

Liebe Leser der horizonte,

auch dieses Mal haben wir eigentlich nichts Sensationelles im Editorial zu berichten. Wohl gibt es im Rückblick auf das Jahr 2014 wieder eine Steigerung des gesamten forschungsbezogenen Drittmittelaufkommens der staatlichen Hochschulen (s.S. 68), auch haben wir erste Erfolge beim europäischen Förderprogramm „horizon 2020“ zu verzeichnen (s. die beiden Kurzberichte auf S. 65), weiterhin konnte sich die Hochschule Aalen im landesweiten RegioWin-Wettbewerb und im Forschungsbauten-Programm des Bundes behaupten (s.S. 67), außerdem können wir wieder über Vorhaben, die u.a. über kooperative Promotionsverfahren abgewickelt werden, berichten (s.S. 10, S. 18), wobei allerdings solche Projekte doch schon mehr und mehr Standard an unseren Hochschulen werden.

Doch auch die weniger sensationellen Vorhaben haben ihre Berechtigung, wie z.B. die eine von Studierenden durchgeführte Studie zum demographischen Wandel in der Kommunalverwaltung (S. 56) oder die Entwicklung von Lehrsoftware für Mathematik-Grundlagen (S. 60). Und schließlich berichten wir auch über Vorhaben und Aktivitäten, die auf dem ersten Blick gar nicht in das Spektrum der Hochschulen zu passen scheinen, doch letztlich aktuelle und sehr anwendungsnahe Themen aufgreifen (S. 26, S. 36).

Wir wünschen jedenfalls wieder viel Vergnügen und Erkenntnisgewinn beim Studium unseres Forschungsmagazins,

Ihre horizonte-Redaktion

Bildgebende Verfahren in der Archäologie: ein interessantes neues Einsatzgebiet der Medizintechnik	3
Hier spielt die MUSIC: Kognitives System zur Reduzierung der Ausschussrate im Druckguss	6
Die Vielfalt der Musterbildung in Metallen - Großskalige Phasenfeldsimulationen zur gerichteten Erstarrung ternärer eutektischer Systeme	10
Keine Panik vor Gefahrstoffen. Sie sind überall! Interview mit Frau Prof. Dr. Ursula Klaschka, Hochschule Ulm	14
Datenrettung für die Speicherkarte - Fehlerkorrekturverfahren für Flash-Speicher	18
Gesundheitsförderung und Prävention mit System – Das Präventionsnetzwerk Ortenaukreis verbindet systematisch Gesundheits-, Jugendhilfe- und Bildungssystem	22
Studiengang auf energetischem Exkursionskurs: Studierende setzen die Segel auf der Ostsee	26
Damit es nicht ins Auge geht – Nicht invasives LED-Beleuchtungssystem für die Netzhautchirurgie und -diagnostik	28
Mikrokreditbanken – Fluch oder Segen?	31
Die HAWs haben Forschungspotenziale, die besser genutzt werden könnten! Interview mit dem scheidenden Sprecher der IAF-Leiter Prof. Dr. Mario Schmidt	35
Artisanal Gold Mining im Amazonas Regenwald: Ein Fallbeispiel für Zielkonflikte der Nachhaltigkeit	36
Energie von hier - der Wüstenroter Weg zur Plusenergiekommune. Ein Projekt der HFT Stuttgart im Programm EnEff:Stadt/EnEff:Wärme	43
Die Gier nach Energie und Rohstoffen – oder Biomassenutzung im Kontext von Energiewende und Bioökonomie	46
Der kommunalen Nachhaltigkeit auf der Spur	52
Internationales Projekt zur Untersuchung des demografischen Wandels in der Kommunalverwaltung	56
Ein gutes Studium durch solide Grundlagen - Mathematik-Grundlagen erfolgreich online	60
Kurzmeldungen auf S. 20, 30, 42, 56, 64 - 68 Buchvorstellungen S. 13, 59, 65	

Herausgeber und Redaktion:

Dr. R. Thum, Koordinierungsstelle Forschung und Entwicklung der Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg, Hochschule Mannheim, Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim, Tel. 0621/292-6393, Fax. 0621/292-6450, E-Mail: thum@hs-mannheim.de; <http://www.koord.hs-mannheim.de>
Prof. Dr. O. Künzel, Hochschule Ulm, Prittwitzstr. 10, 89075 Ulm, Tel. 0731-1596760, Fax. 0731-1596838, E-Mail: kuenzel@hs-ulm.de

Anzeigenwerbung und Druck: VMK Verlag für Marketing & Kommunikation GmbH & Co. KG, 67590 Monsheim, Tel. 06243/909-0, e-mail: info@vmk-verlag.de, <http://www.vmk-verlag.de>

Auflage: 4800; ISSN: 1432-9174

Die Abbildungen/Fotos, auch diejenigen auf der Titelseite, stammen – sofern nicht anders vermerkt – von den jeweiligen Autoren bzw. deren Arbeitsgruppen.

Nicht namentlich gekennzeichnete Beiträge stammen von der Redaktion. Meinungen, die in den Interviews oder anderen Beiträgen wiedergegeben werden, entsprechen nicht immer den Meinungen der Redaktion.

Investieren in die Zukunft.

-  **Ideen**
-  **Kompetenz**
-  **Erfahrung**



Faberstraße 17 | 67590 Monsheim

[fon] ++49.(0)6243.909.0
[fax] ++49.(0)6243.909.400
[mail] info@vmk-verlag.de
[web] www.vmk-verlag.de



Faberstraße 17 | 67590 Monsheim

[fon] ++49.(0)6243.909.110
[fax] ++49.(0)6243.909.100
[mail] info@vmk-druckerei.de
[web] www.vmk-druckerei.de



www.vmk-verlag.de

Ihre Partner für Publikationen

UND

Drucksachen aller Art

Bildgebende Verfahren in der Archäologie: ein interessantes neues Einsatzgebiet der Medizintechnik

Andreas Otte, Hochschule Offenburg

Der vorliegende Beitrag beschreibt das Potential der Anwendung radiologischer Bildgebung in der Archäologie. Dabei werden ausgewählte Beispiele vorgestellt: die computertomographische (CT)-Rekonstruktion des Gesichts einer Mumie von 1300 v. Chr., die Erhärtung der Diagnose Hirntumor bei einer Mumie von 2500 v. Chr. mittels Röntgen/Röntgentomographie oder die 3D-CT-Rekonstruktion eines 7000 Jahre alten Lendenwirbelsäulen-Fragments aus dem Mooregebiet des Federsees, welche die Diagnose "Mord" zulässt.

Der Einsatz radiologischer Verfahren ist in nahezu allen klinischen Fächern zur Routine geworden und hat hier entscheidend zur Verbesserung von Diagnostik und Therapiemonitoring beigetragen. Hierzu zählen das konventionelle Röntgen, die digitale Subtraktionsangiographie und die tomographischen Methoden Röntgentomographie, Computertomographie (CT), Magnetresonanztomographie (MRT) und Sonographie. Diese radiologischen Verfahren, welche die Morphologie/Anatomie des menschlichen Körpers abbilden, wurden in den letzten beiden Jahrzehnten durch die Nuklearmedizin um die funktionelle bildgebende Diagnostik (Positronen-Emissionstomographie (PET) und Single-Photonen-Emissionscomputertomographie (SPECT)) erweitert, die durch die Tracermethode ein Imaging bis herunter auf die molekulare Ebene ermöglicht und dadurch insbesondere für die onkologischen und neurowissenschaftlichen Indikationsgebiete von weitreichender Bedeutung geworden ist.

This paper demonstrates the potential of the application of radiological imaging in archaeology, a new chapter in biomedical engineering. Exceptional examples are shown: a computed tomography (CT) reconstruction of the face of a mummy from 1300 BC, a conventional X-ray/X-ray tomography proof of the diagnosis of brain tumour in a mummy from 2500 BC, or a 3D CT reconstruction of a 7000 year-old lumbar spine fragment from the Federsee moor allowing for the diagnosis of murder

Woran waren frühere Zivilisationen erkrankt, wie lebten sie und woran starben sie? – Dies sind zweifelsohne Fragen, die uns auch heute noch beschäftigen und fesseln, da wir in ihren möglichen Antworten vieles erfahren, das hilft, unser heutiges Wissen zu erweitern oder auch zu revidieren. Viele der archäologischen „Fälle“ erzählen uns eine Geschichte, oft spannend und mit heutigen modernen medizintechnischen Geräten lösbar. Sie sind da-

mit auch von großem Interesse für die medizinische Kriminalistik, da dortige Fälle auch mitunter bereits historisch sein können, etwa bei dem Fund eines längere Zeit vergrabenen unbekannten Skeletts oder einer halbverwesenen Leiche.

Bekannte Fälle aus der Literatur

Arteriosklerose (Gefäßverkalkung) schon vor 4000 Jahren

So haben THOMPSON und Koautoren, 2013, in ihrer nach dem altägyptischen Gott HORUS benannten Horus-Studie mittels CT-Technik 137 Mumien aus vier verschiedenen geographischen Regionen bzw. Populationen eines Zeitraums von über 4000 Jahren auf das Vorliegen von Arteriosklerose untersucht [1]: Dabei war die Arteriosklerose in allen vier präindustriellen Populationen einschließlich der Gruppe der präagrikulturellen Jäger und Sammler vorhanden. Damit konnte gezeigt werden, dass die Arteriosklerose als Ursprung neuro- und kardiovaskulärer Erkrankungen keine moderne Zivilisationskrankheit darstellt, sondern bereits seit Menschengedenken nachweisbar ist. Dies macht – nach Ansicht der Autoren der HORUS-Studie – eine generelle Prädisposition für die Entstehung der Arteriosklerose wahrscheinlicher als bislang angenommen.

König Richard III. von England

Jüngst konnte aus den Knochenfundstücken des englischen Königs RICHARD III. (1452–1485) eine aufwändige 3D-CT-Rekonstruktion erstellt werden, aus der ein Polymerreplikat hergestellt wurde [2]. Dieses zeigt eindrucksvoll eine ausgeprägte Wirbelsäulen-Skoliose des Königs und lässt sogar Rückschlüsse auf das Entstehungsalter der Deformität und die Auswirkungen dieser Erkrankung auf sein Leben und seine Gestalt zu. In einer weiteren Arbeit zu RICHARD III. wurden die perimortalen Verwundungen eindrucksvoll radiologisch mittels CT und Mikro-CT rekonstruiert [3].



Prof. Dr. med. A. Otte

Methodik

Prinzipiell eignen sich alle radiologischen Verfahren für die archäologische Diagnostik, davon CT, Röntgentomographie und konventionelles Röntgen sehr gut, MRT aufgrund der naturgemäßen technischen Einschränkungen am wenigsten. Nuklearmedizinische Methoden (PET, SPECT) sind in vivo-Verfahren und daher post mortem nicht verwendbar. Die Sonographie konnte von uns kürzlich als geeignete und dem Röntgen überlegene neue Methode herausgestellt werden, wenn es darum geht, nicht-metallische Splitterverletzungen – wie sie auch bei Mumien und Leichen vorkommen können – zu detektieren [4]. Grundsätzlich lassen sich auch nicht-invasive optische Techniken für Hautveränderungen andenken [5] bzw. lassen sich, wenn auch nicht ganz zerstörungsfrei, konventionelle Endoskope (wie sie z.B. für die Koloskopie verwendet werden) in Sarkophage oder Särge einbringen. Die radiologischen Methoden sind hingegen zerstörungsfrei.

Bei allen bildgebenden Verfahren gibt es oft interessante Überraschungseffekte, und einiges technisch Vorhergesagte verhält sich plötzlich ganz anders in der Realität. In jedem Fall sollte aus unserer Sicht jede Bildauswertung sehr akribisch erfolgen und nur in Zusammenarbeit mit den Archäologen gewertet werden.

