occurs by the fermentation of photosynthetic organism like *Rhodobacter sphaeroides*, will become more important as environmentally friendly fuel. H₂ is converted to water without pollutants, used in fuel cells to generate electricity and has a high storage capacity and energy density². The goal of this research project is the optimization of the fermentation conditions of hydrogen producing bacteria by methods of synthetic biology³. Biological wastes are supposed to be used as substrates. The long term aim is the production of this energy source by the fermentation of *Rhodobacter sphaeroides* on an industrial scale.

Die EEG-Reform der Bundesregierung aus dem Jahr 2014 sieht die deutschlandweite Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien bis 2025 anteilig auf 40-50% und bis 2035 auf 55-60% vor¹. Die Umsetzungsversuche der Länder bleiben allerdings weit hinter der Zielstellung der Bundesregierung zurück. Daher sollen Kapazitäten der erneuerbaren Energien vor allem im Bereich der Biomasse ausgebaut werden. Die Nutzung dieser Energietechnologie ist außerdem flächensparend, transparent und umweltverträglich⁴. Biomasse ist in Deutschland ein sehr vielseitigster, erneuerbarer Energieträger und bildet eine wichtige Stütze der Energiewende. Er wird zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie zur Herstellung von Biokraftstoffen genutzt. Die Stromerzeugung aus Biomasse ist flexibel, da sie nicht von Wetterbedingungen wie Wind oder Sonne abhängig ist. Die EEG-Reform stellt konkrete Ausbauziele für Biomasse. Hierfür ist die Steigerung der Leistung um bis zu 100 Megawatt (MW) pro Jahr vorgesehen, wobei der Fokus auf der Verwertung von Rest- und Abfallstoffen liegt. Die Förderung der Energiegewinnung aus Biomasse wird auf 20 Jahre gesetzlich garantiert¹.

Wasserstoff wird in naher Zukunft zunehmend an Bedeutung als umweltfreundlicher Energieträger gewinnen, da er besonders sauber zu Wasser verbrennt, in Brennstoffzellen zur Stromgewinnung genutzt werden kann und zudem eine hohe Lagerfähigkeit und Energiedichte aufweist. Derzeit werden noch etwa 96% des jährlichen Bedarfs an Wasserstoffgas (etwa 500 Milliarden Kubikmeter) über Reformierung oder Oxidationsprozesse, basierend auf fossilen Energieträgern, gewonnen. Fossile Brennstoffe werden aufgrund von Knappheit

und der schädlichen Auswirkungen für die Umwelt in den kommenden Jahren an Bedeutung verlieren. Die Entwicklung nachhaltiger und erneuerbarer Technologien zur Wasserstoffproduktion ist somit unerlässlich, um den wachsenden Bedarf dieses wichtigen Energieträgers zu decken².

Im Zentrum des Forschungsprojektes steht die Optimierung der Fermentationsbedingungen des Wasserstoffproduzierenden Bakteriums *Rhodobacter sphaeroides*. Bioabfälle haben einen hohen Gehalt an organischer Trockenmasse, Feuchtigkeit und Salzen. Diese Bestandteile sind die Hauptursache für unangenehme Gerüche, locken Ungeziefer an, kontaminieren das Grundwasser und fördern den Treibhauseffekt. In vielen Ländern der Erde werden täglich Millionen von Tonnen an nicht verbrauchten Lebensmitteln weggeworfen. Abfälle von Lebensmitteln bieten ein hohes Potenzial für die Energiegewinnung. In zahlreichen Studien wurden bereits unterschiedlichste Bioabfälle auf ihre Eignung für die Wasserstoffproduktion untersucht. Dazu zählen unter anderem Tofu, Molke, Reisbrei, Apfeltrester, Weizenstärke sowie Obst- und Gemüseabfälle. Die Wasserstoffproduktion ist abhängig vom Gehalt an Kohlenhydraten, Fetten, Cellulose und Hemicellulose, welche über unterschiedliche metabolische Pfade verstoffwechselt werden. Im Wesentlichen resultiert die Wasserstoffproduktion aus dem Abbau von Kohlenhydraten und ist hochempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen wie pH-Wert, flüchtigen Fettsäuren, Temperatur, Wasserstoffpartialdruck, der Substratquelle und der Konzentration der zu fermentierenden Abfälle. Der Prozess der Wasserstoffentstehung in photosynthetischen Bakterien wie *Rhodobacter sphaeroides*

alternativen Energieträger können die resultierenden Wasserstoffraten durch Prozessoptimierungen, welche Bestandteil des Forschungsprojektes sind, weiter erhöht werden.

Zusammenfassung

Die Suche nach neuartigen Techniken zur Erzeugung von erneuerbaren Energien ist mit Beschluss der Energiewende durch die Bundesregierung unerlässlich. Ein neuartiger Ansatz ist der Einsatz von photosynthetischen Bakterien zur Wasserstoffherzeugung, welches als Energieträger breite Anwendung findet. Mit *Rhodobacter sphaeroides* ist es möglich, mit Hilfe von Sonnenlicht und dem Einsatz biologischer Abfälle, molekulares Wasserstoffgas zu erzeugen. Dieser Organismus besitzt eine große Vielseitigkeit an Stoffwechselwegen zur Energiegewinnung, wobei Wasserstoff frei wird. Erste Analysen des Genoms und Transkriptoms ließen keine Rückschlüsse auf Ursachen für variierende Wasserstoffraten in *Rhodobacter sphaeroides* zu. Daher müssen in weiteren Untersuchungen zum einen beteiligte Stoffwechselwege untersucht und Fermentationsbedingungen angepasst werden, um die Entstehung dieses erneuerbaren, umweltfreundlichen Energieträgers auf ein Maß zu erhöhen, welches industrielle Anwendungen findet.

Literaturverzeichnis

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Stand Januar 2015).
- [2] Kruczak, K.; Härtel, P.; Helbig, K.; Haufe, N.; Thierfelder, S.; Bley, T.; Weber, J. (2014): Hydrogen production by *Rhodobacter sphaeroides* DSM 158 under intense irradiation. *Bioresource Technology* 175, 82-90.
- [3] Wüschler, R. (2016) Making-of Synthetic Biology: The European CyanoFactory Research Consortium. In: Hagen K, Engelhard M, Toepfer G (eds) *Ambivalences of Creating Life*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 55–72.
- [4] VEE Sachsen e.V. - Vereinigung zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien
- [5] Yasin, N.H.M.; Mumtaz, T.; Hassan, M.A.; Rahman, N.A. (2013): Food waste and food processing waste for biohydrogen production: A review. *Journal of Environmental Management* 130, 375-85.
- [6] Das, D.; Veziroğlu (2001): Hydrogen production by biological processes: a survey of literature. *Int Jour of Hydrogen Energy* 26, 13-28.
- [7] Kim, D.K.; Lee, J.; Kang, S.K.; Hallenbeck, P.C.; Kim, E.; Lee, J.K.; Kim, M.K. (2014): Enhanced photo-fermentative H₂ production using *Rhodobacter sphaeroides* by ethanol addition and analysis of soluble microbial products. *Biotechnology for Biofuels*, 7:79.
- [8] Franchi, E.; Tosi, C.; Scolia, G.; Penna, G.D.; Rodriguez, F.; Pedroni, P.M. (2004): Metabolically Engineered *Rhodobacter sphaeroides* RV strains for Improved Biohydrogen Photoproduction Combined with Disposal of Food Wastes. *Mar. Biotechnol.* 6, 552-565, DOI: 10.1007/s10126-004-1007-y.



Abbildung 1: Die beteiligten Partner am Forschungsprojekt "FloodEvac".

Motivation

Der Tsunami 2004 war eine der größten Naturkatastrophen des 21. Jahrhunderts. Dabei verloren insgesamt ca. 230.000 Menschen ihr Leben.[1] Abbildung 2 zeigt auf der linken Seite die davon betroffenen Gebiete. Auf der rechten Seite dieser Abbildung ist der Campus der Amrita University in Kerala (Einer der Partner in diesem Projekt) zu sehen. Der Campus dieser Universität war von diesem Ereignis direkt betroffen. Viele Menschen waren auf der Landzunge eingeschlossen und warteten auf Hilfe (die grün umrandete Brücke entstand erst nach der Katastrophe, um zukünftig bessere Evakuierungsmöglichkeiten zu bieten).



Abbildung 2: Die Abbildung links[2] zeigt die betroffenen Gebiete des Tsunamis, in der rechten Abbildung ist der Campus der Amrita University zu sehen.

Im Indisch-Deutschen Forschungsprojekt "FloodEvac" werden neue und verbesserte Methoden untersucht, um die Folgen großer Überschwemmungen abzumildern. Dabei konzentriert sich die gesamte Forschergruppe darauf, die Verwundbarkeit der Transportinfrastruktur zu analysieren und Warn- und Evakuierungssysteme aufzubauen.

