



Forschung und Entwicklung an der Westfälischen Hochschule

Forschungsbericht 2016

Inhalt

3 Vorwort

4 Inhaltsübersicht

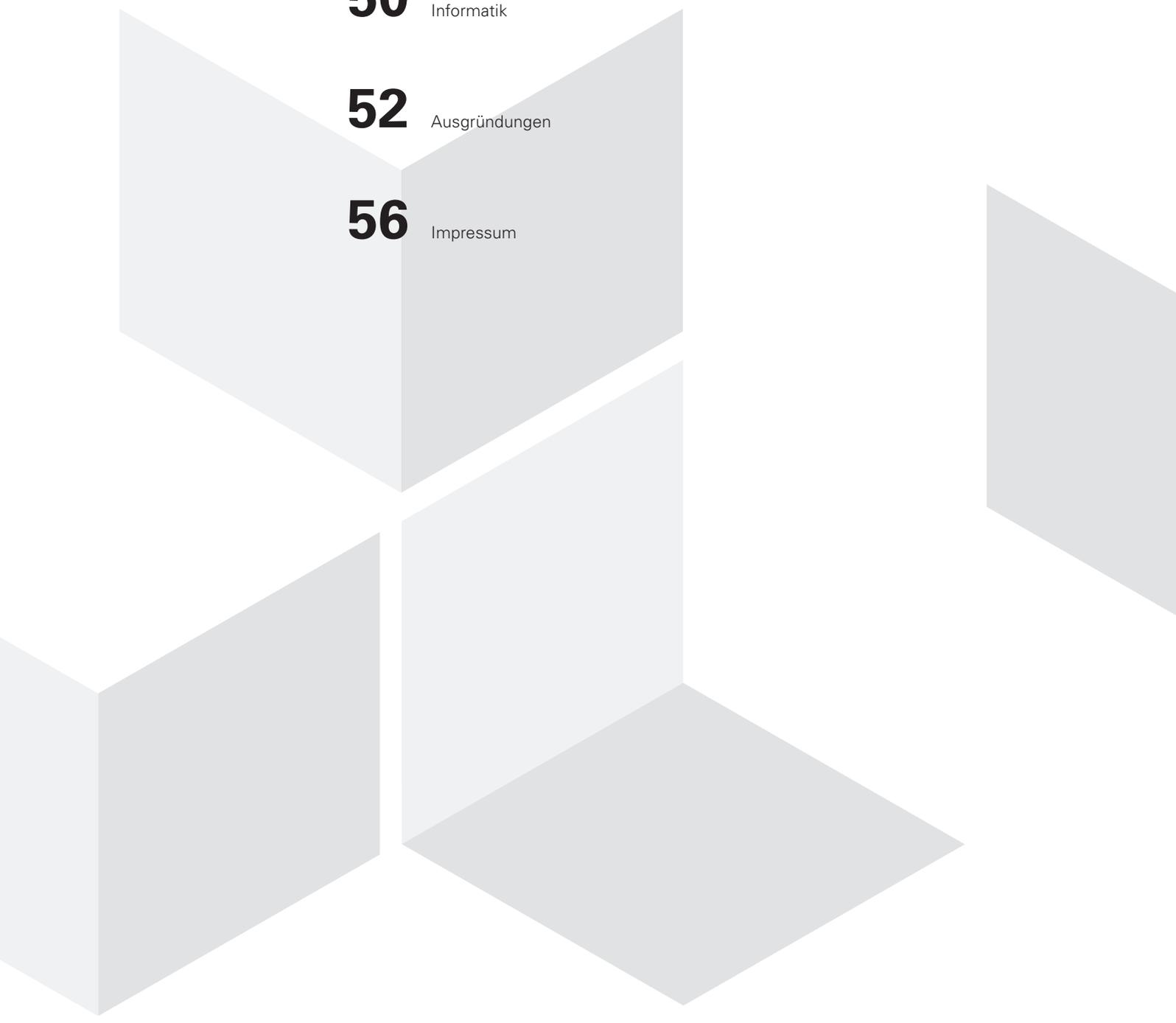
6 Gesellschaft

22 Technik/Naturwissenschaften

50 Informatik

52 Ausgründungen

56 Impressum



Vorwort

Forschung an der Westfälischen Hochschule

In diesem Jahr feiert die Westfälische Hochschule ihr 25-jähriges Bestehen. Ursprünglich als Ingenieurschule gegründet ist sie doch heute mit einer erheblich größeren Vielfalt unterwegs, wie auch die Beiträge in diesem Forschungsbericht zeigen.

So erstrecken sich die Forschungstätigkeiten von sozial- und gesellschaftswissenschaftlichen Fragestellungen über den technisch-naturwissenschaftlichen Bereich bis zu den uns heute immer stärker betreffenden Herausforderungen einer sicheren Internetkommunikation.

Längst ist die Westfälische Hochschule zu einer „Ideenschmiede“ geworden, in der junge Menschen gemeinsam mit ihren Professorinnen und Professoren erste Gedanken bis hin zu einem Produkt entwickeln und am Ende den Schritt zur Gründung eines neuen Unternehmens wagen. So entstehen Arbeitsplätze und nicht nur für die hoch qualifizierten Absolventen unserer Hochschule, denn: Wo produziert wird, da wird jede helfende Hand gebraucht. Und was ist mehr „des Schweißes der Edeln“* wert als das Bestreben, Menschen einen Arbeitsplatz zu verschaffen?

Ich freue mich sehr, dass sich Forschung an der Westfälischen Hochschule auch in diesem Bereich immer stärker auszuwirken beginnt und kann nur alle Mitglieder unserer Hochschule ermutigen, auf diesem Weg weiter zu gehen.

Mit dem „InnoCent“ ist es gelungen, in unmittelbarer Nachbarschaft unseres Standortes in Bocholt Flächen für die Ansiedlung junger Unternehmen zu schaffen. Dies ist vor allem auf den intensiven Einsatz lokaler Unternehmer und anderer Akteure der Region zurückzuführen. Das Präsidium der Westfälischen Hochschule ist nun bestrebt, in den nächsten Jahren vergleichbare Möglichkeiten auch in Gelsenkirchen zu schaffen. Ich freue mich darauf, auch in den kommenden Jahren gemeinsam mit Ihnen weiter an der Verankerung der Westfälischen Hochschule als Innovationsmotor für die Region arbeiten zu dürfen. All denen, die sich mit auf diesen Weg begeben, sage ich im Namen des gesamten Präsidiums der Westfälischen Hochschule herzlichen Dank.

* Friedrich Gottlieb Klopstock (1724-1803), Ode „Der Zürchersee“

Für das Präsidium der Westfälischen Hochschule

Michael Brodmann

Vizepräsident für Forschung und Entwicklung



**Prof. Dr.
Michael Brodmann**
Vizepräsident
für Forschung
und Entwicklung

Aktuelle Forschung an der Westfälischen Hochschule

Gesellschaft

6

B. Bergmans

Arbeitsgebiete für Wirtschaftsjuristen im Bereich zwischen Recht und Wirtschaft

8

H.-J. Bontrup

Arbeitszeitverkürzung in der deutschen Wirtschaft

10

C. Bräutigam, M. Cirkel

„Gemeinsam zuhause? Birlikte evde?“ – Wohnalternativen für pflegebedürftige türkische Migrantinnen und Migranten

12

M. Degen, R. Spiller,
E. Kronewald, K. Gürtler

Media-Watchblogs als Instrument von Media-Accountability: eine internationale Langzeitstudie

14

M. Degen, A. Köhler, R. Spiller

Streaming-Journalismus: Nutzung, Inhalte und Potenziale

16

S. Merkel

Innovationsdiffusion medizinisch-technischer Innovationen im stationären Sektor am Beispiel der Transkatheter-Aortenklappenimplantation (TAVI)

18

J. Nordhause-Janz, J. Terstriep

Innovationsreport Nordrhein-Westfalen

20

M. Wienbracke

Konstitutionelle Restriktionen retroaktiver und retrospektiver Steuergesetzgebung im Vergleich: Was Deutschland von den USA *nicht* lernen darf

Technik/Naturwissenschaften

22

M. Brodmann, U. Rost, J. Roth

Ein neuartiger Systemansatz zur Wasserstoffproduktion aus regenerativen Energiequellen

24

M. Brodmann, G. Marginean,
U. Rost

Elektroden für kostengünstige Brennstoffzellensysteme

26

K. Thiel, M. Schulten,
B. Convent, M. Pascher,
J. Van der Hertem

ZELIA – Zuhause eigenständig leben im Alter: Minimalinvasives Ambient-Assisted-Living-System zum Monitoring alleinlebender Senioren

28

F. Eiden

„Process-Factory“ –
Integrative Methode zur Entwicklung
von Bio-Produktionsverfahren am
Beispiel der nachhaltigen Herstellung
einer Industriechemikalie

30

M. Gebhard, A. Jackowski

Mensch-Roboter-Synergie „MeRoSy“ –
Erfassung und Interpretation von
Kopfbewegungen zur Steuerung von
komplexen Systemen

32R. Holzhauer, T. Spiecker,
L. Baberg

Aussortieren von
Seltene-Erden-Magneten

34

G. Juen, U. Kaiser

„FIRE“ –
Ein verteiltes IT-gestütztes Informations-
system zur Einsatz-Unterstützung von
Feuerwehren und Rettungsdiensten

36H.-J. Lilienhof, M. Lanfrancioni,
G. Strangemann

Zink-Luft-Sekundärbatterien
mit alternativen Elektrolyten

38H.-J. Lilienhof, L. Elbers,
R. Förster

Vanadium-Redox-Flow-Batterien:
eine revolutionäre Speichertechnologie
für erneuerbare Energien

40

H.-J. Lilienhof, M. Lanfrancioni

Blei-Flow-Batterien
als Energiespeicher der Zukunft

42

G. Mihatsch

Elektromobilität für alle –
Das Projekt „Tata E-Nano“

44

S. Planitz-Penno, T. Uber

Charakterisierung von Sorptionseigen-
schaften von Polyethylen (PE) mithilfe
eines Modells:
Poly-Parameter-Modell der linearen
freien Energiebeziehungen

46

H. Surmann

Flug- und Bodenroboter
für Rettungseinsätze

48

W. Zylka, T. Roque

Modelle für Wachstum und Therapie
von Tumoren –
Personalisierte Vorhersage mittels
medizinischer Bildgebung

Informatik

50N. Pohlmann, T. Urban,
R. Riedel, R. Widdermann

Betrugsschutz beim Online-Banking

Ausgründungen

52

Marco Brinker

Xapt –
Sensortechnologie nach dem Vorbild der
Natur

54

S. Maas, C. Sobotta

Augmented Reality Ultrasound –
BabyAR und AuRIS

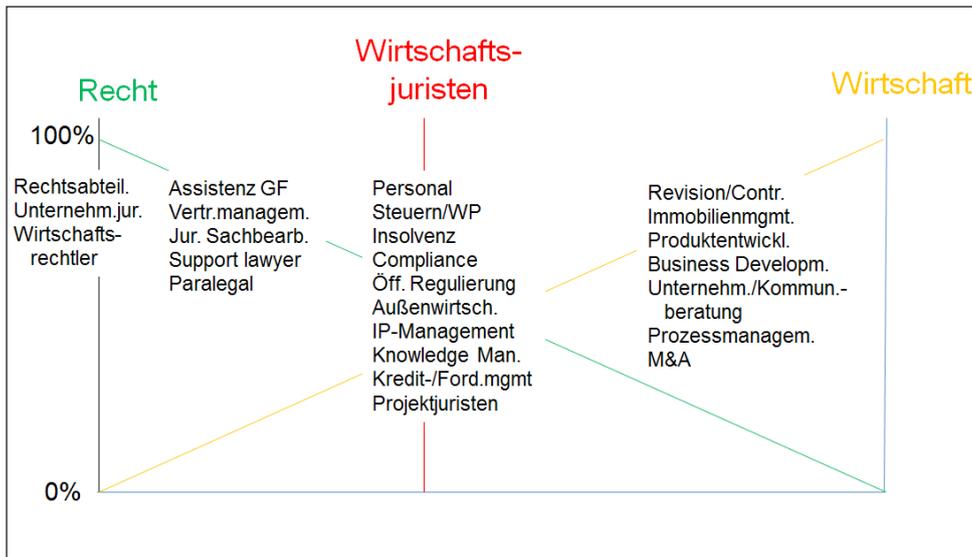


Abb. 1:
Einordnung der Arbeitsgebiete für Wirtschaftsjuristen im Bereich zwischen Recht und Wirtschaft

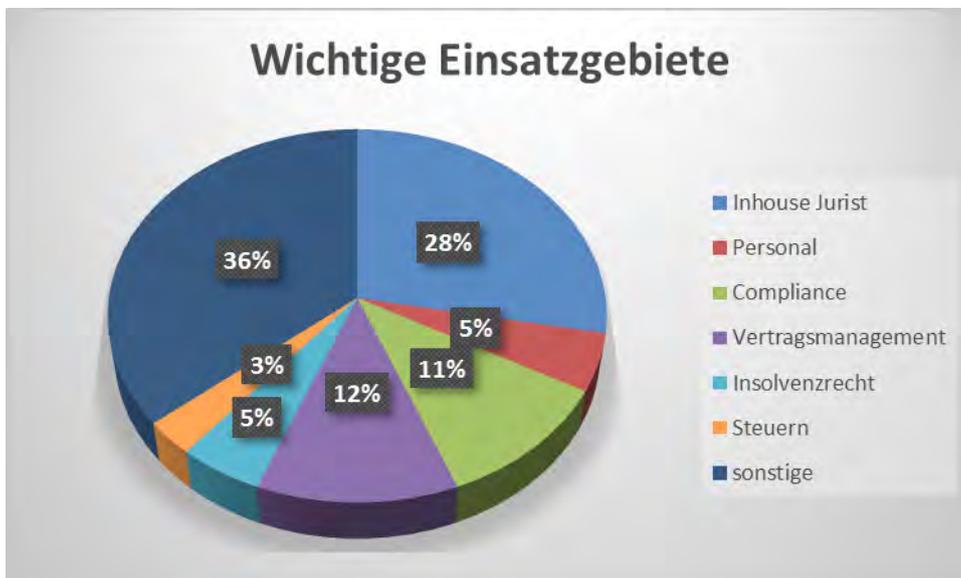


Abb. 2:
Einsatzgebiete für Wirtschaftsjuristen

Tab. 1:
Arbeitsmarktpotenzial Bachelor- und Master-Juristen

Berufsgruppen	Volljuristen 2011	Potenzial für Bachelor- und Master-Juristen
Beamte	45.300	8.100
<ul style="list-style-type: none"> • Richter, Staatsanwälte • Professoren • Sonstiger Öffentlicher Dienst 	<ul style="list-style-type: none"> • 28.000 • 1.300 • 16.000 	<ul style="list-style-type: none"> • - • 100 • 8.000
Freiberufler/Selbständige	96.000	5.000
<ul style="list-style-type: none"> • Rechtsanwälte • Notare • Patentanwälte • Sonstige Dienstleister nach RDG 	<ul style="list-style-type: none"> • 91.300 • 1.500 • 3.200 • n. b. 	<ul style="list-style-type: none"> • - • - • - • 5.000
Angestellte	76.000	57.500
<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlicher Dienst • Privatwirtschaft - davon angest. Anwälte in Kanzleien - davon in Unternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> • 15.000 • 61.000 37.000 24.000 	<ul style="list-style-type: none"> • 7.500 • 50.000
Juristen, die als Nichtjuristen tätig sind (selbständig/angestellt)	73.700	50.000
Gesamt	291.000	ca. 120.000

Arbeitsgebiete für Wirtschaftsjuristen im Bereich zwischen Recht und Wirtschaft

Seit Langem gibt es in Deutschland Juristen, die nicht in der Justiz oder Staatsverwaltung tätig sind, sondern in Wirtschaftsunternehmen und -verbänden. Aber erst seit 1993 gibt es eine spezifisch auf diese Berufstätigkeit ausgerichtete interdisziplinäre juristisch-ökonomische Hochschulausbildung, die zunächst ausschließlich, inzwischen immer noch weit überwiegend, an Fachhochschulen durchgeführt wird.

Die Westfälische Hochschule zählt zu den Pionieren in diesem Bereich, denn der Fachbereich bietet wirtschaftsjuristische Studiengänge seit 1995 an. Diese Studieninnovation hat sich als sehr erfolgreich erwiesen, sodass es inzwischen bundesweit ca. 25.000 berufstätige Absolventen gibt, die alle außerhalb der traditionellen Rechtsberatung arbeiten, die gemäß Rechtsdienstleistungsgesetz den Anwälten vorbehalten ist.

Im Gegensatz zum ursprünglichen Konzept, dem das Verständnis von Wirtschaftsjuristen als Generalisten für mittelständische Unternehmen zugrunde lag, hat sich die Marktpenetration vor allem in anderen Bereichen vollzogen und dabei kontinuierlich weiterentwickelt.

Status Quo

Da Untersuchungen zum Berufs- und Arbeitsmarkt für Juristen allenfalls für Teile des Anwaltsmarkts vorliegen, untersucht das Institut für Rechtsdidaktik und -pädagogik (IRDip, www.w-hs.de/irdip) im Fachbereich Wirtschaftsrecht seit einigen Jahren das Teilssegment der Wirtschaftsjuristen. Ziel ist es, das eigene Studienangebot bedarfsgerecht weiterzuentwickeln, gleichzeitig durch die Schaffung von Transparenz aber auch den eigenen Studierenden die Vielfalt der Berufsperspektiven aufzuzeigen. Die bisherigen Forschungsergebnisse haben darüber hinaus gezeigt, dass aus den so gewonnenen Erkenntnissen wichtige Schlussfolgerungen hinsichtlich der universitären Volljuristenausbildung und der Gestaltung eines kohärenten Gesamtausbildungssystems für juristische Berufsqualifikationen gewonnen werden können.

Die Forschung setzt natürlich zunächst bei der Berufstätigkeit der eigenen Absolventinnen und Absolventen an, da der Fachbereich aufgrund seiner frühen Gründung und auch seiner Größe zu den wichtigsten „Produzenten“ in Deutschland zählt. Daneben werden Befragungen von aktuellen und potenziellen Arbeitgebern durchgeführt, verfügbare Statistiken sowie Stellenangebote ausgewertet. In Fachtagungen, insbesondere dem 2015 erstmals durchgeführten Wirtschaftsjuristentag (www.wirtschaftsjuristentag.de) werden diese Ergebnisse zudem reflektiert.

Hieraus ergibt sich nicht nur, dass die vom Fachbereich angebotenen Studienschwerpunkte uneingeschränkt marktgängig sind, sondern dass es darüber hinaus noch zahlreiche andere attraktive Einsatzgebiete für Wirtschaftsjuristen gibt, die nicht nur eine marktgerechte Bezahlung bieten, sondern für die meisten Absolventen auch langfristig bessere Berufsperspektiven als der Anwaltsmarkt. In Übereinstimmung mit ihrem Ausbildungsgrundkonzept sind die Wirtschaftsjuristen dabei weit überwiegend in typisch interdisziplinären Tätigkeitsbereichen aktiv, in denen im Übrigen Volljuristen im Laufe der Jahre von Betriebswirten verdrängt worden sind.

Perspektiven

Die Forschungsarbeiten beschäftigen sich darüber hinaus mit den noch nicht erschlossenen Marktpotenzialen, aber auch mit den Risiken eines sich stark wandelnden Marktes für Rechtsdienstleistungen. Insbesondere das aufkommende Legal-Tech wird sich nicht nur auf freiberufliche Anwälte, sondern auch auf angestellte Wirtschaftsjuristen auswirken. Hier wird es darum gehen, Wirtschaftsjuristen rechtzeitig auf die Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte vorzubereiten, aber auch die Chancen zu nutzen, die diese interdisziplinäre Ausbildung bietet. Denn diese ist in vielerlei Hinsicht zukunftsfähiger als die universitäre Nur-Juristenausbildung, wenn die ausbildenden Hochschulen sich dieser Stärken bewusst sind und ihre Studierenden gezielt ausbilden.

Zu den bislang in Deutschland wenig beachteten, aber im Umbruch befindlichen Bereichen, zählt schließlich der Markt der Paralegals, an die erhöhte Anforderungen gestellt werden, welche durch die traditionelle „ReNo“- oder „ReFa“-Berufsausbildung nicht abgedeckt werden. Hier bieten sich neue Entwicklungsmöglichkeiten, die insbesondere in Großkanzleien auch schon umgesetzt werden, auf die die Hochschulen bislang aber nicht gezielt vorbereiten. Durch eine Marktuntersuchung und einen Vergleich mit dem Ausland soll hierfür ein akademisches Ausbildungsmodell erarbeitet werden, das den modernen Anforderungen in diesem weiten Berufsfeld gerecht wird.

Aktuelle Publikationen zum Thema//

BERGMANS, B. (Hrsg.): *Berufs- und Arbeitsmarktperspektiven von Bachelor- und Master-Juristen*. Stuttgart: Richard Boorberg Verlag, 2013.

BERGMANS, B. (Hrsg.): *Zwanzig Jahre Wirtschaftsjuristenausbildung*. Berlin: Logos Berlin, 2015.

BERGMANS, B.: *Wirtschaftsjuristen und der Wandel des Rechtsdienstleistungsmarktes*. (In Vorbereitung für 2017.)



**Prof. Dr.
Bernhard Bergmans,
LL. M. (Louis.)**

Institut für Rechtsdidaktik und -pädagogik
Tel. +49 2361 915-402
bernhard.bergmans@w-hs.de

Tab. 1:

Entwicklung des Arbeitsvolumens (AV) in Abhängigkeit von Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Produktivitätsraten

Jahr	BIP (real)	Produktivität*	Arbeitsvolumen	Arbeitsvolumen	Registrierte Arbeitslose	
	In v.H. Vorj.	In v.H. Vorj.	In v.H. Vorj.	In Mrd. Std.	In 1.000	In v.H. z. Vorj.
1991	-	-	-	60.082	2.602	-
1992	1,9	2,5	-0,6	59.735	2.978	14,5
1993	-1,0	1,4	-2,4	58.318	3.419	14,8
1994	2,5	2,7	-0,2	58.188	3.698	8,2
1995	1,7	2,4	-0,7	57.781	3.612	-2,3
1996	0,8	2,0	-1,2	57.074	3.965	9,8
1997	1,8	2,3	-0,5	56.770	4.384	10,6
1998	2,0	1,1	0,9	57.189	4.479	-2,4
1999	2,0	0,9	1,1	57.745	4.099	-4,2
2000	3,0	2,5	0,5	57.960	3.889	-5,1
2001	1,7	2,7	-1,0	57.401	3.852	-1,0
2002	0,0	1,2	-1,2	56.705	4.060	5,4
2003	-0,7	0,8	-1,5	55.850	4.376	7,8
2004	1,2	1,0	0,2	55.946	4.381	0,1
2005	0,7	1,5	-0,8	55.500	4.863	11,0
2006	3,7	1,9	1,8	56.467	4.487	-7,7
2007	3,3	1,5	1,8	57.437	3.776	-15,8
2008	1,1	0,2	0,9	57.950	3.258	-13,7
2009	-5,6	-2,6	-3,0	56.133	3.415	4,8
2010	4,1	2,5	1,6	57.013	3.238	-5,2
2011	3,7	2,1	1,6	57.909	2.976	-8,1
2012	0,4	0,5	-0,1	57.845	2.897	-2,7
2013	0,3	0,7	-0,4	57.639	2.873	-0,8
2014	1,6	0,4	1,2	58.349	2.763	-3,8
2015	1,7	0,5	1,2	59.025	2.790	1,0
JDN	1,3	1,4	-0,1	-1,057	188	0,3

* je Erwerbstätigenstunde

JDN – Jahresdurchschnittlich

Tab. 2:

Arbeitszeitverkürzungen in der Elektrizitätswirtschaft und Verteilungswirkungen

Jahr	Beschäftigte	Std./Jahr	AV	Std./Jahr	Std./Woche	Veränderung in v.H.	Rechnerischer Beschäftigungseffekt	Personalkosten zusätzlich	Je Beschäftigten	Personalkosten nach AZV	Personalkosten vor AZV	Wertschöpfung	LQ in v.H. v. AZV	LQ in v.H. n. AZV	Diff. Prozentpunkte
1998	251.709	1.548	389.645.532	-	34,9	-	-	14.136.000.000	56,160	14.136.000.000	14.136.000.000	21.042.000.000	67,2	67,2	0,0
1999	239.852	1.548	371.290.896	1.475	33,3	-4,59	11,857	679.204.531	57,283	14.815.204.531	14.179.000.000	22.837.000.000	62,1	64,9	2,8
2000	219.637	1.562	343.072.994	1.363	30,8	-7,60	20,215	1.181.142.235	58,429	15.996.346.766	14.050.000.000	18.516.000.000	75,9	86,4	10,5
2001	205.863	1.528	314.558.664	1.250	28,2	-8,31	13,774	820.889.078	59,597	16.817.235.844	12.329.000.000	18.491.000.000	66,7	90,9	24,3
2002	207.467	1.510	313.275.170	1.245	28,1	-0,41	-1,604	-97.505.556	60,789	16.719.730.288	12.450.000.000	19.625.000.000	63,4	85,2	21,8
2003	198.804	1.529	303.971.316	1.208	27,3	-2,97	8,663	537.149.315	62,005	17.256.879.603	12.833.000.000	19.205.000.000	66,8	89,9	23,0
2004	209.716	1.541	323.172.356	1.284	29,0	6,32	-10,912	-690.129.440	63,245	16.566.750.163	13.264.000.000	24.393.000.000	54,4	67,9	13,5
2005	207.700	1.546	321.104.200	1.276	28,8	-0,64	2,016	130.052.160	64,510	16.696.802.323	13.777.000.000	26.337.000.000	52,3	63,4	11,1
2006	207.522	1.537	318.961.314	1.267	28,6	-0,67	1,78	-11.712.400	65,800	16.708.514.723	15.392.000.000	28.678.000.000	53,7	58,3	4,6
2007	204.061	1.532	312.621.452	1.242	28,0	-1,99	3,461	232.288.476	67,116	16.940.803.199	13.699.000.000	32.487.000.000	42,2	52,1	10,0
2008	195.207	1.535	299.642.745	1.190	26,9	-4,15	8,654	606.127.132	68,458	17.546.930.331	13.921.000.000	39.244.000.000	35,5	44,7	9,2
2009	196.574	1.537	302.134.238	1.200	27,1	0,83	-1,367	-95.454.876	69,828	17.451.475.455	13.945.000.000	38.544.000.000	36,2	45,3	9,1
2010	194.108	1.524	295.820.592	1.175	26,5	-2,09	2,466	175.638.384	71,224	17.627.113.839	13.527.000.000	40.784.000.000	33,2	43,2	10,1
2011	196.303	1.519	298.184.257	1.185	26,7	0,80	-2,195	-159.464.555	72,649	17.467.649.284	14.567.000.000	33.899.000.000	43,0	51,5	8,6
2012	193.433	1.500	290.149.500	1.153	26,0	-2,69	2,870	212.672.740	74,102	17.680.322.024	13.997.000.000	36.626.000.000	38,2	48,3	10,1
2013	191.892	1.478	283.616.376	1.127	25,4	-2,25	1,541	116.474.944	75,584	17.796.796.968	14.143.000.000	33.107.000.000	42,7	53,8	11,0
*{	59.817	70	106.029.156	348,3	9,5		59,817	3.660.796.968	19,424			12.065.000.000	-24,5	-13,4	
									34,6						

AV – Arbeitsvolumen

AZV – Arbeitszeitverkürzung

LQ – Lohnquote

*{ – Differenzen, kumulierte Effekte bzw. prozentuale Abweichungen des Jahres 1998 zum Jahr 2013

Arbeitszeitverkürzung in der deutschen Wirtschaft

Seit der schweren Weltwirtschaftskrise von 1974/75 leidet Deutschland unter hoher Arbeitslosigkeit mit fiskalischen Kosten, allein von 2001 bis 2013 in Höhe von jahresdurchschnittlich 71,1 Milliarden Euro. Ohne diese Kosten hätte Deutschland in dem Zeitraum in den Staatshaushalten Finanzierungsüberschüsse erzielt.

Produktivität übersteigt Wachstum

Entscheidend für die Arbeitslosigkeit ist die Entwicklung der über den realen (preisbereinigten) Wachstumsraten des Bruttoinlandsprodukts ΔBIP_r liegenden Entwicklung der Produktivitätsraten ΔP_{rod} . Das Ergebnis war eine im Trend rückläufige Entwicklung des Arbeitsvolumens $-\Delta AV$, als Veränderungsrate aus der Zahl der Beschäftigten multipliziert mit der Veränderungsrate der Arbeitszeit je Beschäftigten:

$$\Delta BIP_r < \Delta P_{rod} = -\Delta AV (\Delta \text{Beschäftigte} * \Delta \text{Arbeitszeit je Beschäftigten})$$

Auch jüngste Entwicklungen seit der deutschen Wiedervereinigung bestätigen diesen langfristigen, wenn auch abgeschwächten Trend. So ging von 1991 bis 2015 das jahresdurchschnittliche Arbeitsvolumen nur noch um 0,1 Prozentpunkte zurück. Hierdurch konnte in Folge die bestehende Massenarbeitslosigkeit von 1991 bis 2015 aber nicht abgebaut werden bzw. mit dem zunächst noch bis 2005 stark rückläufigen Arbeitsvolumen stiegen zwischenzeitlich sogar die registrierten Arbeitslosenzahlen dramatisch auf fast 4,9 Millionen an. Bei einem sich in diesem Zeitraum vergrößernden Arbeitsangebot (u.a. demografisch bedingt und Zunahme der Frauenerwerbsarbeit) wäre die Arbeitslosigkeit noch wesentlich höher ausgefallen, hätte es nicht einen extremen Anstieg der Teilzeit-Beschäftigung gegeben. So ist die Teilzeitquote von 1991 bis 2015 von 17,9 v.H. auf 38,3 v.H. angestiegen und gleichzeitig die Vollzeitquote von 82,1 v.H. auf 61,7 v.H. gesunken.

Hierdurch betrug schon 2013 die rechnerische durchschnittliche Wochenarbeitszeit aller abhängig Beschäftigten in Deutschland 30 Stunden.

Erst ab 2006 ist es dann sukzessive zu einem Rückgang der registrierten Arbeitslosigkeit gekommen. Das Arbeitsvolumen steigt – mit Ausnahme des schweren Krisenjahres 2009 und in den Jahren 2012 und 2013 – seitdem wieder an. Die Produktivitätsraten lagen mit jahresdurchschnittlich 0,8 v.H. unter den realen Wachstumsraten des BIPs mit 1,4 v.H. Das Arbeitsvolumen legte in Folge um 0,6 Prozentpunkte zu. Die nur schwache Produktivitätsentwicklung ist dabei einem wirtschaftlichen Strukturwandel hin zum Dienstleistungssektor und einer nicht vollen Auslastung des gesamtwirtschaftlichen Produktionspotenzials geschuldet.