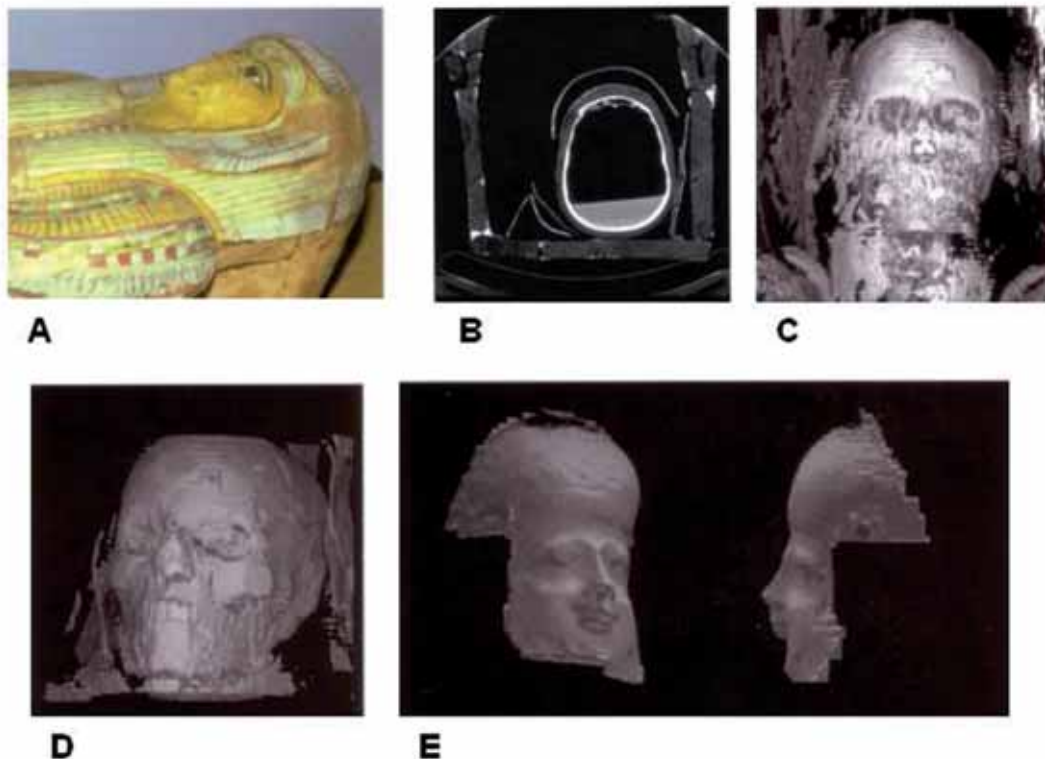


Abb. 1: A: Ägyptische Mumie aus Theben, 18.-19. Dynastie, ca. 1300 v. Chr.; B: Spiral-CT des ganzen Sarkophags; C und D: 3D-Rekonstruktionen des Schädels mit virtueller Entfernung der Mumienumwicklungen; E: 3D-Rekonstruktion des Gesichts. Mit freundlicher Genehmigung des Hellenic Journal of Nuclear Medicine.

Eigene Arbeiten

Beispiel aus der Neuzeit

Die wahrscheinlich spannendste Mumie der Neuzeit ist diejenige des großen Violinvirtosen und Komponisten Nicolò Paganini (1782–1840). Seine Nachkommen haben allerdings bis heute einer Exhumierung nicht zugestimmt, so dass es keine radiologischen Untersuchungen der mumifizierten Überreste Paganinis gibt. Bislang konnten wir nur einen Bronzegipsabdruck seiner rechten Hand, angefertigt kurz nach seinem Tod, photographieren und ausmessen [6]. Allein diese Analyse erlaubt schon Rückschlüsse auf seine unnachahmliche Virtuosität, denn die Messungen zeigen eindeutig abnorme Finger- und Handmaße des Meisters, die für das Geigenspiel – neben vielen anderen Dingen – vermutlich sehr förderlich waren. Ob Paganini noch weitere begünstigende zerebrale Voraussetzungen hatte (z.B. im Vergleich zum Normalen unterschiedliche Gehirnareale für die Fingermotorik), bleibt offen, aber wahrscheinlich. Ebenfalls wäre aufgrund der vielfach berichteten Überstreckbarkeit seiner Finger [7] die Verdachtsdiagnose eines Marfansyndroms (einer nach dem französischen Arzt MARFAN benannten Erkrankung des Bindegewebes) durch eine gezielte Gewebe-DNA-Analyse verifizierbar.

Beispiele aus vorchristlicher Zeit

Im Folgenden findet sich eine Auswahl bereits von uns in Kooperation mit dem Klinikum Konstanz (Prof. Dr. Dr. Andreas Beck) publizierter Beispiele von Fundstücken aus der vorchristlichen Zeit.

Rekonstruktion des Gesichts einer Mumie von 1300 v. Chr.

Abb. 1 zeigt die 3D-CT-Rekonstruktion des Gesichts einer etwa 3300 Jahre alten Mumie ohne Öffnung des Sarkophags mittels der Entwicklung eines speziellen CT-Algorithmus (CT: Institut für Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin, Klinikum Konstanz; Archäologi-

sches Landesmuseum, Außenstelle Konstanz), der den Luftabdruck zwischen Totenmaske und dem fast vollständig zerstörten Gesicht berechnet [8]. Zutage kam das Gesicht einer jungen Frau. In den weiteren, hier nicht abgebildeten Aufnahmen ließ sich herausfinden, dass diese an generalisierter rheumatoider Arthritis erkrankt war. So ist auch gerade die sehr komplexe und relativ kontrovers diskutierte Rekonstruktion der Gesichtsteile beispielsweise halbverwesener Leichen in der Kriminalistik ein wichtiger Aspekt, der mit Hilfe neuer CT-Algorithmen und dem Matching mit voxelbasierter anatomischer Software ggf. verbessert werden könnte.

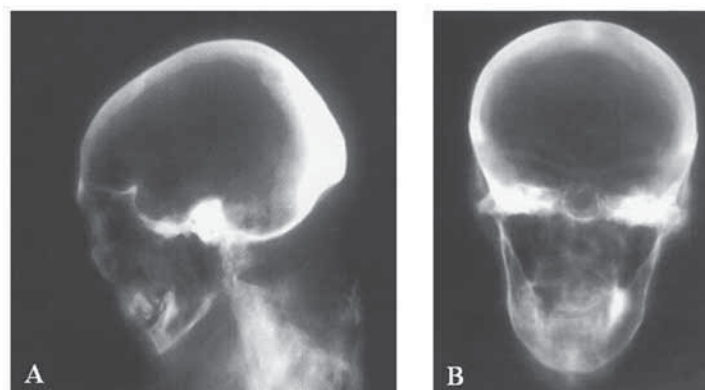


Abb. 2: Röntgenübersichtsaufnahme (A) und anteriore-posteriore (von vorne nach hinten)-Schichtung (B) des Schädels einer Mumie aus Oberägypten, etwa 2500 v. Chr. Mit freundlicher Genehmigung des Ärzteblatts Baden-Württemberg.

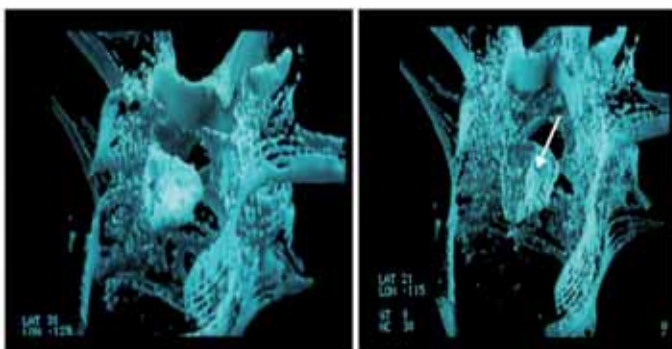


Abb. 3: 3D-CT-Rekonstruktion des Lendenwirbelsäulen-Fragments aus zwei verschiedenen Projektionen, Fund vom Federsee, ca. 5000 v. Chr. Mit freundlicher Genehmigung des Ärzteblatts Baden-Württemberg.

Verdacht auf Hirntumor bei einer Mumie von 2500 v. Chr.

Dass ein einfaches Knochenröntgen mehr zutage fördern kann, als man anfangs vermutet, zeigt eindrucks- voll der folgende Fall (Abb. 2): In der Abbildung erkennt man die Röntgen- übersichtsaufnahme (A) und anteriore- posteriore-Schichtung (Schichtung von vorne nach hinten) (B) des Schädels einer Mumie aus Oberägypten, ca. 2500 v. Chr. (Röntgen: Institut für Röntgen- diagnostik und Nuklearmedizin, Klini- kum Konstanz). Die in den Aufnahmen sichtbaren Knochenveränderungen sprechen indirekt für einen relativ langsam gewachsenen Gehirntumor an der Schädelbasis eines vermutlich älteren Menschen und belegen einmal mehr, dass Hirntumoren nicht nur ein Problem der Neuzeit sind [9].

„Mord am Federsee“ – 5000 v. Chr.

Der letzte Fund, der auf etwa 5000 v. Chr. datiert werden konnte, ist ein kriminalistisch sehr interessanter Fall (Abb. 3); er weist gewisse Parallelen zur Eismumie (auch bekannt als „Ötzi“ oder Mann vom Hauslabjoch) aus den Ötztaler Alpen auf [10]: Die Abbildung zeigt eine 3D-CT-Rekonstruktion eines Lendenwirbelsäulen (LWS)-Fragments, das am Federsee nahe Bad Buchau, dem größten Moorgebiet in Südwest- deutschland, gefunden wurde (CT: Institut für Röntgendiagnostik und Nu- klearmedizin, Klinikum Konstanz; Ar- chäologisches Landesmuseum, Außen- stelle Konstanz). Der weiße Pfeil weist auf ein dreieckiges Objekt hin, das in der LWS steckt: eine Pfeilspitze aus har- tem Stein, angeraut und fachmännisch geschärft. Der Fund war nicht beschä- digt, so dass sich die Diagnose „Mord durch eine Pfeilspitze“ vermuten lässt, gleichwohl wir natürlich nicht aus der Position der Pfeilspitze auf das Motiv des Schützen schließen können [11].

Fazit

Die Geschichte der Medizin erzählt uns durchaus auch immer Geschichten [12, 13]. Gerade die moderne Medizin- technik kann diese Geschichte(n) mit- unter ans Tageslicht befördern und so unseren Wissenshorizont bereichern. Radiologische bildgebende und evtl. auch biomedizinische optische Ver- fahren sind dabei geeignete Hilfsmittel und eröffnen nicht nur in der Kunstwis- senschaft und medizinischen Krimina- listik, sondern auch in der Archäologie neue und interessante Anwendungs- gebiete. Die hier gezeigten Beispiele sind prototypisch. Sie lassen allerdings die Vielfalt der radiologischen Möglichkei- ten gut erkennen.

Danksagung

Ich danke meinem Lehrer in radio- logiis, Herrn Prof. Dr. med. Dr. theol. Andreas Beck, von 1990-2014 Chef- arzt des Instituts für Röntgendiagno- stik und Nuklearmedizin am Klinikum Konstanz, für die langjährige fachliche und persönliche Unterstützung.

Referenzen/References

- [1] Thompson RC, Allam AH, Lombardi GP, et al. Atherosclerosis across 4000 years of human history: the horus study of four ancient popu- lations. *Lancet* 2013; 381: 1211-1222.
- [2] Appleby J, Mitchell PD, Robinson C, et al. The scoliosis of Richard III, last Plantagenet King of England: diagnosis and clinical significance. *Lancet* 2014; 383: 1944.
- [3] Appleby J, Rutty GN, Hainsworth SV, et al. *Lancet* 2014 Sep 16. pii: S0140-6736(14)60804-7. doi: 10.1016/S0140-6736(14)60804-7 [Epub ahead of print].

- [4] Dizdari X, Kleister G, Zimmer J, Otte A. Anwendung der Sonogra- phie bei Splitterverletzungen: eine Modellsimulation. [Use of sono- graphy in splinter injuries: a model simulation]. *Arch Krim* 2014; 234 (3+4): 103-113.
- [5] Calin MA, Parasca SV, Savastu R et al. Optical techniques for the no- ninvasive diagnosis of skin cancer. *J Cancer Res Clin Oncol* 2013; 139: 1083-1104.
- [6] Otte A. Nicolò Paganini: Teufelsgei- ger durch abnorme Hände? – Neue Untersuchungen eines Bronzegips- abgusses der rechten Hand. [Ni- colò Paganini: Devil's violinist be- cause of abnormal hands? – New investigations using a bronze cast from the right hand]. *Arch Krim* 2014; 233 (5+6): 181-191.
- [7] Prod'homme JG; translated from the original French edition by Mat- tullath A. Nicolò Paganini, a bio- graphy. Fischer, New York, 1911.
- [8] Otte A, Thieme T, Beck A. Comput- ed tomography alone reveals the secrets of ancient mummies in me- dical archaeology. *Hell J Nucl Med* 2013; 16: 148-149.
- [9] Otte A, Beck A. Hirntumor bei einer 4500 Jahre alten Mumie. *Ärzteblatt Baden-Württemberg* 2015; 70: 18
- [10] Murphy WA Jr, zur Nedden D, Gostner P et al. The iceman: disco- very and imaging. *Radiology* 2003; 226 (3): 614-629.
- [11] Beck A, Otte A. Mord am Feder- see – Pfeilspitze als Todesursache vor 7000 Jahren. *Ärzteblatt Baden- Württemberg* 2014; 69: 62.
- [12] Erens O, Otte A (Hrsg.). Ge- schichte(n) der Medizin. Gentner Verlag, Stuttgart, 2014.
- [13] Otte A, Wink K. Kerner's Krankhei- ten großer Musiker. Schattauer Ver- lag, Stuttgart, 2008.