Ziel des Teilarbeitspaketes

Im Fall einer Flutkatastrophe brauchen Ersthelfer wie das Deutsche Rote Kreuz frühstmögliche Informationen über alle betroffenen Gebiete. Dieses Wissen kann helfen, Personen in Not möglichst schnell Hilfe zukommen zu lassen und knappe Ressourcen an die am stärksten betroffenen Orte zu bringen.

Theoretisch wäre die Überwachung gefährdeter Gebiete optimal, um die Dringlichkeit für Hilfe einschätzen zu können. Eine flächendeckende Überwachung mit Kameras oder Sensoren ist aber weder für Deutschland noch für Indien in der Fläche zu leisten und würde vermutlich auf Widerstand stoßen.

Trotzdem sind Sensoren, selbst in den ländlichsten Regionen der Welt, schon weit verbreitet, nämlich in Mobiltelefonen und Smartphones. Diese Sensoren sollen im Rahmen dieses Arbeitspaketes dazu herangezogen werden, um dem Ersthelfer unter kontrollierten Bedingungen Einblick in ein Katastrophengebiet zu gewähren.

Vorgehen und Methoden

Die Forschung und Entwicklung an der Hochschule Mittweida konzentriert sich aufgrund ihrer Verbreitung auf die Geräte mit Android-Betriebssystem. Wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, sind diese Geräte mit zahlreichen Sensoren ausgestattet.

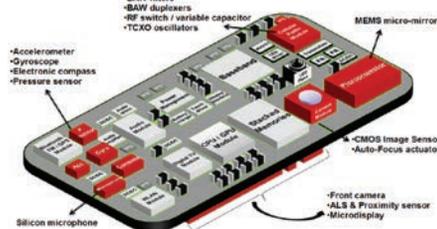


Abbildung 3: Überblick Sensoren eines Smartphones[3]

Das Ziel des Arbeitspaketes der HS Mittweida ist es, aus den Daten dieser Sensoren möglichst viele Informationen abzuleiten. Die Abbildung 4 zeigt die Messwerte des Beschleunigungssensors in einem Mobiltelefon während des Gehens. Von diesem Sensor wird die Beschleunigung in Abhängigkeit vom Smartphone entweder mit zwei oder drei Achsen gemessen.

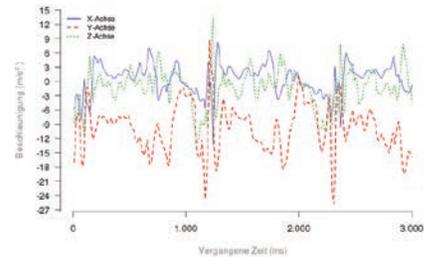


Abbildung 4: In der Abbildung ist die gemessene Beschleunigung während des Gehens zu sehen.

Die drei Achsen zeichnen für diese Aktivität ein relativ eindeutiges Muster. Davon unterscheidet sich das Muster des Laufens (Joggen), das in der Abbildung 5 zu sehen ist. Zur Erkennung dieser beiden Aktivitäten reicht Beschleunigungssensors aus.

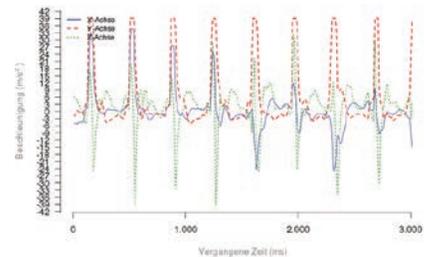


Abbildung 5: Diese Abbildung zeigt die gemessene Beschleunigung beim Rennen.

Jedoch sagen die Messwerte nichts über die Motivation der Person aus. So kann die Person aus verschiedenen Gründen laufen, z.B. weil sie sich sportlich betätigen möchte oder weil sie vor einer Gefahr davon läuft. Mit der Fusion einzelner Sensordaten wird das Ziel verfolgt, weitere Informationen über die aktuelle Situation zu erhalten.

So ist die

Wahrscheinlichkeit für eine sportliche Aktivität hoch, wenn zu den Sensordaten für das Laufen die GPS-Koordinaten eines Stadions ermittelt werden können. Abbildung 6 zeigt in einem fiktiven Szenario die Vision, anhand der Sensordaten Menschengruppen, deren Bewegungsgeschwindigkeit, und ihre Alterszusammensetzung erkennen zu können.



Abbildung 6: fiktives Szenario fliehender Menschengruppen

Quellen

- [1] Zeit Online. Tsunami 2004 - man hätte stunden gehabt, menschen zu warnen. Webseite, 2014.
- [2] Wikimedia Commons. File:indischer ozean beben2004.png, 2004. File:Indischer Ozean Beben2004.png.
- [3] Wikimedia Commons. File:mobile device sensors.png, 2013. File: Mobile Device Sensors.png.

„FLOODEVAC“

Verletzbarkeit von Transport-Infrastrukturen - Warnung und Evakuierung bei Hochwasser Teilarbeitspaket HS Mittweida: Smartphonebasierte Sensorfusion

Thomas Haenselmann & Maik Benndorf
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Im Verbundprojekt „FloodEvac“ werden in Kooperation zwischen indischen und deutschen Partnern Methoden erforscht, um die Folgen von großen Überflutungen abzumildern. Das Ziel des Teilarbeitspakets der Hochschule Mittweida ist es, den Ersthelfern Informationen aus den betroffenen Gebieten bereitzustellen. Diese Informationen sollen aus den Sensordaten von modernen Smartphones gewonnen werden.

1. Motivation

Der Tsunami 2004 war eine der größten Naturkatastrophen des 21. Jahrhunderts. Dabei verloren insgesamt ca. 230.000 Menschen ihr Leben[1]. Im Indisch-Deutschen Forschungsprojekt "FloodEvac" werden neue und verbesserte Methoden untersucht, um die Folgen großer Überschwemmungen abzumildern. Dabei konzentriert sich die gesamte Forschergruppe darauf, die Verwundbarkeit der Transportinfrastruktur zu analysieren und Warn- und Evakuierungssysteme aufzubauen.

2. Ziel des Teilarbeitspaketes

Im Fall einer Flutkatastrophe brauchen Ersthelfer wie das Deutsche Rote Kreuz frühstmögliche Informationen über alle betroffenen Gebiete. Dieses Wissen kann helfen, Personen in Not möglichst schnell Hilfe zukommen zu lassen und knappe Ressourcen an die am stärksten betroffenen Orte zu bringen.

Theoretisch wäre die Überwachung gefährdeter Gebiete optimal, um die Dringlichkeit für Hilfe einschätzen zu können. Eine flächendeckende Überwachung mit Kameras oder Sensoren ist aber weder für Deutschland noch für Indien in der Fläche zu leisten und würde vermutlich auf Widerstand stoßen.

Trotzdem sind Sensoren, selbst in den ländlichsten Regionen der Welt, schon weit verbreitet, nämlich in Mobiltelefonen und Smartphones. Diese Sensoren sollen im Rahmen dieses Arbeitspaketes dazu herangezogen werden, um dem Ersthelfer unter kontrollierten Bedingungen Einblick in ein Katastrophengebiet zu gewähren.

Dabei besteht der Kern des Forschungsinteresses darin, den gesammelten Sensordaten Situationen im Katastrophengebiet zuzuordnen. Dies könnte z.B. sein die Altersstruktur der Bevölkerung abzuschätzen, eine drohende Panik frühzeitig zu erkennen oder das Verhalten einer Gruppe vorherzusehen.

3. Vorgehen und Methoden

Die Forschung und Entwicklung an der Hochschule Mittweida konzentriert sich, aufgrund ihrer Verbreitung, auf die Geräte mit Android-Betriebssystem. Diese Geräte sind mit zahlreichen Sensoren ausgestattet (siehe Abbildung 3 im Poster), die in vielen Fällen dem Umgang mit dem Gerät dienen. Um die Lage des Smartphones (z.B. für die Bestimmung der Ausrichtung des Gerätes) zu bestimmen, wird zum Beispiel der Beschleunigungssensor genutzt. Dazu ermittelt dieser Sensor die auftretenden Beschleunigungen an der X-, Y- und Z-Achse.

Die Messdaten des Sensors werden in der Forschung und Entwicklung genutzt, um z.B. die Aktivität des Nutzers zu bestimmen. So zeigt das Poster in den Abbildungen 5 und 6 die charakteristischen Messdaten dieses Sensors für das Gehen bzw. für das Rennen.

Im Teilarbeitspaket sollen die gesammelten Sensordaten Situationen im Katastrophengebiet zugeordnet werden. Dazu entsteht zunächst eine Anwendung, mit der die Daten der Sensoren ausgelesen und gespeichert werden können. Im Anschluss daran werden Situationen, wie sie in diesem Szenario auftreten können simuliert. Die dabei erfassten Sensordaten werden genutzt, um Modelle für diese Situationen zu lernen.

Die so gelernten Modelle werden später in eine alltägliche Anwendung integriert und geben im konkreten Fall Aufschluss über die betroffenen Gebiete oder Personen an die Ersthelfer.