**Prof. Dr.
Heinz-J. Bontrup**
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 2361 915-412
heinz-josef.bontrup@
w-hs.de

Bontrup kommt in seiner umfangreichen Arbeitszeitforschung zu dem Befund, dass es ohne zukünftige Arbeitszeitverkürzung bei vollem Lohn- und Personalausgleich zu keiner vollbeschäftigten Wirtschaft mehr kommen wird.

In der Elektrizitätswirtschaft hätten Entlassungen verhindert werden können

Als Direktor des Westfälischen Energieinstituts ist Bontrup auch der Arbeitszeitfrage in der deutschen Elektrizitätswirtschaft nachgegangen. Hier wurde seit der Liberalisierung der Elektrizitätsmärkte 1998 und der verschärften Energiewende seit 2010 jeder vierte Arbeitsplatz vernichtet. In einem Forschungsprojekt zeigt Bontrup hier auf, dass dies durch eine Arbeitszeitverkürzung mit Reallohnausgleich hätte verhindert werden können. Die Arbeitszeit hätte sukzessive von einer 35-Stunden-Woche auf eine 25-Stunden-Woche angepasst werden können. Die gegebenen Verteilungsspielräume aus Produktivitäts- und Preissteigerungsraten in der Elektrizitätsbranche wurden aber realiter einseitig zugunsten der Kapitaleigner genutzt. Die Lohnquote sank in der Elektrizitätswirtschaft von 1998 bis 2013 extrem um 24,5 Prozentpunkte!

Die im Dezember 2015 beschlossenen energie- und klimapolitischen Beschlüsse von Paris werden, so Bontrup, die deutsche Energiewirtschaft insgesamt, aber auch im speziellen die Elektrizitätswirtschaft, weiter unter einen enormen beschäftigungspolitischen Anpassungsdruck versetzen. Ohne das personalwirtschaftliche Instrument der Arbeitszeitverkürzung zum Einsatz zu bringen, wird es in der Elektrizitätsbranche zu einer weiteren enormen Vernichtung von Arbeitsplätzen kommen. Die Tarifpartner sind deshalb gefordert, eine gleichmäßige Verteilung noch vorhandener Arbeit im Rahmen der zukünftig realisierten Wertschöpfungen vorzunehmen.

Aktuelle Publikationen zum Thema//

BONTRUP, H.-J.: *Noch Chancen für Wachstum und Beschäftigung? Wachstumskritik – Arbeitszeitverkürzung fordern.* Bergkamen: pad-Verlag, 2016. ISBN: 978-3-88515-278-1.

BONTRUP, H.-J. *Arbeitszeitverkürzung in der Elektrizitätswirtschaft.* In: *WSI-Mitteilungen*, Heft 6/2016, Jg. 69, S. 460-470. ISSN 0342-300 X.

Religionszugehörigkeit

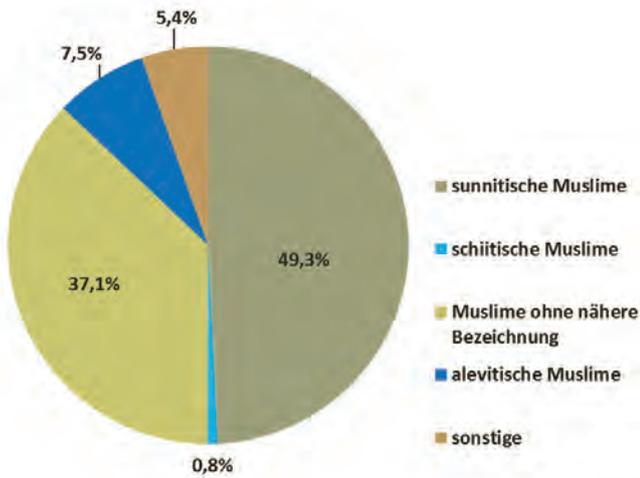


Abb. 1:
Telefonbefragung: Religionszugehörigkeit der Befragten (n = 1.004)

Religiosität

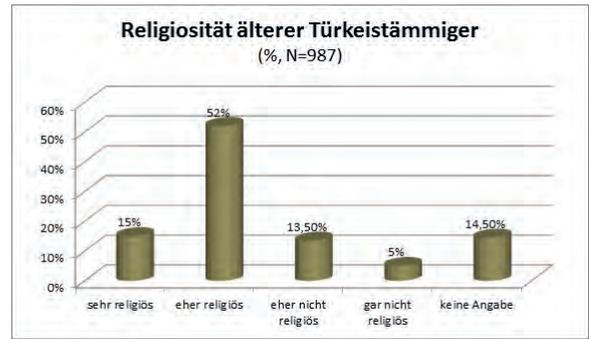


Abb. 2:
Telefonbefragung: Grad der Religiosität der Befragten (n = 1.004)

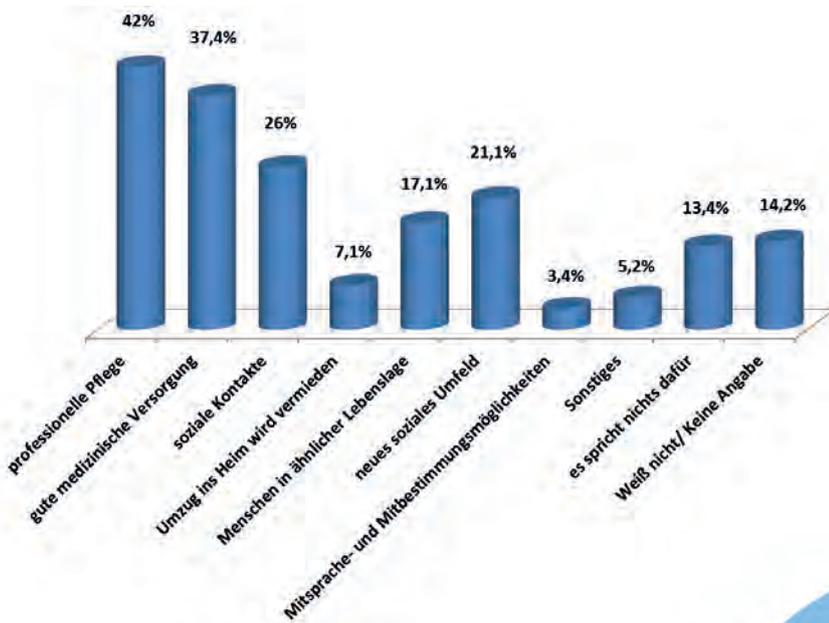


Abb. 3:
Telefonbefragung: Argumente für eine Pflege-WG (n = 1.004)

Gefördert im Rahmen des Modellprogramms nach § 45 f SGB XI



Abb. 4:
Wünsche bei gemeinschaftlichen Wohnformen älterer Türkeistämmiger

„Gemeinsam zuhause? Birlikte evde?“ – Wohnalternativen für pflegebedürftige türkische Migrantinnen und Migranten

Die erste Generation der sogenannten Gastarbeitermigration aus der Türkei nach Deutschland erreicht das Rentenalter. Häufig stellen sich in Folge der Migrationssituation, kultureller und religiöser Spezifika oder auch der sozialen Lage im Fall der Pflegebedürftigkeit andere Anforderungen als bei der Versorgung in Deutschland geborener Seniorinnen und Senioren. Die älteren Türkeistämmigen sind bereits heute nach verbreiteter Einschätzung in pflegerischer Hinsicht unterversorgt. Der Kompensationsfaktor Familie wird mit zunehmender Integration in die deutsche Gesellschaft und den wachsenden Anforderungen an die jüngere Generation, im Hinblick bspw. auf die eigene Erwerbstätigkeit, schwinden. Es muss daher mit einer zunehmenden Inanspruchnahme professioneller pflegerischer Leistungen gerechnet werden. Das Projekt „Gemeinsam zuhause? Birlikte evde?“ untersuchte die Akzeptanz und die Möglichkeiten gemeinschaftlichen Wohnens pflegebedürftiger türkeistämmiger Migrantinnen und Migranten in Pflege- bzw. Demenz-Wohngemeinschaften, also jenseits der verbreiteten Versorgungsformen wie bspw. stationärer Pflegeeinrichtungen.

Forschungsziele

Als wichtigste Forschungsziele der Untersuchung können genannt werden:

- Die Erarbeitung einer repräsentativen Datengrundlage über die Ansichten in Deutschland lebender türkeistämmiger älterer Menschen zu den Themen Wohnen im Alter, Pflegebedürftigkeit und Demenz sowie über die Akzeptanz von verschiedenen Formen gemeinschaftlichen Wohnens.
- Die Entwicklung einer, den Anforderungen der Zielgruppe entsprechenden Wohnkonzept-Skizze.

Vorgehen

Ein entscheidender Erfolgsfaktor der Untersuchung war die intensive Zusammenarbeit mit türkeistämmigen Älteren, um auf diese Weise deren Bedürfnisse und Ansprüche möglichst realistisch abzubilden. Hierbei war die enge Kooperation mit dem Projektpartner „Zentrum für Türkeistudien und Integrationsforschung (ZfTI)“ essentiell, da so sprach- und kulturkompetente Personen den Zugang zur Zielgruppe ermöglichten. Als Erhebungsmethoden kamen, neben internationalen Recherchen, Experteninterviews, biografische Interviews sowie Gruppendiskussionen mit türkeistämmigen Älteren und eine repräsentative Telefonbefragung von über 1000 türkeistämmigen Personen über 50 Jahre zum Einsatz.

Ergebnisse

Mit Abschluss der vorliegenden Untersuchung liegen erstmals repräsentative Daten vor. Das Spektrum der Ansichten weist eine beachtliche Breite auf. Wichtige Erkenntnisse sind:

- Die grundsätzliche Akzeptanz gemeinschaftlichen Wohnens bei Pflegebedürftigkeit sollte bei der Bevölkerungsgruppe älterer türkeistämmiger Personen

- nicht unterschätzt werden. Ist ein Verbleib in der eigenen Wohnung nicht mehr möglich, finden rund 30% der Befragten diese Alternative attraktiv.
- Als wichtiges Argument für eine WG gilt die professionelle pflegerische und medizinische Betreuung. Wichtig ist aber zugleich der familiäre Charakter.
- Eine WG für türkeistämmige Personen in Deutschland kann im Wesentlichen der inzwischen üblichen Form dieser Wohnalternative entsprechen.
- Das Angebot sollte sich in einigen Punkten aber unterscheiden. An erster Stelle steht dabei die sprachliche und kulturelle Kompetenz des Personals. Ein zweiter wichtiger Punkt sind traditionelle Mahlzeiten.
- Baulich sollte beachtet werden, dass auch große Besuchergruppen Platz finden.
- Bei der Lage eines solchen Wohnangebots ist in jedem Fall ein quartiersintelligenter Standort zu bevorzugen.

Spezifische Bedürfnisse aufgrund des kulturellen Hintergrunds wurden vor allem in Hinsicht auf das Essen, das sich an den türkischen Ernährungsgewohnheiten orientieren soll, und die Sprachkompetenz des Personals geäußert. Letzteres wird auch von den Türkeistämmigen geäußert, die schon seit Jahrzehnten in Deutschland leben. Auch der Besucherfreundlichkeit wurde hohe Bedeutung zugemessen. Besuche von Familienangehörigen sollten rund um die Uhr und an sieben Tagen in der Woche möglich sein und hierfür sollte ein Raum zur Verfügung stehen, der ein Treffen größerer Gruppen ermöglicht. Diese genannten Aspekte sind für die Mehrzahl der Befragten von großer Bedeutung, um sich in einer Gemeinschaftswohnform wohl zu fühlen. Die Berücksichtigung weiterer Wünsche, wie die Nähe einer Moschee, würde von ca. der Hälfte der Befragten gerne gesehen, während andere Wünsche überwiegend von einer bestimmten Teilgruppe geäußert wurden, z. B. den sehr religiösen (Gebetsraum) oder den weiblichen (gleichgeschlechtliche Mitbewohner) Befragten.

Projektinformationen //

Das Projekt wurde im Rahmen des Modellprogramms nach § 45 f SGB XI vom GKV-Spitzenverband (der zentralen Interessenvertretung der gesetzlichen Kranken- und Pflegekassen in Deutschland) gefördert. Die Projektlaufzeit betrug ein Jahr (03/2015 – 02/2016). Die wissenschaftliche Bearbeitung seitens des IAT erfolgte durch Michael Cirkel und Christoph Bräutigam. Projektpartner war das Zentrum für Türkeistudien und Integrationsforschung (ZfTI) in Essen (Bearbeitung: Frau Rukiye Bölük und Prof. Dirk Halm).



Dipl.-Pflegerwiss.
Christoph Bräutigam
Institut Arbeit und Technik
Tel. +49 209 1707-222
braeutigam@iat.eu



Dipl.-Soz.-Wiss.
Michael Cirkel
Institut Arbeit und Technik
Tel. +49 209 1707-344
cirkel@iat.eu

Ergebnisse

Die Watchblog-Szene in den untersuchten Ländern weist eine sehr geringe Kontinuität auf. Nur wenige Betreiber publizieren regelmäßig und unterbrechungsfrei. Viele Watchblogs sind nur wenige Monate aktiv und werden dann aufgegeben. Die Betreiber, die für diese Studie befragt wurden, sahen sich nicht in der Lage die Kontinuität ihrer Watchblogs zu gewährleisten, trotz des relativ großen Erfolgs, den sie in ihrer Nische bereits erreicht hatten.

Die Befragten teilten die Beobachtung, dass die Blogger-Szene schrumpft und einige Angebote in soziale Netzwerke migrieren. Media-Watchblogger sehen allerdings übereinstimmend soziale Netzwerke als Chance, um mehr Rezipienten zu erreichen. Watchblogger sind der Ansicht, dass sich das Publikum in sozialen Netzwerken grundsätzlich von durchschnittlichen Blog-Lesern unterscheidet, weil Facebook und Twitter weniger für eine intensive Diskussion über Fehler in den Medien geeignet seien. „Facebook ist nicht der Ort für lange Texte wie in Blogs. Facebook ist mehr eine Ergänzung“, erklärt einer der Befragten.

Insbesondere die britischen Befragten sind bestrebt, soziale Netzwerke als erweiterte Publikationskanäle zu nutzen und hier neue Leser für ihre Blogs zu gewinnen. Während Facebook für die Medienkritik kein adäquates Medium sei, habe Twitter die Möglichkeit, Blogposts angemessen zu promoten: „Ich denke, dass Twitter und Blogs sich gegenseitig ergänzen, indem sie versuchen, die Medien rechenschaftspflichtig zu machen. Während Blogs Probleme in der Tiefe erklären können, ist Twitter der geeignete Weg, um diese Kommentare schnell und einfach zu befördern.“ Dementsprechend haben die Blogger in Großbritannien große Anstrengungen unternommen, um eine relevante Anzahl von Anhängern auf Twitter zu erreichen.

Ausblick

Medien spielen in Demokratien eine wichtige Rolle: Sie kontrollieren die Institutionen, die für die Öffentlichkeit von Bedeutung sind. Allerdings machen Journalisten auch Fehler, neue Mechanismen zur Regulierung und Korrektur scheinen notwendig. Im Vorfeld der formalisierten und langwierigen Prozesse von institutionellen Überprüfungen durch Presseräte oder Gerichte vermag die öffentliche Diskussion über Fehler und Schwächen der Medienberichterstattung zum Funktionieren einer Demokratie beizutragen.

Mit dem digitalen Zeitalter ist eine neue Medienlandschaft entstanden, in der Privatpersonen die Möglichkeit haben, ihre Ansichten einem größeren Publikum zugänglich zu machen – via Social Media und kostengünstiger Publishing-Plattformen wie Blogs.

Doch es gibt mehrere Faktoren, die gegen das Potenzial von Media-Watchloggern als *fünfte Gewalt* sprechen. So gibt es keine kodifizierten ethischen und qualitativen Standards für Media-Watchblogs. Ferner ist die Kontinuität in der Blogosphäre niedrig, geschuldet dem Hobbystatus der meisten Betreiber. Im Augenblick gibt es keine nennenswerten Anreize, um Watchblogger dazu zu bringen, die Verantwortlichkeit einer *fünften Gewalt* wahrzunehmen.

Damit Watchblogs eine größere Rolle bei der Kontrolle der Massenmedien spielen können, müssten die vorhandenen Ressourcen entweder in einer konzertierten Aktion zusammengelegt werden oder Regierung und andere Institutionen wie Landesrundfunkanstalten müssten ihre Finanzmittel zugunsten unabhängiger Watchblogs umschichten, um Watchloggern eine Vollzeitstätigkeit zu ermöglichen. Watchblogs, die von Non-Profit-Organisationen mit einem klaren Rechtsmandat betrieben werden, könnten langfristig an Bedeutung gewinnen und die Objektivität und Kontinuität der unabhängigen Medienkritik gewährleisten.

Quellen//

- COOPER, S. D. (2006): *Watching the Watchdog: Bloggers as the Fifth Estate*, Spokane, WA: Marquette Books.
- DUTTON, W. H. (2007): *Through the Network (of Networks) – the Fifth Estate*. Working paper, Michigan State University. <http://ssrn.com/abstract=1134502>. Accessed 25 February 2015.
- HUTTER, A. (2009): *Watchblogs: Medienkritik 2.0?: Eine inhaltsanalytische Untersuchung journalistischer Qualität in medienkritischen Weblogs*. Boizenburg: vvh.
- EBERWEIN, T. (2010): Von "Holzhausen" nach "Blogville" – und zurück. Medienbeobachtung in Tagespresse und Weblogs. In: Eberwein, T.; Müller, D. (Hrsg.): *Journalismus und Öffentlichkeit: Eine Profession und ihr gesellschaftlicher Auftrag*. Wiesbaden: VS, S. 143–165.
- EBERWEIN, T. and PORLEZZA, C. (2014): The missing link: Online media accountability practices and their implications for European media policy. In: *Journal of Information Policy*, 4, S. 421–443.
- GOERKE, A. and SCHOLL, A. (2006): Niklas Luhmann's theory of social systems and journalism research. In: *Journalism Studies*, 7.4: S. 645–656.
- LUHMANN, N. (1995): *Social Systems* (trans. J. Bednarz Jr and D. Baecker; foreword E. M. Knodt), Stanford, CA: Stanford University Press.
- MALIK, M. (2004): *Journalismusjournalismus. Funktion, Strukturen und Strategien der journalistischen Selbstthematization*. Wiesbaden: VS.
- MARCINKOWSKI, F. (1993): *Publizistik als autopoietisches System. Politik und Massenmedien. Eine systemtheoretische Analyse*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- RÜHL, M. (1992): Theorie des Journalismus. In: Burkart, R.; Hoernberg, W. (Hrsg.): *Kommunikationstheorien. Ein Textbuch zur Einführung*. Wien: Braumueller, S. 117–133.
- WIED, K. and SCHMIDT, J. (2008): Weblogs und Qualitätssicherung. Zu Potenzialen weblog-basierter Kritik im Journalismus. In: Quandt, T.; Schweiger, W. (Hrsg.): *Journalismus online – Partizipation oder Profession?* Wiesbaden: VS, S. 173–192.

Media-Watchblogs als Instrument von Media-Accountability: eine internationale Langzeitstudie



Prof. Dr. Matthias Degen
Institut für Journalismus und Public Relations
Tel.: +49 209 9596-680
matthias.degen@w-hs.de



Prof. Dr. Ralf Spiller
Hochschule Macromedia
r.spiller@macromedia.de



Prof. Dr. Elke Kronewald
Fachhochschule Kiel
elke.kronewald@fh-kiel.de



Prof. Dr. Katherine Gürtler
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
katherine.guertler@oth-regensburg.de

Freie Medien spielen eine entscheidende Rolle bei der Vermittlung von Informationen in der Öffentlichkeit, der Aufdeckung von Missständen und der Entwicklung einer meinungsbildenden öffentlichen Debatte. Das Mandat der Medien rekurriert auf die Aufklärung einer gut informierten Bürgerschaft und die kritische Beobachtung der Regierung und anderer Institutionen. Aber wer kontrolliert die Medien?

Ein Instrument zur objektiven Überwachung von Medieninhalten sind Media-Watchblogs. Diese Abwandlung des Begriffs *Watchdog Weblog* bezeichnet Blogs, deren Betreiber die Rolle einer *fünften Gewalt* (in Anlehnung an die massenmediale Funktion der *vierten Gewalt* gegenüber Regierungsinstitutionen) ausfüllen (Cooper (2006); Dutton (2007); Hutter (2009): S. 33-37; Eberwein (2010): S. 152-153).

Degen, Spiller, Kronewald und Gürtler haben Media-Watchblogs als Instrument von Media-Accountability in einer Langzeitstudie von 2011 bis 2016 untersucht. Media-Watchblogs unterscheiden sich essenziell von anderen Akteuren der Medienkontrolle wie Presseräten in Deutschland, Österreich und der Schweiz oder der „Independent Press Standards Organisation“ in Großbritannien. Etablierte Institutionen setzen bei Beschwerden in der Regel aufwendige Prüfverfahren in Gang, die meist nicht schneller zu einem Ergebnis kommen als staatliche Gerichte. Media-Watchblogs hingegen können wie andere Weblogs unmittelbar berichten und mediale Ereignisse nahezu in Echtzeit evaluieren. Sie können nahezu kostenfrei betrieben werden und sind weltweit rund um die Uhr zugänglich.

Sogenannte externe Watchblogs sind unabhängig von traditionellen Medien und explizit einer kritischen Analyse journalistischer Berichterstattung verschrieben (Fengler (2008): S. 158; Wied und Schmidt (2008): S. 180).

Theoretischer Rahmen

Für Watchblogs als potenzielle Kontrolleure von Massenmedien ist eine systemtheoretische Perspektive anwendbar, nach der journalistische Medien ein Subsystem darstellen (vgl. Malik (2004)). Gemäß dieser Perspektive ist Journalismus abhängig von einem sozialen System (Rühl (1992): S. 31; Luhmann (1995)). Soziale Systeme sind nicht gegenständlich, sondern bilden ihre Identität, indem sie zwischen dem System und seiner Umgebung unterscheiden und Grenzen herausbilden (Görke und Scholl (2006): S. 646). Nach Luhmann (1995) ist das Grundelement eines sozialen Systems die Kommunikation. Daher stehen einzelne Akteure wie Journalisten nicht im Mittelpunkt eines sozialen Systems, sondern sind als wichtige externe Mitspieler zu charakterisieren. Journalismus als autonomes und selbstbestimmtes Gesellschaftssystem ermöglicht die *Selbstbeobachtung der Gesellschaft* (Marcinkowski (1993): S. 113).

Methodisches Vorgehen

Die Untersuchung der Funktionsfähigkeit von Watchblogs als *fünfte Gewalt* basiert auf der qualitativen Analyse halbstrukturierter Leitfadeninterviews mit Watchblog-Betreibern in vier Ländern (n Befragte = 11). Die Befragten wurden in einem zweistufigen Verfahren ausgewählt. Im ersten Schritt wurden insbesondere die Medienlandschaft und die Watchblogs in ausgewählten deutschsprachigen und englischsprachigen Ländern beurteilt, um die Staaten zu bestimmen, in denen die Bedingungen für Medien-Watchblogs am günstigsten sind. In der zweiten Phase der Auswahl wurden die prominentesten Medien-Watchblogs anhand unabhängiger Blog-Rankings identifiziert und die Betreiber kontaktiert.

Aktuelle Publikation zum Thema//

DEGEN, M.; SPILLER, R.; KRONEWALD, E.; GUERTLER, K. (2016): Media watchblogs as an instrument of media accountability: An international survey. In: *Journal of Applied Journalism & Media Studies*, 5: 2, pp. 151–176, doi: 10.1386/ajms.5.2.151_1.



Abb.1:
Rollenverständnis streamender Journalisten

GRENZEN DER NUTZUNG

KONTEXTSENSITIVITÄT

- Gerichtsprozesse
 - Unfälle
 - Trauerfeiern
 - Polizeieinsätze
- Gefahr der Verletzung von Persönlichkeitsrechten
 - Unkalkulierbarer Einfluss auf das Geschehen

Abb.2:
Grenzen der Nutzung

Streaming-Journalismus: Nutzung, Inhalte und Potenziale

Live-Streaming verändert den Journalismus. Über Anbieter wie Periscope oder Facebook teilen Journalisten etablierter Medienhäuser in Echtzeit Videos von Terminereignissen, Breaking-News-Events und Redaktionskonferenzen. Die neuen Publikationsmöglichkeiten sind live und audiovisuell, binden Rezipienten als User ein und bauen eine Kommunikation von Mobile zu Mobile auf. Mittels einer Inhaltsanalyse wurden 25 Streams untersucht und zehn Journalisten in Leitfadeninterviews befragt, die diese Technologie nutzen. Wichtigste Herausforderungen sind die Interaktivität mit den Usern während der Streams sowie ein kontextsensitiver Umgang bei der Auswahl von Berichtsgegenständen. Die Entwicklung von Streaming-Journalismus ist rasant, eine Verschränkung mit etablierten Publikationsformen absehbar.



Prof. Dr. Matthias Degen
Institut für Journalismus
und Public Relations
Tel. +49 209 9596-680
matthias.degen@
w-hs.de



Andreas Köhler, M. A.
Julius-Maximilians-
Universität Würzburg
andreas.koehler1@
uni-wuerzburg.de



Prof. Dr. Ralf Spiller
Hochschule
Macromedia
r.spiller@
macromedia.de

Streaming als Form des mobilen Journalismus

Streaming-Journalismus ist live und audiovisuell. Sie können als Innovation des mobilen Journalismus verstanden werden, wie ihn Cornelia Wolf (2014) beschreibt; mithin ein Subsystem des institutionalisierten Journalismus, der auf mobilen Endgeräten genutzt werden kann. Journalistische Streams binden Rezipienten als User ein. Sie können direkt kommentieren und bewerten. Streams können Formen eines Chats annehmen, bei dem eine Seite, der Journalist, audiovisuell kommuniziert und die andere Seite, die User, durch Text und Emoticons. Die Kommunikation erfolgt „mobile to mobile“, also ohne aufwendige Ausrüstung, Studio oder festen Produktionsort. Grundlage sind Kriterien der Medieninnovation nach Neuberger (1999) und Wolf (2014): Multimedialität, Aktualität, Additivität, Interaktivität, Selektivität, Ubiquität, ständige Konnektivität, Kontextsensitivität, intuitive Bedienbarkeit und Playfulness.

Nutzung und Grenzen

Neue, vermischte Darstellungsformen entstehen intuitiv, die Formate sind von einem hohen Maß an Authentizität geprägt. Die Befragten erkennen aber auch, dass Qualitätsprobleme drohen. Insbesondere dann,

wenn Interaktivität eingefordert wird, fühlen sich die agierenden Einzel-Journalisten überfordert. Live-Journalismus via Streams befindet sich also noch in einer Experimentalphase. Für eine Konsolidierung und Professionalisierung benötigen die eingesetzten Journalisten Unterstützung durch eine Redaktion – eine Arbeitsteilung wie in etablierten Segmenten des Journalismus. Absehbar sind weitere Entwicklungsschritte, zum Beispiel schnelles Highlight-Editing oder Best-Of-Produktionen für Netzwerke und eine verstärkte Multimedialität über parallele Videofenster. Live-Tools haben das Potenzial, selbstverständlicher Bestandteil des Medienmixes zu werden.

Aktuelle Publikationen zum Thema//

DEGEN, M.; KÖHLER, A., SPILLER, R. (2016): Streaming-Journalismus: Nutzung, Inhalte und Potenziale. In: Hoofacker, G., Wolf, C. (2016), *Technische Innovationen – Medieninnovationen? Herausforderungen für Kommunikatoren, Konzepte und Nutzerforschung*. Wiesbaden: Springer.

Quellen//

NEUBERGER, C. (1999). Vom Papier auf den Bildschirm. Die Zeitung in der Metamorphose. In: Neuberger, C.; Tonnenmacher, J. (Hrsg.): *Online – die Zukunft der Zeitung?: das Engagement deutscher Tageszeitungen im Internet*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag, S. 15-56.

WOLF, C. (2014). *Mobiler Journalismus, Angebote, Produktionsroutinen und redaktionelle Strategien deutscher Print- und Rundfunkredaktionen*. Baden-Baden: Nomos.

Tab 1: Minimalinvasive Aortenklappenimplantationen in Deutschland 2006 bis 2014.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Endovaskulär¹	68	221	969	1.935	3.574	4.933	6.798	7.853	10.347
Transapikal²	-	18	494	1.476	2.225	2.748	2.928	2.961	2.965 ³
Insgesamt	68	239	1.463	3.411	5.799	7.681	9.271	10.814	13.264
Anzahl Zentren	2 ⁴	7 ⁴ + 3 ⁵	22	61	80	90	91	93	100
Davon ohne Herzchirurgie	-	-	-	-	14	18	18	17	23
Konventionell³	-	-	-	10.285	10.321	10.289	9.949	9.899	9.953

¹OPS 5-35a.00,

²OPS 5-35a.01,

³AQUA-Daten 2010 bis 2015,

⁴Anzahl der anfragenden Krankenhäuser nach § 6 Abs. 2 KHEntgG endovaskulär,

⁵Anzahl der anfragenden Krankenhäuser nach § 6 Abs. 2 KHEntgG transapikal.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der DRG-Statistik, der Qualitätsreports der Krankenhäuser; § 6 Abs. 2 KHEntgG; AQUA-Institut 2010-2015.