Zum Autor / Kontakt

Prof. Dr. med. Andreas Otte, Facharzt für Nuklearmedizin, Bachelor- und Masterstudiengang Medizintechnik, Fakultät Elektrotechnik und Informati- onstechnik; Mitglied des IAF, Mitglied des Eco-PhARO Photonics Instituts (Ecological - Photonics Advanced Re- search at Oberrhein); Forschungsge- biete: Biomedizinische bildgebende Verfahren; Neurowissenschaften (Neu- roScience); E-Mail: andreas.otte@hs- offenburg.de

Hier spielt die MUSIC: Kognitives System zur Reduzierung der Ausschussrate im Druckguss

Lothar Kallien und Martina Winkler, Hochschule Aalen

Das europäische Forschungsvorhaben MUSIC (MULTi-layers control and cognitive System to drive metal and plastic production line for Injected Components) hat die Entwicklung eines intelligenten kognitiven Systems zur Reduzierung der Ausschussrate im Druckgießverfahren zum Ziel. Als einer von 16 Projektpartnern arbeitet das Gießereilabor der Hochschule Aalen unter der Leitung von Prof. Kallien an der Erfassung und Auswertung von Prozessdaten, die zur Optimierung der Gussteilqualität beitragen sollen.

Motivation

Zunehmend werden Druckgussbauteile in der Karosserie eingesetzt um das Fahrzeuggewicht zu reduzieren. Bei AUDI konnte ein Federbeinaufnahmedom, welcher zuvor aus 10 Stahlblechteilen bestand, durch ein Aluminium Druckgussteil ersetzt werden. Dadurch konnte eine Gewichtsersparnis von 10,9 kg erreicht werden, Abbildung 1.

Das Druckgießverfahren ist ein hochproduktives Verfahren in dem komplexe Gussteile in kurzen Zykluszeiten endkonturnah hergestellt werden können. Druckgussbauteile weisen eine gute Oberflächenbeschaffenheit, eine hohe Maßhaltigkeit und eine hohe Festigkeit bei geringem Gewicht auf. Beim Druckgießverfahren wird flüssiges Metall wie zum Beispiel Aluminium, Magnesium oder Zink in eine Gießkammer gefüllt und anschließend mit einer hohen Geschwindigkeit und unter hohem Druck mit einem Gießkolben in einen Formhohlraum gepresst.

Im Druckgießverfahren gibt es eine Vielzahl von Faktoren, welche die Gussteilqualität beeinflussen. Diese Parameter können in mess- und einstellbare Parameter und sich verändernde Parameter unterteilt werden.

Zu den mess- und einstellbaren Parametern gehören die Gießkolben-

geschwindigkeit in der ersten und zweiten Phase, der Umschaltpunkt zwischen den Phasen, die Höhe des Nachdrucks, die Trennmittelmenge, die Temperatur des Wärmeträgeröls zur Werkzeugtemperierung, die Vakuumdrücke, die Abkühlzeiten im Werkzeug, die Ofentemperatur, die Dosiergenauigkeit um nur die wichtigsten zu nennen. Die Legierungszusammensetzung schwankt dazu noch innerhalb der Toleranz von Charge zu Charge und damit die Liquidus- und die Solidustemperaturen der Schmelze. Durch das Zusammenspiel dieser Parameter kann es im Druckgießverfahren leicht zu Ausschussraten von 15 - 25% kommen.

Forschungsziel

Das Ziel des Forschungsprojektes MUSIC ist die Reduktion dieser hohen Ausschussraten durch die Entwicklung eines kognitiven Systems, das die Gussteilqualität prognostizieren kann. Dabei wird der Druckgießprozess mit neuen, innovativen Sensoren überwacht, Abbildung 2. Die Sensorsignale und die eingestellten Prozessparameter werden im Rahmen des Projekts mit der entstehenden Gussteilqualität korreliert. Das kognitive System, das bei einem Partner in Italien entwickelt wird, wird mit den Ergebnissen der Korrelation „geteacht“, wodurch eine Prognose über die zu erwartende Qua-



Prof. Dr. L. Kallien



M. Eng. M. Winkler

lität möglich werden soll, noch bevor das Gussteil aus der Form genommen wird.

Versuchsgussteil

Im Gießereilabor der Hochschule Aalen wurde hierzu ein Gussteil entwickelt, Abbildung 3, mit dem die



Abb. 1: Gewichtsreduktion durch den Einsatz von Aluminiumdruckguss AUDI AG

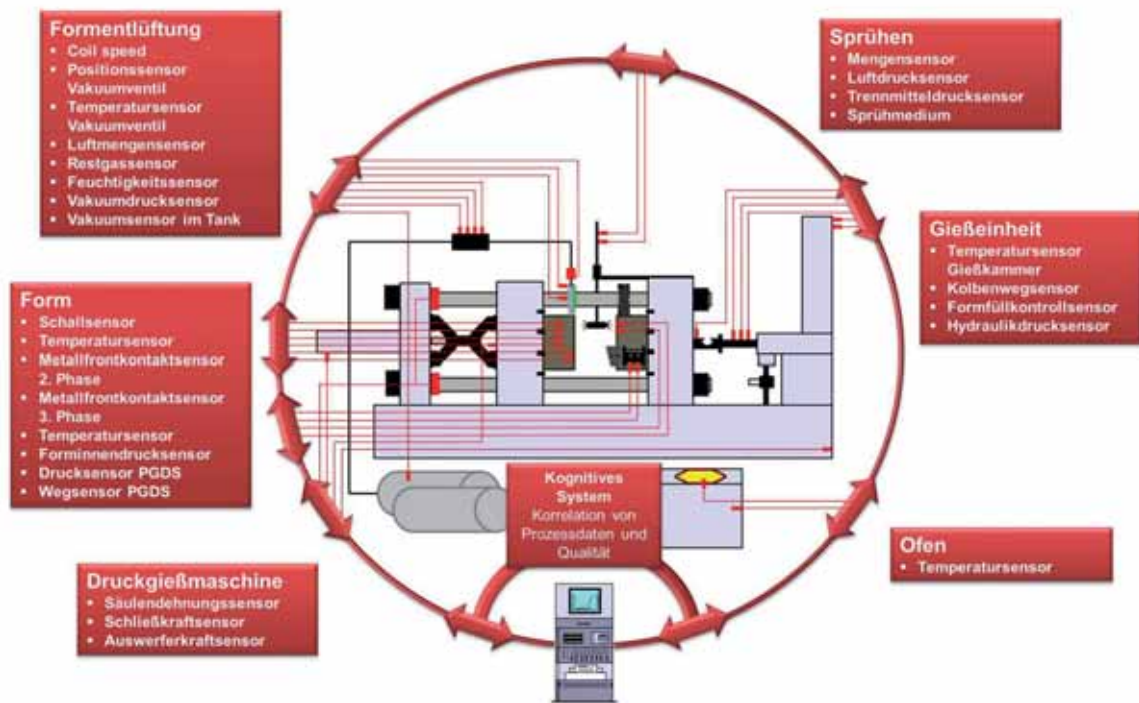


Abb. 2: Kognitives System und Sensornetzwerk

unterschiedlichsten Gussfehler wie Schwindungslunker, Gasporositäten und Kaltlauf hergestellt und untersucht werden können.

Mit der Simulationssoftware MAG-MA5® wurden im Vorfeld der Teilekonstruktion sowohl die Formfüllung als auch die Erstarrung simuliert, um das Auftreten der Gussfehler zu maximieren. Abbildung 4 zeigt beispielhaft den Vergleich von realem Gussteil mit der simulierten Temperaturverteilung am Ende der Formfüllung. Die kalten Schmelzebereiche in der Simulation werden am realen Bauteil als Kaltlauf sichtbar.

Prozessüberwachung durch Sensornetzwerk

Um das kognitive System „teachen“ zu können, müssen ausreichend Korrelationsdaten erzeugt werden. Diese werden mithilfe eines Versuchsplans unter Variation der Prozessparameter in Aalen erstellt. Zu den variierten Prozessparametern gehören zum Beispiel die Kolbengeschwindigkeit in der ersten und zweiten Phase, der Nachdruck in der dritten Phase, der Umschaltzeitpunkt, die Formtemperatur, die Schmelzetemperatur und die Sprühzeit.

Bei der Datenerfassung werden ungleich einer Serienproduktion eine Vielzahl von Sensorsignalen erfasst. Die Positionen der Sensoren, welche in die Form eingebaut sind und direkt an der Kontaktfläche zur Schmelze messen, sind in 5 dargestellt. Metallfrontkontaktsensoren messen den Zeitpunkt zu dem die Schmelze die Position des Sensors erreicht hat. Mit Metallfronttemperatursensoren wird die Temperatur der Schmelze in der Form für die jeweilige Position über der Zeit aufgetragen. Forminnendrucksensoren dienen zur Messung des Drucks innerhalb der Kavität an der jeweiligen Position. In

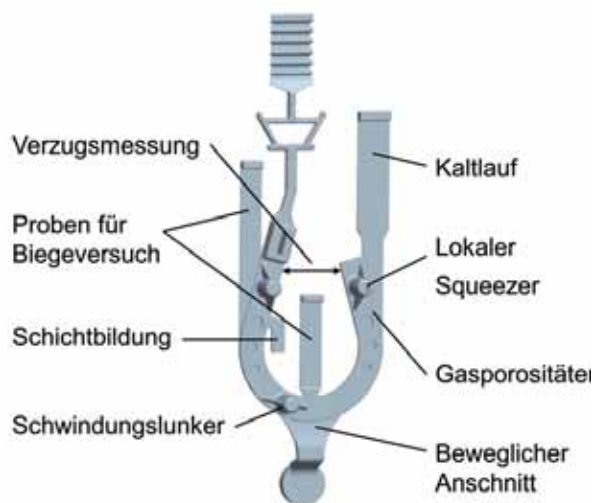


Abb. 3: Versuchsgussteil zur Untersuchung von Gussfehlern

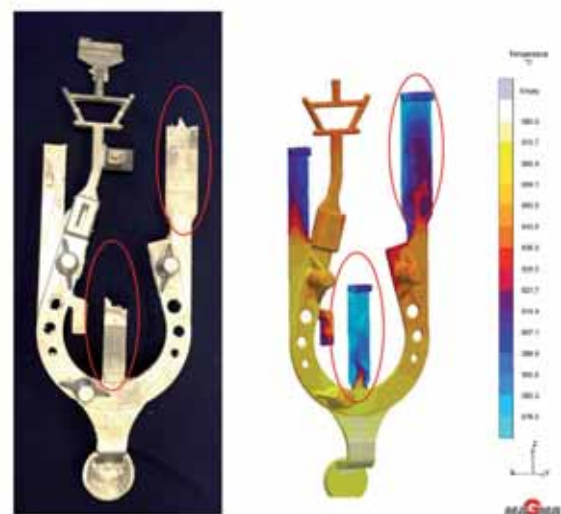


Abb. 4: Vergleich von Simulation und Realität hinsichtlich Kaltlauf

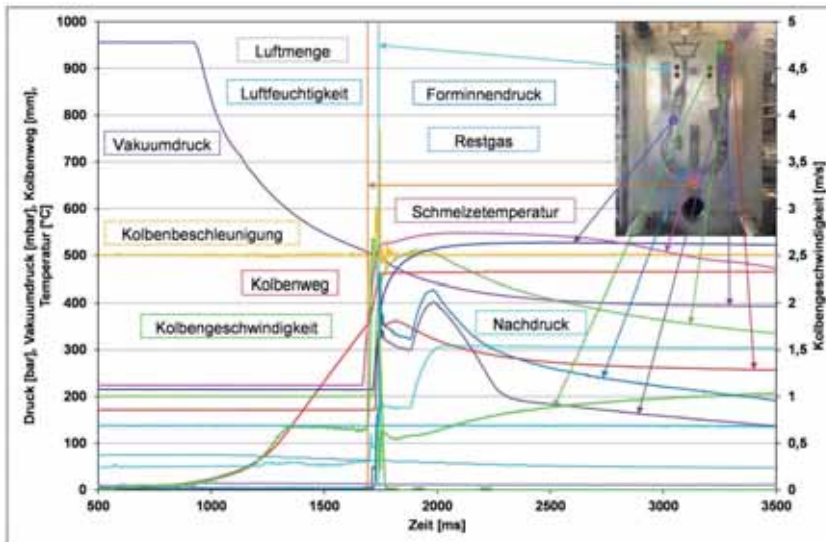


Abb. 5: Schusskurve mit Sensorsignalen

die bewegliche Formhälfte wurde ein Schallsensor eingepasst, welcher die Geräusche der Schmelze während der Formfüllung aufzeichnet. Im Vakuumkanal werden die Luftfeuchtigkeit, die Luftmenge, die Gaszusammensetzung und der Druck des vom Vakuum abgesaugten Gases gemessen.