Literaturverzeichnis

- [1] Zeit Online. Tsunami 2004 - Man hätte Stunden gehabt, Menschen zu warnen. 2014. Abgerufen am 04.11.2015
- [2] Wikimedia Commons. File:indischer ozean beben2004.png, 2004. Abgerufen am 31.10.2015
- [3] Wikimedia Commons. File:mobile device sensors.png, 2013. Abgerufen am 31.10.2015

Erzeugung von Druckeigen- spannungen in hochfesten Gusswerkstoffen und deren Einfluss auf die Schwingfestigkeit

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Peter Hübner
 Tel.: 03727/58-1460
 E-Mail: huebner2@hs-mittweida.de

Dipl.-Ing. Ulrike Hähnel
 Tel.: 03727/58-1536
 E-Mail: haehnel@hs-mittweida.de

Projekthalt/-ziel:

Entwicklung eines Konzeptes zur Vorhersage der Schwingfestigkeit von randschichtverfestigten Bauteilen aus hochfesten Gusswerkstoffen mit Kugelgraphit (ADI)
 → *Ableitung von Auslegungskriterien für ADI-Bauteile*

Austempered Ductile Iron (ADI):

- günstige Eigenschaftskombination:
 - Festigkeit vergleichbar mit Stahl
 - gute Duktilität und Verschleißbarkeit
 - hohes Dämpfungsvermögen
- attraktiver Konstruktionswerkstoff für hochbeanspruchte, sicherheitsrelevante Bauteile (z.B. im Automobil- und Windkraftanlagenbau)

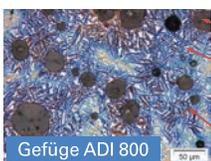


Planetenträger aus ADI 800



Kurbelwelle

- Ausferrit-Gefüge: Kugelgraphit u. Austenitmatrix mit nadelförmigen Ferritausscheidungen



Gefüge ADI 800

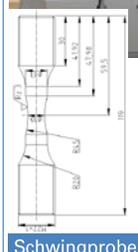
globularer Graphit
 mit Kohlenstoff angereicherter Austenit
 nadliger Ferrit

Schwingfestigkeitsuntersuchungen:

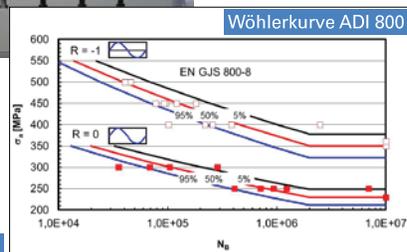


Resonanzprüfstand

- Wöhlerversuche im unbehandelten und festgewalzten Zustand



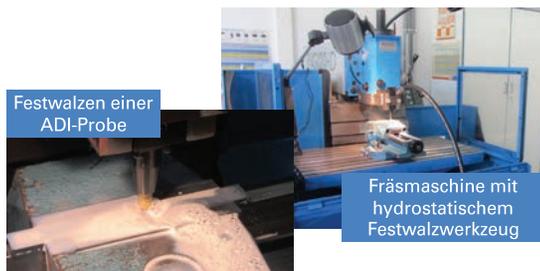
Schwingprobe



Wöhlerkurve ADI 800

Randschichtverfestigung durch Festwalzen:

- Erhöhung der Schwingfestigkeit/Lebensdauer von Gussbauteilen mit höchstbeanspruchten Bereichen (z.B. Kerben)
- wichtigster Festwalzeffekt: *Induzierung von Druckeigenstressungen* in der Randschicht
 → Verzögerung der Bildung und Ausbreitung von Mikrorissen



Festwalzen einer ADI-Probe

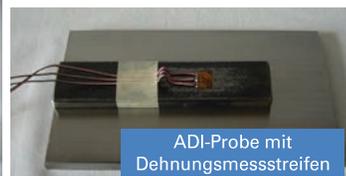
Fräsmaschine mit hydrostatischem Festwalzwerkzeug

Ermittlung der Eigenstressverteilung nach dem Festwalzen:

- experimentell mit der Bohrlochmethode

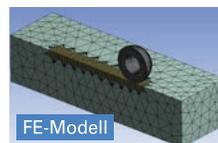


Bohrvorrichtung



ADI-Probe mit Dehnungsmessstreifen

- mittels FEM-Simulation in ANSYS



FE-Modell



Festwalzprozess

- ➔ *Berechnungsvorschrift für randverfestigte Bauteile aus ADI auf Basis der Ergebnisse*

ERZEUGUNG VON DRUCKEIGENSINNUNGEN IN HOCHFESTEN GUSSWERKSTOFFEN UND DEREN EINFLUSS AUF DIE SCHWINGFESTIGKEIT

Ulrike Hähnel, Peter Hübner

Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Aufgrund der kostengünstigen Herstellung und der vorteilhaften Eigenschaftskombination – hohe Festigkeit, gute Duktilität und Verschleißbeständigkeit – eignet sich ADI (Austempered Ductile Iron) für den Einsatz in hochbeanspruchten, sicherheitsrelevanten Komponenten. In den hochbeanspruchten Randschichten derartiger Bauteile, vor allem in Kerbbereichen, kann durch Festwalzen eine Verbesserung der geforderten Schwingfestigkeit erzielt werden. Dabei entstehen Druckeigensinnungen, die kurz unter der Oberfläche ihr Maximum erreichen. Zur Aufstellung von Auslegungskriterien für diese Gruppe von Konstruktionswerkstoffen sind Kenntnisse über die Eigensinnungsverteilungen erforderlich. Deshalb sollten die entstehenden Eigensinnungsfelder mithilfe von FEM-Simulationen berechnet sowie nach der Bohrlochmethode gemessen werden. Der Einfluss auf die Schwingfestigkeit wurde anhand verschiedener Kerbgeometrien in umfangreichen Wöhlerversuchen untersucht.

Due to an economical production and the favourable quality combination – high strength, good ductility and wear resistance – ADI (Austempered Ductile Iron) is suitable for use in highly stressed security-relevant components. In highly stressed surface layers of such components, primarily in notched areas, an improvement of the required fatigue limit can be obtained by deep rolling. In this process compressive residual stresses arise which reach their maximum briefly beneath the surface. The knowledge of residual stress distributions is required to work out design criteria for this group of construction materials. Therefore the resulting residual stress fields should be calculated by FEM simulation and measured by hole-drilling method. In extensive Wöhler tests the influence on the fatigue limit was examined using a varying notch radius.

1. Einleitung

Im Wettbewerb mit Bauteilen aus Schmiedestählen stehen Gussbauteile aus ADI (Austempered Ductile Iron). Mit der austenitisch-ferritischen Matrix verbindet ADI eine im Vergleich zum konventionellen Gusseisen mit Kugelgraphit überragende Festigkeit mit guter Duktilität und Verschleißbeständigkeit. Aufgrund einer kostengünstigen Herstellung und der günstigen Eigenschaftskombination eignet sich dieser attraktive Konstruktionswerkstoff für den Einsatz in hochbeanspruchten, sicherheitsrelevanten Komponenten.

Für den hochfesten Werkstoff ADI besteht z.B. im Automobilbau für Kurbelwellen und im Windkraftanlagenbau für Planetenträger großes Potential. Obwohl die hervorragenden Eigenschaften von ADI-Guss seit langem bekannt sind, hat sich dieser Werkstoff bei sicherheitsrelevanten Anwendungen noch nicht durchsetzen können. Das größte Hemmnis dabei ist, dass es bisher keine belastbaren Auslegungskriterien für diese Gruppe von Konstruktionswerkstoffen gibt. Bei den Bauteilen, für die der Werkstoff in Frage kommt, gibt es konstruktionsbedingt immer Kerbbereiche, die für Gusswerkstoffe als besonders kritisch gelten. Diese Problematik kann man durch eine gezielte Randschichtverfestigung wie Festwalzen deutlich abmindern, was heute z.B. bei Kurbelwellen aus perlitischen Gusswerkstoffen mit Kugelgraphit in Serie realisiert wird. Auch bei dem hochfesten ADI ist davon auszugehen, dass dieser Verfestigungseffekt prozessstabil eingestellt werden kann.

Mit den Untersuchungsergebnissen wurde eine Basis geschaffen, um für die wichtige Randschichtverfestigung zur Erzielung lokal günstiger Eigenschaften im ADI, geeignete Regeln zur Bauteilauslegung aufzustellen.