Quellen//

- Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (AQUA-Institut) (2011): Qualitätsreport 2010. Online verfügbar unter <http://www.sqg.de/sqg/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2010/AQUA-Qualitaetsreport-2010.pdf>.
- Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (AQUA-Institut) (2012): Qualitätsreport 2011. Online verfügbar unter <http://www.sqg.de/sqg/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2011/AQUA-Qualitaetsreport-2011.pdf>.
- Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (AQUA-Institut) (2013): Qualitätsreport 2012. Online verfügbar unter <http://www.sqg.de/sqg/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2012/AQUA-Qualitaetsreport-2012.pdf>.
- Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (AQUA-Institut) (2014): Qualitätsreport 2013. Online verfügbar unter <http://www.sqg.de/sqg/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2013/AQUA-Qualitaetsreport-2013.pdf>.
- Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen GmbH (AQUA-Institut) (2015): Qualitätsreport 2014. Online verfügbar unter <https://www.sqg.de/sqg/upload/CONTENT/Qualitaetsberichte/2014/AQUA-Qualitaetsreport-2014.pdf>.
- CRIBIER, A. (2002): Percutaneous Transcatheter Implantation of an Aortic Valve Prosthesis for Calcific Aortic Stenosis. First Human Case Description. In: *Circulation* 106 (24), S. 3006–3008. DOI: 10.1161/01.CIR.0000047200.36165.B8.
- FIGULLA, H.; CREMER, J.; WALTHER, T.; GERCKENS, U.; ERBEL, R.; OSTERSEPEY, A.; ZAHN, R. (2009): Positionspapier zur kathetergeführten Aortenklappenintervention. In: *Kardiologe* 3 (3), S. 199–206. DOI: 10.1007/s12181-009-0183-4.
- GREENHALGH, T.; ROBERT, G.; BATE, P.; MACFARLANE, F.; KYRIAKIDOU, O. (2005): *Diffusion of innovations in health service organisations. A systematic literature review*. Malden, Mass.: Blackwell.
- MYLOTTE, D.; OSNABRUGGE, R.; WINDECKER, S.; LEFÈVRE, T.; Jægere, P.; JEGER, R.; WENAWESER, P.; MAISANO, F.; MOAT, N.; SØNDERGAARD, L.; BOSMANS, J.; TELES, R.; MARTUCCI, G.; MANOHARAN, G.; GARCIA, E.; VAN MIEGHEM, N.; KAPPETEIN, A.; SERRUYS, P.; LANGE, R.; PIAZZA, N. (2013): Transcatheter Aortic Valve Replacement in Europe. In: *Journal of the American College of Cardiology* 62 (3), S. 210–219. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.03.074.
- STORZ-PFENNIG, P.; SCHMEDDERS, M.; DETTLOFF, M. (2013): Trials are needed before new devices are used in routine practice in Europe. In: *BMJ* 346:f1646. DOI: 10.1136/bmj.f1646.

Innovationsdiffusion medizinisch-technischer Innovationen im stationären Sektor am Beispiel der Transkatheter- Aortenklappenimplantation (TAVI)

Aortenklappenimplantationen sind bei der degenerativen kalzifizierenden Aortenklappenstenose indiziert, die in den westlichen Ländern die häufigste erworbene Herzklappenerkrankung darstellt. Die Krankheitshäufigkeit nimmt mit steigendem Lebensalter zu und wird vor dem Hintergrund des demografischen Wandels zunehmend an Bedeutung gewinnen. 2002 wurde erstmalig die „Transcatheter aortic-valve implantation“ (TAVI) vorgestellt (Cribier et al. (2002)): Mit Hilfe eines Ballons wurde die alte Herzklappe entfernt und über einen Katheter eine Aortenklappenprothese ohne Öffnung des Brustkorbes und des dabei obligaten Einsatzes einer Herz-Lungen Maschine implantiert. Die TAVI wird als besonders geeignet für Patienten beschrieben, für welche die chirurgische Standardtherapie ein sehr hohes Risiko beinhaltet (siehe u.a. Figulla et al. (2009)).

Internationaler Vergleich

Besonders im internationalen Vergleich fällt auf, dass die TAVI in Deutschland eine hohe Popularität aufweist, sowohl was die absolute Anzahl an durchgeführten Eingriffen betrifft, wie auch hinsichtlich der Anzahl an Zentren, die die Methode durchführen (Mylotte et al. (2013); s. Tabelle 1). Die schnelle Diffusion bei gleichzeitig unklarer Evidenzlage stand dabei wiederholt im Zentrum der Kritik (Storz-Pfennig, Dettloff u. Schmedders (2013)).

Ziel der Untersuchung

Das Ziel der Untersuchung war es, den Verbreitungsprozess der Methode nachzuzeichnen, zu beschreiben und zu analysieren, um auf diese Weise ein umfassendes Bild des Diffusionsprozesses zu erhalten. Hierzu wurde die Verbreitung in Deutschland anhand der Auswertung von Sekundärdaten (Qualitätsberichte der Krankenhäuser, DRG-Statistik, G-DRG-Fallpauschalen- und Zusatzentgeltkatalog) dargestellt. Auf Basis problemzentrierter Interviews mit Kardiologen und Herzchirurgen erfolgte eine Analyse der Implementationsprozesse in Krankenhäusern. Die Interviews wurden transkribiert und softwaregestützt unter Verwendung des Modells von Greenhalgh et al. (2005) inhaltsanalytisch ausgewertet.

Verbreitung des Verfahrens

Es zeigte sich, dass bereits wenige Jahre nach Übernahme in das Vergütungssystem die TAVI in Deutschland flächendeckend eingesetzt wurde. Es konnten hierbei sowohl Faktoren identifiziert werden, die sich positiv auf die Verbreitungsgeschwindigkeit ausgewirkt haben, als auch solche mit negativem Effekt. Zu den positiven Faktoren zählen kontextuelle Faktoren wie das Entgelt oder die geringen rechtlichen Hürden bei der Einführung, aber auch der relative Vorteil im Hinblick auf den patientenrelevanten Nutzen, den die TAVI im Vergleich zu anderen Verfahren bietet. Die Kooperation zwischen Kardiologie und Herzchirurgie innerhalb der Krankenhäuser, die die Methode implementiert haben, hatte einen entscheidenden Einfluss und wirkte sich entsprechend auf den Implementationserfolg aus: War die Zusammenarbeit gut, konnte die TAVI schneller eingeführt werden.

Ausblick

Der Diffusionsprozess der TAVI ist trotz angepasster rechtlicher Rahmenbedingungen noch nicht abgeschlossen und wird auf mittel- bis langfristige Perspektive neuen Schub erhalten. Es hat sich gezeigt, dass die Einführung der Methode innerhalb der Krankenhäuser insbesondere von dem jeweiligen Verhältnis von Kardiologie und Herzchirurgie abhängt. Bei der Diffusion medizintechnischer Innovationen handelt es sich um sehr komplexe Vorgänge, bei der eine Vielzahl unterschiedlicher Faktoren auf mehreren Einflussebenen zusammenkommt und den Verbreitungsprozess beeinflusst. Das Modell von Greenhalgh et al. (2004) hat sich als eine geeignete theoretische Fundierung erwiesen und kann bzw. sollte in weiteren Studien eingesetzt werden.



Sebastian Merkel, M. A.

Tel. +49 209 1707-163

merkel@iat.eu

Abb.1:
Synopsis der
Innovationsposition
Nordrhein-Westfalens
– Deutschland = 100 –

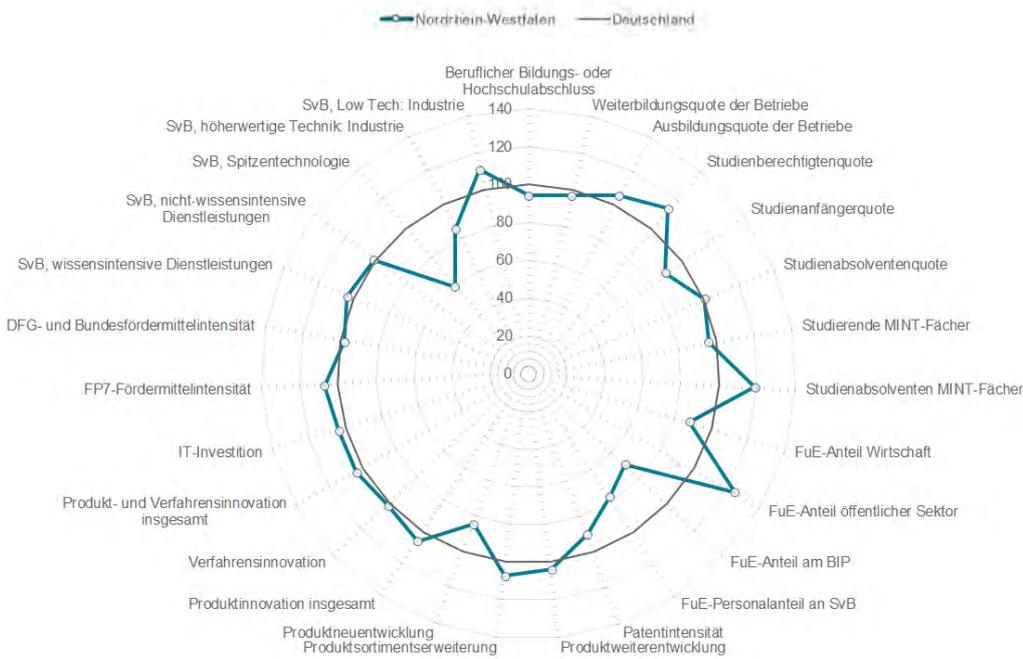
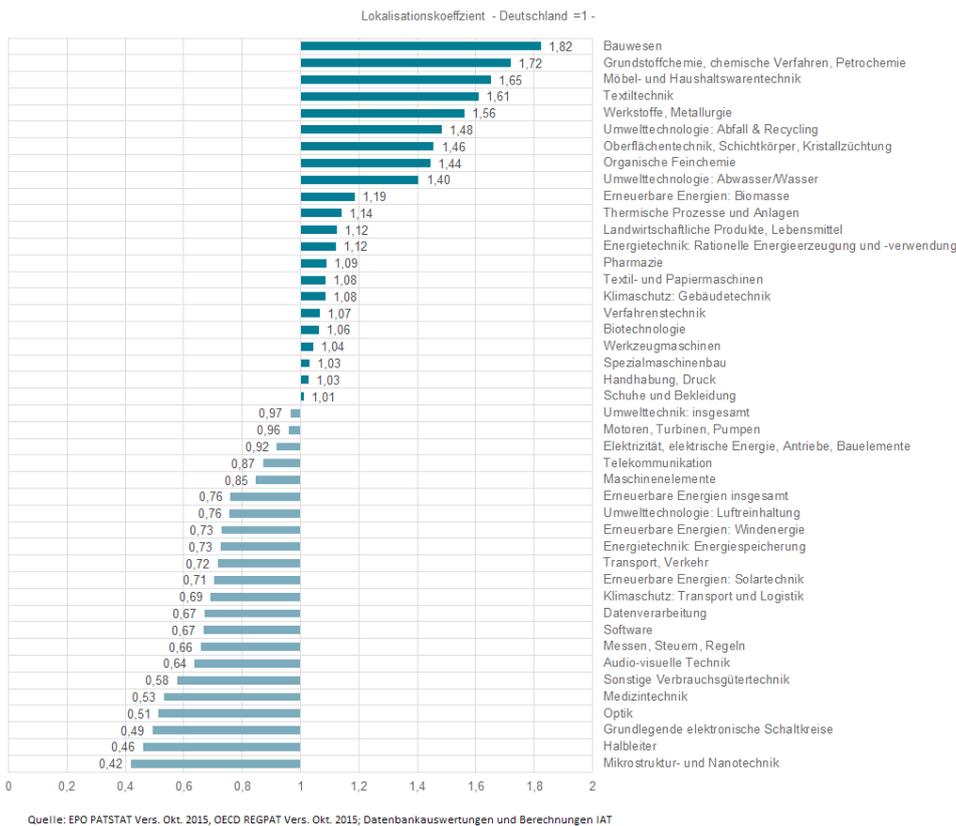


Abb.2:
Technologische Spezi-
alisierung Nordrhein-
Westfalen: Lokalisa-
tionskoeffizient der
Patentanmeldungen am
EPO 2005 bis 2015
– Basis Deutschland –



Formal berechnet sich der RPA-Indikator wie folgt:

$$RPA = \frac{P_{ij}}{\sum_j P_{ij}} / \left(\frac{\sum_i P_{ij}}{\sum_i \sum_j P_{ij}} \right)$$

Dabei bedeuten:

i: Index zur institutionellen Abgrenzung (Region);

j: Index zur technologischen Abgrenzung;

P_{ij} : Zahl der Patendokumente aus Region i im Technologiebereich j.

In der hier verwendeten einfachen Variante entspricht der RPA-Indikator dem in der Regionalökonomie häufig verwendeten Lokalisationskoeffizienten, der Auskunft über sektorale Spezialisierungen einer Region gibt.

Innovationsreport Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen steht, wie viele entwickelte Industrieregionen, vor einer Reihe neuer Herausforderungen, die eng mit dem wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturwandel zusammenhängen. Der ökologische Umbau der Energieversorgung, die wachsende Digitalisierung, veränderte gesellschaftliche Ansprüche und Herausforderungen (z. B. demografischer Wandel) führen auf der einen Seite zu massiven Strukturveränderungen, sind vielfach aber ohne zusätzliche Investitionen und Innovationen nicht zu bewältigen. Vor diesem Hintergrund wurde in dem von der Hans-Böckler-Stiftung geförderten Projekt empirisch die aktuelle Position Nordrhein-Westfalens im Innovationsgeschehen Deutschlands untersucht. Ziel war es, die spezifischen innovationsbezogenen Stärken und Schwächen der Region herauszuarbeiten. Die wesentlichsten Ergebnisse verweisen für NRW auf ein Bild mit Licht und Schatten.

Hochschulausbildung

Die Verfügbarkeit qualifizierter Beschäftigter ist für Unternehmen und den Innovationsstandort NRW von zentraler Bedeutung. Im Land waren vor diesem Hintergrund durchaus positive Entwicklungen zu beobachten. Dies betrifft zum einen die Entwicklung der Studienberechtigtenzahlen, vor allen Dingen in den MINT-Fächern. Gleichzeitig nehmen aber im Bundesvergleich immer noch weniger studienberechtigte Personen ein Hochschulstudium auf und die Absolventenquoten liegen seit einigen Jahren unter dem Bundesdurchschnitt.

Berufliche Aus- und Weiterbildung in Unternehmen

Die Ausbildungsquote der nordrhein-westfälischen Betriebe liegt insgesamt betrachtet über dem bundesdeutschen Niveau. Ebenso weist die Zahl der neu abgeschlossenen Erstausbildungsverträge in Nordrhein-Westfalen eine etwas positivere Entwicklung als im Bundesgebiet auf. Gleichwohl war aber auch in NRW, trotz einer vergleichsweise guten konjunkturellen Lage, eine sinkende Zahl der Ausbildungsabschlüsse zu beobachten. Zusammen mit dem leicht unterdurchschnittlichem Weiterbildungsverhalten der nordrhein-westfälischen Betriebe warten hier Herausforderungen, die für die weitere Entwicklung des Innovationsstandortes NRW von wesentlicher Bedeutung sein werden und deren Lösung nur in Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure gelingen kann.

Forschung und Entwicklung und Produktinnovationen der Unternehmen

Ebenso weisen die Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen der nordrhein-westfälischen Unternehmen im Bundesvergleich ein bereits längerfristig zu beobachtendes unterdurchschnittliches Niveau auf. Als ursächlich hierfür sind sicherlich die wirtschaftsstrukturellen Besonder-

heiten des Landes zu berücksichtigen. NRW verfügt über einen geringeren Anteil forschungsintensiver Industriebereiche. Gleichwohl, so zeigen die Ergebnisse, ergeben sich aber auch deutliche betriebsgrößenbedingte Unterschiede. Dem überdurchschnittlichen Engagement der mittelständischen Betriebe steht ein unterdurchschnittliches FuE-Verhalten bei den Kleinbetrieben und den ganz großen Unternehmen gegenüber. In der Konsequenz weist Nordrhein-Westfalen in einer Reihe von FuE-nahen Indikatoren eine unterdurchschnittliche Position auf. Dies betrifft etwa die Frage nach dem Anteil der Betriebe mit Produktneuentwicklungen. Positiv dagegen präsentieren sich die Betriebe des Landes bei Produktentwicklungen, die nicht unmittelbar mit Forschung und Entwicklung in Zusammenhang gebracht werden, etwa bei der Weiterentwicklung von bestehenden Produkten.

Fazit

In vielen Bereichen sind politische Akteure gefragt, Bedingungen zu verbessern, um die mit dem Innovationswettbewerb verbundenen Herausforderungen zu meistern und vorhandene Potenziale des Landes besser auszuschöpfen. Eine ausschließliche innovationspolitische Konzentration auf Hightech-Bereiche wäre unter Berücksichtigung der besonderen Bedingungen und wirtschaftlichen Strukturen des Landes, die stärker als in anderen Bundesländern auch von sogenannten „Lowtech“-Branchen geprägt sind, nur bedingt angemessen. Und nicht zuletzt erfordert eine Verbesserung der Innovationsposition des Landes erhebliche Investitionen in Bildung und Ausbildung. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Herausforderungen, wie sie etwa mit der wachsenden Digitalisierung verbunden sind, erfordern nicht nur angemessene digitale, sondern auch moderne und gut ausgestattete Bildungsinfrastrukturen.

Gerade der letzte Aspekt zeigt aber auch, dass neben politischen Akteuren auch betriebliche Akteure der Mitbestimmung, etwa in den Aufsichtsräten der Unternehmen gefragt sind. Dies betrifft neben Fragen der beruflichen Aus- und Weiterbildung nicht zuletzt auch Entscheidungen über Art und Umfang des betrieblichen FuE- und Innovationsengagements.

Aktuelle Publikation zum Thema //

NORDHAUSE-JANZ, J.; TERSTRIEP, J. (2017): *Innovationsreport NRW*, Forschungsförderung Working Paper Nummer 026, Januar 2017, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf.

Projektinformationen//

www.iat.eu



**Dipl.-Soz.-Wiss.
Jürgen
Nordhause-Janz**
Institut Arbeit und
Technik
Tel. +49 209 1707-118
nordhause-janz@iat.eu



**Dipl.-WiWi.
Judith Terstriep**
Institut Arbeit und
Technik
Tel. +49 209 1707-139
terstriep@iat.eu



Abb. 1:
Prof. Dr. Mike Wienbracke während des von der Heinrich-Hertz-Stiftung geförderten Forschungsaufenthalts als „Visiting Research Scholar“ am „Levin College of Law“ der „University of Florida“

USA – Land der schier unbegrenzten bundesverfassungsrechtlichen Möglichkeiten rückwirkender belastender Steuergesetzgebung

Mike Wienbracke

ZVglRWiss 114 (2015) 337–354

I. Einleitung

Anders als Art. I Sec. 16 der *North Carolina State Constitution* enthält die *U.S. Constitution* keine Bestimmung, die ausdrücklich die Rückwirkung speziell von belastenden¹ Steuergesetzen regelt.² Die Frage nach deren Verfassungsmäßigkeit ist daher auf Grundlage der insofern einschlägigen allgemeinen Vorschriften der US-amerikanischen Bundesverfassung zu beantworten. Namentlich sind dies die *Ex Post Facto Clause* (unten II. 1.), das Verbot von *Bills of Attainder* (unten II. 2.), die *Takings Clause* (unten II. 3.), Gesichtspunkte

* Prof. Dr. iur. Mike Wienbracke, LL.M. (Edinburgh), lehrt Öffentliches Recht, insbesondere Staats- und Verwaltungsrecht sowie Europarecht am Fachbereich Wirtschaftsrecht der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen, Bocholt, Recklinghausen. Bei dem vorliegenden Beitrag handelt es sich um die deutsche Kurzfassung einer vom Autor in der zweiten Jahreshälfte 2013 im Rahmen eines Forschungsfreiemesters als *Visiting Research Scholar* an der University of Florida, Levin College of Law angefertigten Studie.

¹ Rückwirkende begünstigende Steuergesetze werden gemeinhin als unbedenklich angesehen, siehe *Novick/Petersberger*, *Retroactivity in Federal Taxation: Part II*, 37 *Taxes* 499, 504 (1959). Zu der hier nicht weiter behandelten rückwirkenden Anwendung von *judge made laws* siehe *Eule*, *Temporal Limits on the Legislative Mandate: Entrenchment and Retroactivity*, 1987 *Am. B. Found. Res. J.* 379, 449ff.; *Frisch*, *Rational Retroactivity in a Commercial Context*, 58 *Ala. L. Rev.* 765, 766ff. (2007), zum rückwirkenden *rule-making* von *federal agencies* siehe *Note*, *Retroactive Rulemaking*, 30 *Harv. J. L. & Pub. Pol'y* 749 (2007) und zum rückwirkenden Erlass belastender Steuergesetze durch die einzelnen Bundesstaaten siehe *Holley/Amities*, *Examining the Boundaries of Retroactive State Tax Legislation*, 29 *State Tax Notes* 907 (29. 9. 2003); *Harrison/Hacker*, *Arkansas's Retroactive-Legislation Doctrine*, 64 *Ark. L. Rev.* 903 (2011).

² *Ormsby*, *Due Process Considerations and Retroactive Taxation*, 12 *J. St. Tax'n* 23 (1994); *Note*, *Death is Still Certain, but are Taxes?: An Examination of the Due Process Limitations on Retroactive Tax Legislation After *Carlton v. United States**, 67 *St. John's L. Rev.* 327 (1993). Die Vorschläge, die US-amerikanische Bundesverfassung um ein ausdrückliches Verbot rückwirkender Steuergesetzgebung (S.J. Res. 120, 103d Cong. [1993]; S.J. Res. 8, 104th Cong. [1995]) oder zumindest um das Erfordernis einer 2/3-Mehrheit für derartige Gesetzgebungsakte (S.J. Res. 49, 104th Cong. [1996]; H.J. Res. 159, 104th Cong. [1996]) zu ergänzen, hatten keinen Erfolg.

Abb. 2:
Veröffentlichung zum Thema der Möglichkeiten rückwirkender belastender Steuergesetzgebung in den USA

Konstitutionelle Restriktionen retroaktiver und retrospektiver Steuergesetzgebung im Vergleich: Was Deutschland von den USA *nicht* lernen darf

Damit das Recht seine Funktion, das Verhalten von Menschen zu steuern, nachhaltig zu erfüllen vermag, muss die Rechtsordnung verlässlich sein. Wenngleich dies ebenfalls für das Steuerrecht gilt, so gestattet es das zwischen der Rückbewirkung von Rechtsfolgen einerseits und tatbestandlicher Rückanknüpfung andererseits differenzierende Bundesverfassungsgericht dem Gesetzgeber grundsätzlich gleichwohl nicht nur solche Normen zu erlassen, deren belastende Rechtsfolgen zwar erst nach ihrer Verkündung eintreten, tatbestandlich aber von einem bereits ins Werk gesetzten Sachverhalt ausgelöst werden, sondern ausnahmsweise auch nachträglich in bereits abgeschlossene Sachverhalte zu Lasten des Steuerpflichtigen ändernd einzugreifen. Dabei sieht sich – ungeachtet durchaus beachtlicher Zugeständnisse in der jüngeren Vergangenheit – insbesondere die veranlagungszeitraumbezogene Karlsruher Rechtsprechung nach wie vor namhafter Kritik ausgesetzt. Drängt dieser Befund nachgerade zur Rechtsvergleichung als anerkannter Methode der Verfassungsinterpretation, so analysierte *Mike Wienbracke* während seines von der Heinrich-Hertz-Stiftung geförderten Forschungsaufenthalts als *Visiting Research Scholar* am *Levin College of Law* der *University of Florida*, dessen *Tax-Program* bei Rankings regelmäßig einen der ersten drei Plätze belegt, die Rechtsprechung des *U.S. Supreme Court* zur Frage der Konformität von rückwirkenden belastenden Steuergesetzen des US-Kongresses mit der US-amerikanischen Bundesverfassung – war es doch immerhin die in deren Art. I Sec. 9 verortete *Ex-Post-Facto-Clause*, die bei der Statuierung eines absoluten strafrechtlichen Rückwirkungsverbots in Art. 103 Abs. 2 des deutschen Grundgesetzes Pate gestanden hat.

Normative Ausgangslage

Und auch was derartige Legislativakte speziell im hiesigen fiskalischen Kontext anbelangt, ist ein Gleichauf beider Verfassungsdokumente auszumachen: In diesen fehlt es jeweils schlichtweg an einer diese Art von Gesetzen explizit adressierenden Norm, was zu einem Rekurs auf die insoweit einschlägigen allgemeinen Bestimmungen der betreffenden Verfassung zwingt. Aus US-amerikanischer Sicht ist dies typischerweise die *Due-Process-Clause* des 5. Zusatzartikels der US-amerikanischen Bundesverfassung.

Laissez-faire-Rechtsprechung

Über ihre auf die Statuierung reiner Verfahrensgarantien hindeutende Formulierung hinaus wird diese Klausel zwar durchaus dahingehend verstanden, dass sie ebenfalls eine materiell-rechtliche Komponente beinhaltet. Doch überprüft der *U.S. Supreme Court* seit dem *Court-Packing-Plan* von *Franklin D. Roosevelt* Gesetze auf ökonomischem Gebiet grundsätzlich nur noch im Sinne einer bloßen Willkürkontrolle daraufhin, ob sie in einer vernünftigen Relation zu einem legitimen gesetzgeberischen Zweck stehen.

Rational-Basis-Test

Bildet dieser sog. *Rational-Basis-Test* ebenfalls im vorliegenden Zusammenhang den relevanten Prüfungsmaßstab und erkennt die Mehrheitsmeinung im *U.S. Supreme Court* namentlich die Erzielung staatlicher Einnahmen als verfassungsrechtlich legitimes Ziel für die rückwirkende Anwendung von Steuernormen an, so verwundert es nicht, dass die rückwirkende Verschärfung eines bestehenden Steuergesetzes – im Gegensatz zur ebensolchen Einführung einer völlig neuen Steuer – auch ohne Vorankündigung in der Regel nicht als Verstoß gegen die *Due-Process-Clause* gewertet wird.

Fazit

Aus Sicht des deutschen Grundgesetzes mutet nicht nur dieses Resultat als solches, das mitunter auch von US-amerikanischen Vertretern der ökonomischen Analyse des Rechts favorisiert wird, als befremdlich an, sondern ebenfalls die diesem zugrundeliegende fehlende terminologische Differenzierung zwischen den verschiedenen Arten von rückwirkenden Gesetzen. Wird beides denn auch im US-amerikanischen Schrifttum bemängelt, so werden dort jeweils Elemente einzeln für sich als Alternative offeriert, welche das Bundesverfassungsgericht bereits vor Jahrzehnten zu einer ganzheitlichen Rückwirkungsdogmatik zusammengefügt hat. Der Erkenntnis "*wise parents do not hesitate to learn from their children*" von *Guido Calabresi* in *United States v. Then* folgend, mag dieser Befund als Ausgangsbasis für zukünftige Untersuchungen in Richtung „deutscher Rechtsexport in die USA“ dienen.

Aktuelle Publikation zum Thema //

WIENBRACKE, M.: *USA – Land der schier unbegrenzten bundesverfassungsrechtlichen Möglichkeiten rückwirkender belastender Steuergesetzgebung*, ZVglRWiss 114 (2015), S. 337-354.



Prof. Dr. Mike Wienbracke, LL. M. (Edinburgh)
Tel.: +49 2361 915-434
mike.wienbracke@w-hs.de

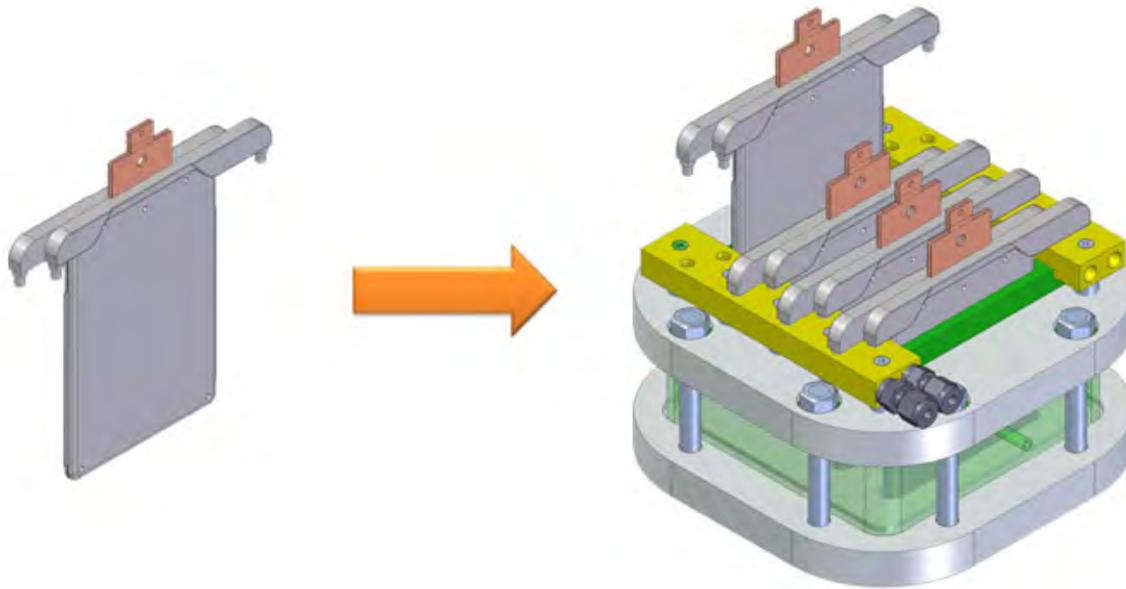


Abb. 1:
Schematischer Aufbau des modularen PEM-Elektrolyseurstacks
Schematische Zeichnung des modular aufgebauten Elektrolyseurs mit vier Einzelzellen.



Abb. 2:
Die Mitarbeiter am Westfälischen Energieinstitut (v.l.n.r.) Dr. Ulrich Rost, Jeffrey Roth und Pit Podleschny demonstrieren mit verlängerten Maulschlüsseln, wie fest die Schrauben und Muttern am Hochdruck-Elektrolyseur-Prototyp (rechts unten) angezogen werden müssen, damit im Innern ein Betriebsdruck von über 50 bar sicher aufgebaut werden kann.

Ein neuartiger Systemansatz zur Wasserstoffproduktion aus regenerativen Energiequellen

Die gesellschaftliche Aufgabe der Transformation des Energiesektors hin zu einer auf regenerativen Energiequellen basierenden Energiewirtschaft wird nur durch die Entwicklung und Nutzbarmachung geeigneter dynamischer Speichersysteme gelöst werden können, da insbesondere die Einspeisung elektrischer Energie von Photovoltaiksystemen sowie Windkraftanlagen im hohen Maße volatil ist und Überschussenergie nur im sehr begrenzten Maße durch das elektrische Verbundnetz aufgenommen werden kann. Derzeit ist eine kumulierte Spitzenleistung von etwa 80 GW Photovoltaik (PV) und Windkraft zusammen in Deutschland verbaut. Dies entspricht heute bereits in etwa einem Drittel der insgesamt in Deutschland installierten Kraftwerksleistung und dieser Anteil wird mittelfristig stark wachsen.

Der stetige Ausbau von regenerativen Energieanlagen in Deutschland ist begünstigt durch die verschiedenen Gesetze zu erneuerbaren Energien, welche u.a. eine festgesetzte Einspeisevergütung insbesondere von elektrischer Energie aus PV- und Windkraftanlagen festlegt, mit sehr hoher Geschwindigkeit vorangeschritten. Probleme bei der Auslastung regenerativer Energieanlagen und unkalkulierbare Last- und Stromspitzen haben eine unvorteilhafte Auslastung des Verbundnetzes sowie zum Teil negative Strompreise an der Börse zur Folge, was einen Ausbau verfügbarer Speicher notwendig macht.