Die Messwerte der Sensoren werden mit einer Auflösung von 1 kHz aufgezeichnet und über der Zeit aufgetragen. In Abbildung 5 ist die Schusskurve zu sehen, die außer den konventionellen Parametern Kolbenweg, Kolbengeschwindigkeit und Maschinendruck auch die Sensorsignale zeigen. Aus der Komplexität dieser qualitätsbestimmenden Schusskurve ist ersichtlich, dass die Qualität des Teils zukünftig nur noch durch intelligente und schnelle Rechnerprogramme analysiert werden kann. Um später einen Zusammenhang zwischen den Prozessparametern, den Sensorsignalen und der Qualitätsanalyse zu erkennen, hat die Rückverfolgbarkeit der Gussteile und der einzelnen Proben

hohe Bedeutung. Um diese Zuordnung zu realisieren wird innerhalb des Projekts das Eingießen von RFID Transpondern in die Gussteile untersucht.

Qualitätsuntersuchung

Um alle Gussteile nach den gleichen Kriterien zu bewerten, wurde eine Analyserichtlinie festgelegt. Das Gussteil wird zuerst als Ganzes anhand einer visuellen Kontrolle beurteilt. Bereiche die mit einer Note von vier bewertet wurden, waren nicht ganz ausgelaufen oder wiesen starken Kaltlauf auf. Mit einer eins wurden Bereiche bewertet, die keinerlei äußerlich erkennbare Fehler aufwiesen.

Anschließend wird die Dichte des gesamten Gussteils bestimmt, um den Porositätsanteil zu quantifizieren. Darüber hinaus wird der Verzug des Teils gemessen. Nachdem alle Untersuchungen an dem Gussteil abgeschlossen sind wird es in 13 Teile zerlegt.

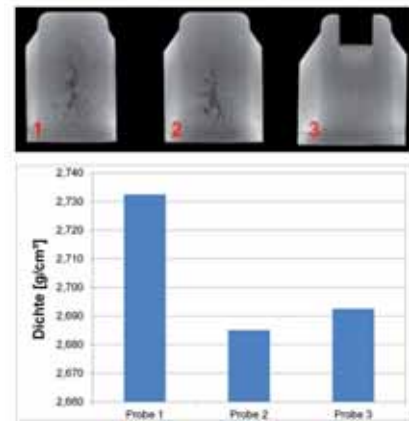


Abb. 6: Vergleich der Dichte von Lunkerproben

Proben 1 bis 3 sind Masseanhäufungen in denen gezielt Lunker entstehen sollen. Die Lunker können mittels Röntgen oder CT-Analyse sichtbar gemacht werden, Abbildung 6. Mit der 3D-Computertomografie kann eine quantitative Bestimmung der Porosität der einzelnen Proben durchgeführt werden, um beispielsweise Unterschiede zwischen der anschnittnahen Probe 3, der anschnittfernen Probe 2 und der durch lokales Squeezes nachverdichteten Probe 1 erkennen zu können.

Mit weiteren Proben werden die mechanischen Eigenschaften im Zugversuch und in Biegeproben ermittelt.

Ergebnisse

Beispielhaft für die bisher erzielten Ergebnisse wird ein Zusammenhang zwischen der Kaltlaufprobe, der Geschwindigkeit in der zweiten Phase und dem Temperatursensor 1, der im oberen Bereich der Kaltlaufprobe angebracht ist

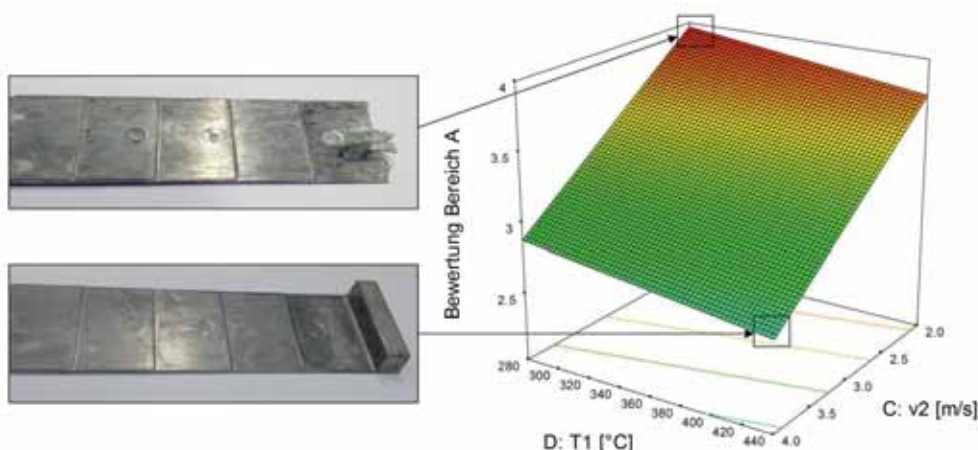


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Qualität im Bereich A, C: Kolbengeschwindigkeit v_2 und D: Temperatursensorsignal T_1

dargestellt. Die unvollständige Probe, die links oben in Abbildung 7 dargestellt ist, wurde mit einer 4, die untere Probe mit einer 2 bewertet.

Es ist deutlich erkennbar, dass die Kolbengeschwindigkeit in der zweiten Phase einen großen Einfluss auf die Qualität der Kaltlaufprobe hat. Je höher die Kolbengeschwindigkeit, desto höher die Qualität des Teils. Durch die Aufnahme des Temperatursensorsignals lässt sich schon vor dem Öffnen der Form eine Aussage über die Vollständigkeit des Gussteils treffen. Je höher die Temperatur im Bereich 4 desto besser ist die Qualität des Gussteils.

Dieser Zusammenhang wurde durch die Auswertung des Versuchsplans mit der Statistiksoftware Design-Expert® ermittelt. Die Daten wurden dann mit den Programmen SPSS, RapidMiner und R-Project analysiert.

Durch die Ermittlung dieser Korrelationen und das „teachen“ des zu ent-

wickelnden kognitiven Systems kann später eine Qualitätsprognose erstellt werden, die den Prüfaufwand verringern, eine gezielte Einstellung und Optimierung der Prozessparameter ermöglichen und letztendlich die Ausschussrate verringern wird.

Ausblick

Zur späteren Visualisierung der Korrelationen zwischen Prozessparametern, Sensorsignalen und Qualität des Teils wurde ein Graphical User Interface programmiert. Damit wird es möglich sein eine Statistik zu Fehlerquoten anzuzeigen. Für jedes Gussteil können Qualitäts- und Sensordaten angezeigt und verglichen werden, wodurch Trendverläufe sichtbar werden. Die Fehleranalyse wird für das ausgewählte Gussteil im CAD Modell angezeigt. Das Forschungsvorhaben läuft bis Ende 2016. Weitere Informationen zum Konsortium etc. liefert die Homepage des Projekts music.eucoord.com.

Förderung

Europäische Union: Seventh Framework Programme
Thema [FoF-ICT-2011.7.1]: Smart Factories: Energy-aware, agile manufacturing and customization; Projekttitel: MUSIC „Multi-layers control & cognitive System to drive metal and plastic production line for Injected Components“; Grant agreement no: 314145

Kontakt

M. Eng. Martina Winkler, Hochschule Aalen, Gießereilabor, Beethovenstraße 1, 73430 Aalen, Tel.: 07361/576-2213, E-Mail: martina.winkler@htw-aalen.de

Energiewende. Innovativ. Machen >

Die EnBW steht für Energie, Innovation und Kompetenz. Für unsere Kunden gestalten unsere Mitarbeiter schon heute die Energiewelt von morgen. Als eines der bedeutendsten Energieunternehmen in Deutschland werden wir viel bewegen.

Wir treiben die Energiewende aktiv voran, bauen erneuerbare Energien aus, machen unsere Städte nachhaltiger und unsere Netze intelligenter. In dieser sich stark veränderten Energiewelt stellen wir auch weiterhin eine zuverlässige Versorgung sicher.

Dazu brauchen wir Talente, die ihr Fachwissen und neue Impulse einbringen. Ob Praktikum, Abschlussarbeit oder Werkstudententätigkeit: Wir bieten Ihnen vielfältige Perspektiven und Freiraum für eigene Ideen.

Machen Sie mit und entdecken Sie die Vielfalt der EnBW unter www.enbw.com/karriere



Die Vielfalt der Musterbildung in Metallen - Großskalige Phasenfeldsimulationen zur gerichteten Erstarrung ternärer eutektischer Systeme

Johannes Hötzer ^(1,2), Marcus Jainta ^(1,2), Philipp Steinmetz ⁽¹⁾, Anne Dennstedt ⁽³⁾ und Britta Nestler ^(1,2)

⁽¹⁾ Institut für Angewandte Materialien, Computational Materials Science (IAM-CMS), Karlsruhe Institut für Technologie (KIT), Haid-und-Neu-Str. 7, 76131 Karlsruhe, ⁽²⁾ Institute of Materials and Processes, Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft, Moltkestrasse 30, 76133 Karlsruhe, ⁽³⁾ Institut für Materialphysik im Weltraum, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Linder Höhe, 51170 Köln

Die Ausbildung verschiedener Strukturen während der gerichteten Erstarrung metallischer Legierungen hat einen wesentlichen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des entstehenden Materials. In Systemen mit drei oder mehr Atomsorten bilden sich abhängig von den Prozessparametern und den physikalischen Eigenschaften verschiedene mikroskopische Strukturen. Simulationen des Erstarrungsprozesses liefern neue Erkenntnisse über die entstehenden Muster und ermöglichen den Einfluss der Parameter auf die verschiedenen Anordnungen zu analysieren. Mit der von uns verwendeten Phasenfeldmethode kann dieser Erstarrungsprozess simuliert werden, indem ein Satz gekoppelter partieller Differentialgleichungen effizient gelöst wird. Um realistische Gebiete und belastbare physikalische Gesetze herzuleiten, sind massiv-parallele Simulationen mit mehr als 84.000 CPUs notwendig. Hierzu sind die derzeit größten Hochleistungsrechner (HPC-Systeme) notwendig. Abhängig von den Parametern können Mikrostrukturen, die mit experimentellen Aufnahmen übereinstimmen, beobachtet werden. Durch solche Simulationen können die Kosten und Zeiten zur Entwicklung neuer Materialien verringert werden. Zudem erlauben sie neue Einblicke in bisher experimentell nicht beobachtbare Prozesse.

Erstarrung metallischer Mehrkomponenten-Systeme

Das Gießen metallischer Werkstoffe ist eines der grundlegenden Formgebungsverfahren in der industriellen Praxis. Der technische Prozess hierbei ist die Erstarrung eines metallischen Mehrkomponenten-Systems, welches aus mehreren Atomsorten (Komponenten) besteht. Dieser Prozess ist definiert als der Übergang von einer Schmelze in eine oder mehrere feste Phasen. Als Phasen bezeichnet man dabei Bereiche die durch unterschiedliche physikalische Eigenschaften charakterisiert sind. Um diesen Vorgang unter definierten Bedingungen zu untersuchen, wird die sogenannte gerichtete Erstarrung verwendet. Hierbei wird mit einem vorgegebenen Temperaturgradienten die Wachstumsrichtung und -Geschwindigkeit kontrolliert. Beim Erstarrungsprozess ordnen sich die Phasen zu unterschiedlichen, meist regelmäßigen Mustern. Diese Anordnungen werden als Mikrogefüge bezeichnet. Die auftretenden Strukturen werden direkt durch die Prozessbedingungen, wie z.B. die Geschwindigkeit des Temperaturgradienten und dessen Höhe beeinflusst. Weiterhin spielen die physikalischen Eigenschaften der Komponenten und deren Zusammensetzung eine wichtige Rolle. Die hieraus resultierenden Mikrogefüge haben einen starken Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften des entstehenden Werkstoffs.

Die Entwicklung und Charakterisierung neuer Werkstoffe ist von wirtschaftlichem Interesse, um neue An-

wendungsfelder zu erschließen. Der Einfluss der prozessbedingten und physikalischen Parameter ist durch den großen Parameterraum in Mehrkomponentensystemen experimentell nur schwierig und mit großem Zeit- und Materialaufwand zu erfassen. Insbesondere die Erstarrung ternärer eutektischer Systeme hat eine hohe technische und wissenschaftliche Relevanz.