2. Austempered Ductile Iron (ADI)

Die Herstellung von ADI bzw. von ausferritischem Gusseisen mit Kugelgraphit erfolgt durch einen zusätzlichen Wärmebehandlungsprozess an konventionell gegossenem Gusseisen mit Kugelgraphit. Dabei wandelt sich das ferritische und/oder perlitische Grundgefüge vollständig in den sogenannten Ausferrit, ein Gefüge aus nadligem Ferrit in einer mit Kohlenstoff gesättigten Austenitmatrix, um. Der Prozess bewirkt eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften im Vergleich zum Ausgangswerkstoff [1, 2]. ADI bietet eine günstige Kombination von Festigkeit, Zähigkeit, Werkstoffdämpfung und Verschleißbeständigkeit. Die Herstellung durch Gießen ermöglicht eine fast unbegrenzte Freiheit der Formgebung. Im Vergleich zu konventionellen Gusseisensorten weist ADI bei vergleichbaren Bruchdehnungswerten fast doppelt so hohe Festigkeitswerte auf. Damit tritt dieser Werkstoff in direkten Wettbewerb zu Schmiedestahl und Stahlguss. Weiterhin besitzt ADI aufgrund des hohen Graphitanteils eine etwa 10 % niedrigere Dichte und ein höheres Dämpfungsvermögen als Stahl. Die Dauerfestigkeitswerte sind im Vergleich zu konventionellen Sphärogusssorten (DIN EN 1563) fast doppelt so hoch und damit vergleichbar oder besser als die Werte von Schmiedestahl [2, 3].

3. Randschichtverfestigung durch Festwalzen

Zur Erhöhung der Lebensdauer von Gussbauteilen mit höchstbeanspruchten Bereichen werden in der Praxis vielfach mechanische Verfahren eingesetzt. Diese eignen sich am besten für ausferritisches Gusseisen. Eines der bekanntesten Verfahren zur mechanischen Oberflächenbehandlung ist das Festwalzen. Vor allem bei gekerbten Bauteilen ist dieses Verfahren von Vorteil, da die höchsten Spannungen

im Kerbgrund auftreten und die Lebensdauer begrenzen. Durch Festwalzen von spannungskritischen Radien an Bauteilen kann die Lebensdauer erheblich, d. h. bis auf das Niveau von geometrisch identischen Schmiedeteilen, gesteigert werden [1, 4].

Zum Festwalzen der ADI-Probekörper kam ein hydrostatisches Festwalzwerkzeug der Fa. Ecoroll zum Einsatz. Das Walzelement, in diesem Fall eine spezielle Hartstoffkugel, die hydrostatisch gelagert ist, rollt auf der Bauteiloberfläche ab und wird dabei mit einer definierten Walzkraft auf die Oberfläche gedrückt. Dieser Prozess ruft eine elastisch-plastische Verformung in der Randschicht hervor, die zu Druckeigenstressungen, einer Verfestigung der Randschicht sowie zur Glättung der Oberfläche führen. Durch die Kombination dieser drei Effekte hat sich das Festwalzen zu dem effizientesten Verfahren zur Erhöhung der Schwingfestigkeit entwickelt [5].

Die in der oberflächennahen Schicht induzierten Druckspannungen verzögern die Bildung und Ausbreitung von Mikrorissen [6]. Die Festwalzparameter und der Werkstoff bestimmen die Höhe der Eigenstressungen. In Konstruktionswerkstoffen mit einer hohen Dehngrenze können betragsmäßig höhere Eigenstressungen erzeugt werden. Da durch die ADI-Wärmebehandlung auch die Dehngrenze gesteigert wird, sind bei diesem Gusswerkstoff im Vergleich zum konventionellen Gusseisen mit Kugelgraphit größere Steigerungsraten der Schwingfestigkeit zu erwarten. Entscheidend für die Schwingfestigkeitserhöhung sind der Maximalwert der Druckeigenstressungen sowie deren Tiefenverlauf. Nur die Kombination aus Beanspruchungs- und Eigenstressungstiefenverlauf erlauben eine Abschätzung der Festigkeitssteigerung durch Festwalzen [1].

Zur Messung der Festwalzeigenstressungen wurden plattenförmige Proben unter Variation der Walzkraft und der Breite der Walzspur im Vorschubverfahren festgewalzt. Für die Durchführung der Schwingfestigkeitsuntersuchungen nach dem Festwalzen wurden Versuche an Rundproben unterschiedlicher Radien durchgeführt. Die Herstellung der festzuwalzenden Oberflächen erfolgte durch Fräsen.

4. Ermittlung der Eigenstressungsverteilung nach dem Festwalzen

Die Ermittlung der erzielbaren Eigenstressungen in der Randschicht ist notwendig, um den Eigenstressungseinfluss bei der Bauteilauslegung zu berücksichtigen.

Zunächst sollte mithilfe der Finite Elemente Methode der Festwalzprozess an einer ungekerbten Rundprobe und linear entlang der Oberfläche einer Plattengeometrie, beide vom Werkstoff ADI, simuliert werden. Für die FEM-Simulation wurde die Software ANSYS Workbench Release 14.0 verwendet. Für beide Probengeometrien und den Walzkörper (Hartstoffkugel) erfolgte die Generierung des CAD-Modells direkt in ANSYS (Design Modeler). Um später ein feines, strukturiertes Netz in der

Umformzone zu erzeugen, wurde im CAD-Modell eine sog. Partitionierung der Probengeometrien vorgenommen. Unter der Annahme, dass sich im Bereich zwischen Eindring- und Ablöseposition der Kugel ein stationärer Zustand der Prozesskräfte und der resultierenden Eigenstressungen einstellt, ist es gerechtfertigt, das Walzwerkzeug nur über einen Teilausschnitt der Proben zu führen. Für die rotationssymmetrische Rundprobe war ein Viertelmodell ausreichend, die Plattengeometrie und die Walzkugel sind als Halbmodell definiert. Das Werkstoffverhalten der Kugel wird für die Simulation als rein elastisch angenommen. Im Gegensatz dazu kommt es in der festzuwalzenden Rundprobe bzw. in der Platte lokal zu plastischen Verformungen. Das Werkstoffverhalten der zu untersuchenden ADI-Güte EN GJS-800-8 wird in der FE-Rechnung durch eine experimentell ermittelte Fließkurve charakterisiert. Unter Einbindung dieser Fließkurve beruhen die Berechnungen auf einem multilinearen, isotropen Verfestigungsmodell. Die Vernetzung erfolgte in ANSYS automatisch mit manuellen Netzgrößenvorgaben.

Der resultierende Kraftverlauf ist bei dem rotationssymmetrisch und dem linear modellierten Festwalzprozess annähernd gleich, nur der Kraftbetrag unterscheidet sich. Nach der Überwälzung stellt sich ein stationärer Zustand ein. Da das Festwalzen auf einer Umformung der Randschicht basiert, führen die Zustellung und die Abrollbewegung der Kugel auf der Probenoberfläche zu einer lokalen Formänderung der Probengeometrie. Diese Verformung ist anhand einer Verzerrung der Elemente entlang der Walzspur erkennbar. Bild 1 zeigt die sich einstellende Spannungsverteilung für die Variante Kugel/Platte in Vertikalrichtung der Probe nach einem Vorschub von 6 mm. In dieser Darstellung treten neben der Druckspannung im Kontaktbereich von Kugel und Probenoberfläche (blaue Zone) auch Druckspannungen in dem Oberflächenbereich auf, der von der Kugel bereits überwalzt wurde (rote Zone). Dabei handelt es sich um verbleibende Druckeigenstressungen, die in einer Tiefe von ca. 0,5-0,7 mm ihr Maximum erreichen.

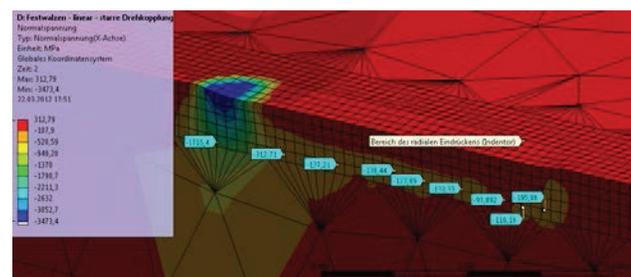


Bild 1: Normalspannung in Vertikalrichtung (Plattenmodell)

Die Modelle beschreiben einen ersten Ansatz zur Abbildung des Festwalzprozesses mittels Finite Elemente Methode, in dessen Ergebnis die zu erwarteten Eigenstressungen sich bereits erkennen lassen.

Zur Messung des oberflächennahen Tiefenverlaufs der Eigenspannungen im heterogenen Gussgefüge ist das Bohrlochverfahren geeignet. Bei dieser Methode werden durch Einbringen eines Sacklochs in die Probenoberfläche Dehnungsrelaxationen ausgelöst. Diese auftretenden Deformationen werden mit speziellen DMS-Rosetten, die an der zu messenden Stelle auf der Probe appliziert werden, in Abhängigkeit von der Bohrtiefe erfasst. Die Messgitter zur Dehnungsmessung sind radial um das Bohrloch in der Mitte der DMS-Rosette angeordnet. Anhand der ermittelten Dehnungen wird dann auf den ursprünglichen Eigenspannungszustand zurückgeschlossen [7].