Prof. Dr. Michael Brodmann
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 209 9596-828
michael.brodmann@
w-hs.de



Dr. Ulrich Rost
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 209 9596-930
ulrich.rost@w-hs.de



Dipl.-Ing. Jeffrey Roth
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 209 9596-931
jeffrey.roth@w-hs.de

Wasserelektrolyse

Eine geeignete elektrochemische Methode zur umweltfreundlichen Speicherung sehr großer Energiemengen ist die Wasserelektrolyse, bei der Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Die erzeugten Gase können hierbei in großen Mengen gespeichert werden, auch über längere Zeit. Die Speicherung von Wasserstoff unter Druck in Kavernen oder in Pipeline-Systemen ist bereits kommerziell erfolgreich. Auf Grund der geringen Dichte von Wasserstoff wird das Druckniveau bei der Speicherung in Systemen mit begrenztem Volumen für eine hohe volumetrische Energiedichte angehoben. Druckgasspeicher für mobile Anwendungen ermöglichen heute schon Druckniveaus bis 700 bar. Demensprechend ist es vorteilhaft, den Wasserstoff direkt im Elektrolyseprozess bei einem hohen Druck zu erzeugen. Aufwendige Verdichterstufen können damit entfallen und so die Investitions- und Betriebskosten reduziert werden. Es konnte bereits gezeigt werden, dass der modulare Charakter des entwickelten Systemansatzes das Hochskalieren von zukünftigen Elektrolyseuranlagen bis in den großtechnischen Maßstab ermöglicht.

Entwicklung von Hochdruckelektrolyseuren

Die Entwicklungsarbeiten der Arbeits-

gruppe von Prof. Brodmann sind in der nahen Vergangenheit konsequent in Richtung der Wasserelektrolyse bei hohen Ausgangsdrücken forciert worden. Von 2013 bis 2016 ist erfolgreich ein Projekt bearbeitet worden, welches die Umsetzung der WH-Erfindungen im Bereich Hochdruckelektrolyse zum Inhalt hatte (Förderkennzeichen KF2697002ZG3). Der entwickelte Systemansatz beruht hierbei auf der hydraulischen Verpressung von Einzelzellen, welche es ermöglicht, Hochdruckelektrolyseur-Module aufzubauen, die theoretisch eine beliebige Anzahl an Einzelzellen aufnehmen können (s. Abb. 1). Ein Funktionsmuster eines PEM-Hochdruckelektrolyseurs im Labormaßstab ist realisiert (s. Abb. 2) und bereits patentiert. Zugrundeliegende Konzepte sind im Rahmen dieses Projekts untersucht worden. Die Vorrichtung erlaubt, Wasserstoff bis zu einem Ausgangsdruck von 50 bar zu produzieren. Partner für diese Entwicklungen und deren Weiterentwicklung ist die Firma „iGas energy GmbH“.

Als direktes Folgeprojekt ist die „Entwicklung eines vollmodularen PEM¹-Elektrolyseurs mit segmentierten, planaren Polplatten kurz VOMPELS“ erfolgreich im Leitmarkt Wettbewerb „EnergieUmwelttechnik.NRW“ beantragt worden (Förderkennzeichen EFRE-0800099), welches die Überführung der existierenden Labormuster in eine industrienah Anlage zum Ziel hat. Die zuvor im Rahmen des Vorprojekts gesammelten Erkenntnisse fließen vollumfänglich mit in das laufende Projekt ein. Es wird angestrebt ein Funktionsmuster zu entwickeln, welches Zellen mit einer aktiven Fläche bis 600 cm² vorsieht, die bis zu einem Druck von 68 bar sicher betrieben werden können. Somit sollen zukünftig auch mittelgroße Systeme für die Speicherung von Überschüssen aus PV- und Windkraftanlagen aufgebaut werden können.

¹ PEM – Polymer-Elektrolyt-Membran

Projektinformationen//

<https://www.w-hs.de/kooperieren/forschungsinstitute/westfaelisches-energieinstitut/homepage/forschung-wei/wasserstoffenergiesysteme/vompels/>

Aktuelle Publikationen zum Thema//

ROST, U.; ROTH, J.; BRODMANN, M.: *Ein neuartiges Konzept für Hochdruckelektrolysesysteme in modularer Bauweise zur Produktion von Wasserstoff aus Überschussenergie erneuerbarer Quellen*. SMART ENERGY 2015, Dortmund, 2015.

Brodmann, M.; Rost, U.: Hochdruckelektrolyseur in Taschenbauweise. In: *HZwei* 4 (2016) S. 22-23.

LENTZ, K.-H.; BRODMANN, M.; ROST, U.: *VOMPELS – Entwicklung eines vollmodularen PEM-Elektrolyseurs*. 16. Jahrestreffen des Netzwerks Brennstoffzelle und Wasserstoff NRW, Düsseldorf, 2016.

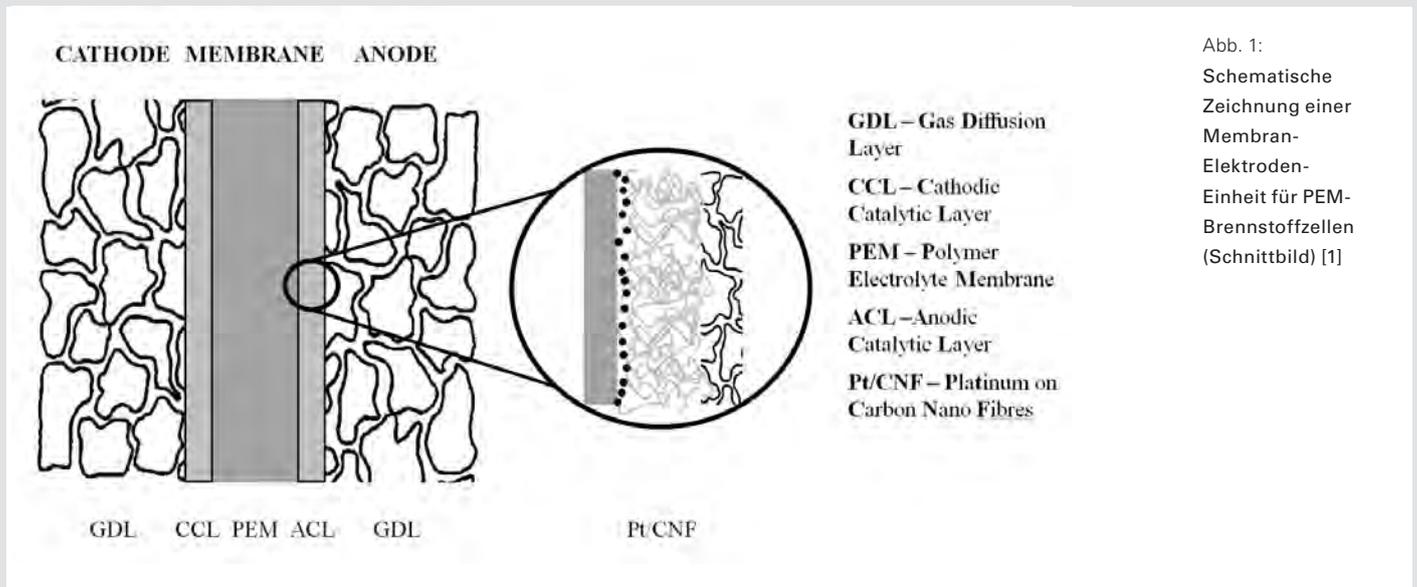


Abb. 1:
Schematische
Zeichnung einer
Membran-
Elektroden-
Einheit für PEM-
Brennstoffzellen
(Schnittbild) [1]

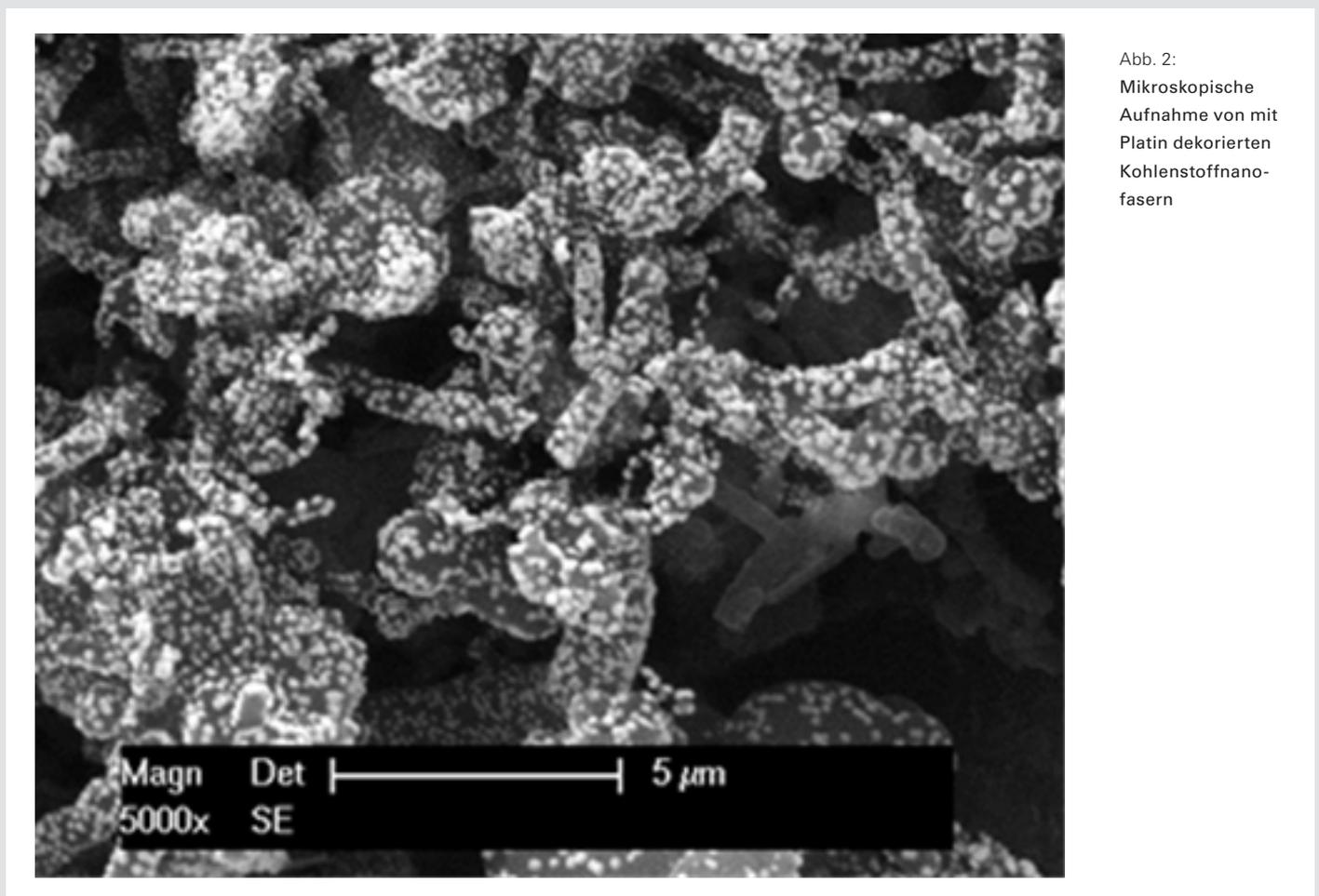


Abb. 2:
Mikroskopische
Aufnahme von mit
Platin dekorierten
Kohlenstoffnano-
fasern

Projektinformationen//

<https://www.w-hs.de/kooperieren/forschungsinstitute/westfaelisches-energieinstitut/homepage/forschung-wei/wasserstoffenergiesysteme/locopem/>

Das Projekt ist Bestandteil des, zusammen mit der Polytechnischen Universität Temeşvar in Rumänien (Politehnica), kooperativ durchgeführten Promotionsverfahrens von Herrn Dr. Ulrich Rost.

Elektroden für kostengünstige Brennstoffzellensysteme

Per Wasserelektrolyse ist es möglich, mittels regenerativ generierter elektrischer Energie und somit umweltfreundlich große Mengen Wasserstoff zu produzieren. Das erzeugte Gas kann hierbei z. B. in Kavernen, Pipelines oder großen Druckbehältern gespeichert werden, sodass eine Langzeitspeicherung möglich ist. Die Rückverstromung regenerativ erzeugten Wasserstoffs kann mit modernen Brennstoffzellen schadstofffrei und mit hohen Wirkungsgraden erfolgen, sodass die gesamte Energiewandlungskette CO₂-frei dargestellt werden kann. Brennstoffzellen auf Basis von Polymerelektrolytmembranen (PEM) sind hierbei zudem ideal geeignet, ihren Betrieb dynamisch an Einspeise- und Laständerungen im elektrischen Verbundnetz anzupassen und somit Lastspitzen zu kompensieren. Man kann davon ausgehen, dass aufgrund gesetzlicher Vorgaben und aktueller Förderinstrumente, die auch für Privatkunden einen erheblichen Kaufanreiz bieten, stationäre Brennstoffzellensysteme zur kombinierten Bereitstellung von Wärme und elektrischer Energie in naher Zukunft weite Verbreitung finden werden. Der Einsatz dieser Technologie in Elektromobilen bietet sich darüber hinaus an. Erste Hersteller von voll elektrisch betriebenen Fahrzeugen bieten diese mit wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen an, sodass zukünftig auch eine Dekarbonisierung des Verkehrssektors aussichtsreich erscheint.



Prof. Dr. Michael Brodmann
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 209 9596-828
michael.brodmann@
w-hs.de



Dr. Gabriela Marginean
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 209 9596-353
gabriela.marginean@
w-hs.de



Dr. Ulrich Rost
Westfälisches
Energieinstitut
Tel. +49 209 9596-930
ulrich.rost@w-hs.de

PEM-Brennstoffzellen

Ein wesentlicher Bestandteil einer PEM-Brennstoffzellenelektrode ist der Katalysator, um die chemische Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser zu beschleunigen. Üblicherweise wird hierfür Platin eingesetzt, welches möglichst als kleine nanoskalige Partikel fein an der Schnittstelle zwischen der PEM und den beiden Elektroden (Anode und Kathode) verteilt ist. Obwohl Brennstoffzellen den Eintritt in den Markt erlangt haben, sind die Reduktion von Edelmetall und die Optimierung katalytischer Schichten weltweit Gegenstand laufender Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, um insbesondere die Kosten für PEM-Brennstoffzellen zu reduzieren. Auch die Wissenschaftler der Arbeitsgruppen „Wasserstoffenergiesysteme“ und „Werkstoffkunde“ des Westfälischen Energieinstituts sind fachbereichsübergreifend und in enger Kooperation auf diesem Gebiet forschend aktiv. Untersuchungsgegenstand eines im Jahr 2015 abgeschlossenen Forschungsprojekts mit dem Titel „Neuartige Membran-GDL-Assemblies für PEM-Brennstoffzellensysteme kurz NanoFuelCells“ (Förderkennzeichen 005-1111-0010) war eine Katalysatorschicht, welche durch den Einsatz von Kohlenstoffnanofasern (CNF) ergänzt worden ist. Im Rahmen dieses Projekts konnte bereits ein Laborfunktionsmuster einer Brennstoffzellenelektrode mit optimierter Platinbeladung realisiert werden.

Durch die Entwicklung eines intelligenten Präparationsverfahrens ist es möglich, gegenüber üblichen Herstellungsmethoden eine signifikante Menge Platin in PEM-Brennstoffzellen einzusparen. Die guten Projektergebnisse sind durch die Anwendung eines elektrochemischen Prozesses zur Abscheidung von Platinnanopartikeln auf CNFs erzielt worden. Die plasmaphysikalische Vorbehandlung der CNFs hilft hierbei, insbesondere die Partikelverteilung auf der Oberfläche des Kohlenstoffs zu verbessern. Die Kohlenstoffpartikel werden als Träger für die Edelmetallpartikel verwendet, um die spezifische Oberfläche des Platins in der katalytischen Schicht zu erhöhen. Gegenüber den üblicherweise als Träger verwendeten Rußpartikeln bieten die CNFs eine deutlich höhere elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie eine bessere Korrosionsbeständigkeit und sind somit ideal für die Herstellung von optimierten, katalytisch aktiven Schichten geeignet. In der Folge bearbeiten die Teams auf Grundlage der benannten Vorarbeiten seit März 2016 das Projekt „Entwicklung von Low Cost Gasdiffusionselektroden auf Basis von CNTs/CNFs für den Einsatz in PEM-Brennstoffzellensystemen kurz LOCOPEM“ (Förderkennzeichen EFRE-0800111), welches die Überführung des Labormusters in einen industrienahen Prototypen vorsieht.

Aktuelle Publikationen zum Thema//

- [1] BRODMANN, M.; ROST, U.: *PEM fuel cell electrodes based on graphene related materials for a hydrogen future*, *energetica international*. www.energetica-international.com/articles/pem-fuel-cell-electrodes-based-on-graphene-related-materials-for-a-hydrogen-future
- [2] ROST, U.; MARGINEAN, G.; MUNTEAN, R.; PODLESCHNY, P.; BRODMANN, M.; MERINO, C.; DIEZ, R.: *A cost-effective PEM fuel cell test system based on hydraulic compression with optimized platinum catalyst loading*. *5th International Energy and Sustainability Conference*. Cologne, 2016. DOI: 10.1109/IESC.2016.7569500.
- [3] ROST, U.; MUNTEAN, R.; PODLESCHNY, P.; MARGINEAN, G.; BRODMANN, M.; ŞERBAN, V.-A.: *Influence of Graphitisation Degree of Carbon Nano Fibres Serving as Catalyst Support Material for Noble Metal Electro Catalysts on the Performance of PEM Fuel Cells*. *Solid State Phenomena*, 254 (2016) S. 27-32. DOI: 10.4028/www.scientific.net/SSP.254.27.
- [4] ROST, U.; MUNTEAN, R.; MARGINEAN, G.; MERINO, C.; DIEZ, R.; VASZILCSIN, N.; BRODMANN, M.: *Effect of Process Parameters for Oxygen Plasma Activation of Carbon Nanofibers on the Characteristics of Deposited Platinum Nanoparticles as Electrocatalyst in Proton Exchange Membrane Fuel Cells*. In: *Int. J. Electrochem. Sci.*, 11 (2016) S. 9110-9122. DOI: 10.20964/2016.11.55.

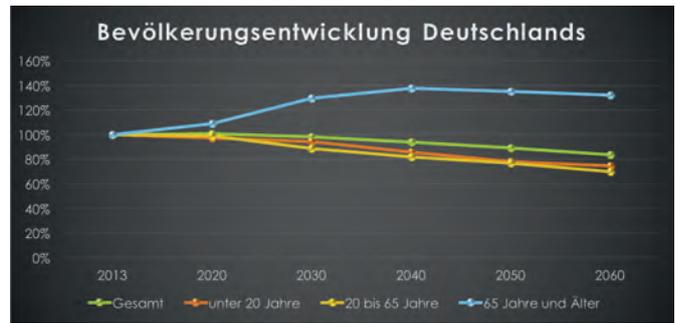
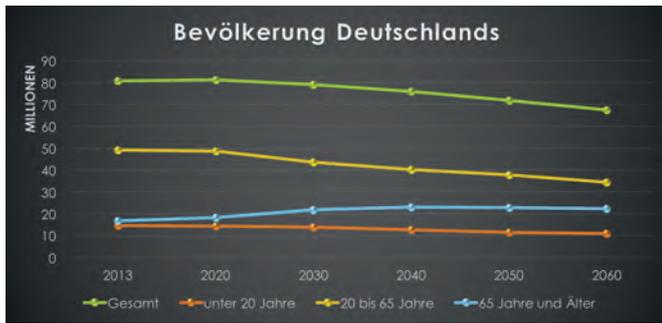


Abb. 1: Bevölkerung und Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis zum Jahr 2060 bei einer Geburtenrate 1,4 Kinder je Frau; Lebenserwartung für Jungen 84,8/ Mädchen 88,8 Jahre, langfristiger Wanderungssaldo 100 000; Statistisches Bundesamt, April 2015



Abb. 2: Installation eines neuen elektronischen Haushaltszählers (eHZ) nach gesetzlichen Vorgaben (links) neben einem klassischen Ferraris-Zähler (rechts). Am eHZ ist bereits die Auslese- und Auswerteeinheit angeschlossen.

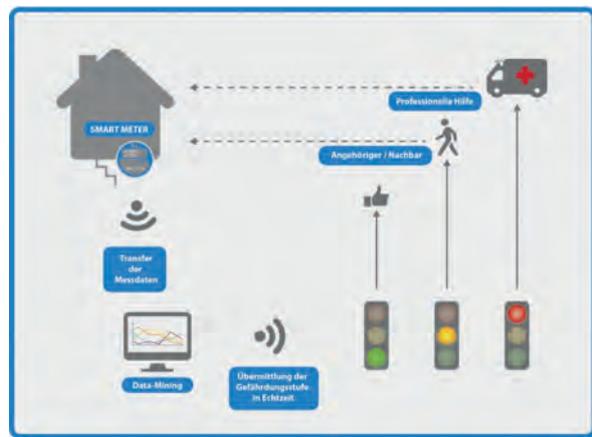
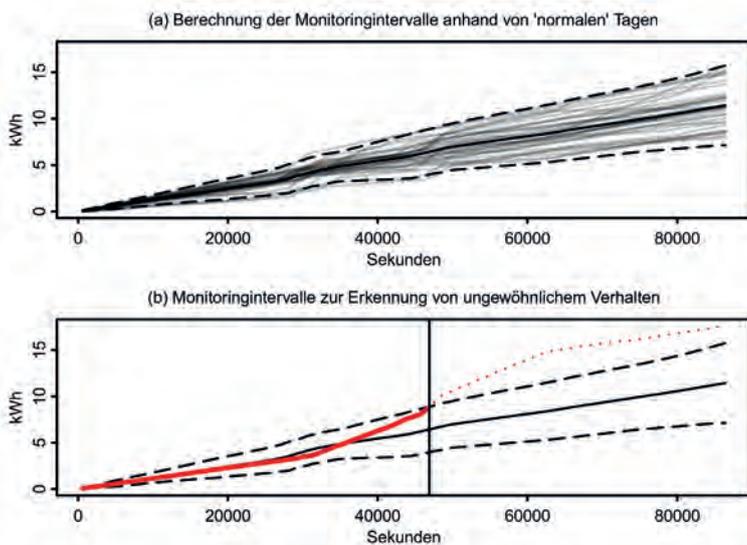


Abb. 3: Übersicht des Zelia-Systems
Die Daten werden im Haushalt aufgenommen, zur Analyse übermittelt und daraufhin ein Status zu dem jeweiligen Haushalt gebildet.



überwacht vom

Projektinformationen//
www.projekt-zelia.de

Abb. 4: Monitoring auf Basis der Charakteristik „Stromverbrauch“
 Referenzpfad der Charakteristik „Stromverbrauch“ als durchgezogene schwarze Linie und der Toleranzbereich als gestrichelte schwarze Linie.
 (a) Pfade von „normalen“, d.h. unauffälligen, Tagen eines Haushaltes,
 (b) Pfad eines Tages, an dem eine Auffälligkeit detektiert wurde, also ein Verlassen des Intervalls.

Projektleitung//
 Prof. Dr. Klaus Thiel, Prof. Dr. Martin Schulten und Prof. Dr. Bernhard Convent
 (Westfälische Hochschule, Fachbereich Wirtschaft und Informationstechnik am Standort Bocholt der Westfälischen Hochschule)

ZELIA – Zuhause eigenständig leben im Alter: Minimalinvasives Ambient-Assisted-Living-System zum Monitoring alleinlebender Senioren

Der Anteil älterer Menschen in Deutschland (Abb. 1) und anderen Industrienationen nimmt stetig zu. Durch diesen demografischen Wandel und die zunehmende räumliche Auflösung familiärer Strukturen lebt eine zunehmende Anzahl von Menschen im Seniorenalter in oft weitgehend sozial isolierten Einpersonenhaushalten. Dadurch ist das Risiko, dass Unfälle oder akute medizinische Notfälle im Haushalt unbemerkt bleiben und erforderliche Hilfe ausbleibt, deutlich erhöht. Auch können Krankheiten mit einer schleichenden Entstehung und Entwicklung lange unentdeckt bleiben.

Die Funktionalität etablierter Hausnotrufsysteme beruht auf der Fähigkeit und dem Willen der Interaktion des Benutzers. Alternative Lösungen im AAL(Ambient-Assisted-Living)-Bereich beinhalten die Installation und Verwendung zusätzlicher Sensoriksysteme im Wohnraum oder unmittelbar am Körper. Die teilweise hohen Anschaffungskosten und die mit dem Eindringen in die unmittelbare Privatsphäre verbundenen Probleme im Hinblick auf die informationelle Selbstbestimmung sowie der Schutz von persönlichen Daten wirken sich negativ auf die Akzeptanz solcher Systeme aus.

Lösungsansatz

Im Rahmen des Forschungsprojektes „ZELIA“ – Zuhause eigenständig leben im Alter – werden die Konzeption sowie die Möglichkeiten und Grenzen eines minimalinvasiven AAL-Ansatzes erforscht, der ausschließlich auf der Auswertung von zentral gemessenen Verbrauchsdaten (elektrischer Strom, Gas, Wasser) beruht. Es wird bewusst auf die Installation von Sensorik unmittelbar im Wohnraum sowie zur Vermeidung von Bedienungsfehlern auf die Interaktion mit Nutzern verzichtet. Dies ermöglicht gleichzeitig eine fehlerfreie Ausführung des Systems, sollte die Person handlungsunfähig z. B. aufgrund eines Sturzes oder einer Ohnmacht sein. Der Großteil der im Haushalt befindlichen Geräte, welche sich direkt oder indirekt einer Aktivität des Bewohners zuordnen lassen, nutzen elektrischen

Strom. Daher wird für das Forschungsprojekt ausschließlich diese Energieform als zu messende Eingangsgröße für das System gewählt. Die Messung der Verbrauchsdaten erfolgt ausschließlich auf Basis von Messgeräten, die in den Haushalten aufgrund gesetzlicher Bestimmungen in naher Zukunft verbaut werden müssen (Abb. 2), wodurch Zusatzkosten minimiert werden. Die gemessenen Daten werden somit an einer zentralen Stelle im Haushalt (am jeweiligen Zähler) gemessen und über diese Schnittstelle in das System eingespielt. Im Anschluss erfolgt eine Analyse dieser Daten und eine Zurückführung der Ergebnisse auf einen bestimmten Status bzw. eine bestimmte Warn-/Gefährdungsstufe (Abb. 3). Abhängig von dieser Beurteilung werden nun je nach Stufe weitere Maßnahmen, z. B. durch den Einsatz professioneller Hilfe bzw. einer Pflegekraft oder lediglich durch den Nachbarn oder Angehörige eingeleitet.

Methodik und Datensatz

Für jeden einzelnen Haushalt wird in Verbindung mit Metadaten (geografische Lage, Alter des Bewohners etc.) sowie externen Daten (Wetter- und Kalendereffekte) ein typisches Energienutzungsprofil erstellt. Das Monitoring-System beruht auf der Idee, auf Basis der historischen Daten eines Haushalts typische tagesbasierte Aktivitätsprotokolle zu erstellen, diese mit aktuellen Daten zu vergleichen und daraus Rückschlüsse über die Situation des Bewohners zu ziehen. Die Aktivitätsprotokolle sind die Menge aller auf Basis von sogenannten Charakteristiken abgeleiteten Größen, die in ihrer Gesamtheit die typische Aktivität eines Haushalts quantisieren. Als Charakteristiken werden verschiedene mess- oder zählbare Größen und Ereignisse bezeichnet, wobei zwischen geräteabhängigen und geräteunabhängigen Charakteristiken unterschieden wird. Für jede geräteunabhängige Charakteristik wird auf Basis der historischen Daten ein Referenzpfad sowie ein dazugehöriger Toleranzbereich bestimmt, wobei für das Monitoring nur diese Toleranzbereiche benötigt werden. Treffen neue Messdaten von den Haushalten auf dem Auswertungsserver ein, werden die Pfade aller Charakteristiken bis zum aktuellen Zeitpunkt bestimmt und mit den entsprechenden Toleranzen verglichen. Liegen ein oder mehrere aktuelle Pfade außerhalb der jeweiligen Intervallgrenzen, erfolgt eine Alarmierung (Abb. 4). Die geräteabhängigen Charakteristiken beruhen auf der Identifikation einzelner Geräte aus dem Gesamtstromverbrauch eines Haushalts. Die Geräte in einem Haushalt lassen sich grundsätzlich in zwei Klassen aufteilen. Auf der einen Seite gibt es manuell bediente Geräte (z. B. Kaffeemaschine, Herd, Fernseher). Diese Art von Geräten ist für die Erstellung der Aktivitätsprotokolle naturgemäß von besonderem Interesse, da die daraus ableitbaren Charakteristiken unmittelbar auf das Wohlergehen beziehungsweise auf die Fähigkeit zur Bedienung von elektrischen Verbrauchern eines Bewohners schließen lassen. Auf der anderen Seite gibt es in einem Haushalt in der Regel autonome Geräte, welche permanent eingeschaltet sind und die sich zeit- oder ereignisgesteuert selbstständig aktivieren (z. B. Radiowecker, Kühlschrank, Gefriertruhe). Durch solche Geräte kann im Energieverbrauchsbild unter Umständen ein unzutreffender Eindruck von Aktivität in einem Haushalt erzeugt werden. Um im Gesamtsystem eine hohe Sensitivität und Spezifität zu erreichen, ist daher die Identifikation einzelner Geräte und deren Klassifizierung von zentraler Bedeutung.