Eine ternäre eutektische Erstarrung ist dadurch definiert, dass sich eine dreikomponentige Schmelze (drei Atomsorten) bei einer bestimmten Temperatur (eutektische Temperatur) und Zusammensetzung (eutektischer Punkt) in drei feste Phasen umwandelt. In technischen Anwendungen wird ausgenutzt, dass ternäre eutektische Strukturen im Speziellen bessere Eigenschaften aufweisen, als die reinen Komponenten. Die in den Mikrostruktursimulationen untersuchten ternären Systeme sind Silber-Aluminium-Kupfer (Ag-Al-Cu), Nickel-Aluminium-Chrom (Ni-Al-Cr) und Nickel-Aluminium-Molybdän (Ni-Al-Mo). Die Ni-Al-Legierungen werden beispielsweise als sogenannte Superlegierungen für Hochtemperaturanwendungen in der Luft- und Raumfahrt, z.B. für Turbinenschaufeln verwendet.

Neben klassischen Erstarrungsexperimenten [2,4,10,11] hat sich in den letzten Jahren die Untersuchung mit Simulationen als ein weiteres wichtiges Hilfsmittel in der Materialforschung etabliert. Durch Simulationen ergibt sich die Möglichkeit, gezielt die physikalischen und prozessbedingten

The formation of different patterns during directional solidification of ternary eutectics has a significant influence on the later mechanical properties of the materials. Many different patterns form, depending on both, physical as well as process parameters, in systems with three or more components. Simulations of the microstructure formation processes provide unique insights into the solidification process and enable to analyse the influence of the parameters on the different pattern formations. The phase-field method allows to describe and study multi-component eutectic solidification processes by efficiently solving a set of coupled PDEs. In order to simulate realistic systems, and to derive valuable physical quantities from the microstructure, the computation of large and representative volume elements in 3D is needed. We employ massively parallel peta-scale simulations on the largest HPC systems, to resolve large sections of the microstructure. Depending on the parameters, different patterns can be observed, matching the experiments.

Parameter zu variieren, um damit deren Einfluss auf die entstehende Mikrostruktur „in situ“, d.h. während der Phasenumwandlung von flüssig nach fest, zu untersuchen. Insbesondere im Bereich von Multiphysikanwendungen hat sich die Phasenfeldmethode etabliert [1,7].

Die im folgenden gezeigten Simulationsergebnisse zur gerichteten ternären eutektischen Erstarrung sind mit den Software-Paketen PACE3D [9] und waLBerla [3,5] durchgeführt worden. Zur Untersuchung ausreichenden großer Gebiete wurden massiv-

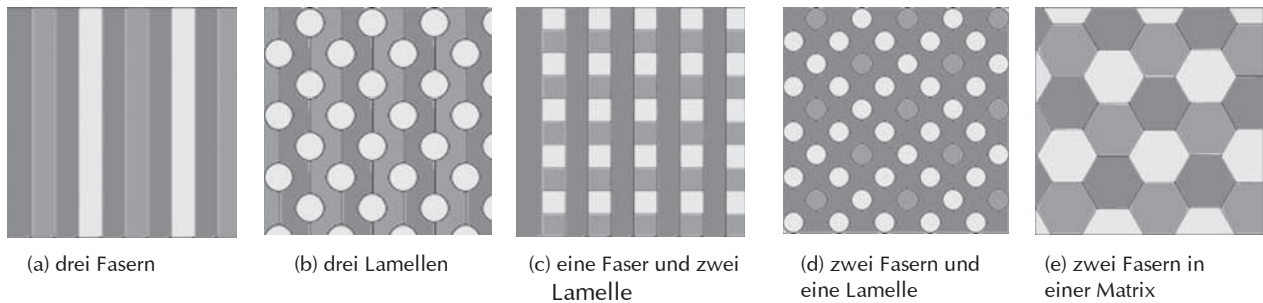


Abb. 1: Idealisierte Gefüge in einem ternären eutektischen System, die sich in Schlifffbildern parallel zur Wachstumsfront während der Erstarrung ternärer eutektischer Systeme bilden, entsprechend theoretischer Vorhersagen nach [8, 6].

parallele, großskalige Simulationen am Höchstleistungs-Rechenzentrum Stuttgart (HLRS) sowie dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) mit mehr als 84.000 CPUs durchgeführt.

Charakteristische Mikrostrukturen in ternären Eutektika

Aus geometrischen Betrachtungen haben Ruggiero et al. [8] und Lewis et al. [6] fünf idealisierte Anordnungen der Phasen bei der gerichteten Erstarrung ternärer eutektischer Systeme hergeleitet. In Abbildung 1 sind diese Muster zu sehen. Auch in experimentellen Bildern der Mikrostruktur (Schlifffbilder) parallel zur Erstarrungsfront können diese typischen Phasenanordnungen gefunden werden. In Simulationen konnten durch kontrollierte Einstellung der Zusammensetzung der Schmelze und der Erstarrungsbedingung vier der theoretisch vorhergesagten Muster in ternären eutektischen Modellsystemen reproduziert werden (Abb. 2). Hierzu wurden Simulationen mit Rechengebieten von $200 \times 200 \times 5000$ Rechenpunkten verwendet. Aus den Ergebnissen der Simulationen lassen sich Rückschlüsse auf die Bildung der Mikrostruktur und die lokal vorliegenden Gießbedingungen ziehen.

Basierend auf einem idealen System, welches gleiche Oberflächenenergien, ein symmetrisches Phasendiagramm und gleichen Volumenanteilen der

Festphasen sowie Komponenten in der Schmelze, ergibt sich eine regelmäßige hexagonale Struktur bestehend aus drei verschiedenen Festphasen (Abb. 2 (a)). Durch Ändern der Anteile der Atomsorten, ordnet sich die Struktur in drei Lamellen (Abb. 2 (b)) an. Bei zusätzlicher asymmetrischer Änderung der Oberflächenenergien an den Phasengrenzen und der Atomsorten, bilden sich je nach Variation die Strukturen bestehend aus einer Faser und zwei Lamellen (Abb. 2 (c)) sowie zwei Fasern und einer Lamelle (Abb. 2 (d)).

Großskalige Phasenfeld-Simulationen

Zur Simulation ausreichend großer Gebiete sind großskalige Simulation mit mehreren Milliarden Rechenpunkten ($800 \times 800 \times 4000$ Zellen) notwendig. Dies entspricht ca. 230 Gigabyte an benötigtem Arbeitsspeicher und mehreren Terabyte Festplattenspeicher. Für solche Gebiete ist es unabdingbar, effiziente Parallelisierungstechniken wie Gebietszerlegung und Vektorisierung anzuwenden, die notwendig sind, um die derzeit größten Hochleistungsrechner mit neuesten CPUs nutzen zu können.

In Abbildung 3 ist das Simulationsergebnis für einen Modelldatensatz des Ag-Al-Cu Systems zu sehen. In den Simulationen kann die Entwicklung der Mikrostruktur in 3D während der Erstarrung beobachtet werden. Die

Querschnitte a)-d) parallel zur Erstarrungsfront in Abbildung 4 zeigen die Veränderungen der Strukturen über die Zeit. In diesen Schnitten bilden sich Kettenstrukturen zweier Phasen eingebettet in die dritte Phase. Solche Strukturen und ihre Evolution, werden auch in Experimenten gefunden.

Das Rasterelektronenmikroskop-Bild in Abbildung 4 zeigt die Mikrostruktur in einer Ag-Al-Cu-Legierung, die während einer langsamen Erstarrung im Experiment entstanden ist. Um diese Strukturen experimentell in drei Dimensionen zu beobachten, ist ein sehr hoher technischer Aufwand erforderlich. Tomographie mit hochenergetischer Synchrotronstrahlung aus Teilchenbeschleunigern wird genutzt, um durch eine definierte Strahlungsenergie einen ausreichenden Kontrast zwischen den Phasen in den Bildern zu erreichen.

Im Gegensatz zu den Experimenten, eröffnen Simulationen die Möglichkeit der einfachen Separierung der Phasen und der direkten Beobachtung der Musterbildung während der Erstarrung aus der Schmelze. In Abbildung 3 sind einzelne Fasern innerhalb der Kettenstrukturen der beiden Phasen Al_2Cu (in blau) und Ag_2Al (in grün) rechts und links vorne freigestellt. Durch gezielte Bildanalyse und Datenaufbereitung können die Vereinigung sowie das Verzweigen der Fasern und Lamellen untersucht werden.

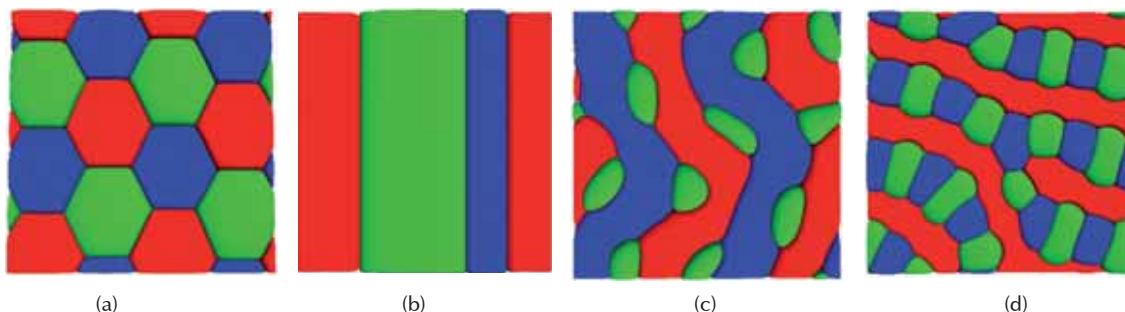


Abb. 2: Schnitt durch 3D Simulationen parallel zur Erstarrungsfront. In diesen Simulation konnten vier der fünf theoretischen Muster wiedergefunden werden.

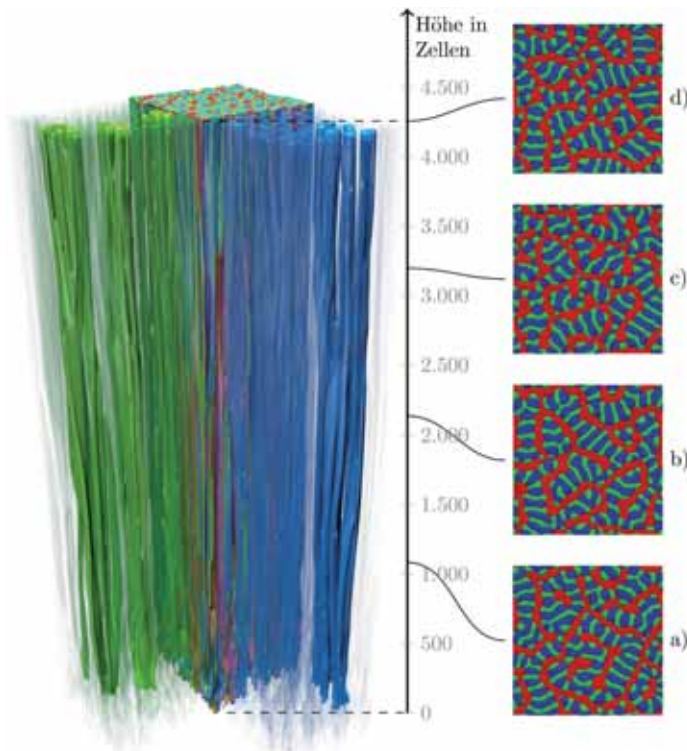


Abb. 3: 3D Simulationen des ternären Systems Al-Ag-Cu. Die einzelnen Lamellen/-Fasern der beiden Phasen Al_2Cu (blau/grau) und Ag_3Al (grün/weiß) sind durch speziell eingesetzte Visualisierungstechniken rechts und links vorne freigelegt. Zudem sind in a)-d) über die Zeit/Wachstumshöhe 2D Schnitte durch das Material zu sehen.

Durch die Beobachtung der Mikrostrukturentwicklung, durch Auswertung der Gesamtstruktur und der einzelnen Phasen können Rückschlüsse auf die Materialeigenschaften und die physikalischen Abläufe getroffen werden. Neben dem visuellen Vergleich von Simulationen und Experimenten, werden quantitative Auswertungsmethoden wie Nächste-Nachbarn-Statistiken, Hauptkomponentenanalyse und graphenbasierte Ansätze verwendet.

Mit Hilfe des erwähnten Phasenfeldmodells und dessen paralleler Implementierung lassen sich erste realistische ternäre Mikrostrukturen in ausrei-

chend großen Gebieten erfolgreich simulieren. Durch die gezielte Variation der Parameter, wie die Oberflächenenergien, die Geschwindigkeit des Temperaturgradienten und die Atomanteile kann der Einfluss auf die entstehende Mikrostruktur und die Vielfalt der Musterbildung in Metallen gezielt untersucht werden.