Mithilfe der Eigenspannungsbohrvorrichtung RS-200 der Fa. Vishay wurden an den festgewalzten Platten je zwei Messungen im Bereich der Walzspurbreite ausgeführt. Als Referenz wurden ebenfalls Platten im unbehandelten Zustand untersucht. Die Bohrungen erfolgten bis in eine Tiefe von 1 mm. Für die Auswertung der erfassten Dehnungswerte bzw. die Ermittlung der Eigenspannungstiefenprofile kam die Software H-DRILL unter Anwendung der Integralmethode zum Einsatz.

Die Eigenspannungsmessung an den festgewalzten Proben hat ein Druckspannungsmaximum in einer Tiefe von 0,15 bis 0,25 mm ergeben. Mit steigender Walzkraft haben auch die Druckeigenspannungen zugenommen. Der stabilste Eigenspannungszustand über die gesamte Messtiefe stellte sich bei einer Walzkraft von 750 N und einer Spurbreite von 0,3 mm ein.

5. Schwingfestigkeitsuntersuchungen

Zur Ermittlung des Ermüdungsverhaltens der ADI-Güte GJS-800-8 nach dem Festwalzen wurden umfassende Schwingfestigkeitsuntersuchungen in Form von Wöhlerversuchen unter Wechselbeanspruchung ($R = -1$) durchgeführt. Da bei Gusswerkstoffen die Wöhlerergebnisse erheblich streuen können, wurden je Kerbgeometrie ($R_1 = 45$ mm, $R_2 = 8$ mm, $R_3 = 4$ mm) 45 Proben im unbehandelten und festgewalzten Zustand (Walzkraft = 750 N) untersucht. Die Zug-Druckversuche erfolgten an dem Resonanzpulsator POWER SWING *NewLine* MOT 150 kN der Fa. SincoTec (Bild 2) bei einer Prüffrequenz von ca. 51 bis 53 Hz. Als Abbruchkriterien wurden die Grenzschwingspielzahl $N_G = 10^7$ und eine Frequenzdifferenz $\Delta f = \pm 0,1$ Hz definiert.

Beim Radius $R_2 = 8$ mm wurde durch das Festwalzen ein Schwingfestigkeitsgewinn von 14 % erzielt. Während bei den unbehandelten Radien das Versagen direkt von der Oberfläche ausging, wurde der Anrissort durch das Festwalzen in eine Tiefe unterhalb der maximalen Druckeigenspannungen verschoben. Erhebliche Streuungen der Wöhlerergebnisse im Übergangsbereich der Dauerfestigkeit bei den Radien $R_1 = 45$ mm und $R_3 = 4$ mm im festgewalzten Zustand können auf das Versagen durch Lunker und die Beschädigung der Oberfläche durch eine zu hohe Festwalzkraft ($R_3 = 4$ mm) zurückgeführt werden. Aufgrund der negativen Auswirkung

dieser Effekte auf die mittlere Dauerfestigkeit hat sich für diese Kerbgeometrien keine Erhöhung der Schwingfestigkeit ergeben.



Bild 2: ADI-Wöhlerversuch am Resonanzprüfstand

Literaturverzeichnis

- [1] M. Wohlfahrt, P. Kainzinger, W. Eichsleder, *Giesserei-Rundschau* 58 (2011), 261-267.
- [2] C. Bartels, L. Michelberger, *MM – Das Industrie Magazin*, 2006, 36-38.
- [3] H.-H. Hasse, C. Bartels, U. Schliephake, *Industrieanzeiger* 125 (2003), Heft 24/25, 38-39
- [4] S. Tunzini, W. Menk, D. Weid, T. Löhken, C. Honsel, *Giesserei* 99 (2012), 36-41
- [5] K. Röttger, G. Wilcke, S. Mader, *Materialwissenschaften und Werkstofftechnik* 36 (2005), 270-274
- [6] C. Chen, J.J. Vuorinen, M. Johansson, 2. International ADI-Seminar, Otaniemi, Paper-Nr. VORTR. 4, 1994, 1-44
- [7] W. Stets, D. Hartmann, *konstruieren + gießen* 29 (2004), Heft 3, 2-11

Cradle-to-Cradle

als innovativer Ansatz für ein nachhaltiges Eventmanagement

Ausgangssituation

- Relevanz des Themas Nachhaltigkeit steigt in der Eventbranche stetig.
- Bereits 2007 wurden Vorgaben für ein nachhaltigkeitsorientiertes Eventmanagement-System vom British Institute for Standardisation veröffentlicht.
- Heute kompensieren bereits viele Eventveranstalter ihre CO₂-Emissionen und demonstrieren Umweltschutz und Sozialverantwortung bei den Veranstaltungen.

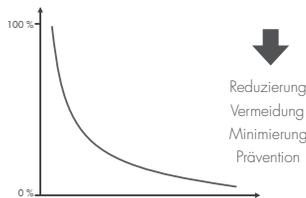
Problemstellung

- Viele der in der Wissenschaft und Praxis diskutierten nachhaltigkeitsorientierten Ansätze im Eventmarketing konzentrieren sich auf die **Öko-Effizienz**, d.h. auf eine reine Schadensreduktion, Einsparung von Rohstoffen und Energie sowie deren Nutzung.
- **Öko-Effizienz** beendet jedoch **nicht** die Erschöpfung der Rohstoffquellen oder die Zerstörung der Umwelt. Es geht lediglich um eine Verlangsamung bzw. um ein Hinauszögern dieser Prozesse.

Ökoeffizienz

„Die Dinge richtig tun.“

... hat das Ziel, keinerlei Auswirkungen auf die Umwelt zu haben.



versus

Ökoeffektivität

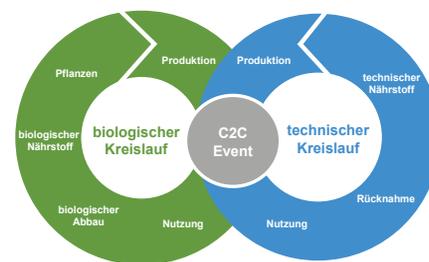
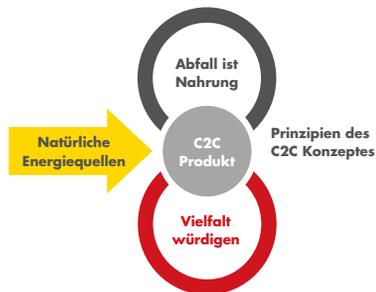
„Die richtigen Dinge tun.“

... hat das Ziel, Nährstoffe zu erhalten und völlig sichere und gesunde Produkte zu erzeugen.



Cradle-to-Cradle

Der Ansatz nach dem Cradle-to-Cradle-Prinzip (C2C) verfolgt hingegen die **Öko-Effektivität**. Hierbei nimmt er bewusst die verschwenderische Seite der Natur als Vorbild. Die Erstellung von Produkten und Dienstleistungen soll nicht mehr schadhaf und umweltbelastend sein, sondern in **Kreisläufen** ohne nicht zu verwertendem Abfall ablaufen. C2C bietet damit der Eventbranche eine Alternative. Der Fokus muss bei einem Event nicht auf Reduktion gerichtet sein, sondern auf einer anderen Erstellung bzw. einem **neuartigen Design** des Eventmarketingprozesses.



Ausblick

- Ansatz der Ökoeffizienz und der Ansatz der Ökoeffektivität sind als komplementäre Konzepte zu verstehen.
- Ökologisch orientierte Eventkonzepte sollten sich langfristig am Cradle-to-Cradle-Prinzip orientieren.
- Ökoeffektivität fordert ein (Um-)denken und Handeln in Kreisläufen und Wertschöpfungsnetzwerken.

Weiterführende Literatur

- Abele, K.; Holzbar, U. (2011): Nachhaltige Events. Nachhaltiger Erfolg durch Verantwortung, Aalen.
- Braungart, M.; McDonough, W. (2012): Einfach intelligent produzieren. Cradle to Cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können, 7. Aufl., Berlin.
- Braungart, M.; McDonough, W. (2008): Die nächste industrielle Revolution: Die Cradle-to-Cradle-Community, Hamburg.
- McDonough, W.; Braungart, M. (2002): Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things, New York.

CRADLE-TO-CRADLE ALS INNOVATIVER ANSATZ FÜR EIN NACHHALTIGES EVENTMANAGEMENT

Susanne Günther, André Schneider, Frank Schumann
Hochschule Mittweida, Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

Der Cradle-to-Cradle-Ansatz zielt – anders als ökoeffiziente Ansätze bei Events – nicht auf die Verlangsamung und Vermeidung der Umweltzerstörung oder die Erschöpfung wichtiger Rohstoffquellen ab. Ziel des Ansatzes ist es vielmehr, effiziente Maßnahmen zu ergreifen und somit zu einem ökoeffektiven Handeln bei der Planung und Umsetzung von Events zu gelangen.