Max Pascher, M. Sc.
Tel. +49 2871 2155-824
pascher@w-hs.de



Johannes Van der Hertten, M. A.
Tel. +49 2871 2155-427
vanderhertten@w-hs.de

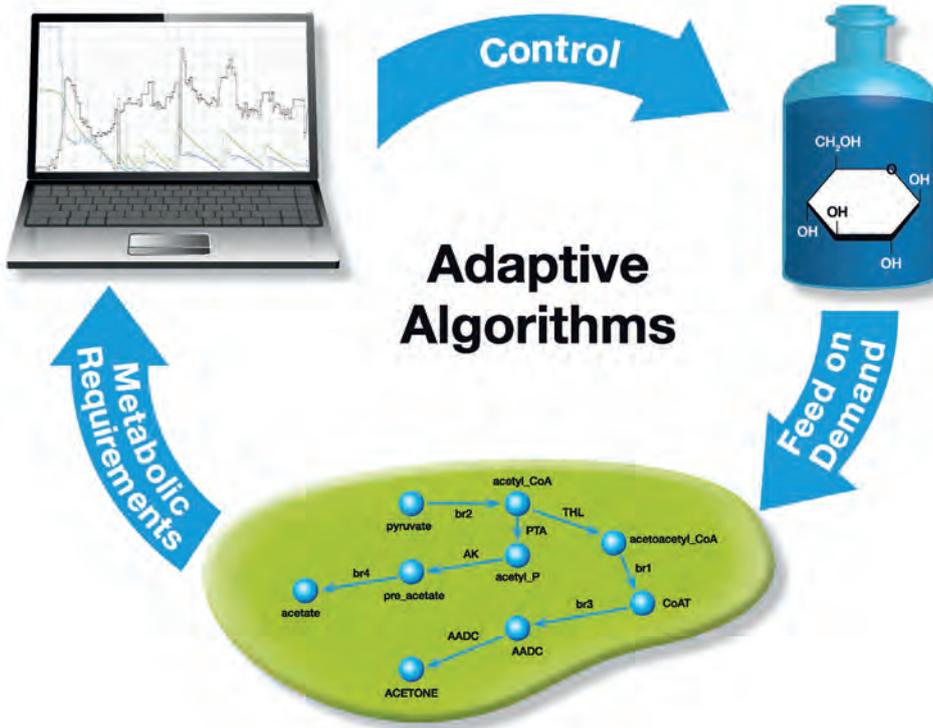


Abb.1: Adaptive Algorithmen

Process-Factory

unter Koordination:



Westfälische Hochschule

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen



iAMB RWTH AACHEN

BlueSens

engineo

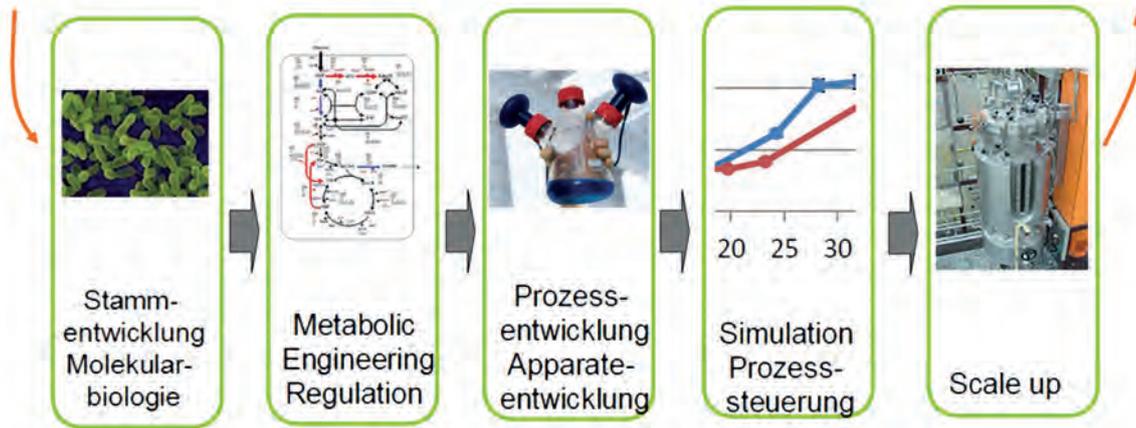


Abb.2: Projektablauf Process-Factory

„Process-Factory“ – Integrative Methode zur Entwicklung von Bio-Produktionsverfahren am Beispiel der nachhaltigen Herstellung einer Industriechemikalie

Häufig werden industrielle Biokatalysatoren im Rahmen von nicht-strukturierten biologischen Modellen als Black-Box-Systeme behandelt. Prozessoptimierungen in Fermentationsreaktoren finden oft unter „try & error“-Bedingungen statt. Im Gegensatz hierzu soll die Verbesserung von Produktbildung oder zellulärer Eigenschaften durch die direkte Einbeziehung metabolischer Zustände (Stoffwechsel) und deren Regelung herbeigeführt werden. Hierfür sind Vorhersagen durch mathematische Modelle anzupassen und geeignete Mess- und Regelreaktoren zu entwickeln. Diese Vorgehensweise wird im Rahmen des Projektes exemplarisch an der Produktion der Industriechemikalie Aceton mit Hilfe eines rekombinanten Mikroorganismus (*E. coli*) erarbeitet. Die entwickelte Methode soll grundsätzlich auf weitere Prozesse übertragbar sein und damit einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der industriellen Biotechnologie liefern.

Integration von Mess- und Regelsystemen

Die Nutzung von geregelten Fed-batch-Fermentersystemen für die Herstellung von industriellen Produkten zählt zwar zum Stand der Technik, jedoch wird dies durch die Verwendung von einfachen Regelalgorithmen, die nicht den aktuellen metabolischen Zustand berücksichtigen, deutlich eingeschränkt. Aus diesem Grund soll ein System entwickelt werden, das diese (metabolischen) Stellglieder zur Optimierung des Prozesses selbst nutzt (Abbildung 1).

Process-Factory

Der innovative Charakter der Process-Factory (Abbildung 2) liegt im erstmaligen Aufbau eines rein auf dem Zellzustand basierenden Mess- und Regelsystems, welches eine nachhaltige Produktion von Industriechemikalien (hier: Aceton) in hochtechnologischen Fermentationsprozessen ermöglicht. Dieser Produktionsprozess wird maßgeblich zur Lösung der genannten Probleme bei der Herstellung von umweltverträglichen Substanzen durch Mikroorganismen beitragen.

Der Technologie- und Methodenansatz kann später Eingang in industrielle Großprozesse finden, die eine nachhaltige Versorgung von Industriechemikalien sicherstellt. Bei erfolgreicher Umsetzung des Vorhabens ist es möglich, dieses Verfahren auf weitere spezialisierte Mikroorganismen, die hochwertige Substanzen produzieren, zu übertragen.

Ziel des Projektes ist es, eine allgemeingültige Methode zur schnellen Entwicklung von Bioprozessen durch die Integration von Stamm- und Fermentationsoptimierung aufzubauen.

Auf Grundlage von bereits durchgeführten Machbarkeitsansätzen soll im vorliegenden Projekt exemplarisch der Mikroorganismus *E. coli* zum Ganzzellbiokatalysator für die nachhaltige Produktion der Industriechemikalie Aceton entwickelt werden. Die zu entwickelnden Methoden sollen perspektivisch die ökoeffiziente Herstellung des Acetons aus kostengünstigen Substraten erlauben.



**Prof. Dr.
Frank Eiden**

Tel. +49 2361 915-585
frank.eiden@
w-hs.de

Molekularbiologie

Bei dem in dieser Arbeit verwendeten *E. coli*-Stamm, handelt es sich um eine genetisch veränderte Variante von *E. coli* BL21. In diesen Organismus wurde mit Hilfe genetischer Klonierungsstrategien ein für die Acetonproduktion kodierendes synthetisches Operon (ace4) eingefügt. Dieses besteht aus den für die Acetonproduktion verantwortlichen Gensequenzen (adc, ctfAB & thl), welche aus *Clostridium acetobutylicum* isoliert wurden.

Arbeitspakete

Es ist geplant, drei Aspekte in dem Projekt zu bearbeiten und thematisch zu verknüpfen:

1. Entwicklung von *E. coli* als Wirtstamm zur Ganzzellbiotransformation
2. Apparateentwicklung (Schüttelkolben mit integrierter Mess- und Regeltechnik, hier besonders: Abgassensorik)
3. Methodenentwicklung zur Prozessoptimierung

Die Produktionsleistung soll systematisch und in einer Kombination aus theoretischen und experimentellen Arbeiten optimiert werden. Grundlage dieser Vorgehensweise ist eine mathematische Modellierung des Stoffwechsels, um das biotechnologische Potenzial ausschöpfen und den Einfluss von Veränderungen beschreiben zu können. Damit können gezielt die Stoffflüsse in Richtung des Produkts Aceton gelenkt werden. Mit Methoden aus der molekularen Genetik und der synthetischen Biologie sollen dann, basierend auf der mathematischen Beschreibung, optimale Produktionsstämme konstruiert werden, die zeitnah in industriellen Prozessen genutzt werden können.

Projektinformationen //

FHprofUnt 2013: Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung
Projektbeginn: 01.10.14 – Projektende: 30.09.17 –
Laufzeit: 3 Jahre

Partner:

- intern: Frau Prof. Dr. Loidl-Stahlhofen
- RWTH Aachen – Lehrstuhl für Angewandte Mikrobiologie, Aachen – Prof. Lars Blank
- BlueSens gas sensor GmbH,
Herten – Dr. Holger Müller
- ingenio GmbH, Kelkheim – Prof. Karlheinz Preuss



© KAI KAPITÄN
Facts & Fotos
Digital Productions

Abb. 1:

Anwendungsszenario Bibliotheksarbeitsplatz für Tetraplegiker und realer Arbeitsplatz im Labor für Sensortechnik und Aktorik in der Medizintechnik (Westfälische Hochschule)

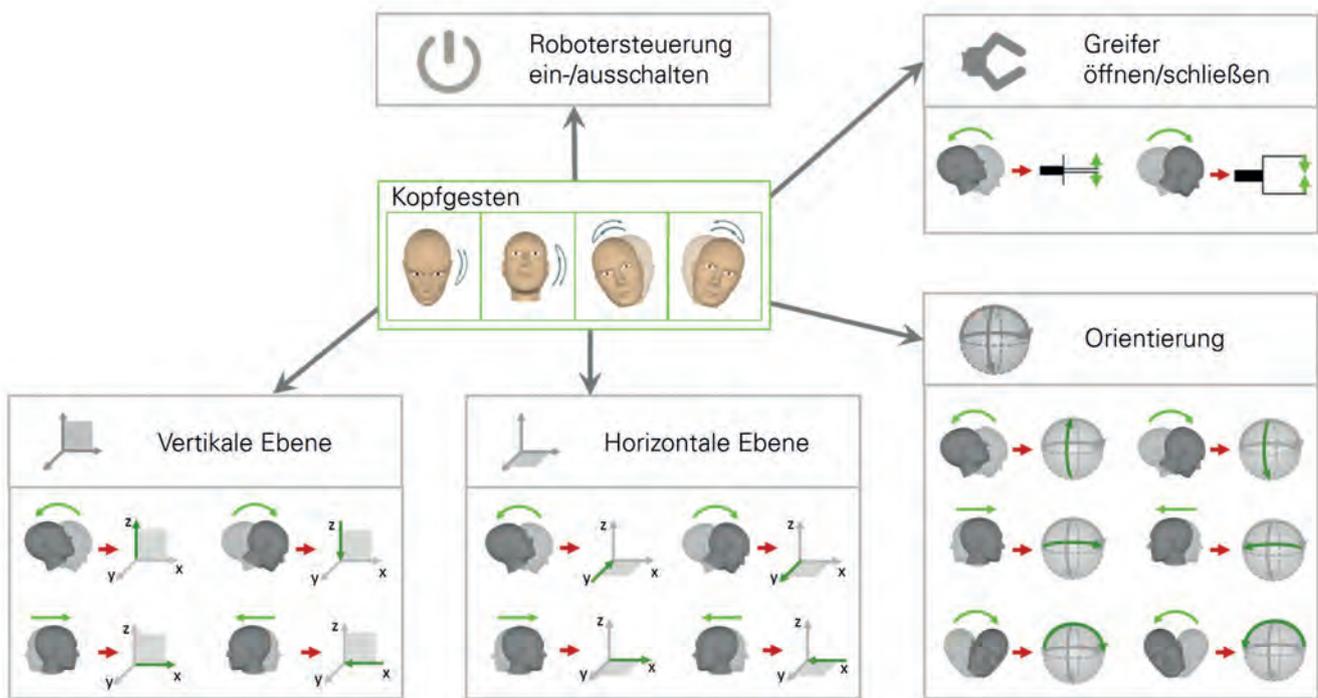


Abb. 2:

Interaktionsdesign

Zur Abbildung der drei Freiheitsgrade des Kopfes auf die sechs Freiheitsgrade des Roboters sowie den siebten zu steuernden Freiheitsgrad des Greifers werden die Bewegungen des Roboterarms inklusive Greifer in vier Gruppen eingeteilt. Das Ein- und Ausschalten der Robotersteuerung und das Umschalten zwischen den Gruppen erfolgt über Kopfgesten.

Mensch-Roboter-Synergie „MeRoSy“ – Erfassung und Interpretation von Kopfbewegungen zur Steuerung von komplexen Systemen

Im Rahmen des Forschungsprojektes „MeRoSy“ werden Kopfbewegungen als alternative Eingabemöglichkeit für die Steuerung von komplexen Systemen erforscht und realisiert. Ein weiterer Aspekt ist der Einsatz maschinellen Lernens zur autonomen Lösung neuer Aufgaben und zur Adaption bestehender Lösungen an neue Randbedingungen. Das Teilprojekt der Arbeitsgruppe „Sensortechnik und Aktorik in der Medizintechnik“ befasst sich mit der Erfassung und Interpretation von Kopfbewegungen zur Steuerung eines Roboterarms.

Anwendungsszenarien

Für Menschen, die ihre Hände durch eine körperliche Einschränkung, z. B. Tetraplegie¹, nicht nutzen können oder deren Hände bereits durch gleichzeitige andere Tätigkeiten belegt sind, ist die herkömmliche Steuerung von Robotern über Handbediengeräte nicht einsetzbar. Im Projekt „MeRoSy“ wird eine Kopfsteuerung anhand von zwei Anwendungsszenarien entwickelt und erprobt. Das erste Anwendungsszenario ist ein Bibliotheksarbeitsplatz für Tetraplegiker. Der über Kopfbewegungen gesteuerte Assistenzroboter unterstützt eine bewegungseingeschränkte Person bei der Katalogisierung von Büchern und zeigt beispielhaft die Möglichkeit für einen (Wieder-)Einstieg in das Berufsleben mit Hilfe eines Roboters. Das zweite Anwendungsszenario ist ein Montagearbeitsplatz, an welchem eine Person kooperativ mit einem Roboter zusammenarbeitet und diesen mit Kopfbewegungen steuert, während sie gleichzeitig Tätigkeiten mit den Händen ausführt.



Prof. Dr. Marion Gebhard
Tel. +49 209 9596-378
marion.gebhard@w-hs.de



Anja Jackowski, M. Sc.
Tel. +49 209 9596-590
anja.jackowski@w-hs.de

Interaktionstechnologie

Die Kopfbewegungen werden mit einem neunachsigen Bewegungssensor erfasst. Dieser Sensor setzt sich aus drei Beschleunigungssensoren, drei Drehratensensoren und drei Magnetometern zusammen. Die Signale der Einzelsensoren werden in der im Sensor integrierten Software fusioniert und die Orientierung des Sensors wird mit hoher Genauigkeit ausgegeben.

Interaktionsdesign

Der menschliche Kopf kann in drei Freiheitsgraden bewegt werden. Der zu steuernde Roboter besitzt inklusive Greifer jedoch sieben Freiheitsgrade. Um den Roboterarm intuitiv mit Kopfbewegungen steuern zu können, wird ein Steuerungskonzept verwendet, welches die Roboterbewegungen in vier Gruppen unterteilt. Das Umschalten zwischen diesen Gruppen erfolgt über Gesten, die mit dem Kopf ausgeführt werden. Vier verschiedene Kopfgesten dienen als Steuersignale, um direkt zwischen den Gruppen zu wechseln und um die Robotersteuerung ein- und auszuschalten.

Usability-Studie

Eine Studie mit 36 Probanden wurde durchgeführt, um die Gebrauchstauglichkeit der entwickelten Kopfsteuerung zu testen. Es nahmen 24 gesunde Probanden und 12 Tetraplegiker an der Studie teil. Alle Probanden lösten verschiedene Greifaufgaben durch die Steuerung des Roboterarms über Kopfbewegungen. Die Steuerung wurde subjektiv anhand eines Fragebogens und objektiv durch die Erfassung der Zeit und der benötigten Versuche zur korrekten Gestenausführung ausgewertet. Die Kopfsteuerung hat sich insgesamt als intuitiv und erfolgreich anwendbar erwiesen. Lediglich die aktuelle Kopfgestenerkennung ist noch nicht optimal und wird in Zukunft adaptiver und robuster gestaltet.

¹ Tetraplegie - die Lähmung aller vier Gliedmaßen

Aktuelle Publikation zum Thema//

JACKOWSKI, A.; GEBHARD, M.; GRÄSER, A.:
A Novel Head Gesture Based Interface for Hands-free Control of a Robot. 2016 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA) 2016.

Projektinformationen//

BMBF-Verbundprojekt „Mensch-Roboter Synergie – Lernen und Adaption in der Mensch Roboter Evolution (MeRoSy)“
<http://www.technik-zum-menschen-bringen.de/projekte/merosy>

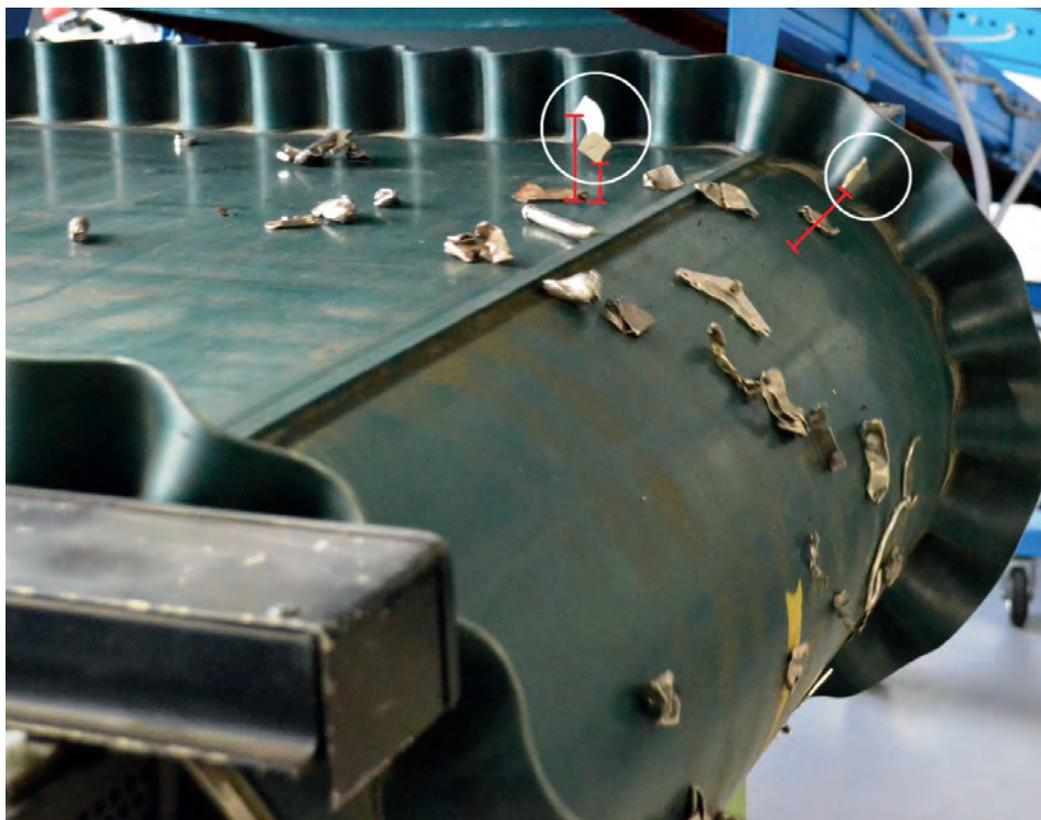


Abb.1:

Aussortieren von Seltene-Erden-Magneten mit dem Wirbelstromabscheider

Während die Dauermagnete durch gegenüberstehende Magnetfelder ausgeworfen werden, werden die Eisenteile auf Grund ihrer magnetischen Eigenschaften angezogen und durch Mitnehmer auf dem Gurtband aus dem Wechselfeld gezogen.

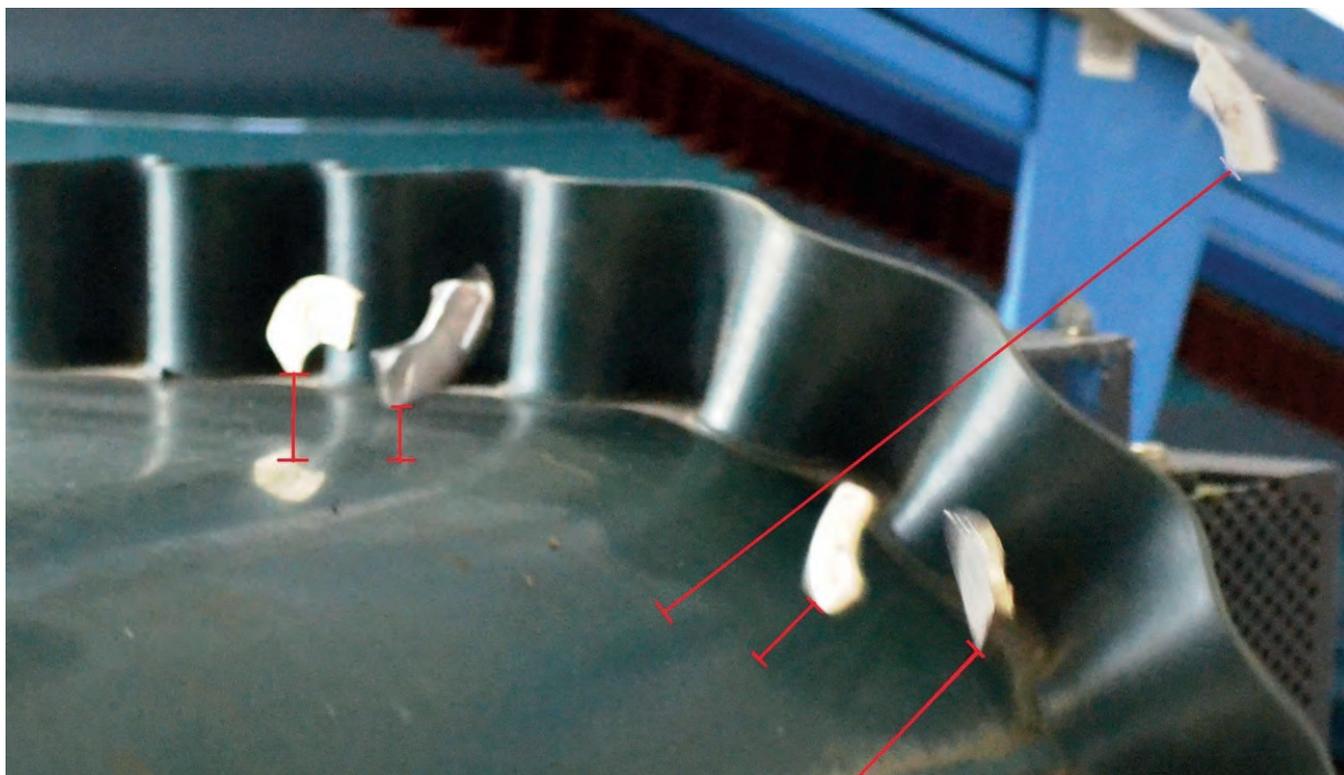


Abb.2:

Auswerfen von Festplattenmagneten durch einen Impuls, ausgelöst durch die unter dem Gurtband liegende rotierende Magnettrommel.

Aussortieren von Seltene-Erden- Magneten

Das Recycling der „Metalle der Seltenen Erden“ aus den unterschiedlichsten Bereichen der Abfall- und Kreislaufwirtschaft verbessert die Rohstoffunabhängigkeit, deren Aufrechterhaltung eine wichtige Säule der Exportquote und damit Sicherer unseres Wohlstands ist. Die Herausforderung marktfähiger Seltenerdmetall-Recyclingverfahren ist es, ausreichende Mengen an Stoffgemischen zu finden, die einen geringen Anteil an Schrott aufweisen. Das Zentrum für Recyclingtechnik forscht an der automatischen Trennung von Hochleistungsmagneten und Eisenteilen, um ein verwertbares Vorprodukt des Seltenerdmetall-Recyclings zur Verfügung zu stellen.



**Prof. Dr.
Ralf Holzhauer**
Tel. +49 209 9596-163
ralf.holzhauer@w-hs.de



**Thomas Spiecker,
M. Eng**
Tel. +49 209 9596-293
thomas.spiecker@
w-hs.de



Lutz Baberg, B. Eng.
Tel. +49 209 9596-175
lutz.baberg@w-hs.de

Ausgangssituation

Hightech-Produkte wie Handys, Laptops, Flachbildschirme, Batterien und Motoren sind auf Rohstoffe aus der Elementgruppe der Seltenerdmetalle existenziell angewiesen. Seltene Erden, die Gruppe der Lanthanoide sowie Yttrium und Scandium, haben besondere metallische Eigenschaften. Dadurch konnten bei permanentmagnet-basierten Massenprodukten wie elektromechanischen Energiewandlern, Speichermedien oder Signalgebern eine technische Revolution ausgelöst werden. Seltenerdmetall-Magnete haben ein höheres magnetisches Energieprodukt als andere Werkstoffe. Sie ermöglichen eine bessere Energieeffizienz und die Möglichkeiten des Downsizings.

Das Verfahren

In der aktuellen Verwertungsstruktur der gebrauchten Komponenten gelangen diese Hochleistungsmagnete in den Kreislauf der Metallverwertung und werden zusammen mit dem Stahlschrott geschreddert. Nach der bisherigen Technik sind sie somit nicht aus einem Schrottgemisch als separate Fraktion trennbar. Die Fraktion der Seltenerdmetalle verdünnt sich weiter in der Stahlschmelze. Bei dem an der Westfälischen Hochschule entwickelten Verfahren „Magnesort“ werden die Magnete durch entsprechende thermische Behandlung zunächst teilmagnetisiert und können anschließend in einem künstlichen elektromagnetischen Wechselfeld getrennt werden. Durch dieses Verfahren wird eine separierte Fraktion entsprechender Dauermagnete aufkonzentriert.

Untersuchungsansätze

Nach der Patentanmeldung des Verfahrens fanden im Zentrum für Recyclingtechnik verschiedene Untersuchungen zum Trennverfahren statt. In diesen konnte erreicht werden, dass auch Magnetstaub, der beim Aufschließen des spröden Magnetschrotts in den Schredderanlagen entsteht, aussortiert werden kann.

Durch die Untersuchung von Schredderschrott aus dauermagnethaltigen Festplatten, die bei der normgerechten Entsorgung in größeren Fraktionen anfallen, konnten konkrete Sortierquoten ermittelt werden und das Verfahren auf Praxistauglichkeit untersucht werden. Dabei entstanden neue Ansätze, das Verfahren hinsichtlich der Trennung von unterschiedlichen Magnetwerkstoffen einsetzen zu können, und die Verluste der nicht selektierbaren Magnete weiter zu verringern.

Es finden Untersuchungen im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten statt. Zurzeit läuft eine Promotion in Kooperation mit der Universität Duisburg-Essen, aus der weitere Ergebnisse erwartet werden.

Aktuelle Publikationen zum Thema//

BABERG, L.; HOLZHAUER, R.; RUPRECHT, M.: *Magnesort Verfahren zum Recycling von Dauermagneten*. Westfälische Hochschule Gelsenkirchen, Bocholt, Recklinghausen, Deutschland. 30.01.2014. Deutschland. Veröffentlichungsnr. DE 10 2012 014 849A1.

SPIECKER, T.; BABERG, L.; HOLZHAUER, R.: *Aussortierung von Seltene-Erden-Magneten aus Schrottgemischen mittels Wirbelstromtechnik: Sorting of rare-earth magnets from scrap mixtures by eddy current technique*. In: *Müll und Abfall. Fachzeitschrift für Abfall- und Ressourcenwirtschaft* 46 (2014), Nr. 10, S. 567–571.

SPIECKER, T.: *Aufkonzentrieren – Vorbereitung von Prozessen des Neodymrecyclings: Verteilungskonflikte und Recyclingtechnologien*. Poster auf dem Innovationsforum MagnetSep. Dresden, 20.04.2016.

SPIECKER, T.: *Aufkonzentrieren – Vorbereitung von Prozessen des Neodymrecyclings*. In: *Tagungsband: 6. Wissenschaftskongress Abfall- und Ressourcenwirtschaft*; am 10. und 11. März 2016 in Berlin. Wustermark: Meta Systems Publishing & Printservices GmbH, 2016, S. 307–311.

SPIECKER, T.: *Wirtschaftliche und energetische Optimierung der Rückgewinnung von Hochleistungsmagneten durch theoretische Verhaltensuntersuchungen im elektromagnetischen Wechselfeld*. Gelsenkirchen, Westfälische Hochschule, Zentrum für Recyclingtechnik. Masterarbeit. 2014.

SPIECKER, T.: *Separation of shredded Rare Earth Magnets*. Internationaler Fachvortrag (Going Green CARE Innovation 2014). Wien, 20.11.2014.

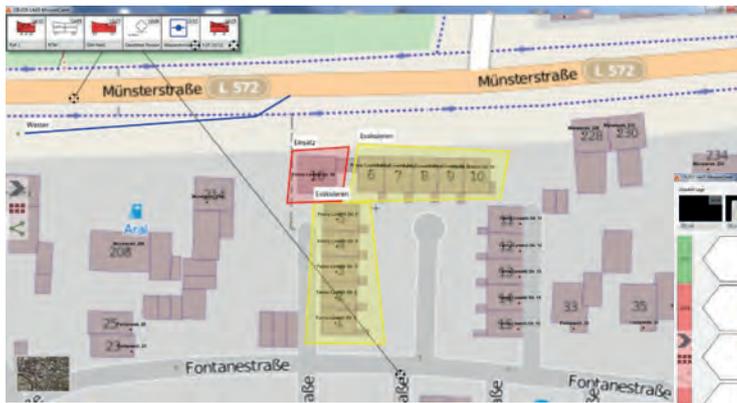


Abb. 1:
Lageskizze auf Basis der Grundkarte

Abb. 2:
Informationsaustausch über das Einsatz-
tagebuch

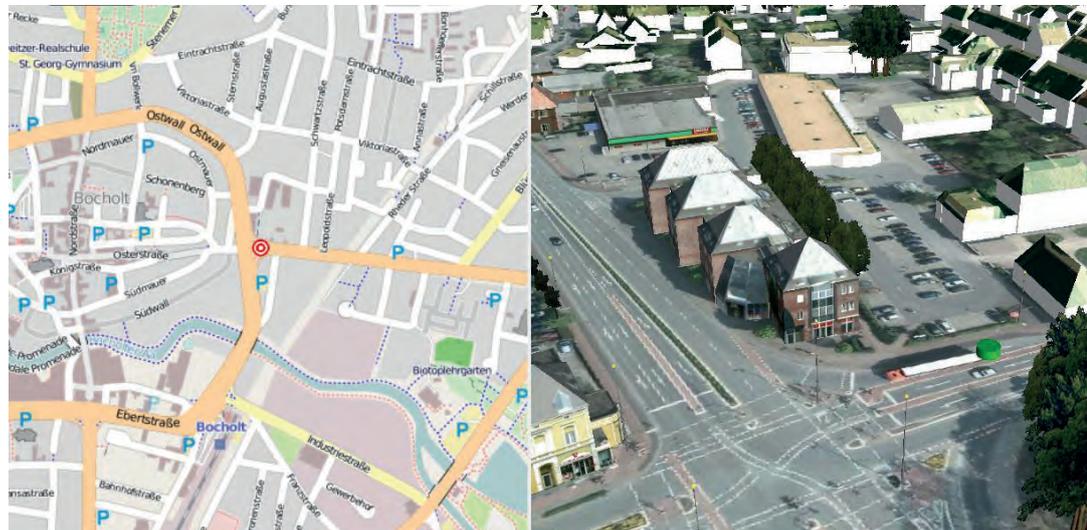


Abb. 3:
2D-Lageskizze
(links) und zuge-
höriger Ausschnitt
aus dem 3D-Modell
(rechts)



Abb. 4:
Masterstudent
Daniel Harges
(links) zusammen
mit Dirk Arping von
der Bochholter Feuer-
wehr bei einer
FIRE-Einsatzübung
2014

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FIRE – Ein verteiltes IT-gestütztes Informationssystem zur Einsatz-Unterstützung von Feuerwehren und Rettungsdiensten

Das IT-System FIRE versorgt Feuerwehren und Rettungsdienste über mobile Endgeräte mit allen Daten und Informationen für den aktuellen Einsatz. Darüber hinaus wird das kooperative Arbeiten aller Beteiligten vor Ort sowohl untereinander als auch mit der zentralen Leitstelle unterstützt. Basis dieser Unterstützung ist eine gemeinsam erstellte und aktualisierte Lageskizze (s. Abb.1) und der wechselseitige Informationsaustausch, z. B. in Form von Fotos oder anderen Dokumenten (s. Abb. 2).