Damit lassen sich in Zukunft die Anzahl der notwendigen Experimente und damit Zeit- und Materialaufwand zur Charakterisierung eines Werkstoffes verringern. Außerdem sollen durch den Einsatz von sogenannten Process Chain Linkage Methoden die Kosten

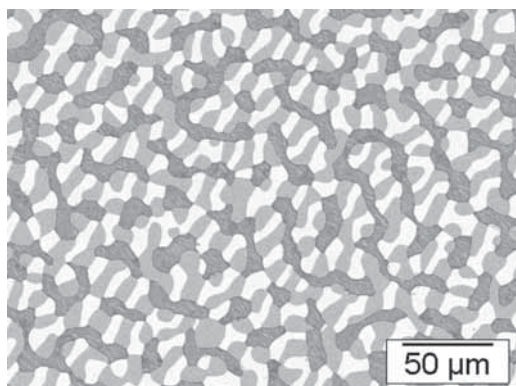


Abb. 4: Experimentelles Schlifffbild des Systems Ag-Al-Cu parallel zur Erstarrungsfront.

und Zeiten zur Entwicklung neuer Werkstoffe deutlich reduziert werden. Dabei wird basierend auf Experimenten und Simulationen das Verhalten und die Mikrostruktur für verschiedene Prozessparameter vorhergesagt.

Durch die Kombination von mathematischen Modellen, materialwissenschaftlichen Grundlagen und informatischem Know-How lässt sich das Verständnis für eine gezielte Materialentwicklung erreichen und neue technische und wissenschaftliche Erkenntnisse erzielen.

Literaturverzeichnis

- [1] Abhik Narayan Choudhury. Quantitative phase-field model for phase transformations in multi-component alloys (Schriftenreihe des Instituts für Angewandte Materialien, Karlsruher Institut für Technologie). KIT Scientific Publishing, 6 2013.
- [2] Anne Dennstedt and Lorenz Ratke. Microstructures of Directionally Solidified Al-Ag-Cu Ternary Eutectics. Transactions of the Indian Institute of Metals, 65(6):777–782, 2012.
- [3] C. Feichtinger, S. Donath, H. Köstler, J. Götz, and U. Rüde. WaLBerla: HPC software design for computational engineering simulations. Journal of Computational Science, 2(2):105 – 112, 2011.
- [4] Amber Genau and Lorenz Ratke. Morphological characterization of the Al-Ag-Cu ternary eutectic. International Journal of Materials Research, 103(4):469–475, April 2012.
- [5] K. Iglberger. Software Design of a Massively Parallel Rigid Body Framework. PhD thesis, Sep 2010.
- [6] Daniel Lewis, Sarah Allen, Michael Notis, and Adam Scotch. Determination of the eutectic structure in the Ag-Cu-Sn system. Journal of Electronic Materials, 31(2):161–167, 2002.
- [7] Britta Nestler, H. Garcke, and Björn Stinner. Multicomponent alloy solidification: Phase-field modeling and simulations. PHYSICAL REVIEW E 71, 041609, 2005.
- [8] M. A. Ruggiero and J. W. Rutter. Origin of microstructure in the 332 K eutectic of the Bi-In-Sn system. Materials Science and Technology, 13(1):5–11, 1997.
- [9] Alexander Vondrous, Michael Selzer, Johannes Hötzer, and Britta Nestler. Parallel Computing for

Phase-field Models. Int. J. High Perform. Comput. Appl., 28(1):61–72, February 2014.

[10] VT Witusiewicz, U Hecht, SG Fries, and S Rex. The Ag–Al–Cu system: Part I: Reassessment of the constituent binaries on the basis of new experimental data. Journal of alloys and compounds, 385(1):133–143, 2004.

[11] VT Witusiewicz, U Hecht, SG Fries, and S Rex. The Ag–Al–Cu system: Part II: A thermodynamic evaluation of the ternary system. Journal of alloys and compounds, 387(1):217–227, 2005.

Zu den Autoren

Britta Nestler,
Professorin am Institut für Angewandte Materialien (IAM) des KIT und am IMP der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft.

Anne Dennstedt,
Postdoktorandin am Institut für Materialphysik im Weltraum des DLR. Sie beschäftigt sich mit der gerichteten Erstarrung und der Gefügeuntersuchung ternärer Eutektika im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Johannes Hötzer,
Doktorand am IMP und IAM. Er beschäftigt sich mit großskaligen Ma-



Abb. 5: Autoren von links nach rechts: Johannes Hötzer, Marcus Jainta, Britta Nestler, Lorenz Ratke, Anne Dennstedt, Philipp Steinmetz.

terialsimulationen und ist Kollegiat des kooperativen Promotionskollegs „Gefügeanalyse und Prozessbewertung“ gefördert durch das MWK Baden-Württemberg. Seinen Master in Informatik hat er an der Hochschule Karlsruhe abgeschlossen.

Marcus Jainta,
Doktorand am IMP und IAM. Er hat seinen Master in Informatik an der Hochschule Karlsruhe absolviert und beschäftigt sich mit der Analyse großer Mikrostruktursimulationen, als Kollegiat des kooperativen Promotionskollegs „Gefügeanalyse und Prozessbewertung“ gefördert durch das MWK Baden-Württemberg.

Philipp Steinmetz,
Doktorand am IAM. Er hat seinen Master im Fachbereich Maschinenbau am KIT erworben und beschäftigt sich mit

der ternären eutektischen Erstarrung im Rahmen eines Forschungsprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Kontakt

Johannes Hötzer, Institute of Materials and Processes (IMP), Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft, Haid-und-Neu-Str. 7, D 76133 Karlsruhe, Tel.: 0721 608-45315, Fax: 0721 608-44364, email: johannes.hoetzer@kit.edu

<http://www.imp.hs-karlsruhe.de/>
<http://www.iam.kit.edu/zbs/index.php>
<http://www.youtube.com/user/IMP-Karlsruhe>

Buchvorstellung: Spielregeln fürs wissenschaftliche Schreiben

(Pressemitteilung der HTWH Konstanz)
Plagiatsvorwürfe sorgen regelmäßig für Schlagzeilen, ganze Forschungsprojekte stehen am Pranger wegen formaler Mängel beim Zitieren. Davor soll das Praxisbuch „Wissenschaftlich Schreiben“ von Prof. Dr. Gabriele Thelen und Dr. Monika Oertner bewahren. Die beiden Dozentinnen der Hochschule Konstanz zeigen in ihrem Lehrwerk auf, wie Studierende und Forscher ihre Erkenntnisse aufbereiten können, um wissenschaftlichen Ansprüchen zu genügen. Besonders Bedeutung messen sie dabei dem sofortigen Ausprobieren des Erlernten in praktischen Übungen bei.

Die Struktur des Lehrwerks lädt zu nächst in einem rezeptiven Teil zur Erarbeitung wissenschaftlicher Standards ein. Im zweiten – produktiven – Teil durchlaufen die Leser alle Etappen des Arbeitsprozesses beim Schreiben einer Thesis

oder eines wissenschaftlichen Aufsatzes: von der Themenfindung und Gliederung bis zur Überarbeitung und Endkorrektur. Jedes der vierzehn Kapitel entspricht in etwa einer neunzigminütigen Seminarsitzung. Die Module mit Gruppen, Partner, Einzelübungen und Plenumsdiskussionen können jedoch auch frei kombiniert werden. Mit seiner übersichtlichen und pfiffigen Gestaltung eignet sich das Buch auch gut zum Selbststudium.

„Schüler werden nur selten mit wissenschaftlichen Standards vertraut gemacht und auch Studierende wenig Möglichkeiten, wissenschaftliches Schreiben zu trainieren“, hat Prof. Thelen beobachtet. Mit dem neuen Lehrwerk werden diese Lücken geschlossen. Praktisches Ausprobieren ist dabei für die Autorinnen unabdingbar. Denn, so betonen sie in ihrem Vorwort: Wissenschaftliche Schreibkompetenz ist keine angeborene Fähigkeit.



Prof. Dr. Gabriele Thelen (links) und Dr. Monika Oertner.

Oertner, Monika; Thelen, Gabriele; St John, Ilona: Wissenschaftlich Schreiben. Paderborn 2014. Preis: 24,99 €.

Mit dem Kauf des Buchs ist der Zugang zu weiterem Material zum Download kostenlos möglich.

Keine Panik vor Gefahrstoffen. Sie sind überall!

Interview mit Frau Prof. Dr. Ursula Klaschka, Hochschule Ulm

Frau Klaschka, Sie forschen vorwiegend über Gefahrstoffe z.B. über die Wirkung von Inhaltsstoffen in Körperpflegemitteln auf die Gesundheit und die Umwelt. Können Sie uns bitte Ihre Forschungsarbeiten kurz umreißen?

Bei meinen Forschungen werte ich öffentlich zugängliche Daten und gesetzliche Bestimmungen zu Gefahrstoffen aus und prüfe, ob sie geeignet sind, Mensch und Umwelt zu nützen. Meinen Studierenden sage ich immer: „Keine Panik vor Gefahrstoffen. Sie sind überall!“ Die Kunst besteht darin, Gefahrstoffe dort zu vermeiden, wo es geht, und ansonsten so achtsam mit ihnen umzugehen, dass der Nutzen den möglichen Schaden überwiegt.

Vor 10 Jahren kam ich über die Mitarbeit an einem EU-Projekt auf die Beschäftigung mit Inhaltsstoffen von Körperpflegemitteln, die mich seither nicht mehr losgelassen haben. Die wissenschaftliche Beschäftigung mit Gefahrstoffen finde ich spannend, weil es ein sehr dynamisches, interdisziplinäres und unglaublich umfangreiches Gebiet ist.

Ein Beispiel: Normalerweise müssen Produkte mit gefährlichen Inhaltsstoffen von den Herstellern eingestuft und mit Gefahrensymbolen gekennzeichnet werden (Abb. 1). Kaum jemand weiß, dass es für Kosmetika eine Ausnahmeregelung gibt: Sie müssen NICHT eingestuft und gekennzeichnet werden, auch wenn sie Gefahrstoffe enthalten. Mich hat interessiert, was passieren würde, wenn es diese Ausnahme nicht gäbe. Müssten dann Verpackungen von Shampoos, Zahnpasta, Parfüm etc. Gefahrensymbole tragen? Dazu habe ich die europäische Verordnung zur Einstufung und Kennzeichnung auf Rezepturen von Körperpflegemitteln angewendet. Ich war überrascht, dass fast alle Produkte Gefahrenpiktogramme tragen müssten und der allergrößte Teil als augen- und hautreizend gekennzeichnet werden müsste (1) (Abb. 2).

Meine neueste Studie befasst sich mit Naturstoffen in Körperpflegemitteln. Als Biologin ist es mir vertraut, dass viele Pflanzen und Tiere giftig für Menschen oder Tiere sind. Ich fand daher die landläufige Meinung, dass Naturstoffe „irgendwie besser“ sein sollen, schon immer naiv. Ich habe jetzt konkret zusam-

mengestellt, wie viele der Naturstoffe in Körperpflegemitteln gefährlich für Mensch und Umwelt sind. Es kam heraus, dass mehr als die Hälfte als Gefahrstoffe eingestuft sind. Viele Naturstoffe, die für den Schutz der Haut empfohlen werden, sind als hautreizende oder allergieauslösende Gefahrstoffe eingestuft, z.B. Kamillenextrakt, Baldrianextrakt oder verschiedene Orangenöle. Es sind auch einige krebserregende Stoffe darunter und zahlreiche Stoffe, die für Wasserorganismen eine Gefährdung darstellen. Meine Analyse zeigt, dass Naturstoffe in der Chemikaliengesetzgebung genauso wie synthetische Stoffe behandelt werden müssten und die Sonderbehandlung von Naturstoffen in der europäischen Chemikalienverordnung REACH nicht dem Umwelt- und Gesundheitsschutz entspricht (2).

Ein anderes meiner Projekte befasste sich mit einer bisher ignorierten Wirkung von Duftstoffen auf Umweltorganismen. Manche Duftstoffe, die z.B. in Kosmetika oder Wasch- und Reinigungsmitteln eingesetzt werden, besitzen dieselbe chemische Struktur wie Substanzen, die Pflanzen und Tiere bei ihrer chemischen Kommunikation einsetzen (sogenannte natürliche Infochemikalien). Die anthropogen eingetragenen Duftstoffe sind damit potenzielle Störfaktoren in einem hochsensiblen Kommunikationssystem. Ich habe die vielfältigen Daten zu Infochemikalien aus der chemischen Ökologie ausgewertet und auf die Anforderungen der Ökotoxikologie übertragen. Diese interdisziplinäre Arbeit hat mich zur Beschreibung des Infochemikalieneffektes geführt, mit dem ich ein ganz neues Kapitel in der Ökotoxikologie aufgeschlagen habe (3).