1. Einleitung

In der Eventbranche wächst die Relevanz des Themas Nachhaltigkeit stetig. So wurden bereits im Jahr 2007 Vorgaben für ein nachhaltigkeitsorientiertes Eventmanagement-System vom British Institute for Standardisation veröffentlicht. Viele Eventveranstalter und Eventdienstleister kompensieren ihre eventinduzierten CO₂-Emissionen und demonstrieren Umweltschutz und Sozialverantwortung auf ihren Events. Auch die Vielzahl an Leitfäden für die Eventpraxis [1][2] sowie die Veröffentlichung eines Handbuchs zur nachhaltigen Organisation von Veranstaltungen durch Jones im Jahr 2009 zeigen [3], dass ein großes Interesse an der Verankerung von Nachhaltigkeit im Eventmarketing und Eventmanagement besteht.

Das Nachhaltigkeitsmanagement zielt zum einen auf eine nachhaltige Entwicklung der Organisation ab und strebt zum anderen an, Organisationen zu befähigen, einen relevanten Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft zu leisten. Diese Zielsetzungen eines Nachhaltigkeitsmanagements lassen sich auf die Organisation von Events übertragen.

2. Problem- und Zielstellung

Eine besondere Herausforderung für die Eventbranche stellt der notwendige Übergang von der bisherigen ressourcenaufbrauchenden und rückgewinnungsarmen Produkt- und Dienstleistungspolitik hin zu einem umweltfreundlicheren Netzwerk aus Industrie und Dienstleistern dar. Viele der in der Wissenschaft und Praxis diskutierten nachhaltigkeitsorientierten Ansätze im Eventmarketing konzentrieren sich auf die Ökoeffizienz, d.h. auf eine reine Schadensreduktion, auf Einsparungen an Rohstoffen und Energie sowie deren Nutzung.

Das Cradle-to-Cradle-Prinzip (C2C) fokussiert hingegen auf die Ökoeffektivität. Hierbei nimmt es bewusst die verschwenderische Seite der Natur als Vorbild. Die Erstellung von Produkten und Dienstleistungen soll nicht mehr schadhaft und umweltbelastend sein, sondern in Kreisläufen ohne nicht verwertbaren Abfall ablaufen. C2C bietet damit der Eventbranche eine Alternative. So sollte bei einem Event der Fokus nicht allein auf Reduktion, sondern vielmehr auf der Erstellung eines neuartigen Designs des Eventmarketingprozesses liegen.

Die Zielstellung des vorliegenden Beitrags besteht in der Diskussion des Einsatzes des C2C-Ansatzes im Rahmen eines nachhaltigkeitsorientierten Eventmarketings.

3. Nachhaltigere Events durch Ökoeffektivität

3.1 Ansätze der Ökoeffizienz bei Events

Der Begriff der nachhaltigen Events bzw. „Green Events“ wird seit einigen Jahren immer prominenter. Vielen Akteuren der MICE-Branche wird immer deutlicher bewusst, dass die Art der Eventplanung und -umsetzung sehr hohe Auswirkungen auf die Umwelt, Gesellschaft und die Wirtschaft hat. In Praxis und Wissenschaft werden im Rahmen der Nachhaltigkeit von Veranstaltungen vor allem Themen wie Abfallreduzierung, Senkung der Energiekosten, Minimierung des Wasserverbrauchs oder der Abwässer diskutiert [4][5][6]. Insgesamt werden diese Maßnahmen der Ökoeffizienz sehr häufig mit dem Vokabular „vermindern, vermeiden, minimieren, reduzieren oder auch begrenzen“ [7] beschrieben. Egal ob es um die Senkung der erzeugten oder emittierten Menge an Müll, Rohstoffen oder auch Konsummengen geht, Verminderung ist ein zentraler Leitsatz der Ökoeffizienz [7].

Doch was ist genau unter den Begriffen „Effizienz“ und „Ökoeffizienz“ zu verstehen? Der Begriff der Effizienz wird im Allgemeinen als das Erreichen eines gegebenen Ziels unter Minimierung des Aufwands beschrieben. Effizient zu wirtschaften entspricht demnach dem ökonomischen Prinzip. Eine Tätigkeit wird genau dann effizienter verrichtet, wenn das gleiche Ergebnis mit geringerem Aufwand erreicht wird. Die Ökoeffizienz (engl. ecoefficiency) beschreibt in diesem Zusammenhang ein Konzept, das Ökonomie und Ökologie gleichermaßen beachtet. Im Mittelpunkt steht der ökonomisch und ökologisch sparsame Umgang mit Ressourcen, um ein definiertes Ziel zu erreichen. Die Ökoeffizienz beschreibt das Verhältnis zwischen einer ökonomischen und einer ökologischen Größe. Im Gegensatz hierzu befassten sich bisherige ökologische Konzepte, wie beispielsweise die „Ökobilanz“, nur mit den Auswirkungen auf die Umwelt. Die Ökoeffizienz verbindet demnach ökologische und ökonomische Ziele in einem Ansatz miteinander. Eine Minderung der Umweltbelastung steht nicht mehr diametral ökonomischen

Gewinnzielen gegenüber, sondern bringt Synergieeffekte für die Unternehmensseite mit sich. Die Ökoeffizienz wird in Wissenschaft und Praxis als ressourcenschonendes Wirtschaften verstanden, das sowohl ökonomische wie auch ökologische Vorteile generiert. Ein ökoeffizienter Eventveranstalter verfolgt bei diesem Ansatz die Verbesserung seiner Arbeitsmethoden und -prozesse, substituiert problematische Materialien, führt saubere Technologien und Produkte ein und bemüht sich um eine effizientere Verwendung und Wiederverwertung von Ressourcen. Jedoch ist bei dem Ansatz der Ökoeffizienz anzumerken, dass eine Verminderung in einem der angesprochenen Bereiche die Erschöpfung der Rohstoffquellen oder die Zerstörung der Umwelt nicht beendet. Es geht lediglich um eine Verlangsamung bzw. um ein Hinauszögern dieser Prozesse [7].

Die Ökoeffizienz stellt jedoch keine Strategie für den langfristigen Erfolg im nachhaltigkeitsorientierten Eventmanagement dar, weil sie hierfür nicht tief genug greift. Sie blickt nicht über die Grenzen des Systems hinaus, welches die Probleme erst verursacht hat, und vermag es lediglich, die problematischen Prozesse mit Hilfe von Verboten und Sanktionsmaßnahmen hinauszuzögern. Alternativ könnte ein Ansatz sein, ein Event so zu planen und durchzuführen, dass es der Umwelt nutzt, anstatt zu versuchen, die schädlichen Prozesse teilweise zu reduzieren. Es geht dann nicht um die Minimierung des ökologischen Fußabdrucks, sondern darum, einen sehr großen Fußabdruck zu hinterlassen, der ein Stück mehr an Natur entstehen lässt. Dieses Ziel lässt sich dann erreichen, wenn die richtigen Maßnahmen getroffen werden, d.h. es geht um ökoeffektives Handeln [8]. Der alternative Ansatz zur Ökoeffizienz – Cradle-to-Cradle – wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

3.2 Ökoeffektivität als Alternative

Braungart und McDonough haben das C2C-Prinzip entwickelt und damit den Begriff der Ökoeffektivität geprägt [9]. Grundlage bilden ein biologischer und/oder ein technischer Kreislauf. Die Ressourcen für Produkte werden den beiden Kreisläufen entnommen und nach der Nutzung wieder an den jeweiligen Kreislauf zurückgegeben. Das C2C-Prinzip ist eng mit der Philosophie der Ökoeffektivität verbunden, die über Effizienzsteigerungen hinausgeht. Hierbei geht es nicht darum, weniger umweltschädliche Produkte zu erstellen und Systeme und deren Erzeugnisse zu optimieren. Das Prinzip verfolgt wesentlich ambitioniertere Ziele. Die Erzeugung von völlig gesunden und sicheren Produkten, deren Qualität und Produktivität während des gesamten Lebenszyklus erhalten oder erhöht werden, steht im Fokus des Ansatzes. Während die Effizienzstrategie lediglich versucht, den Zeitpunkt des Ausscheidens von Stoffen zu verzögern, verbleiben die Materialien bei C2C in geschlossenen Kreisläufen. Die Natur gilt als Vorbild für den C2C-Ansatz. Bei diesem zirkulieren alle Materialien, egal ob biologisch oder technisch, in geschlossenen Kreisläufen und die Produkte sind so konzipiert, dass diese keine schädlichen Umweltauswirkungen haben. Da bei der Nutzung in Kreis-