Die Lageskizze setzt auf digitalen 2D-Karten sowie auf einem digitalen 3D-Modell auf (s. Abb. 3). Die Karten sind angereichert durch automatisch bereitgestellte (statische) Geodaten, wie die Lage der Hydranten oder georeferenzierte Gebäudepläne. Hinzu kommen dynamische Informationen wie die aktuellen Standorte aller am Einsatz Beteiligten sowie während des Einsatzes händisch eingetragene Informationen wie Angaben über Gefahrenbereiche oder Absperrungen.



Prof. Dr. Gerhard Juen
Tel. +49 2871 2155-802
gerhard.juen@w-hs.de



Prof. Dr. Ulrich Kaiser
Tel. +49 2871 2155-818
ulrich.kaiser@w-hs.de

Systemkonfigurationen

Die Hardware-Plattform von FIRE besteht aus mobilen Endgeräten (Tablets, Smartphones) am Einsatzort und mehreren Rechnern (Desktops, Server) in der Leitstelle, die ihre Informationsstände über entsprechende Informationskanäle (GSM, GPRS, UMTS, LTE) permanent synchronisieren. Da alle statischen Informationen (Karten, 3D-Modelle, Schadstoffdatenbanken, Rettungskarten, ...) auf den Endgeräten installiert sind, realisiert FIRE auch bei Nichtverfügbarkeit entsprechender Kommunikationsmöglichkeiten bereits ein umfangreiches und leistungsfähiges Informationssystem, das deutlich über den heutigen Praxisalltag hinausgeht. So kann vor Ort – und natürlich auch in der Leitstelle – komfortabel in verschiedenen Datenbanken sowohl semantisch („Gib mir alle Information über den Schadstoff XYZ“) als auch räumlich („Zeige mir alle Wasserentnahmestellen im Umkreis von 300 m um den Einsatzort“) gesucht werden.

Anwendung vor Ort

Um die Einsatzkräfte vor Ort weitgehend zu entlasten, kann von der Leitstelle auch das Informationsmanagement der Geräte vor Ort übernommen werden, sodass die Einsatzkräfte vor Ort auf ihren Tablets – ohne dort lange suchen zu müssen – genau die Information im direkten Zugriff haben, die sie gerade benötigen. Dabei kann die Leitstelle auch auf externe Informationsquellen zugreifen und so bspw. zu einer konkreten Autonummer die passende „Rettungskarte“ besorgen, um diese dann als Link oder Kopie den Einsatzkräften vor Ort „elektronisch“ zur Verfügung zu stellen.

Projekt und Anwender

Das im Rahmen des ZIM-Programms des BMWi geförderte Projekt startete 2012 und wurde auf der Interschutz 2015 erstmalig dem interessierten Fachpublikum vorgestellt. Die beiden maßgeblichen studentischen Projektmitarbeiter sind heute bei der Firma „3dis“ und erstellen dort ein praxistaugliches System. Es gibt inzwischen eine Kooperation mit einem Anbieter von Leitstellensoftware, über den der Marktzutritt erfolgen soll. Erster Anwender ist die Feuerwehr Bocholt, die das Projekt maßgeblich unterstützt hat (s. Abb. 4). Im Rahmen der „Regionale 2016“ (www.regionale2016.de) soll FIRE in die Region ausgeweitet werden, um auch die Interaktion zwischen mehreren Feuerwehren und mit anderen Rettungsdiensten zu demonstrieren.

Für die Hochschule ist FIRE ein weiteres erfolgreiches Beispiel für die forschungsnahe Qualifizierung von Masterstudenten, hier aus dem Masterprogramm „Verteilte Systeme“ am Campus Bocholt.

Projektinformationen//

Das Projekt wurde im Rahmen des ZIM-Programms des BMWi gefördert.

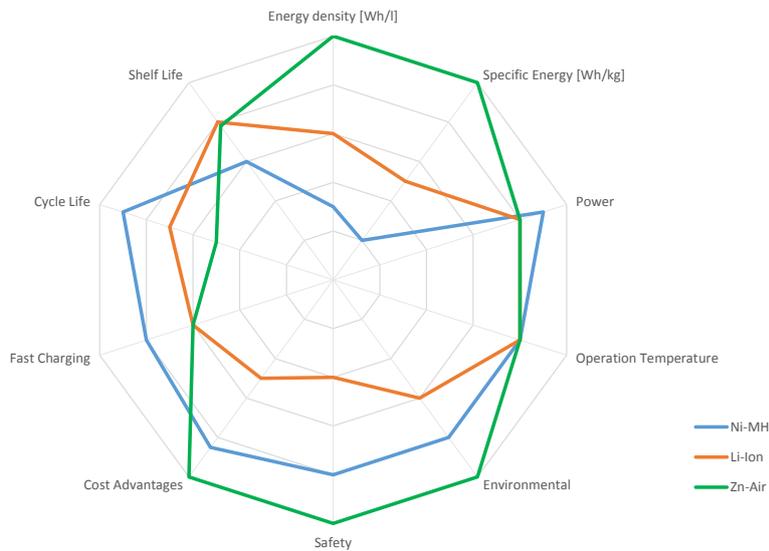


Abb. 1:
Vergleich unterschiedlicher
Batterietechnologien

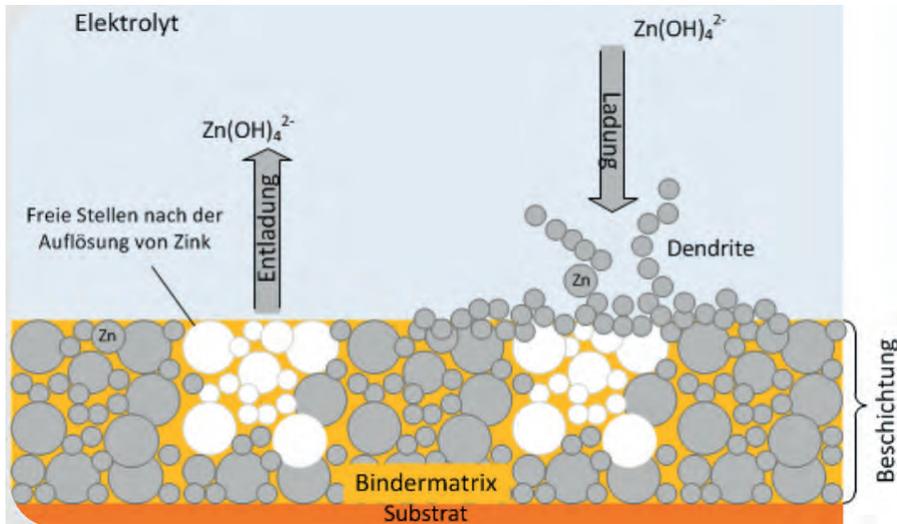


Abb. 2:
Schematische Darstellung der Reaktionen in
einer sekundären Zink-Luft-Zelle
[Quelle: TU Braunschweig, Institut für Partikel-
technik]



Abb. 3:
Verschiedene ionische Flüssigkeiten des Projektpartners IOLITEC



Zink-Luft- Sekundärbatterien mit alternativen Elektrolyten

Durch den stetig zunehmenden Verbrauch elektrischer Energie steigt auch der Bedarf an ökonomisch und ökologisch verträglichen Stromspeichern. Eine Möglichkeit zur Speicherung von Strom stellen elektrochemische Energiespeicher, insbesondere Zink-Luft-Batterien dar. Diese zeichnen sich besonders durch ihre enorme Energiedichte von bis zu 400 Wh/kg aus bei Einsatz von weit verbreiteten und daher günstigen Materialien bei einer hohen Umweltverträglichkeit.



**Prof. Dr.
Hans-Joachim
Lilienhof**
Tel. +49 209 9596-526
hans-joachim.lilienhof@
w-hs.de



**Michael Lanfranconi,
M. Sc.**
Tel. +49 209 9596-511
michael.lanfranconi@
w-hs.de



**Dipl.-Ing. (FH)
Gregor Strangemann**
Tel. +49 209 9596-511
gregor.strangemann@
w-hs.de

Bis dato wird der Zink-Luft-Markt hauptsächlich von primären, nicht wiederaufladbaren Batterien dominiert, welche aufgrund der sehr hohen Energiedichte vor allem im Sektor der Hörgeräte etabliert sind. Die Hauptprobleme, welche eine breite Markteinführung von sekundären (wieder aufladbaren) Zink-Luft-Zellen verhindern, sind Dendritenbildung, Korrosionsstabilität der Gasdiffusionselektrode, Austrocknen und Carbonatisierung des Elektrolyten beim Kontakt mit CO₂ aus der Luft.

Ersatz durch ionische Flüssigkeiten

Eine vielversprechende Möglichkeit zur Realisierung von sekundären Zink-Luft-Systemen wird derzeit im BMBF-Projekt „Zink-Luft-Batterien mit neuartigen Materialien für die Speicherung regenerativer Energien und die Netzstabilisierung – LUZI“ erforscht. Das Projekt beschäftigt sich mit der Möglichkeit, derzeit verwendete alkalische Elektrolyte durch sogenannte ionische Flüssigkeiten zu ersetzen. Ionische Flüssigkeiten (engl: ionic liquid – IL) sind organische Salze, die sehr niedrige Schmelzpunkte besitzen, also bei Raumtemperatur flüssig sind, ohne dass ein Lösungsmittel zugesetzt wird.

Durch die speziellen Eigenschaften von ILs lassen sich nach derzeitigem Wissensstand verschiedene Metalle als homogene, glänzende Schichten aus der Lösung ab-

scheiden, was dem verbreiteten Zellversagen einer sekundären Zink-Luft-Zelle durch Dendritenbildung entgegenwirkt. Durch den bei Raumtemperatur extrem niedrigen Dampfdruck verdunstet die IL nicht, somit kann die Zelle während des Betriebs oder während längerer Standperioden nicht austrocknen. Durch die Zusammensetzung des ILs kann die Wasseraufnahme des Elektrolyten genau kontrolliert werden und somit bleibt die Zusammensetzung des Elektrolyten über eine lange Zeitspanne konstant und garantiert eine entsprechende Lebensdauer der Zelle.

Entwicklung von Gasdiffusionselektroden für den Einsatz mit ILs

Da ionische Flüssigkeiten komplett unterschiedliche Eigenschaften im Vergleich zu den klassischen, wässrigen Elektrolyten aufweisen, ist eine Neuauslegung der Gasdiffusionselektroden unabdingbar. Dabei müssen bekannte Herstellungsverfahren für Gasdiffusionselektroden komplett umstrukturiert werden und Ersatz für etablierte Materialien gefunden werden, da diese zum Teil den komplett anderen Benetzungseigenschaften von ILs nicht gerecht werden. Ein zurzeit vielversprechender Ansatz zur Herstellung solcher Gasdiffusionselektroden ist das Trockenpulververfahren. Dafür werden die verschiedenen Komponenten der Elektrode vermahlen und danach durch ein Walzverfahren zu einer Elektrode verdichtet. Eine solche Elektrode kann, verglichen mit einem lösemittelbasierten Prozess, äußerst günstig und in großer Stückzahl hergestellt werden, was den Preis der Zelle niedrig hält.

Aktuelle Publikationen zum Thema//

LANFRANCONI, M.; LILIENHOF, H.-J.: *Zinc-Air-Flow-Batteries for grid storage application*.

Intern. Flow Battery Forum (IFBF), Karlsruhe 2016

LANFRANCONI, M.; LILIENHOF, H.-J.: *Charakterisierung von Gasdiffusionselektroden für die Zink-Luft Flow-Batterie*. 3. GDE-Fortbildungstag der DECHEMA, Mai 2016.

LANFRANCONI, M.; LILIENHOF, H.-J.: *Zinc-Air-Flow-Batteries: Prospects and Challenges*.

First International Zinc-Air Battery Workshop, Ulm, April 2016.

Projektinformationen//

Förderkennzeichen: 03SF0499C

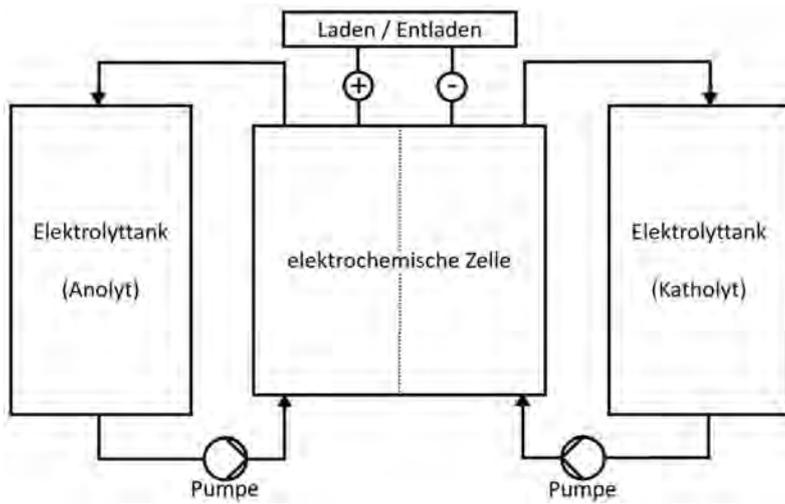


Abb. 1:
Schematische Skizze einer Redox-Flow-Batterie



Abb. 2:
Aufnahme der unterschiedlichen Oxidationsstufen von Vanadium-Ionen
Zu erkennen sind im Besonderen die verschiedenen Farben der Ladungszustände (links V^{5+} über V^{4+} und V^{3+} bis rechts V^{2+}).

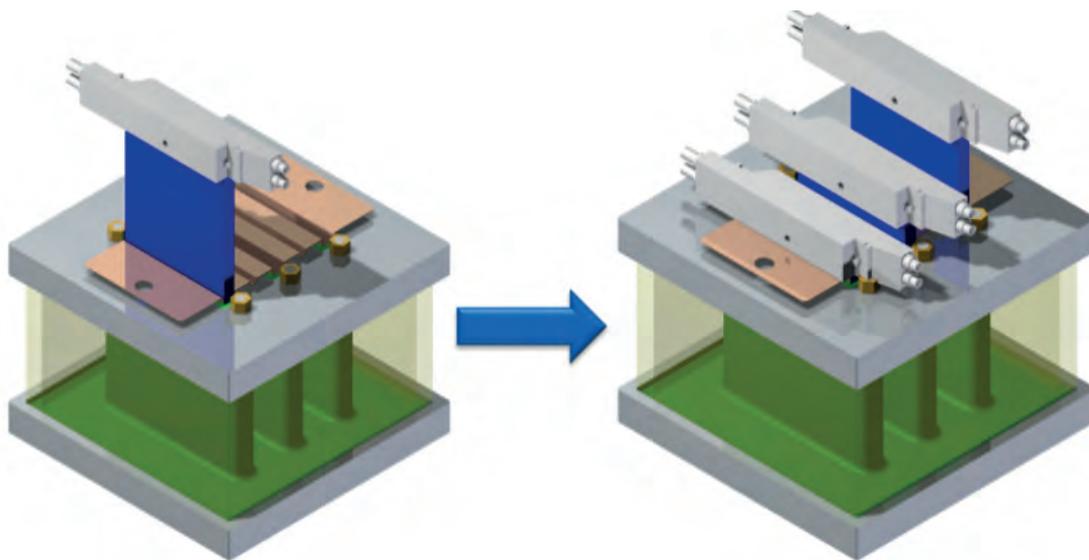


Abb. 3:
Schematischer Aufbau eines modularen Stacks in Taschenbauweise

Vanadium-Redox-Flow-Batterien:

eine revolutionäre Speichertechnologie für erneuerbare Energien

Redox-Flow-Batterien (kurz RFB) sind Speichersysteme mit einer hohen Effizienz und deutlich höherer Lebensdauer als herkömmliche Batterien. Die Anzahl der Zyklen liegt bei über 10.000 Zyklen, was in etwa einer Lebensdauer von über 10 Jahren entspricht. Bei diesem Speicher wird elektrische Energie in chemische umgewandelt und umgekehrt. Die aktiven Spezies liegen in gelöster Form vor, dem sogenannten Elektrolyten. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass die Batterie über den gesamten Zeitraum stabil bleibt, da die aktiven Massen keine physikalische Veränderung vollziehen und somit z. B. kein Memory-Effekt auftritt. Die Leistung wird nur durch die Elektrodenfläche begrenzt und die Speicherkapazität durch die Elektrolytmenge. So können diese beiden Größen vollkommen unabhängig voneinander skaliert werden. Die Energiespeicherung und -umwandlung sind also räumlich voneinander getrennt. Hierdurch sind RFBs sehr flexibel auf die verschiedenen Anwendungsgebiete anpassbar.



**Prof. Dr.
Hans-Joachim
Lilienhof**

Tel. +49 209 9596-526
hans-joachim.lilienhof@w-hs.de



Lina Elbers, M. Sc.

Tel. +49 209 9596-647
lina.elbers@w-hs.de



Ramón Förster, M. Sc.

Tel. +49 209 9596-595
ramon.foerster@w-hs.de

Die Vanadium-Redox-Flow-Batterie

Bei der Vanadium-Redox-Flow-Batterie werden Vanadiumsalze in Schwefelsäure gelöst und als positiver sowie negativer Elektrolyt verwendet. Dies ist möglich, da Vanadium in vier Ladungszuständen stabil ist (siehe Abbildung 2). Hierdurch ist die Batterie besonders robust, da eine Vermischung der Elektrolyte nicht zur Zerstörung der Zelle führt. Der Elektrolyt unterliegt keiner Alterung und hat somit über den gesamten Einsatzzeitraum keinen Wertverlust. Es gibt so gut wie keine Selbstentladung, weshalb man auch lange Speicherzeiten überbrücken kann. Die Coulomb-Effizienz liegt bei diesem Batterietyp bei deutlich über 90 %.

Problematisch ist bei diesem Batterietyp vor allem der hohe Preis der einzelnen Komponenten, im Besonderen der Ionenaustauschmembran. Auch die geringe Energiedichte, die durch die schlechte Löslichkeit von Vanadium in Schwefel zustande kommt, ist ein Nachteil.

NRW-Projekt VARZELL

Im Rahmen des „EFRE.NRW“-Projektes „VARZELL“ soll ein vollmodularer Stack für eine Vanadium-Redox-Flow-Batterie mit segmentiertem Zelldesign entwickelt werden. Hierfür soll das System der hydraulischen Verpressung, das an der West-

fälischen Hochschule für Brennstoffzellen entwickelt und erfolgreich getestet wurde, verwendet werden.

Bei diesem Verfahren werden die Batterie-Einzelzellen eines Stapels separat in Taschen verbracht, welche sich in einem Druckbehälter befinden. Mit einer geeigneten Drucknachführung ist es möglich, den Anpressdruck Δp in Abhängigkeit des Betriebspunkts und der Zellcharakteristik dynamisch zu regeln. Darüber hinaus kann eine Temperaturkontrolle des Stacks durch die Umwälzung des Hydraulikmediums erreicht werden. Die hydraulische Verpressung bietet den Vorteil der homogenen Druckverteilung in der Zelle. Auf Grund der homogenen, hydraulischen Verpressung auf Einzelzellebene ist es theoretisch möglich, beliebig große Zellen und damit beliebig große Einzelzelleistungen zu realisieren. Um jedoch einen platzsparenden Zellstack zu realisieren, wird eine Bauweise angestrebt, bei der in einer Tasche mehrere Einzelzellen verbaut werden.

Außerdem sollen die Kosten der Batterie verringert werden. Hierfür soll die kostenintensive Ionenaustauschmembran durch ein geeignetes, günstigeres Material ersetzt werden. Zusätzlich soll das endgültige Design im Spritzguss von dem Projektpartner Hamco gefertigt werden, um die Kosten zu reduzieren. Hierbei sollen sowohl die Dichtelemente als auch die Membran direkt während des Herstellungsprozesses eingegossen werden.

Aktuelle Publikation zum Thema//

ELBERS, L.; FÖRSTER, R.; LILIENHOF, H.-J.: *Comparison of a flow-by and a flow-through setup for a Vanadium-Redox-Flow battery*. International Flow Battery Forum (IFBF), Karlsruhe 2016.

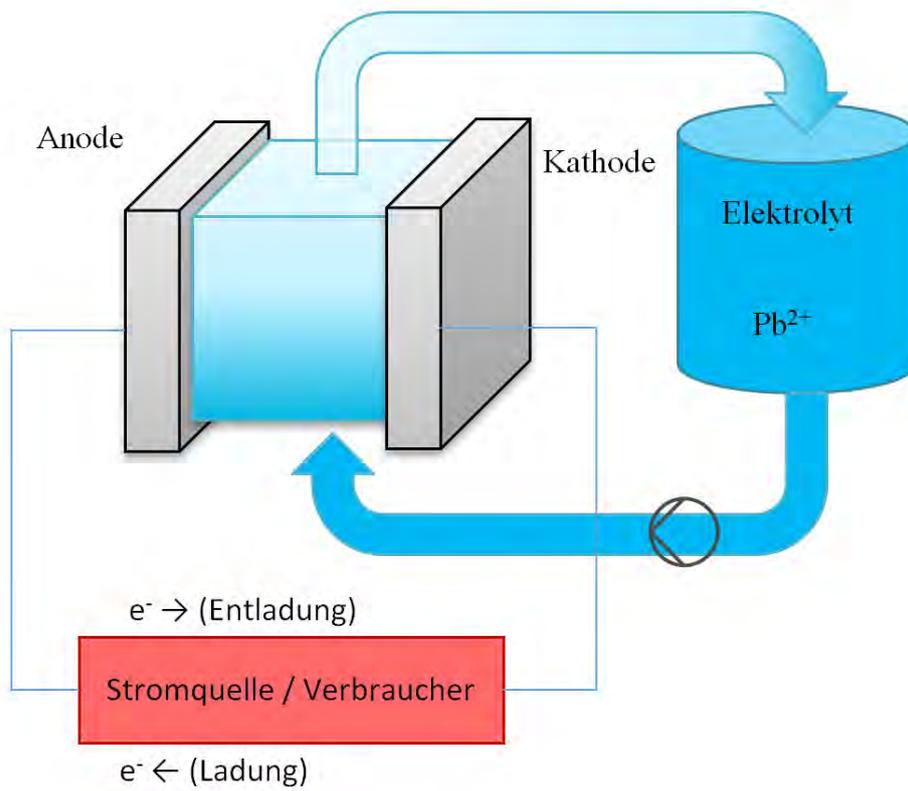


Abb. 1:

Schematische Darstellung der SLFB

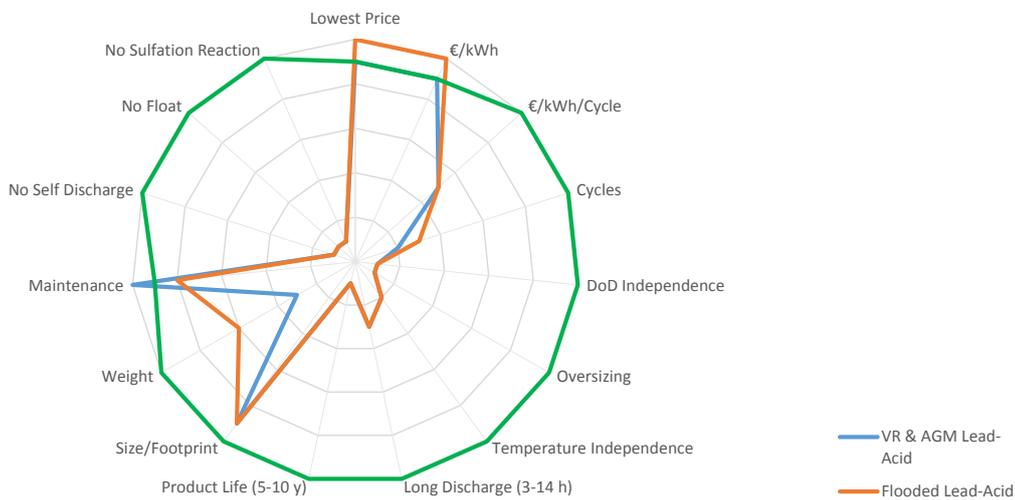
An der Kathode wird während des Ladens Bleiodioxid (PbO_2) abgeschieden und an der Anode elementares Blei.

Abb. 2:

Vergleich unterschiedlicher Bleibatterietechnologien

Blei-Flow-Batterien als Energiespeicher der Zukunft

Redox-Flow-Batterien besitzen ein großes Potenzial zur Speicherung von regenerativ erzeugtem Strom, wie zum Beispiel bei der Eigenstromerhöhung durch Windkraft- oder Photovoltaikanlagen. Flow-Batterien sind im Gegensatz zu klassischen Batterien eher mit Brennstoffzellen verwandt, da die Reduktions- und Oxidationsmittel nicht in der Zelle als aktive Masse vorhanden sind, sondern im Elektrolyten gelöst und durch Pumpen der elektrochemischen Zelle während des Betriebs zugeführt werden, wo dann die Reaktion stattfindet. Diese Batterietypen besitzen die speziellen Eigenschaften, dass Kapazität und Leistung getrennt voneinander skaliert werden können, da die Leistung von der Größe der Zelle abhängig ist, während die Kapazität des Systems durch die Größe der Tanks beziehungsweise durch die Menge an Elektrolyt bestimmt wird. Dies macht eine Anpassung eines solchen Systems für unterschiedliche Anwendungen relativ einfach und kosteneffizient. Außerdem besitzen Flow-Batterien die Fähigkeit sehr hohe Zyklenanzahlen und damit sehr lange Laufzeiten zu erreichen (> 10.000 Zyklen oder > 10 Jahre). Die langen Laufzeiten sind vor allem dadurch möglich, dass die aktiven Massen während des Betriebs keine physikalische Veränderung erfahren, wie dies z. B. bei Memory-Effekten in Nickel-Cadmium-Zellen oder bei Kapazitätsverlust in Lithium-Ionen-Zellen der Fall ist.

Zurzeit sind jedoch die verwendeten Materialien wie Separatoren und Peripherie in VRFB-Systemen relativ teuer und die Energiedichte bedingt durch die schlechte Löslichkeit der aktiven Spezies im Elektrolyten eher gering. Diese Faktoren behindern neben der relativ aufwendigen Gestaltung mit Batteriemangement-System und Pumpen eine breite Markteinführung.



**Prof. Dr.
Hans-Joachim
Lilienhof**

Tel. +49 209 9596-526
hans-joachim.lilienhof@
w-hs.de



**Michael Lanfranconi,
M. Sc.**

Tel. +49 209 9596-511
michael.lanfranconi@
w-hs.de

Die Blei-Flow-Batterie

Eine spezielle Form der Redox-Flow-Batterie ist die Blei-Flow-Batterie oder SLFB (engl: Soluble-Lead-Flow-Battery). In dieser sogenannten Hybrid-Flow-Batterie sind die aktiven Massen im entladenen Zustand im Elektrolyt gelöst, werden jedoch während des Ladens auf die Elektroden abgeschieden und bilden dort einen festen Film. Dadurch lässt sich zwar die Kapazität und Leistung nicht mehr vollständig unabhängig skalieren, jedoch wird die Zyklenstabilität und die Fähigkeit des Systems zur Tiefentladung im Vergleich zu klassischen Bleibatterien erheblich gesteigert, bei einem mit Bleibatterien vergleichbar niedrigen Preis. Der große Vorteil der SLFB gegenüber anderen Redox-Flow-Batterien liegt darin, dass die SLFB mit einem einzigen Elektrolyten auskommt. Dadurch entfällt ein kompletter Kreislauf mit Tank, Pumpe und

Leitungen sowie eine Membran, welche die beiden Halbzellen voneinander trennt. Dies wirkt sich nicht nur positiv auf den Preis aus, sondern erhöht auch die Energiedichte drastisch.

Vorteile der Blei-Flow-Batterie

Im Vergleich zur klassischen Bleibatterie besitzt die SLFB die großen Vorteile, dass die Selbstentladung sehr gering ausfällt, die Zelle eine lange Lebensdauer besitzt und keine Limitierungen bezüglich der Tiefentladung bestehen. Während klassische Bleibatterien bei einer einzigen Tiefentladung irreversible Schäden durch Gitterkorrosion der Stromabnehmer erleiden können, ist es bei der SLFB möglich, durch eine komplette Entladung die Elektroden wieder komplett von den aktiven Massen zu befreien und somit die Zelle wieder in den Ursprungszustand zu versetzen. Dadurch ist die Zyklen-Lebensdauer erwartungsgemäß ähnlich hoch wie diejenige anderer Redox-Flow-Systeme.

Die Entwicklung spezieller SLFB-Systeme

Die Westfälische Hochschule befasst sich mit der Entwicklung von SLFB-Systemen zur Netzstabilisierung und z. B. für den Einsatz als unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Gerade im Bereich von USV hat die SLFB ein enormes Potential. Momentan werden in diesen Systemen Blei-Säure-Batterien eingesetzt, die aber trotz des relativ niedrigen Preises sehr wartungsintensiv sind. Im Rahmen von diversen Masterarbeiten wurden Prototypen entwickelt, die störungsfrei mehr als 460 Zyklen erreicht haben. Bei einem Einsatz eines solchen Systems, z. B. zur Steigerung des Eigenstrombedarfs aus Photovoltaik mit einem Lade- und Entladezyklus pro Tag, würde dies einem Wartungsintervall von mehr als einem Jahr entsprechen.