Wie verhält es sich denn mit den rechtlichen Regelungen genau? Welche Pflichten werden z.B. den Herstellern auferlegt?

Ich befasse mich seit 20 Jahren mit Gefahrstoffen. Seither gab es sehr viele Veränderungen: Es wurden grundlegende neue Regelungen eingeführt, und wir haben heute wesentlich mehr Informationen zu den Stoffeigenschaften und -wirkungen. Früher litten wir v.a. unter einem Mangel an zuverlässigen Testergebnissen zur Bewertung der Umweltgefährdung von Gefahrstoffen. Heute haben wir statt des Datenman-



Prof. Dr. U. Klaschka

gels das Problem einer neuen Unübersichtlichkeit.

Zum Beispiel sind die Stoffdossiers so umfangreich geworden, dass sich ein Laie darin kaum zurechtfinden kann. Außerdem waren früher Sicherheitsdatenblätter, die Firmen wichtige Informationen zum Umgang mit Gefahrstoffen liefern, ca. 10 Seiten lang. Heute haben Sicherheitsdatenblätter und Stoffsicherheitsberichte einen Umfang von 100, bei Gemischen bis zu mehrere Tausend Seiten.

Die neue Unübersichtlichkeit betrifft auch die neuen europäischen Regelwerke zu Chemikalien: Die REACH- und die CLP-Verordnung mit den ergänzenden Dokumenten haben viele Tausend Seiten. Um diese beiden Verordnungen verstehen und anwenden zu können, braucht man zudem die von Behörden erstellten Leitlinien, die wiederum mehrere Tausend Seiten stark sind.

Diese ungeheure Daten- und Informationsmenge ist nicht nur kaum überschaubar, sie hat auch nicht unbedingt zu mehr Klarheit geführt. Im Gegenteil: Bei meinen Untersuchungen zur Einstufung und Kennzeichnung fand ich diverse Ungereimtheiten: Die offizielle, behördlich harmonisierte Einstufung gibt es heute nur für einige Wirkungen, wie Krebszeugung oder Fortpflanzungsschädigung, und selbst das nicht bei allen Stoffen mit diesen Eigenschaften. Alle übrigen Stoffe müssen von den Herstellern selbst eingestuft werden. Wenn es mehrere Hersteller gibt, bei manchen Naturstoffen z.B. über 1000, können sich deren Einstufungen und Kennzeichnungen ein- und desselben Stoffes gravierend unterscheiden. Eigentlich sollten sich die Anmelder auf eine gemeinsame Einstufung einigen,



Abb. 1: Die neuen Gefahrensymbole mit den offiziellen Bezeichnungen, die ab Juni 2015 die alten orangefarbenen Piktogramme auf Produkten mit gefährlichen Inhaltsstoffen ablösen. Meines Erachtens sind weder die neuen Piktogramme noch die Bezeichnungen für Konsumenten unmittelbar verständlich. Wer ahnt intuitiv, dass das Ausrufezeichen Produkte, die z.B. haut- und augenschädigend sind, kennzeichnet? Oder dass GHS08 Gesundheitsgefahr z.B. für Produkte mit krebserregenden Inhaltsstoffen verwendet wird? Ich hoffe, dass bis zum Sommer wirksame offizielle Informationskampagnen die Konsumenten über die neuen Zeichen und ihre Bedeutung aufklären.

aber das ist bisher bei den meisten Naturstoffen nicht der Fall. Außerdem habe ich festgestellt, dass ganz offensichtlich chemisch verschiedene Stoffe so eingestuft werden, als wären sie derselbe Stoff. Einige Naturstoffe, die bekannterweise Gefahrstoffe enthalten und nach meinen Erfahrungen eingestuft werden müssten, waren nicht eingestuft und gekennzeichnet.

Auch die Datenqualität ist nicht immer zufriedenstellend: Die Hersteller tragen ihre Daten in die Registrierungsunterlagen ein und die freigegebenen Daten sind dann on-line auf der Seite der EU-Chemikalienagentur für die Öffentlichkeit einzusehen. Die Chemikalienagentur macht nur einzelne Stichproben. Es gibt Hersteller, die ihre Stoffdossiers nach besten Wissen und Gewissen erstellen, während andere Phantomdossiers erstellen, die leer sind, oder in denen einfach kopierte Daten stehen. Ein Kollege von der ETH Zürich hat nachgewiesen und öffentlich gemacht, dass einige Angaben in den Dossiers falsch sein müssen, aber diese Erkenntnisse haben nicht zur Korrektur der Angaben geführt. Die Chemikalienagentur fühlt sich nicht zuständig und verweist auf die nationalen Gerichtshöfe. Man kann daher diesen offiziellen Daten nicht immer trauen und müsste eigentlich selbst die Daten nachprüfen

oder zumindest Plausibilitätsprüfungen durchführen. So wie es derzeit gehandhabt wird, ist es daher auch mit den neuen Regelungen durchaus möglich, dass gefährliche Stoffe ohne Sicherheitsbewertung und Kennzeichnung vermarktet werden.

Früher waren im Wesentlichen die Hersteller und die staatlichen Oberbehörden von der Chemikaliengesetzgebung betroffen. Heute sind alle Unternehmen in der gesamten Lieferkette gefragt. Große Firmen konnten die Inhalte von REACH ganz wesentlich mitgestalten, während sich viele kleine und mittlere Firmen mit der Umsetzung der Anforderungen von REACH verständlicherweise schwer tun. Daher ist die mangelnde Datenqualität nicht immer böse Absicht, sondern kann durch ungenügenden Sachverstand zustande kommen.

Die Weitergabe der Stoffinformationen in der gesamten Lieferkette ist eigentlich eine sehr gute Neuerung. Aber für Körperpflegemittel gibt es dafür eine Ausnahmeregelung. Eine Firma, die ein Shampoo oder eine Zahncreme aus verschiedenen Stoffen zusammenmischt, bekommt die Informationen über die Gefahrstoffeigenschaften ihrer Zutaten NICHT vom Lieferanten oder Hersteller der Stoffe.

Interessanterweise klammert REACH auch die Gesundheitsbewertung von Stoffen für die Anwendung in Körperpflegemitteln aus. Die Sicherheitsbeurteilung entsprechend der Kosmetikverordnung wiegt diesen Mangel nach meiner Einschätzung nicht auf.

Eigentlich sollten entsprechend der Kosmetikverordnung krebserzeugende, mutagene oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe in Körperpflegemitteln nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden. In meiner Untersuchung hatten 53 Naturstoffe diese Eigenschaften. Ich kann nur hoffen, dass diese Stoffe in Produkten eingesetzt werden, wo der Nutzen den möglichen Schaden überwiegt.

Was bedeutet das für die Konsumenten?

Konsumenten sollten zum einen die Bedeutung der Gefahrensymbole (Abb. 1) kennen, und sie sollten darüber hinaus wissen, dass es eine Liste mit besonders gefährlichen Stoffen gibt, die z.B. krebserzeugend oder fortpflanzungsgefährdend sind und „besonders besorgniserregende Stoffe“ genannt werden. Der Einsatz dieser Stoffe ist nicht verboten, und sie werden auch nicht auf der Verpackung genannt. Endkunden können beim Hersteller oder Händler nachfragen, ob ein bestimmtes Produkt besonders besorgniserregende Stoffe enthält (<http://reach-info.de/verbraucheranfrage.htm>). Aber in meinen Vorlesungen habe ich die Erfahrung gemacht, dass kaum jemand von diesem Auskunftsrecht weiß, geschweige denn davon Gebrauch macht. Auf Anfragen, die ich gestellt habe, hat bisher keines der Unternehmen angegeben, dass in dem jeweiligen Produkt besonders besorgniserregende Stoffe enthalten sind. Um diese Aussage zu überprüfen, müssten aufwändige chemische Analysen durchgeführt werden. Ansonsten kann man nur den Aussagen der Hersteller vertrauen oder hoffen, dass die stichprobenartige Marktüberwachung der Landesbehörden zufällig diese Produkte untersucht. Der Wunsch des Gesetzgebers ist, dass Firmen von sich aus auf diese Stoffe verzichten, um die Auskunftspflicht zu umgehen. Inwieweit dies tatsächlich geschieht, wird sich erst in einigen Jahren herausstellen.

Es ist nicht verwunderlich, dass die Umsetzung eines so umfangreichen neuen Regelwerks wie der europäischen Chemikaliengesetzgebung nicht einfach ist. Angestrebt sind Fortschritte in einigen wichtigen Bereichen, wie mehr Transparenz, weniger Tierversu-



Abb.2: Viele Körperpflegemittel enthalten Gefahrstoffe und müssten eingestuft und gekennzeichnet werden, wenn keine Ausnahmeregelung für sie gäbe.

che, Anmeldepflicht mit Beweislastumkehr. Es ist auch davon auszugehen, dass die Regelungen dazu führen, dass manche Firmen auf den ein oder anderen Gefahrstoff verzichten. Wie gut diese Fortschritte erreicht werden, muss sich noch zeigen. Auf der anderen Seite sind meines Erachtens jetzt schon gravierende Probleme erkennbar, zum einen die neue Unübersichtlichkeit, die unzureichende Qualitätskontrolle und die dadurch entstehende mangelnde Transparenz. Zudem sehe ich kritisch, dass es die oben genannten Ausnahmen für Körperpflegemittel und Naturstoffe gibt, die nach meiner Einschätzung dem Umwelt- und Verbraucherschutz entgegenstehen. Auch der Konsumentenschutz ist meiner Meinung nach bisher nicht besser als früher: Die meisten Konsumenten wissen nicht, wie sie mit den neuen Gefahrstoffsymbolen (Abb. 1) umgehen sollen und kennen ihr neues Recht auf Auskunft über besonders besorgniserregende Stoffe nicht.

Wie steht es derzeit um die Deklarationspflicht für allergene Duftstoffe? Sie hatten sich in einem Beitrag in *horizonte* Nr. 37 (März 2011) kritisch mit den Europäischen Vorgaben hierzu auseinandergesetzt. Damals hatten Sie geschrieben, dass das „Risikomanagement im Wesentlichen auf den Schultern der Verbraucher lastet“. Das gilt vermutlich immer noch?

Ja, nur wenige stark allergene Duftstoffe sind verboten. Für alle anderen sind die Regelungen so angelegt, dass Konsumenten selbst entscheiden müssen, ob sie ein Produkt mit allergenen Duftstoffen kaufen und anwenden wollen. Von Kunden, die diese Kaufentscheidung souverän treffen wollen, wird sehr viel Sachverstand, Zeit und Geduld verlangt, was in der Praxis kein Laie leisten kann. Lesen Sie beim Einkauf die Inhaltsstofflisten auf Ihrem Parfum oder Ihrem Rasierschaum und wissen dann, hinter welchen dieser oft schwierigen Bezeichnungen sich ein Gefahrstoff verbirgt?

Für Körperpflege-, Wasch- und Reinigungsmittel gibt es in der EU eine Deklarationspflicht, nach der Duftstoffe mit vermuteter allergener Wirkung namentlich auf der Verpackung aufgeführt werden müssen, wenn sie eine bestimmte Konzentration im Produkt überschreiten.

In einer Marktstudie zu Deodorants fand ich heraus, dass diese Deklarationspflicht die meisten Hersteller nicht davon abhält, allergene Stoffe zu verwenden: 83% der Deos enthielten mindestens einen der deklarationspflichtigen allergenen Duftstoffe und bis zu 30% aller Produkte sogar starke Allergene. Da viele Konsumenten von Deos unter Kontaktdermatitis in den Achselhöhlen leiden, ist die Verwendung von allergenen Duftstoffen in Deos besonders kritisch zu sehen.

Die Eigenverantwortung gilt bei Körperpflegemitteln nicht nur für Duftstoffe, sondern auch für die anderen Inhaltsstoffe, von denen zahlreiche Gefahrstoffe sind. Bei anderen Alltagsprodukten, wie Klebstoffen oder Farben, können sich Verbraucher wenigstens anhand der Einstufung und Kennzeichnung orientieren. Durch die Ausnahmeregelung für Körperpflegemittel, die nicht eingestuft und gekennzeichnet werden müssen, haben die Verbraucher nicht einmal diese Hilfe.

Meine Untersuchungen zeigen auch, dass die meisten Gefahrstoffe in Körperpflegemitteln durch weniger gefährliche Substanzen ersetzt werden könnten. Für alle Funktionen im Produkt gibt es eine große Auswahl an Substanzen. Solange aber Gefahrstoffe in den Produkten enthalten sind, sollten meines Erachtens Anwender über mögliche Risiken informiert werden.