läufen keine Nährstoffe verloren gehen, dürfe der Mensch maßlos sein wie die Natur, die im Überfluss produziert [10]. In diesem Zusammenhang wird auch häufig von intelligenter Verschwendung gesprochen [11]. Nahezu alle von der Industrie produzierten Produkte haben eine Lebensdauer. Die Analyse dieses Produktlebens und dessen Einfluss auf die Umwelt wird Ökobilanz genannt. Es existieren verschiedene Modelle zur Ökobilanz. Diese unterscheiden sich nach dem Betrachtungshorizont der Produktlebensphasen. Hierzu gehören beispielsweise das Cradle-to-Grave- oder auch das Cradle-to-Gate-Modell, bei denen nur der Abbau von Rohstoffen und die Fertigungsphasen des Produkts bis zum Verlassen der Fabrikore berücksichtigt werden [12]. Das C2C-Modell verfolgt hingegen einen ganzheitlichen Ansatz, der alle Phasen des Produktlebens berücksichtigt und dabei außerdem den Schritt von der Aufbereitung zur nächsten Fertigungsphase einbindet. Diese Alternative zum Cradle-to-Grave-Modell lehnt sich an die Natur an, die es seit jeher versteht, alle in biologischen Abläufen verwendeten Stoffe am Ende eines Zyklus restlos wiederzuverwerten. Die Idee, das Naturmodell auf Fertigungsprozesse anzuwenden, ist natürlich nicht neu und findet sich bereits in vielen Recycling-Ansätzen wieder. Jedoch wird die Praxis in den meisten Fällen dem Recycling-Gedanken nicht gerecht. Abfälle wie z.B. Kunststoffflaschen sind nach vielen Musikfestivals oder Sportevents meist auf dem ganzen Veranstaltungsgelände und angrenzenden Terrains nicht zu übersehen bzw. fallen in großen Mengen an. Trotz steigender Recycling-Zahlen in Europa werden jedoch nur rund 49 Prozent der PET-Flaschen eingesammelt und nur etwa 16 Prozent aller Kunststoffflaschen werden dann überhaupt aufbereitet [11]. Dies ist nicht unendlich möglich, denn das Material kann nach einigen Aufbereitungszyklen nicht mehr für die Herstellung von neuen Kunststoffflaschen genutzt werden [11][7]. Letztendlich können aus dem Abfall beispielsweise auch Plastikmöbel für Events hergestellt werden, jedoch handelt es sich hierbei um ein Downcycling. Zuletzt entsteht zum Ende der Lebensdauer der Stühle dennoch Müll. Bei der Verfolgung des C2C-Prinzips soll dieses Problem nicht auftreten. Es soll hierbei nicht nur eine höhere Rate beim Recycling bzw. ein komplettes Recycling erreicht werden, Produkte sollen durch die Industrie auch „intelligent produziert“ werden. In der Folge muss darauf bereits bei der Auswahl der Rohstoffe und der Produktion geachtet werden, um später eine umfangreiche Rückgewinnung zu ermöglichen und dabei die Umwelt nicht nur „nicht zu belasten“, sondern möglichst eine positive Ökobilanz zu gewährleisten. Es existieren bei diesem ökoeffektiven Ansatz zwei Arten von Kreisläufen: biologische Kreisläufe für Verbrauchsgegenstände und technische Kreisläufe für Gebrauchsgegenstände. Es erfolgt insbesondere eine Differenzierung zwischen Biomasse und technisch-industrieller Masse, da einige Rohstoffe ihrerseits bereits derart komplex und vorverarbeitet sind, dass dies nur schwer oder gar nicht rückgängig gemacht werden kann und

die Stoffe somit nicht mehr als natürlicher Rohstoff angesehen werden dürfen. Dennoch ist eine erneute Nutzbarmachung von diesen technischen Rohstoffen ein Ziel des C2C-Prinzips. Braungart und McDonough etablierten sogar den Begriff der Technosphäre als Analogie zur Biosphäre [7][9]. In diesem Zusammenhang wird vom biologischen und technischen Metabolismus gesprochen. Das ursprüngliche Konzept von Braungart und McDonough geht zudem davon aus, dass Gebrauchsgüter im Eigentum der Hersteller bleiben und die Kunden den Service angeboten bekommen [10]. Demnach verbleibt bei der Industrie die Verantwortung für eine fachgerechte Entsorgung und diese ist auch für die Wiederverwendung der Nährstoffe bzw. Rohstoffe zuständig [7]. Ein häufig genutztes Beispiel zur Erklärung des C2C-Prinzips ist ein blühender Kirschbaum. Im Frühjahr zeigt sich der Baum in einer üppigen Blütenpracht, jedoch entstehen nur aus wenigen Blüten Früchte und letztendlich ein Baum. Der Rest wird scheinbar verschwendet. Jedoch fallen die Blüten und Früchte zu Boden und können von anderen Organismen wieder als Nährstoffe genutzt werden. Überträgt man dieses Denkmodell auf ein konkretes Beispiel aus der Eventbranche, würde das C2C-Prinzip wie folgt aussehen: Bei der Konzeption und Planung eines nach dem C2C-Prinzip gestalteten Events werden andere Nutzungsmöglichkeiten mitbedacht und die Veranstaltung sowie alle Produkte, Dienstleistungen und das technische Equipment so konzipiert, dass diese später auch adaptiert werden können. Somit stehen Eventkonzept und Equipment auch zukünftigen Aufträgen mit unterschiedlichen Bedürfnissen der Auftraggeber und Eventbesucher zur Verfügung. Alle bei dem Dienstleistungsprozess des Eventmanagements verwendeten Materialien sind unschädlich für Mensch und Umwelt, die biologischen Nährstoffe sind kompostierbar und bereichern den biologischen Kreislauf, die technischen Nährstoffe können nach dem Event in gleicher Qualität rückgewonnen werden und fließen neuerlich in die Erstellung von Veranstaltungen ein. Die Energie, die für das Event benötigt wird, stammt nach dem C2C-Konzept aus der unerschöpflichen Energiequelle Sonne. Jedoch ist auch die Nutzung von Windenergie als alternative Energiequelle denkbar.

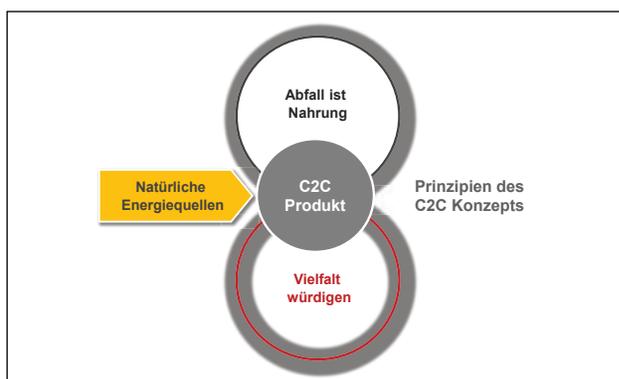


Bild 1: Cradle to Cradle Konzept [13]

Das C2C-Prinzip verfolgt somit ein Konzept, das schadstofffreie und umweltverträgliche Materialien einsetzt und damit Produkte und auch Dienstleistungsprozesse erzeugt, die unbedenklich für Gesundheit und Umwelt sind. Es geht nicht um das Sparen von Ressourcen bei Events, sondern um deren intelligente Verwendung in Kreisläufen.

4. Fazit

Das C2C-Prinzip stellt einen alternativen Ansatz zur Konzeption und Umsetzung von nachhaltigkeitsorientierten und ökoeffektiveren Events dar. Es besteht die Chance, trotz der sehr vielfältigen Arten von Events und der hohen Anzahl von beteiligten Akteuren, vollständige Kreisläufe zu bilden, deren Bestände vollumfänglich regenerierbar sind. Die Bekanntheit des Ansatzes bei Veranstaltern von Events gilt es kontinuierlich zu steigern.

Literaturverzeichnis

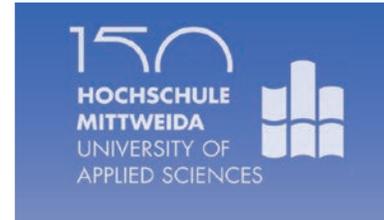
- [1] K. Abele, U. Holzbaur, Nachhaltige Events. Nachhaltiger Erfolg durch Verantwortung, (2011), Aalen.
- [2] Bundesumweltministerium, DOSB, Green Champions für Sport und Umwelt. Leitfaden für umweltfreundliche Sportveranstaltungen, (2007), Berlin.
- [3] M. Jones, Sustainable Event Management. A Practical Guide, (2009), London.
- [4] C. Zanger, Nachhaltigkeit von Eventkonzepten - Ergebnisse der Podiumsdiskussion, in: C. Zanger (Hrsg.), Erfolg mit nachhaltigen Eventkonzepten, (2012), Wiesbaden, S. 1-10.
- [5] A.-M Hede, Managing Special Events in the Era of the Triple Bottom Line, in: Event Management, Nr. 11, (2007), S. 13-22.
- [6] H. Wilts, Sportevents und Nachhaltigkeit. Handbuch Eventkultur, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, (2005), Wuppertal.
- [7] M. Braungart, W. McDonough, Einfach intelligent produzieren. Cradle to Cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können, 7. Aufl., (2012), Berlin.
- [8] M. Braungart, Cradle to Cradle als Design Prinzip in der Architektur, (2010), Zürich.
- [9] M. Braungart, W. McDonough, Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things, (2002), New York.
- [10] E. Pirgmaier, Zukunftsdossier „Alternative Wirtschafts- und Gesellschaftskonzepte“, Sustainable Europe Research Institute, (2012), Wien.
- [11] L. Meyer, R. Schroeder, Cradle to Cradle. Utopie oder Zukunftsvision?, (2013), Düsseldorf.
- [12] F. Niederstadt, Ökosystemschutz durch Regelungen des öffentlichen Umweltrechts, (1998), Berlin.
- [13] EPEA, (2009), Hamburg.