Abb. 1:

Vom Benzin zum Strom

Am Steuer (des rechtsgesteuerten indischen Autos): Teamleiter Prof. Dr. Guido Mihatsch, hinter ihm: Mitarbeiter Thorsten Most, am Heck: Vivek Yadav aus Neu-Delhi, am nicht mehr benötigten Tank: Hayssam Siala, an der Batterie: Matthias Hamm.

Abb. 2:

Der Vergleich vom normierten europäischen Fahrzyklus NEFZ mit dem selbst gemessenen Fahrzyklus RE13 zeigt, dass in der Praxis deutlich höhere Verzögerungen und Beschleunigungen auftreten.

		NEFZ	RE13
Dauer [s]	Stadt	800	800
	Autobahn	154	500
	Land	226	500
	gesamt	1180	1800
Strecke [km]	Stadt	4,06	7,49
	Autobahn	3,35	12,84
	Land	3,60	8,23
	gesamt	11,01	28,57
Durchschnittsgeschwindigkeit [km/h]	Stadt	18,27	33,71
	Autobahn	78,31	92,48
	Land	57,42	59,29
	gesamt	33,60	57,14
Höchstgeschwindigkeit [km/h]	Stadt	50,00	68,21
	Autobahn	70,00	129,33
	Land	120,00	95,73
	gesamt	120,00	129,33



Elektromobilität für alle – das Projekt „Tata E-Nano“

Im Rahmen des Masterstudiums Wirtschaftsingenieurwesen mit Schwerpunkt Automotiv am Standort Recklinghausen gelang es einer Gruppe von Studenten unter der Leitung von Professor Dr. Guido Mihatsch das wohl weltweit kostengünstigste Elektroauto zu entwickeln und im Fahrbetrieb zu testen.

Motivation

Elektrofahrzeuge fahren lokal emissionsfrei, bewegen sich nahezu geräuschlos und sind insbesondere im Kurzstreckenbetrieb deutlich energieeffizienter als verbrennungsmotorisch betriebene Fahrzeuge. Durch die begrenzte Speicherkapazität der Antriebsenergie in ihren Traktionsbatterien sind sie jedoch nur sehr eingeschränkt langstreckenfähig. Die gleichzeitig aktuell hohen Marktpreise der Elektrofahrzeuge sind mit ein Grund, warum Elektrofahrzeuge keine größere Verbreitung finden und eher ein Nischendasein fristen.

Um zu zeigen, dass Elektromobilität für jeden erschwinglich sein kann, hat sich das Team das Ziel gesetzt, ein 4-sitziges Elektrofahrzeug für weniger als 5000 € zu entwickeln.

Auslegung

Da das Fahrzeug für die Stadt und Überlandeinsatz konzipiert werden soll, war ein reales Geschwindigkeitsprofil erforderlich. Da der europäische Testzyklus NEFZ realitätsfremd ist, hatten die Studenten Roman Morinc und Florian Sterzing einen eigenen Fahrzyklus gemessen, den Zyklus RE13. Gefahren wurde mit einem Smart, gemessen wurde mit einem optischen „DIAdem“-Sensor. Damit konnte die theoretisch notwendige Antriebsleistung errechnet werden, die wiederum die Grundlage für die Auswahl des Antriebsstranges bildete.

Fahrzeug

Um für das Fahrzeug einen (Serien-)Endpreis von 5000 € erzielen zu können, musste auch die Fahrzeugbasis günstig sein. Man entschied sich für einen indischen Tata Nano, der serienmäßig über einen 2-Zylinder Heckmotor verfügt. Da das Fahrzeug in Europa nicht verfügbar ist, kaufte der damalige Bachelorand Marcel Preuss in Indien einen Wagen und verschickte ihn nach Deutschland.

Das Fahrzeug verblüfft durch seine Einfachheit und kann unter Komfort- und Sicherheitsaspekten mit aktuellen Fahrzeugen nicht konkurrieren. Es bietet jedoch Platz für vier erwachsene Personen und erfüllt alle Anforderungen an eine urbane Zweckmobilität.

Antriebsstrang

Die praktische Umsetzung erfolgte durch das nun neu gegründete Tata-E-Nano-Team mit den Studenten Haysam Siala, Vivek Yadav, Martin Pick, Matthias Hamm und Marvin Schöppner.

Da aus Sicherheitsgründen nur ein 48-V-System in Frage kam, waren die möglichen elektrischen Antriebsmaschinen vom Drehmomentangebot so eingeschränkt, dass das 4-Gangschaltgetriebe zunächst im Antriebsstrang belassen wurde. Der

Verbrennungsmotor wurde mit seiner ganzen Peripherie ausgebaut und dafür der aus China erworbene Elektromotor mittels eines selbst entwickelten Motorträgers an das Getriebe angeflanscht. Alle weiteren Komponenten wie E-Gas (elektrisches Gaspedal), Wechselrichter, Batterie- und Batteriemanagementsystem sind aus Kostengründen ebenfalls aus chinesischer Produktion.

Erprobung auf dem Leistungsprüfstand

Das Lehrgebiet Fahrzeugtechnik am Standort Recklinghausen verfügt über einen eigenen 200-kW-Leistungsprüfstand, auf dem der E-Nano seine ersten Kilometer fahren sollte. Das Team konnte dabei die Erfahrung machen, dass für wenig Geld auch keine allzu hohen Qualitätsansprüche gesetzt werden dürfen. Bis der Tata lief, verbrachte das Team viele Stunden mit der Lösung auftretender Probleme. Der Umrichter, das E-Gas, das Batteriemanagementsystem und zwei Batteriezellen mussten im Laufe der Erprobungen getauscht werden. Den Überhitzungen des Umrichters wurde durch den Einbau einer leistungsstarken Luftkühlung entgegengewirkt.

Und er läuft doch!

Nach mehr als einem Jahr Entwicklungsarbeit wurde der „Tata E-Nano“ auf dem ADAC-Testgelände eingehend getestet. Die Spitzengeschwindigkeit konnte dabei noch nicht ermittelt werden, da dazu eine längere gerade Strecke notwendig ist. Die Beschleunigungen sind erfreulich gut und entsprechen den projektierten Werten. Es ist genügend Drehmoment vorhanden, um im zweiten Gang loszufahren. Die niedrige Schwerpunktage erlaubt auch zügige Kurvenfahrten, wenn auch ein Wankstabilisator vorteilhaft wäre.

Das Kostentarget von 5000 € könnte bei einer Serienproduktion eingehalten werden. Für diese sollte das Fahrzeug jedoch noch in Bezug auf Crashesicherheit durch Verstärkungsbleche optimiert werden. In einer ersten Studie würden die erforderlichen Bleche die Gesamtmasse des Fahrzeugs um ca. 25 kg erhöhen.

Ausblick

Zwei weitere Entwicklungsschritte bieten sich nun an:

Zum einen sollte der Zentralmotor durch zwei Radnabenmotoren ersetzt werden, die in der Folge das Getriebe überflüssig machen würden. Damit würde der Gesamtwirkungsgrad und in gleichem Maße die Reichweite ansteigen.

Zum anderen würde ein Range-Extender dem E-Tata auch Langstreckentauglichkeit ermöglichen. Dies könnte ein Freikolbenlern-generator auf Erdgasbasis sein.



Prof. Dr.

Guido Mihatsch

Institut für Mobilität und Verkehr (MoVe)

Tel. +49 2361 915-453

guido.mihatsch@

w-hs.de

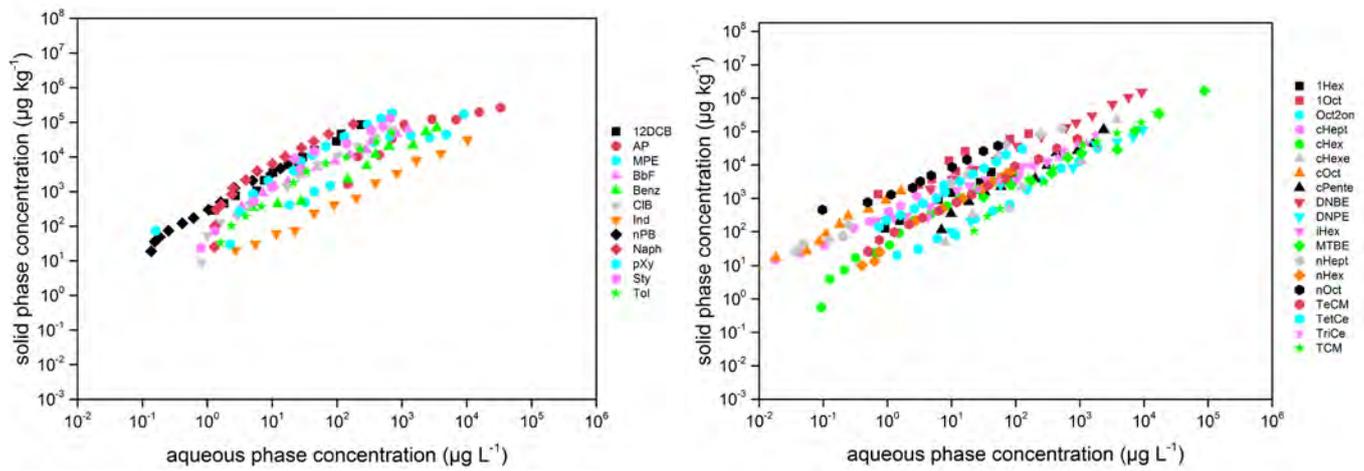


Abb. 1:

Sorptionsisotherme aller Substanzen die für das System Kunststoff-Wasser gemessen wurden. Die logarithmierten Konzentrationen in der Kunststoffphase wurden gegen die Konzentration in der Wasserphase aufgetragen. Die Abbildung zeigt den Konzentrationsbereich beider Phasen, in denen das Sorptionsverhalten untersucht wurde.

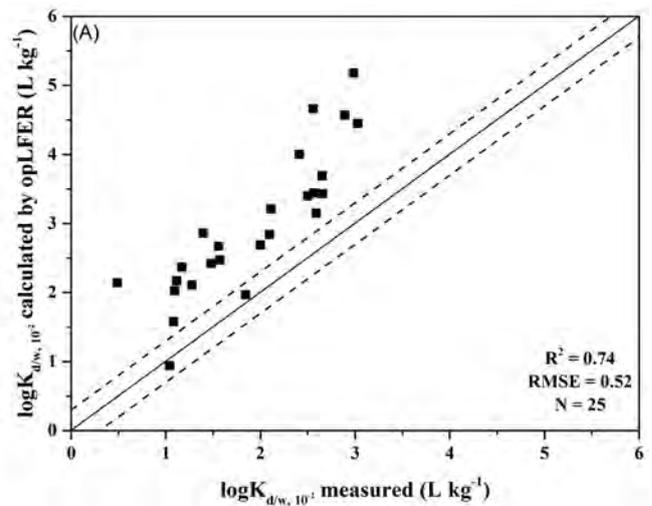
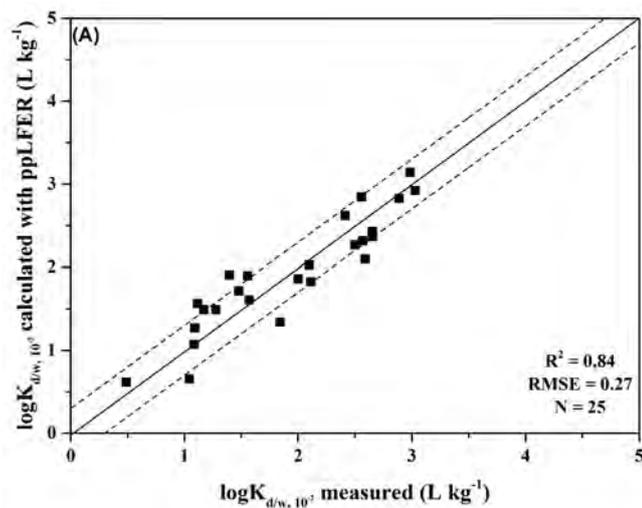


Abb. 2:

Vergleich des opLFER-Ansatzes (oben) mit $\log K_{o/w}$ zu dem ppLFER-Ansatz (unten). Die Abbildungen zeigen die berechneten logarithmierten Verteilungskoeffizienten ($\log K_{d/w}$) gegenüber den tatsächlich gemessenen logarithmierten Verteilungskoeffizienten. Man erkennt eine deutliche Verbesserung des ppLFER-Modells gegenüber dem opLFER-Modell in Bezug auf das Bestimmtheitsmaß (R^2), und der Wurzel der mittleren Fehlerquadratsumme (RMSE).

(opLFER – Ein-Parameter-Modell der linearen freien Energiebeziehungen)

Charakterisierung von Sorptionseigenschaften von Polyethylen (PE) mithilfe eines Modells: Poly-Parameter-Modell der linearen freien Energiebeziehungen

Das Sorptionsverhalten von gelösten organischen Substanzen mit Kunststoffen in Wasser ist in vielen Bereichen von großem Interesse. Beispielsweise beim Leaching aus Kunststoffverpackungen in Lebensmitteln oder bei der Diffusion von toxischen Substanzen in Trinkwasserrohren. Die Adsorptionseigenschaften von manchen Kunststoffen werden auch in der Spurenanalytik (SPME)¹ genutzt oder als Adsorbens-Filter in Zigaretten. Sorbierte Substanzen können durch Desorptionsprozesse in das umgebende Medium wieder abgegeben werden. Selbst Mikrometer große Kunststoffpartikel (Mikroplastik) in aquatischen Umgebungen können unter Umständen toxische, organische Substanzen adsorbieren, transportieren und desorbieren. Dahingehend wird diskutiert, ob als Konsequenz der Aufnahme von Kunststoffpartikeln durch marine Lebewesen ein Transfer oder eine Bioakkumulation von persistenten organischen Schadstoffen (POPs) stattfindet². Die Auswirkungen für das globale Ökosystem werden momentan in vielen Medien diskutiert.

Methode

Für eine ausreichende Abschätzung von Sorptionseigenschaften von Mikroplastik-Partikeln und der davon ausgehenden Gefahr ist es notwendig, ein robustes theoretisches Modell zur Abschätzung der Sorption zu haben. Einige dieser Modelle beschreiben das Sorptionsverhalten in bestimmten Systemen, wie der $\log K_{o/w}$ -Wert. Dieser berechnet die Verteilung in einem Zwei-Phasen-System zwischen 1-Oktanol und Wasser. Dieser Koeffizient wie auch einige andere Ein-Parameter-Modelle sind sehr gut in der Literatur beschrieben. Nichtsdestotrotz ist eine Abschätzung der Sorption nur in dem beschriebenen System akkurat genug und führt bei der Adaption in ein anderes System zu großen Fehlern. Um dieses Problem zu umgehen, wurde ein Poly-Parameter-Modell zum Abschätzen von Sorptionsdaten verwendet.

Im Zuge dieses Projektes wurde PE-HD (high density Polyethylen) für ein QSER-Modell von Abraham et al. charakterisiert, welches das Poly-Parameter-Modell verwendet (ppLFER: poly-parameter linear free-energy relationships)³. Hierfür wurden für etwa 30 Substanzen Sorptionsexperimente in einem PE-HD/Wasser-System durchgeführt und für jede dieser Substanzen Verteilungskoeffizienten bestimmt. Dies geschah durch Batch-Versuche. Beginnend bei zwei Dekaden unterhalb der jeweiligen wässrigen Löslichkeit der

Substanz bis hin zu fünf Dekaden unterhalb der jeweiligen wässrigen Löslichkeit wurden Verteilungsdaten bestimmt und anhand dieser Sorptionsisotherme aufgestellt. Proben wurden bis zum Equilibrium in dem dotierten Medium geschüttelt und anschließend mittels GC-MS und Head-space-Technik oder aber Thermodesorption vermessen. Die Konzentrationen der organischen Substanz in der Wasser- und Kunststoffphase (c_w und c_p) wurden dann in einem Diagramm gegenübergestellt und es wurde eine lineare Kurve angelegt. Diese Vorgehensweise liefert die Verteilung der Substanz in dem Zwei-Phasen-System unter der Annahme eines Sorptionsverhaltens nach Freundlich.

Ergebnisse

Mit den Verteilungsdaten aus den Isothermen (Abbildung 1) und Deskriptoren der jeweiligen Substanz aus der Literatur wurde dann eine multiple Regressionsanalyse (MRA) durchgeführt. Die Informationen aus der MRA oder auch ppLFER-Gleichung in Form von:

$$\log K_{p/w} = e_{p/w} E_i + s_{p/w} S_i + a_{p/w} A_i + b_{p/w} B_i + v_{p/w} V_i + c_{p/w}$$

konnten dann interpretiert werden. Die Deskriptoren e , s , a , b , v und c beschreiben bestimmte Eigenschaften des Systems, wie z. B. die H-Bindungen-Acidität und -Basizität (a & b). Ein negativer Wert von a oder b deutet in diesem Fall auf stärkere Interaktionen in der Kunststoffphase hin. Anhand dieser Deskriptoren kann somit das Sorptionsverhalten abgeschätzt werden. Im Falle von HDPE sind hauptsächlich nicht-spezifische Interaktionen mit dem Sorbent (wie Van-der-Waals-Wechselwirkungen) die dominierende Form und die H-Bindungen-Acidität und -Basizität sind sehr stark in der Wasserphase vertreten. Dies lässt sich auf den molekularen Aufbau von PE-HD zurückführen. Dieses besteht aus verzweigten, langkettigen Kohlenwasserstoffen, die selbst nur nicht-spezifische Interaktionen eingehen können.

- 1 ENDO, S.; HALE, S. E.; GOSS, K. U.; ARP, H. P.: *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, S. 10124-10132.
- 2 KLASMEIER, J.; EHLING, C.; REMY, D.; FRIES, E.: *CIESM Workshop Monographs*, 46, S. 107-114.
- 3 ABRAHAM, M. H.; IBRAHIM, A.; ZISSIMOS, A. M.: *J. Chromatogr. A* 1037 (2004) S. 29-47.

Projektinformationen//

Tobias Uber, M.Sc., ist kooperativer Doktorand der Universität Duisburg-Essen und der Westfälischen Hochschule.

Das Projekt wurde teilweise gefördert durch die hochschulinterne Förderung der Westfälischen Hochschule.



Prof. Dr. Sibylle Planitz-Penno
Tel. +49 2361 915-433
sibylle.planitz-penno@w-hs.de



Tobias Uber, M. Sc.
Tel. +49 2361 915-469
tobias.uber@w-hs.de



Abb.1:
Registrierung von Kamera-Laser-Punktwolken

Flugroboter können im Vergleich zu Bodenrobotern nur wenig Gewicht transportieren. Kameradaten des Quadropters werden deshalb in einem rechentechnisch aufwendigen Verfahren (Structure-From-Motion, Multi-View-Stereo) in 3D-Punktwolken überführt. Diese dienen dem Bodenroboter als initiale Karte und werden mit den 3D-Punktwolken eines 3D-Laserscanners, der sich auf dem Bodenroboter befindet, zusammengeführt. Dazu werden in beiden Punktwolken Flächen extrahiert und zugeordnet.



Abb.2:
Kombinierter

Boden-Luft-Robotereinsatz

Der Quadropters liefert Bilder über die Position und Umgebung des Bodenroboters (s. Pfeil), in der vom Erdbeben zerstörten Kirche. Der Einsatzleiter kann so den nächsten zu inspizierenden Ort für den Bodenroboter bestimmen, den dieser dann autonom anfahren muss.



Abb.3:
Beobachtung und Flug eines Quadropters in Amatrice/Italien

Die Zerstörungen fordern gewagte Flugmanöver. Der Kopter flog durch ein von einem Drahtseil zum Teil versperrtes Fenster und einen eingestürzten Dachstuhl ins Kircheninnere. Von da an gab es keinen Blickkontakt mehr. Normalerweise fliegt der Quadropters autonom und folgt vorher festgelegten Flugrouten und sendet seine Daten zur Bodenstation. Die Arbeitsbedingungen vor Ort waren nicht nur durch die blendende Sonne schwierig. Immer wieder gab es Nachbeben oder Wände drohten einzustürzen.

Flug- und Bodenroboter für Rettungseinsätze

Wenn die Erde bebt, muss alles schnell gehen. Im Robotiklabor der Westfälischen Hochschule hat Professor Dr. Hartmut Surmann mit seinen Studenten daher Flug- und Bodenroboter entwickelt, die genau dann zum Einsatz kommen.

Flug- und Bodenroboter für Rettungseinsätze

Im Katastrophenfall ist es wichtig, sich zunächst einen Eindruck von der Lage zu verschaffen. Das geht mit Flugrobotern aus der Luft und mit Robotern am Boden. Damit die Lageklärung besonders schnell ist und damit mögliche Rettungseinsätze möglichst rasch starten können, sind im Regelfall mehrere Flug- und Bodenroboter unterwegs, deren unterschiedliche Daten von vielen verschiedenen Sensoren aufeinander abgestimmt und vernetzt werden müssen.

Die Flugroboter sollen aufklären, sich durch Rauch und Hitze manövrieren, Bilder liefern und sich selbst vor Gefahren schützen bzw. diese möglichst im Vorhinein vermeiden.

Damit das alles im Ernstfall auch klappt, nehmen Surmann und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Studierenden aus dem Robotiklabor an internationalen Übungen teil wie z. B. auf dem Gelände des früheren Hoesch-Stahlwerks Phoenix-West in Dortmund. Teilnehmer aus sieben Ländern und von elf Einrichtungen übten dort 2016 den Einsatz von Flug- und Bodenrobotern für Rettungseinsätze.

Technische Ausstattung

Bei der Aufklärung in Rettungseinsätzen, aber auch in vielen anderen Anwendungen, werden heute präzise 3D-Umgebungsdaten benötigt, beispielsweise um die Rettungskräfte effektiv zu koordinieren. Neben Bodenrobotern mit laserbasierten Vermessungssystemen werden dazu kleine Flugroboter (UAVs engl. Unmanned Aerial Vehicle) eingesetzt. Auf den UAVs kommen aufgrund von Gewichtsbeschränkungen nur leichte Sensoren wie beispielsweise Kameras mit einem großen Öffnungswinkel zum Einsatz. Neben der GPS-Lokalisierung und darauf basierenden autonomen Flugalgorithmen sind auch nicht-metrische Lokalisierungsverfahren für den Innenbereich beziehungsweise in Bereichen, in denen kein GPS-Signal zur Verfügung steht, implementiert. Dazu werden die Positionen als Abstände zu zuvor gemachten Bildern berechnet und zur Verortung des UAVs genutzt. Weiterhin werden semantische Informationen aus den von den Robotern aufgenommenen 3D-Umgebungsdaten mittels Verfahren des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz berechnet.

Einsatz in Amatrice

Dies war beispielsweise am ersten September 2016 der Fall, als die italienische Feuerwehr anfragte, ob Surmann dabei helfen könne, in für Menschen wegen Einsturzgefahr unzugänglichen Kirchen in Amatrice Erkundungsflüge und -fahrten durchzuführen. Die erhaltenen Daten sollten als Datengrundlage für Wiederaufbau und Restaurierung dienen. Genau das leistete dann ein Team von internationalen Wissenschaftlern mit Surmann.

Das Robotiklabor ist gut vernetzt und kooperiert mit dem Fraunhofer-Institut für intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS und arbeitet im Forschungsprojekt TRADR* mit international führenden Universitäten und Forschungseinrichtungen zusammen.

* TRADR (Long-Term Human-Robot Teaming for Robot Assisted Disaster Response) – Eu-finanziertes, internationales Forschungsprogramm für den Einsatz von Robotern in Katastrophengebieten

Projektinformationen//

<http://homepage.informatik.w-hs.de/HSurmann/>
Videos verschiedener Projekte können auf dem Kanal des Robotiklabors angeschaut werden:
<http://www.youtube.com/RoblabFhGe>

Aktuelle Publikation zum Thema //

KRUIJFF-KORBAYOVÁ, I.; FREDÁ, L.; GIANNI, M.; NTOUSKOS, V.; HLAVÁČ, V.; KUBELKA, V.; ZIMMERMANN, E.; SURMANN, H.; DULIC, K.; ROTTNER, W.; GISSI, E.; *Ground and Aerial Robots in Earthquake-Response in Amatrice, Italy: A Field Report*, SSRR 2016, Lausanne, 2016.



Prof. Dr. Hartmut Surmann

Tel. +49 209 9596-378
hartmut.surmann@w-hs.de

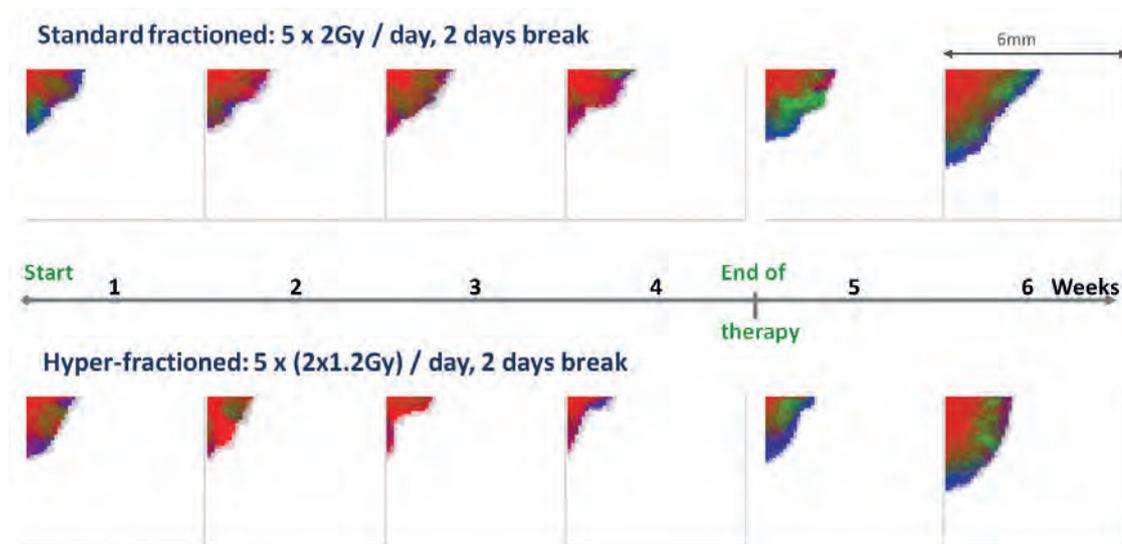


Abb.1:

Ein Vergleich der Wirkung von typischen klinischen zeitlichen Plänen, hier Standard- und Hyperfraktionierung (unten) der Strahlentherapie, auf das Wachstum eines schnell antwortenden avaskulären Tumors, z. B. Kopf-Nackentumor. Aus Zweckmäßigkeit wird nur ein Quadrant (6 mm x 6 mm) des Tumors pro Woche gezeigt. Die Therapie endet nach der vierten Woche. Das Tumormodell sagt bessere Wirksamkeit der hyperfraktionierten Therapie voraus, jedoch weiteres Wachstum nach dem Ende der Therapie. Bedeutung der Farben: rot – nekrotische; grün – ruhende (quiescent); blau – proliferierende Zellen. [2]

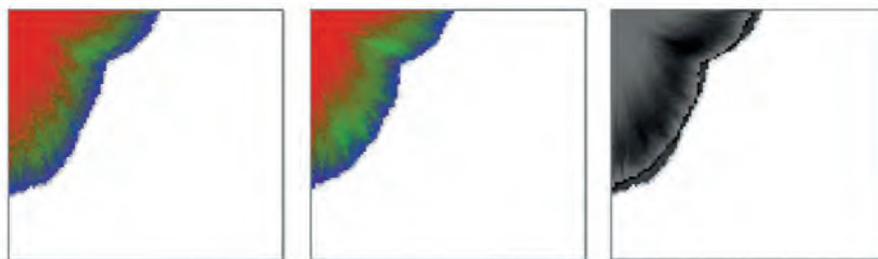


Abb.2:

Vergleich zwischen der berechneten Tumorgeometrie ohne (links) und mit Strahlentherapie (1,8 Gy, Mitte). Aus Zweckmäßigkeit wird nur ein Quadrant (6 mm x 6 mm) des Tumors gezeigt. Rechts die ortsaufgelöste Differenz der Anzahl der Zellen, kodiert in Graustufen. Je weißer, desto geringer die Differenz. Die Gesamtdifferenz der Zellenzahl beträgt 2.021.801 Zellen und entspricht einem mittleren Radiusunterschied von $\Delta r = 2.54$ mm. [3] Farbkodierung der beiden linken Bilder, wie in Abb. 1.

Quelle und Publikationen zum Thema //

- [1] Krebs in Deutschland 2011/2012. 10. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg.) und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (Hrsg.). Berlin, 2015.
- [2] ROQUE, T.; KALKAN, Z.; ZYLKA, W.: Biological effectiveness in hypofractionation: Modeling tumor survival probability for large doses with a stochastic cell-cycle model. In: *Biomed Tech*, Volume 57 Suppl. 1, 2012. DOI: 10.1515/bmt-2012-4111.
- [3] Roque, T.; CONCEPCION GARCIA OTADUY, M.; Zylka, W.: Integration of Patient Specific MRI Imaging Data into a Stochastic Low-Grade Glioma Model. In: *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*. Volume 58 Suppl. 1, 2013. DOI: 10.1515/bmt-2013-4342.

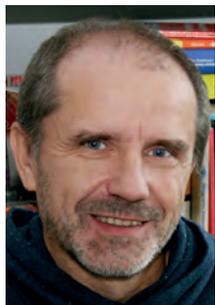
Modelle für Wachstum und Therapie von Tumoren – Personalisierte Vorhersage mittels medizinischer Bildgebung

In Deutschland allein sterben 220.000 Menschen pro Jahr an bösartigen Tumoren. Mehr als doppelt so viele erhalten im gleichen Zeitraum eine Krebsdiagnose [1]. Dennoch, spricht man neuerdings von „Durchbrüchen“, etwa bei der medizinischen Behandlung durch die sog. Immuntherapie oder beim Verständnis des raumzeitlichen Wachstums der Tumore und der Wirkung einer Therapie durch mathematische Modelle. Diese modellieren die biologischen, biochemischen und physikalischen Prozesse, die zur Bildung von Tumoren führen. Neuerdings können einige Modellparameter aus medizinischer Bildgebung, z. B. der Magnetresonanztomografie (MRT) und der Positronen-Emissions-Tomografie (PET), gewonnen werden und erlauben so eine patientenspezifische Kalibration der Modelle [2]. Die numerisch erzielte Lösung der Gleichungen liefert z. B. Vorhersagen über die Art und Anzahl der Tumorzellen und über ihre geometrische Verteilung.

Modelle für Tumorwachstum

Anstatt der traditionellen Einteilung in kontinuierliche und diskrete Modelle zu folgen, werden neuerdings hybride Multiskalenmodelle untersucht, die auf unterschiedlichen Skalen zugleich arbeiten. Auf der mikroskopischen Skala findet z. B. die biochemische Reaktionskinetik statt, während die Zellteilung im Zellzyklus und Migration auf der mesoskopischen Skala abläuft. Die Ausformung einer tumorartigen Struktur ist an die makroskopische Skala des Gewebes gekoppelt. Auf dieser Skala arbeitet auch die diagnostische tomografische Bildgebung, die mit einer Auflösung von ca. 0,5 mm heutzutage einen ersten Beweis eines Tumors erbringt.

Zum Beispiel besteht ein avaskulärer (nicht mit Blutgefäßen ausgestatteter) Tumor aus beweglichen Zellen, die proliferieren und migrieren können. Wenn an einem Ort die erlaubte Zelldichte überschritten wird, wandern Zellen in einem stochastischen Prozess (cellular automaton) in alle Richtungen in die Nachbarschaft ab und sorgen dadurch für Tumorwachstum. Die Werte der Modellparameter können aus In-vitro-Experimenten an Zellkulturen (Proliferation) und aus den MRT- und PET-Bildern des Patienten (Diffusion, Sauerstoffdichte) gewonnen werden. Bemerkenswert ist, dass das Multiskalenmodell die bekannten makroskopischen Merkmale avaskulärer Tumore reproduzieren kann: Zum einen bildet sich ein nekrotischer Kern (tote Tumorzellen), umgeben von einem Halo aus proliferierenden oder vorübergehend in der G₀-Phase ruhenden (quiescent) Zellen. Zum anderen stoppt die avaskuläre Expansion, im Modell durch die Sauerstoffdichte bestimmt, bei einer maximalen Tumorgroße [2].



Prof. Dr. Waldemar Zylka
Tel. +49 209 9596-579
waldemar.zylka@w-hs.de



Dr. phil. cand. Thais Roque, M. Sc.
University of Oxford,
Institute of Biomedical
Engineering,
thais.roque@eng.ox.ac.uk

Modell für (Strahlen-)Therapie

In einem Multiskalenmodell finden sich diverse Punkte, um eine Therapie anzukoppeln. Beispielsweise setzt die Immuntherapie auf der mikroskopischen Skala, hingegen die Strahlentherapie, d.h. Bestrahlung mit einer in Grey (Gy) gemessenen Ener-

giedosis, an den Phasenübergängen im Zellzyklus (checkpoints) an. Berücksichtigt werden können typische klinische Zeitpläne (Fraktionierungen), verschiedene Tumortypen und empirische Gesetze für die Überlebenswahrscheinlichkeit der Zellen. Zum Beispiel antworten Kopf-Nacken-Tumore schnell, Prostata-Tumore dagegen langsam auf Strahlentherapie, was sich in den in Abb.1 gezeigten Ergebnissen des Modells widerspiegelt.

Wird die aus PET erhaltene patientenspezifische Sauerstoffdichte und der Zellzyklus im Modell berücksichtigt, so findet man, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit von Tumorzellen in hypoxischer Umgebung (z. B. nekrotischer Tumorkern) höher ist. Das Ergebnis zeigt, dass die Berücksichtigung von Sauerstoff bei der konkreten Planung einer Strahlentherapie hilft, den Erfolg der Therapie nicht zu hoch zu bewerten. Dies gilt insb. für Prostata-Tumore, die eine hohe Fähigkeit zur Reparatur haben [2].

Ein klinischer Fall – Gliom

Das ultimative Ziel der Modellierung von Tumoren ist es, Therapieentscheidungen in einer klinischen Umgebung zu unterstützen. Ein Ansatz ist es, longitudinale PET- und MRT-Zeitserien zu verwenden. Mit zwei an benachbarten Zeitpunkten akquirierten Bildern wird das Modell kalibriert. In der Folge berechnet es die personalisierte Vorhersage, z. B. Tumorgroße, zu einem dritten Zeitpunkt. Die Validierung des Modells kann erfolgen, wenn auch am dritten Zeitpunkt Bilder vorliegen. Dieser Ansatz wurde auf ein Gliom (Gehirntumor) angewendet [3]. Da vor dem dritten Zeitpunkt eine Strahlentherapie stattfand, spiegelt der Vergleich zwischen der berechneten und tatsächlichen Tumorzellenzahl und der Tumorgroße, siehe Abb. 2, zugleich die Wirkung der Bestrahlung.

Herausforderung und Vision

Eine der wichtigsten Herausforderungen bei der Modellierung des Tumorwachstums ist – neben der mathematischen und numerischen Komplexität – die Verfügbarkeit von patientenspezifischen Daten zur Kalibration des Modells. Die Daten müssen anatomische, metabolische und funktionelle Informationen mit einer genügenden räumlichen und zeitlichen Auflösung enthalten. Heute basieren Vorhersagen des Tumorwachstums auf Erwartungswerten, die aus populationsumfassenden Datenbanken gewonnen werden. Wenn sie erfolgreich weiterentwickelt und klinisch validiert sind, werden Tumormodelle dazu beitragen, dieses Szenario zu verändern und helfen eine Vorhersage zu treffen, die auf den spezifischen Daten des Patienten fußt.

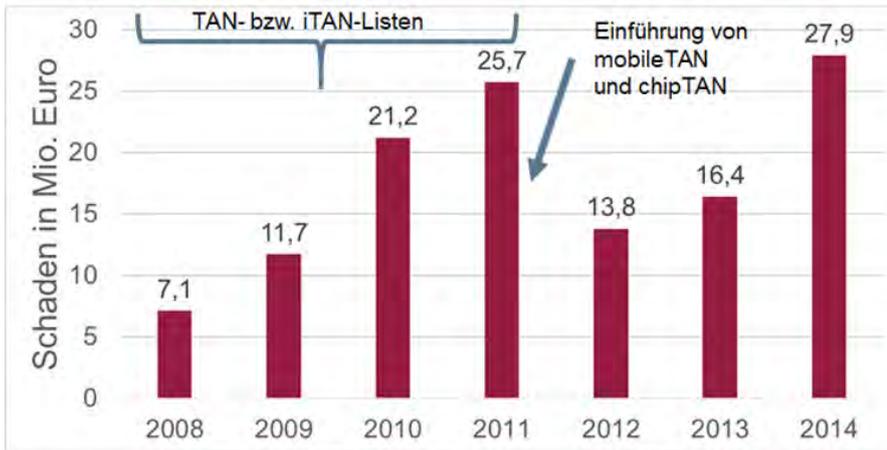


Abb. 1:

Finanzieller Schaden im Online-Banking 2008-2014 [2]

Es ist zu erkennen, dass sich Angreifer auf bestehende Sicherungsverfahren einstellen (2008 – 2011 und 2012 - 2014). Die Einführung von neuen Verfahren mindert allerdings den entstehenden Schaden deutlich (in 2012).

Sehr geehrter Kunde, am 22.02.2016 wurde auf Ihr Konto 123456 eine Summe in einer Höhe von 50,00 EUR gutgeschrieben. Laut unseren Informationen wurde das Geld versehentlich auf Ihr Konto überwiesen, daher ist Ihr Konto vorübergehend gesperrt. Wir empfehlen Ihnen die Summe an den Absender zurück zu überweisen. Ihr Konto wird dann automatisch wieder freigeschaltet. Bitte drücken Sie auf **"ERSTATTEN"** um das Geld zurück zu überweisen. Bitte entschuldigen Sie die Unannehmlichkeiten.

Abb. 2: Beispiel einer Manipulation auf einer Bank Webseite

Der Angreifer manipuliert ebenfalls den aktuellen Kontostand und fügt die vermeintliche Transaktion in die Transaktionshistorie ein. Wird der Nutzer erfolgreich von der Manipulation getäuscht, überweist er dem Angreifer also „freiwillig“ den dargestellten Betrag.



Abb. 3:

Konzept des Alarmierungssystems

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Quellen und Publikation zum Thema//

- [1] Bitkom: *Online-Banking ist bequem und sicher*, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Online-Banking-ist-bequem-und-sicher.html>, 2015.
- [2] Bundeskriminalamt: *Cybercrime*. Bundeslagebild 2014, 2015.
- [3] URBAN, T., POHLMANN, N.: Sehen heißt glauben! Aufdeckung von Webseiten Manipulation. In: *Proceedings der DACH Security 2016 Konferenz*, 2016.

Projektinformationen//

Das Forschungsvorhaben wird vom BMBF gefördert. Das Projekt läuft über einen Zeitraum von drei Jahren, 10/2015 – 09/2017.

Das Forschungsvorhaben „Betrugsschutz beim Online-Banking“ (kurz BOB) wird von dem Institut für Internet-Sicherheit in Kooperation mit der Technischen Universität Berlin, der Universität des Saarlandes, der Avira Operations GmbH & Co. KG und der Fiducia & GAD IT AG durchgeführt. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts sollen ganzheitliche Ansätze geschaffen werden, um Online-Banking insbesondere für Privatkunden sicherer zu gestalten. Dabei soll das Dunkelfeld beim Missbrauch von Online-Banking erhellt, präventive Maßnahmen gegen den Missbrauch entwickelt und die Betrugserkennung gefördert werden.

Betrugsschutz beim Online-Banking

Online-Banking ermöglicht Privatpersonen und Unternehmen die Abwicklung von alltäglichen Bankgeschäften ohne Medienbruch und über die normalen Öffnungszeiten der Banken hinaus. Die Anzahl an Privatanutzern des Online-Banking steigt stetig an. Allein 2015 erledigten, laut einer Bitkom Studie, bereits 40 Millionen Deutsche ihre Bankgeschäfte online [1].



**Prof. Dr. (TU NN)
Norbert Pohlmann**
Institut für Internet-
Sicherheit
Tel. +49 209 9596-515
norbert.pohlmann@
w-hs.de



Tobias Urban, M. Sc.
Institut für Internet-
Sicherheit
Tel. +49 209 9596-857
urban@
internet-sicherheit.de



René Riedel, M. Sc.
Institut für Internet-
Sicherheit
Tel. +49 209 9596-816
riedel@
internet-sicherheit.de



**Rick Widdermann,
B. Sc.**
Institut für Internet-
Sicherheit
Tel. +49 209 9596-816
widdermann@
internet-sicherheit.de

Durch kriminelle Aktivitäten wie etwa dem nicht autorisierten Zugriff auf Bankkonten oder die schadhafte Manipulation von Online-Überweisungen entstehen den Banken und Endbenutzern immense Schäden. 2014 wurde beim Bundeskriminalamt (BKA) ein Schaden von 27,9 Millionen Euro gemeldet (bei 6.984 Fällen – ca. 3.995 € Schaden pro Fall) [2]. Die Dunkelziffer, d.h. von den Banken nicht gemeldete Schadensfälle, um die Reputation der Banken nicht zu schädigen, liegt vermutlich deutlich über den offiziellen Angaben des BKA. Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Schadenszahlen im Online-Banking im Zeitraum von 2008 bis 2015. Die Schadenszahl pro Fall ist auf ca. 4.000 € beschränkt, weil die meisten Benutzer im Online-Banking dies als maximalen Überweisungsbetrag pro Überweisung zulassen.

Angriffsflächen im Online-Banking

Ein großes Problem, das aktuell im Online-Banking vorliegt, ist die Manipulation der Darstellung der Banken-Webseiten durch Banking-Trojaner auf dem Endgerät des Bankkunden. Die Banking-Trojaner haben durch „Man-in-the-Browser“-Angriffe die Möglichkeiten, clientseitig die lokale Darstellung der Bank-Webseiten zu manipulieren. Der Bankkunde kann eine Manipulation der lokalen Darstellung aus diesem Grund nur sehr schwer erkennen. Eine Sicherheitsmaßnahme zur Erkennung dieser Angriffe, die i.d.R. auf die Manipulation der Transaktionsdaten abzielen, bietet die Verifikation der Transaktionsdaten über eine sichere Anzeige auf Seiten des Benutzers (z. B. das Smartphone). Unter dem Einsatz von „Man-in-the-Browser“-Angriffen kann ein Angreifer aber auch äußerst wirkungsvolle „Social-Engineering“-Angriffe durchführen, die durch die technischen Möglichkeiten der Transaktionssicherungsverfahren nicht erkannt werden können. Dem Nutzer, der sich auf der Webseite der Bank befindet, wird beispielsweise vorgetäuscht, dass dieser unberechtigtweise eine Überweisung erhalten hat (siehe Abbildung 2).

Nutzerseitiger Schutz

Aufdeckung von Webseiten Manipulationen
Die Darstellung von Webseiten wird zunehmend in unberechtigter Weise clientseitig durch Malware manipuliert. Trotz unterschiedlicher Bemühungen der Hersteller von Antiviren-Produkten gibt es immer mehr Schad-Programme, denen genau dies gelingt. Innerhalb des Forschungsprojekts wurde ein System entwickelt, welches Manipulationen, basierend auf kollektiver Intelligenz, entdeckt und den Nutzer warnt, sollte er eine manipulierte Webseite besuchen. Dazu werden Informationen über den strukturellen Aufbau einer Webseite von vielen verteilten Endsystemen, direkt beim Besuchen einer Webseite, an ein zentrales Manipulations-Erkennungs-System (MES) übermittelt. Dieser Server kann anhand der erhaltenen Informationen entscheiden, ob eine Webseite, die gerade lokal auf einem Endgerät angezeigt wird, manipuliert wurde. Die Ergebnisse wurden auf der „D•A•CH Security 2016“ vorgestellt [3].

Alert-System

Ein weiterer Aspekt des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines effektiven Alarmierungssystems („Alert-System“), das den Nutzer auf aktuelle Gefahren beim Online-Banking aufmerksam macht. Wenn ein Angreifer heutzutage einen erfolgreichen Angriff auf einen Online-Banking-Nutzer durchführen möchte, dann muss er den Nutzer aufgrund der aktuellen Sicherungsverfahren immer durch einen „Social-Engineering“-Angriff zu einem „Fehlverhalten“ verleiten. Da es sehr schwierig ist diese Angriffe auf technischer Seite zu bekämpfen, muss auch der Nutzer in das Sicherheitskonzept im Online-Banking aufgenommen werden. Ein Alerting-System kann den Nutzer warnen, wenn eine besonders hohe Gefahr vorliegt, dass dieser beim Online-Banking angegriffen wird. So kann dem Nutzer mitgeteilt werden, welche Gefahr vorliegt und er kann über die Angriffstechnik aufgeklärt werden. Zur Beurteilung der aktuellen Gefahrenlage müssen zunächst die interessanten Kennzahlen identifiziert werden, die zur Beurteilung herangezogen werden können. Für diese Beurteilung wurden vier unterschiedliche Kategorien an Kennzahlen ausgewählt:

- (1) Phishing
- (2) Aktivität von „Banking Malware“
- (3) Aktuelle Betrugsfälle
- (4) Bekannte Schwachstellen

Diese Kennzahlen werden mit Ansätzen des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz so verknüpft, dass die aktuelle Gefahrenlage genau bestimmt werden kann. Das System wird in Abbildung 3 dargestellt.

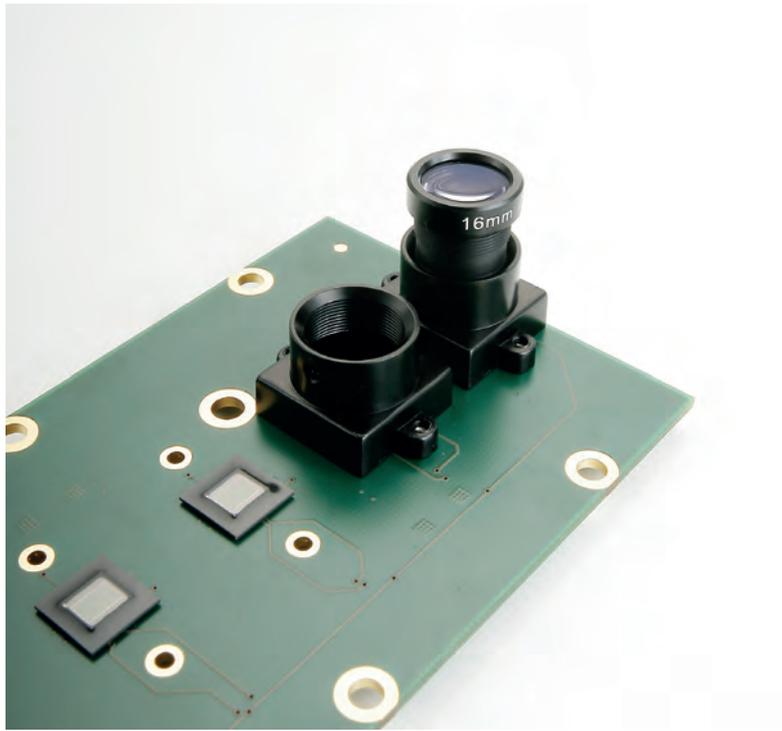


Abb. 1:
Darstellung der Sensoren in geringem Abstand,
Inklusive Objektivhalter und Objektiv.



Abb. 2:
Visualisierung der Vielzahl an Sensoren von 50
Kameras, pro Meter Inspektionsbereich.



Abb. 3:
Typischer Aufbau zur Inspektion von Band- und
Bahnware. Wahlweise werden zwei Aufsichtsys-
teme ober- und unterhalb des Bandes verbaut
oder eine Lichtquelle unterhalb und eine Sen-
soreinheit oberhalb des Bandes als Durchlicht-
system aufgebaut.

Xapt – Sensortechnologie nach dem Vorbild der Natur

Ausgründungen der Westfälischen Hochschule

Kameras gehören zur Grundausstattung jedes Systems, das optische Prüfverfahren anwendet. Ihre Bildsensoren erkennen kleinste Ungenauigkeiten an Produkten oder in Produktionsabläufen und geben die Informationen über Bildverarbeitungsprogramme vollautomatisch an den Anwender weiter.

Doch überall dort, wo komplexe Herstellungsprozesse sehr detaillierte Aufnahmen erfordern, stellt die Technik den Anwender vor Probleme: Oft sind die dafür benötigten Kameras zu groß oder die Verarbeitung der Bilddatenmenge dauert zu lange. Die Firma Xapt aus Gelsenkirchen hat dieses Problem gelöst und eine neuartige Kameratechnologie entwickelt. Sie inspiziert trotz geringen Bauraums ein extrem breites Sichtfeld, sogar aus mehreren Perspektiven. Dafür hat sich Xapt durch die Natur inspirieren lassen.

Viele Augen sehen mehr

Seit 2011 stellt das Start-up-Unternehmen der Westfälischen Hochschule optische Sensoren und Hightech-Messsysteme her, die zur industriellen Bildverarbeitung eingesetzt werden. Ihr Spezialgebiet ist die Multisensortechnologie. Sie funktioniert ähnlich wie das Facettenauge eines Insekts.

Ein Facettenauge ist aus vielen kleinen Bildsensoren mit geringer Auflösung zusammengesetzt. Jeder Sensor deckt einen kleinen Sichtbereich ab, jeweils aus einer etwas anderen Perspektive. Im Gegensatz zum menschlichen Auge, das mit der Netzhaut nur einen einzigen großen Bildsensor hat, weist die Facettenteknik im Gesamtbild eine Vielzahl von Vorteilen bei der optischen Abbildung einer Bildszene auf. Denn alle Sensoren verarbeiten die aufgenommenen Informationen zeitgleich und mit derselben Intensität, sodass ein sehr weites Blickfeld bei konstanter Auflösung entsteht.

Mit der dem Facettenauge nachempfundenen Technologie kann ein einziges Kamerasystem umfangreiche Bilddaten aufzeichnen, die jedes Produktdetail im Prüfverfahren sichtbar machen. Zudem ist es möglich, beliebig viele Sensoren miteinander zu verknüpfen und so das Sichtfeld je nach Bedarf zu erweitern.

„Aus dieser Flexibilität ergibt sich ein echter Mehrwert für Industrieanlagen, die in kurzer Zeit unterschiedliche Produkte auf ihre Qualitätsmerkmale prüfen müssen“, sagt Marco Brinker, Geschäftsführer und Mitgründer von Xapt. Zusammen mit zwei Mitarbeitern der Westfälischen Hochschule machte er sich 2011 mit der innovativen Messtechnik selbstständig, die mittlerweile in der Metall-, Papier-, Glas-, Kunststoff-, Druck- und Verpackungsindustrie eingesetzt und von Anlagebauern und -betreibern wie Thyssen-Krupp oder der Salzgitter AG nachgefragt wird.

Mit Kooperation zum Erfolg

Wegweisend für die Entwicklung ihrer Produktidee sei die gemeinsame Arbeit an industrienahen Forschungsprojekten der Hochschule gewesen, sagt Brinker. Die dort gewonnene Erfahrung sei die Initialzündung für ihren Schritt zur Unternehmensgründung gewesen. Durch den Kontakt zur Industrie erhielten die damaligen wissenschaftlichen Mitarbeiter der Hochschule Einblick in aktuelle Verfahrensweisen – und Gewissheit darüber, dass ihre eigenen Lösungswege völlig neu waren. Für die Ausgründung von Xapt erhielt das Gründerteam um Brinker Unterstützung seitens der Westfälischen Hochschule. Sie stellte günstig Infrastruktur für die Entwicklungsarbeit zur Verfügung und begleitete die Jungunternehmer beim Antragsverfahren für die Elitenförderung „EXIST-Forschungstransfer“.

„Die Förderung der Hochschule war das eine“, sagt Brinker über die Faktoren des Unternehmenserfolgs. Zum anderen hätten die detaillierte Marktkenntnis des Gründerteams sowie ihre Arbeits- und Lebenserfahrung einen positiven Beitrag geleistet. Gerne sähe es Brinker, wenn die Fachhochschulen in NRW mehr Mittel in Forschungsk Kooperationen mit der Industrie investierten und wenn Interessenten im Vorfeld einer Gründung noch leichter an Informationen kämen.

Kameras made in Germany

Xapt, da ist Brinker sicher, wird mit seinen Innovationen weiter dazu beitragen, Qualitätskontrollen und Prozesssteuerungen in der industriellen Mess- und Prüftechnik effizienter zu machen. Auch die Tatsache, dass alle technischen Bestandteile ihrer Messsysteme in Deutschland hergestellt und hier zusammengebaut werden, kennzeichnet das Land als innovativen Technologiestandort. Ein Fortschritt also, der viele Facetten hat – und die Natur als Ideenpool.

Urheber des Textes//

Nachhaltige Forschung an Fachhochschulen in NRW,
Eva Helm

Xapt GmbH

Neidenburger Straße 10
45897 Gelsenkirchen
Marco Brinker
Tel.: 0209 883070 - 0
E-Mail: info@xapt-gmbh.de
Web: www.xapt-gmbh.de



Abb. 1:
Mittels eines Ultraschallgerätes, eines Smartphones und BabyAR kann ein ungeborenes Baby direkt im Mutterleib betrachtet werden; hier realisiert mit Hilfe eines Ultraschallphantoms – der Nachbildung einer Schwangeren.

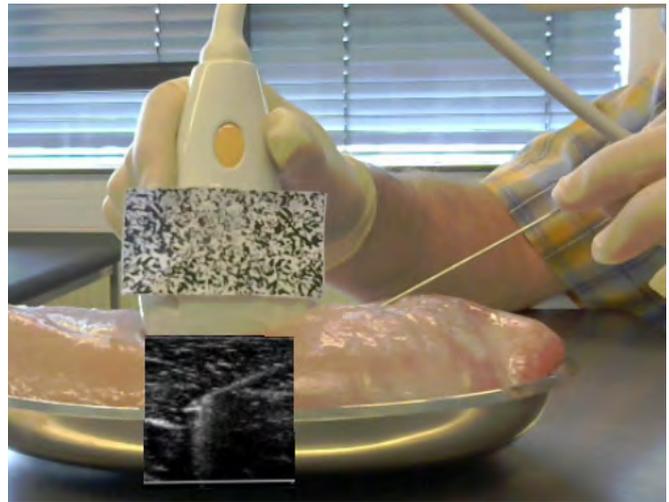


Abb. 2:
Mit Hilfe eines Ultraschallgerätes, einer AR-Brille und AuRIS hat ein Mediziner alle relevanten Informationen bei einer Nadelintervention (Biopsie) im Blick.



Abb. 3:
MEDICA-Messestand: Auch Ministerin Svenja Schulze gefällt BabyAR.
(Quelle: MIWF/Rainer Hotz 2016)

Augmented Reality Ultrasound – BabyAR und AuRIS

In dem durch „START-UP-Hochschul-Ausgründungen NRW“ geförderten Projekt wird eine Firmenausgründung aus der Westfälischen Hochschule vorbereitet. Bei dem Projekt handelt es sich demnach nicht um ein klassisches Forschungsvorhaben. Die Erstellung eines Businessplans und die Weiterentwicklung bestehender Prototypen bis zur annähernden Marktreife stehen im Fokus.

Stand der Technik

Mit derzeit eingesetzten bildgebenden Modalitäten (Computertomografie, Magnetresonanztomografie etc.) ist nur ein indirekter Blick in den menschlichen Körper möglich. Die durch die Modalitäten aufgezeichneten Bilddaten werden auf einem Monitor dargestellt und es obliegt dem Mediziner, diese virtuellen Bilder mit der realen Patienten-Anatomie in Einklang zu bringen.

Als einzige echtzeitfähige Modalität mit mehr als 50 Bildern bzw. 30 Volumina pro Sekunde steht die Sonografie (Ultraschalluntersuchung) zur Verfügung. Sie kommt zudem ohne schädliche ionisierende Strahlung (-> Computertomografie) oder problematische Magnetfelder (-> Magnetresonanztomografie) aus und ist kostengünstig in der Anschaffung und im Unterhalt. Das macht die Sonografie zum weltweit am meisten eingesetzten bildgebenden Verfahren.

Lösung

Augmented Reality Ultrasound verbindet die Vorteile einer klassischen Sonografie mit moderner Augmented Reality (AR). Im Gegensatz zur Virtual Reality (VR), bei der der Benutzer vollständig in eine virtuelle Welt eintaucht, erweitert AR die Realität des Benutzers um einzelne virtuelle Objekte und/oder Informationen.

Bei den von Maas und Sobotta entwickelten Prototypen BabyAR (Baby Augmented Reality; s.a. Abb. 1) und AuRIS (Augmented Reality Intervention System; s.a. Abb. 2) werden virtuelle Ultraschallbilder unter einem realen Ultraschallkopf eingeblendet. Die Bilder werden also genau dort dargestellt, wo sie aufgezeichnet werden und nicht auf einem separaten Monitor. Dies ermöglicht dem Benutzer einen direkten Blick in den menschlichen Körper.

BabyAR

BabyAR bietet werdenden Eltern während der Pränataldiagnostik eine einzigartige Ansicht ihres ungeborenen Babys. Mit Hilfe ihres eigenen Smartphones/Tablets haben sie die Möglichkeit, das Kind quasi im Mutterleib zu fotografieren oder zu filmen.

AuRIS

AuRIS ermöglicht Mediziner, sich während einer Nadelbiopsie voll und ganz auf den Interventionsort zu konzentrieren. Durch eine Augmented-Reality-Brille sehen sie das Ultraschallbild genau dort, wo es aufgezeichnet wird. Dies erhöht die Arbeitsplatzergonomie, beschleunigt die Intervention und kann somit das Infektionsrisiko senken.

Vorbereitung der Geschäftstätigkeit//

Messe- und Kongressauftritte

BabyAR und AuRIS wurden im Oktober 2016 auf der Messe des 40. Dreiländertreffens der DEGUM/ÖGUM/SGUM (Ultraschall 2016) in Leipzig vorgestellt, ebenfalls auf dem parallel stattfindenden 28. Euroson Kongress der EFSUMB. Im November wurden die Prototypen auf der weltgrößten Medizintechnikmesse, der MEDICA in Düsseldorf (s.a. Abb. 3), und auf der PerMediCon in Köln präsentiert. Für das Jahr 2017 stehen weitere Messe- und Kongressauftritte an, unter anderem auf der XPOMET in Leipzig.

Medienpräsenz

Sowohl von BabyAR als auch von AuRIS konnten zweisprachige Videos auf der MEDICA-Homepage platziert werden. Über AuRIS existieren, basierend auf einer Pressemitteilung der Westfälischen Hochschule, Berichte auf mehr als zehn verschiedenen Webseiten der Medizintechnikbranche. Eine eigene Webseite ist unter www.somaview.glass zu finden.

Businessplan und Finanzierung

Der Businessplan wurde im Rahmen des „Businessplan-Wettbewerbs Medizintechnik“ mit Hilfe von drei Coaches erstellt und soll 2017 im Rahmen des Gründungswettbewerbs „Senkrechtstarter“ finalisiert werden. Da das zu gründende Unternehmen unter anderem mit Hilfe von Venture Capital (VC) finanziert werden soll, wurde bereits Kontakt zum High-Tech-Gründerfonds aufgenommen.

Projektinformationen//

Projektpartner

Als Projektpartner konnten gewonnen werden:

- Alpinion Medical Deutschland GmbH, Hallbergmoos
- Augusta Krankenanstalten, Bochum
- Elekta Nucletron Operations B.V., Veeneendaal/NL
- Erler-Zimmer GmbH & Co. KG, Lauf
- Esaote Biomedica Deutschland GmbH, Köln
- Littlerock GmbH, Düsseldorf
- MR:comp GmbH, Gelsenkirchen

Projektförderung

Das Projekt wird gefördert durch „START-UP-Hochschulausgründungen“ des Landes NRW, Förderkennzeichen 1506su008.



Stefan Maas, M. Sc.

Labor für
Medizintechnik
Tel. +49 209 9596-565
stefan.maas@w-hs.de



**Christian Sobotta,
M. Sc.**

Labor für
Medizintechnik
Tel. +49 209 9596-576
christian.sobotta@w-hs.de



Herausgeber //

Westfälische Hochschule
Neidenburger Straße 43
45897 Gelsenkirchen

Verantwortlich //

Prof. Dr. Michael Brodmann
Vizepräsident für Forschung und Entwicklung

Redaktion //

Westfälische Hochschule
Technologietransfer
Felicia Plantikow-Voßgätter
Dr. Elisabeth Birkenstaedt
www.technologietransfer.w-hs.de

Lektorat //

Felicia Plantikow-Voßgätter, Dr. Barbara Laaser

Layout //

Jutta Ritz, Felicia Plantikow-Voßgätter,
Hanno Trebstein

Druck //

Druckerei Schneider GmbH, Gelsenkirchen

Fotos //

Westfälische Hochschule