Forensische Mikrobiologie: Effiziente Klassifikation von Hasenpesterregern

Eric Zuchantke¹, Röbbbe Wünschiers¹, Herbert Tomaso²

¹ Biotechnologie/Chemie, Hochschule Mittweida

² Institut für bakterielle Infektion und Zoonosen, Friedrich-Loeffler-Institut, Jena



Fakultät Angewandte Computer- und
Biowissenschaften

Eric Zuchantke

Technikumplatz 17
09648 Mittweida

Tel.: +49 (0) 3727 58-1195
email: zuchantk@hs-mittweida.de

Grundlage

Kanonische Einzelnukleotid-Polymorphismen (canSNPs) und Insertionen bzw. Deletionen (InDels) werden genutzt um die Verbreitung von *Francisella tularensis* zu analysieren und einzelne Stämme zu identifizieren. Durch Methoden wie der Multiplen Loci VNTR Analyse (MLVA) können diese Einzelnukleotid-Polymorphismen identifiziert werden. Für die Identifikation, ob sich ein canSNPs in einem mutierten oder nicht-mutierten Zustand befindet, werden mindestens 2 Primer- bzw. Marker-Paare benötigt. Da diese Laborarbeit in Anbetracht einer großen Anzahl an canSNPs zeitaufwendig und teuer ist, ist die Entwicklung und Nutzung eines computergestützten Ansatzes unausweichlich. Neben der Analyse mittels MLVA wird auch Next Generation Sequencing (NGS) zur Aufklärung des Genoms genutzt.

Durch die Nutzung vorhandener Sequenzinformationen von *F. tularensis* haben wir eine zeit- und kosteneffiziente Anwendungen erzeugt, **CanFindIt**, mit der es möglich ist einzelne Stämme zu identifizieren und mit anderen Stämmen in Verbindung zu setzen.

Material und Methoden

CanFindIt ist ein Python geschriebener Webservice. Zum Testen der Anwendung wurden 11 Proben von *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* genutzt [1]. Für die Identifikation wurden sowohl die rohen Sequenzdaten aus den experimentell generierten FASTQ-Dateien genutzt, als auch die assemblierten Sequenzen im FASTA-Format. Abbildung 1 zeigt die Arbeitsweise des Programms.

Um die experimentellen Daten zu bestätigen wurden neben den canSNPs auch die InDels getestet. Um die gegebenen Proben zu identifizieren wurden spezifische Marker für canSNPs und InDels genutzt, welche in vorhergehenden Arbeiten [2,3,4,5] genutzt wurden.

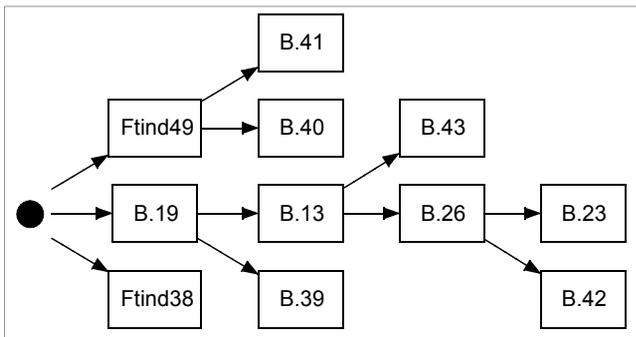
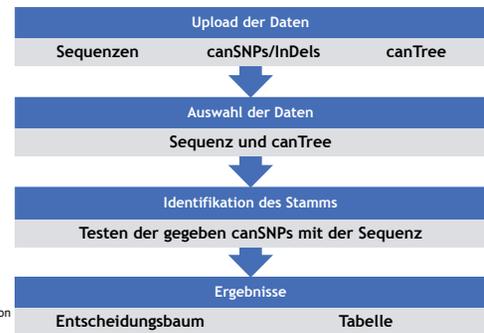


Abbildung 2:
CanTree, welcher die
Suchstrategie für die
Stammidentifikation
enthält.
Aus Informationen von [1] erstellt.

Abbildung 1:
Arbeitsweise von
CanFindIt



Für eine schneller Berechnung wird ein branch and bound Modell für die Identifikation genutzt. Das bedeutet, dass wie in richtigen Experimenten ein Entscheidungsbaum (canTree) erstellt wird. Dieser beinhaltet die Informationen über die canSNPs und InDels und deren Zustände. Abbildung 2 zeigt einen solchen Entscheidungsbaum. Nur wenn ein canSNP oder InDel als mutiert angesehen wird, wurden die darauffolgenden canSNPs oder InDels weiter untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Mittels **CanFindIt** war es möglich die experimentellen Ergebnisse zu rekonstruieren, wie Tabelle 1 zeigt. Die Webanwendung erlaubt eine schnelle Identifikation von gegebenen canSNPs und InDels, wobei nur die rohen Sequenzinformationen aus einer FASTQ-Datei genutzt werden können. Die Nutzung der assemblierten Sequenzen aus dem FASTA Format ist auch möglich, jedoch sind die Ergebnisse zum jetzigen Stand der Anwendungen weniger genau.

Um gute Ergebnisse durch **CanFindIt** zu erhalten, ist es nötig das die genutzte Sequenz von hoher Qualität ist und keine Kontamination enthält.

	Ftind38	Ftind49	B.19	B.23	B.13	B.40	B.41	B.42	B.43	B.26	B.39	
06T0001	A	A	D	A	D			D	A	D	A	B.I
08T0001	A	A	D	A	D			X	A	D	A	
09T0163	A	A	D	A	D			D	X	D	A	
09T0164	A	A	D	A	D			D	A	D	A	
08T0075	A	D	A			A	D					B.IV
09T0179	A	D	A			A	D					
10T0014	A	D	X		A	A	D				A	
12T0062	A	D	A			A	D					
13T0009	A	D	X		A	A	D				A	B.II
13T0019	D	A	A		A						A	
08T0013	D	A	X		A						A	

Tabelle 1: Vergleich der experimentellen Ergebnisse mit den Ergebnisse aus **CanFindIt**.

● korrekt identifizierte mutierte Position ● Position welche Aufgrund des vorherigen Ergebnisses nicht getestet wurde ● Keine Übereinstimmung zwischen canFindIt und Experiment

Zusammenfassung und Ausblick

CanFindIt befindet sich in einem frühen Entwicklungsstadium, zeigt jedoch das die grundlegende Funktion, die Identifikation von canSNPs und auch InDels, mit hoher Genauigkeit funktioniert. In naher Zukunft werden neue Funktionen eingefügt, welche folgendes ermöglichen:

- Aufspürung neuer möglicher canSNPs für eine bessere Klassifikation innerhalb eines Stammes
- geographischer Vergleich von *Francisella tularensis* Proben
- automatische Assemblierung von rohen Sequenzinformationen
- automatische Erstellung phylogenetischer Bäume

Literatur

- [1] Karlsson, E., Svensson, K., et al. 2012. The phylogeographic pattern of *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* in Sweden indicates a Scandinavian origin of Euroasian tularemia. *Environ. Microbiol.* DOI:10.1111/1462-2920.12052
- [2] Chanturia, G., Birdsell D. N., et al. 2011. Phylogeography of *Francisella tularensis* subspecies *holarctica* from the country of Georgia. *BMC Microbiol.* 11:139.
- [3] Larsson, P., K. Svensson, L., et al. 2007. Canonical insertion-deletion markers for rapid DNA typing of *Francisella tularensis*. *Emerg Infect Dis.* 13:1725-1732.
- [4] Svensson, K., M. Granberg, L., et al. 2009. A real-time PCR array for hierarchical identification of *Francisella* isolates. *PLoS One* 4:e6360.
- [5] Vogler, A. J., D. Birdsell, L. B., et al. 2009. Phylogeography of *Francisella tularensis*: global expansion of a highly fit clone. *J Bacteriol.* 191:2474-2484.

KONTAKT

Hochschule Mittweida
University of Applied Sciences
Referat Forschung
Postfach 1457
D-09644 Mittweida

Tel.: +49 (0) 3727 / 58-1264
Fax: +49 (0) 3727 / 58-21264

www.forschung.hs-mittweida.de



SCIENTIFIC REPORTS | WISSENSCHAFTLICHE BERICHTE

The main aspect of the Scientific Reports is to promote the discussion of modern developments in research and production and to stimulate the interdisciplinary cooperation by information about conferences, workshops, promotion of partnerships and statistical information on annual work of the Hochschule Mittweida (FH) University of Applied Sciences. This issue will be published sporadically. Contributors are requested to present results of current research, transfer activities in the field of technology and applied modern techniques to support the discussion among engineers, mathematicians, experts in material science and technology, business and economy and social work.