Risikokommunikation ist ein schwieriges Gebiet, aber es gibt fundierte Modelle, bei denen die Adressaten im Mittelpunkt stehen und die die Grundlage für die Regelungen zu Körperpflege-

mitteln bilden sollten. Eine vernünftige Kommunikation über Risiken von Gefahrstoffen sollte keine Panik schüren, sondern angemessen informieren und den interessierten Konsumenten hilfreiche Angebote zur Risikoreduzierung machen (4).

Sie haben zu Ihren Forschungsarbeiten in den letzten Jahren viele Veröffentlichungen in Fachzeitschriften verfasst und Vorträge auf Tagungen gehalten. Gibt es Reaktionen dahingehend, dass daraufhin Hersteller ihre Produkte überprüfen und ggf. deren Zusammensetzungen ändern?

Auf meine Publikationen und Vorträge bekomme ich in der Regel viele Rückmeldungen von Lesern oder Zuhörern. Konkret weiß ich, dass der Deutsche Allergie- und Asthmaverband DAAB auf meine Arbeiten zu allergieauslösenden Duftstoffen in Deodorants reagiert und die Kriterien für die Vergabe seines Produktlogos verbessert hat (Abb. 3).

Besonders wichtig ist mir, dass sich an der rechtlichen Situation etwas im Sinne des Umwelt- und Verbraucherschutzes verbessert. Derzeit ist ein Entwurf zur Einschränkung von weiteren allergenen Duftstoffen in der EU kurz vor der Verabschiedung. Das ist ein erster kleiner Schritt zur Verbesserung, auch wenn ich bevorzugen würde, dass es keine Stoffliste gäbe, die langsam verlängert wird, sondern dass es klare Kriterien anhand der Stoffeigenschaften gäbe, die für alle Stoffe gelten. Zudem fände ich es angebracht, dass die besonders problematischen Duftstoffe gar nicht mehr in Körperpflegemitteln eingesetzt werden dürften.

In meiner früheren Arbeitsstelle im Umweltbundesamt habe ich in Fachgremien der EU-Kommission und den internationalen Meeresschutzkommissionen OSPAR und HELCOM mitgewirkt und weiß daher, wie langwierig die Anpassung rechtlicher Bestimmungen an den Stand der Kenntnisse sein kann. Und wenn sich etwas verbessert, ist das der Erfolg von sehr vielen Kollegen aus den Behörden, anderen wissenschaftlichen Stellen und auch verantwortungsbewussten Firmenvertretern. Ich hoffe natürlich, dass ich mit meinen Arbeiten dazu beitragen kann, dass es weitere Verbesserungen geben wird.

Wie finanzieren Sie Ihre Forschungsarbeiten? Können Sie für solche Studien auch mit direkten Aufträgen aus der Industrie rechnen?



Abb. 3: Zeichen des Deutschen Allergie- und Asthmabundes e.V. (DAAB) auf Produkten, die strenge Kriterien erfüllen und in Anwender-tests des DAABs als gut bewertet wurden.

Professoren werden mit Steuergeldern bezahlt und haben nach meiner Überzeugung die gesellschaftliche Aufgabe, ihr Wissen und Können zum Nutzen der Gemeinschaft einzusetzen. In meinen Forschungen setze ich mich kritisch mit der aktuellen Situation im Umgang mit Gefahrstoffen auseinander und bin dabei auf zahlreiche Aspekte gestoßen, die dem Umwelt- und Verbraucherschutz nicht zuträglich sind. Für solche Studien ist die Freiheit und Unabhängigkeit, die ich als Hochschullehrerin habe, eine extrem wichtige Voraussetzung. Da ich kein Labor habe, halten sich die Kosten meiner Forschung in Grenzen. Ich bin dankbar, dass mir wissenschaftliche Hilfskräfte, die aus Hochschulmitteln bezahlt werden, in geringem Umfang bei der Datensammlung behilflich sind. Ich hatte und habe verschiedene Kooperationen mit Kolleginnen und Kollegen in München, Berlin, Leipzig, Frankfurt, Aachen und letztes Jahr auch in Kapstadt, aber nicht mit Industriepartnern.

Wie ist die Resonanz von Studierenden auf Ihre Arbeiten?

Wenn ich Gefahrstoffe vereinfacht in meinen Vorlesungen behandle, stoße ich immer auf großes Interesse, und es kommen viele Rückmeldungen und Fragen. Viele Studierende sind überrascht, dass Gefahrstoffe jeden betreffen und sie nicht einfach verboten werden können. Studierende staunen vor allem über die möglichen Wirkungen von Stoffen in Alltagsprodukten, wie östrogen wirkende Weichmacher in Kunststoffprodukten, oder über die verschiedenen Schwierigkeiten, die Kläranlagen mit Gefahrstoffen haben.

Ich glaube, ich kann den Studierenden gut vermitteln, wie wichtig die Kenntnisse zu Gefahrstoffen auch in Firmen sind, weil es kaum ein produzierendes Unternehmen gibt, das ohne Gefahrstoffe auskommt.

Sie sind an Ihrer Hochschule auch verantwortlich für die Zusatzqualifikation

tionen „Umwelt und Management“ und „Umwelt und Technik“. Was verbirgt sich dahinter?

Die Zusatzqualifikationen unserer Fakultät als Angebot für die Studierenden aller Studiengänge haben sich seit vielen Jahren bewährt. Neben meinem Angebot gibt es noch andere Zusatzqualifikationen, z.B. „Internationale Wirtschaft“ oder „Entrepreneurship“. Besonders motivierte und leistungsstarke Studierende können aus einem festgelegten Wahlfachangebot Fächer im Umfang von 25 Credits belegen und erhalten dann am Ende des Studiums zusammen mit ihrem Bachelorzeugnis ein Zeugnis für die entsprechende Zusatzqualifikation.

Ich bin bei fast jeder Vorlesung hoch erfreut, wie engagiert meine Studierenden bei der Sache sind. In meinen Vorlesungen behandle ich Themen, die in Zukunft wahrscheinlich noch bedeutsamer sein werden als Gefahrstoffe, z.B. die zunehmende Knappheit einiger Rohstoffe, die Zerstörung von Lebensräumen, der Verlust an fruchtbarem Boden oder der Treibhauseffekt. Ich erarbeite mit den Studierenden vielfältige Themen, so diskutieren wir über die Perspektiven von Postwachstumsgesellschaften, die Chancen von künstlicher Photosynthese, die Möglichkeiten von Geoengineering gegen den anthropogenen Treibhauseffekt, oder wir führen beispielhaft Technikfolgenabschätzungen von gentechnischen Anwendungen durch. Mir ist sehr wichtig, dass ich dazu beitrage, dass die Studierenden kritisch denken lernen. Gerade bei Umweltthemen gibt es häufig wiederholte falsche Behauptungen. In solchen Fällen versuche ich, mit den Studierenden Fakten zusammenzutragen und differenziert zu bewerten, damit sie selbst zu den richtigen Schlüssen kommen: beispielsweise, dass Elektroautos derzeit nicht umweltverträglicher sind als konventionell angetriebene Pkw, dass Biokraftstoffe ökologisch nicht besser sind als Sprit aus Mineralöl oder dass das politische Ziel, die Erderwärmung auf zwei Grad zu begrenzen, bei den aktuellen Entwicklungen keinesfalls erreichbar ist.

Vielleicht bin ich so begeistert von meinen Studierenden, weil sie merken, dass sie mir wichtig sind, dass ich sie ernst nehme und dass ich ihnen zutraue, die Zukunft wesentlich mitzugestalten.

Wir fragen stets am Ende eines Interviews, welches der erste Wunsch un-

serer Interviewpartner hinsichtlich der Hochschulforschung wäre. Welchen hätten Sie?

Da habe ich einen großen Wunsch: Mehr Zeit für meine Forschungen.

Die Möglichkeit, sich in einem Forschungssemester ganz auf die eigenen Projekte konzentrieren zu können, ist großartig. In den übrigen Semestern bleibt dafür nur die vorlesungsfreie Zeit. Ich begrüße unser Anreizsystem, nach dem man für extern begutachtete Publikationen einen geringen Deputatsnachlass erhält. Ich wünsche mir aber noch mehr: Wenn an den Hochschulen für angewandte Technik mehr geforscht werden soll, dann sollte sich das Lehrdeputat an dem Umfang der Universitätslehrer orientieren. Der Verband Hochschule und Wissenschaft vhw hat jüngst wieder einen Vorschlag gemacht, dass unser Deputat auf maximal 14 Semesterwochenstunden gesenkt werden sollte. Diesen Vorschlag unterstütze ich mit Nachdruck.

Auswahl an Publikationen

1. Klaschka Ursula (2012). Dangerous Cosmetics - Criteria for Classification, Labelling and Packaging (EC 1272/2008) applied to Personal Care Products. Environmental Sciences Europe 2012, 24:37 DOI: 10.1186/2190-4715-24-37 URL: <http://www.enveurope.com/content/24/1/37>
2. Klaschka Ursula (2015) Naturally toxic: Natural Substances used in Personal Care Products. Environmental Sciences Europe, 27:1 doi:10.1186/s12302-014-0033-2. <http://www.enveurope.com/content/27/1/1>
3. Klaschka Ursula (2010) Von Elritzen und Daphnien lernen: Störungen der chemischen Kommunikation durch anthropogene Stoffeinträge. Horizonte 36, S. 52-56.
4. Klaschka Ursula, Rother Hanna-Andrea (2013) "Read this and be safe!" Comparison of regulatory processes for communicating risks of personal care products to European and South African consumers Environmental Sciences Europe 25:30 <http://www.enveurope.com/content/25/1/30>

Kontakt

Prof. Dr. Ursula Klaschka, Hochschule Ulm, Prittwitzstr. 10, 89075 Ulm, Tel.: 0731-5028456, E-Mail: klaschka@hs-ulm.de

Datenrettung für die Speicherkarte - Fehlerkorrekturverfahren für Flash-Speicher

Jens Spinner, Jürgen Freudenberger, HTWG Konstanz

Flash-Speicher wurden ursprünglich als Speichermedium für Digitalkameras entwickelt, finden inzwischen aber in vielen Bereichen Anwendung. Die in Konstanz ansässige Firma Hyperstone GmbH ist ein führender Anbieter von Flashcontrollern für Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an Zuverlässigkeit und Datenintegrität. Bereits seit April 2011 kooperiert die Firma Hyperstone mit der HTWG Konstanz bei der Entwicklung von Fehlerkorrekturverfahren für einen zuverlässigen Einsatz von Flash-Speichern. Aufgrund der rasanten Entwicklung bei Flashspeicherbausteinen ist auch eine stetige Weiterentwicklung der Korrekturverfahren notwendig. Im Rahmen dieser Kooperation wurde inzwischen zwei Flashcontroller mit sehr leistungsfähiger Fehlerkorrektur entwickelt. Der folgende Artikel gibt Einblick in den Einsatz von Flash-Speichern und erläutert die Notwendigkeit für eine leistungsfähige Fehlerkorrektur.

Was sind Flash-Speicher?

Flash-Speicher wurden erstmals 1984 vorgestellt und ursprünglich als Speichermedium für Digitalkameras entwickelt. Inzwischen finden Flash-Speicher in vielen Bereichen Anwendung, so sind sie uns als Speicher in Form von SD-Karten und USB-Sticks vertraut. Mobiltelefone und Tablet-Computer wären ohne Flash-Speicher nicht denkbar. In Form sogenannter Solid State Drives (SSD) sind sie direkte Konkurrenten zur magnetischen Datenspeicherung auf Festplatten und könnten diese in den nächsten Jahren im Bereich der Personalcomputer weitgehend ablösen. Neben dem Markt für große Speichermedien sind Flash-Speicher aber inzwischen auch in Industrieanwendungen und eingebetteten Systemen weit verbreitet. So erfolgt die Datenspeicherung in Steuergeräten, z.B. im PKW, überwiegend in Flash-Speichern. Für solche Anwendungen ist eine hohe Zuverlässigkeit im Sinne der Datenintegrität von besonderer Bedeutung.

Bei einem Flash-Speicher wird Information in Form von elektrischen Ladungen auf einem sogenannten Floating-Gate Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) gespeichert. Anders als bei normalen Feldeffekttransistoren ist der sogenannte Gate-Bereich (Floating-Gate) elektrisch isoliert. Die elektrische Isolation des Floating-Gate bewirkt, dass die eingebrachte Ladung für lange Zeit gespeichert werden kann. Die gespeicherte Ladung beeinflusst die Leitfähigkeit des Transistors. Dadurch kann der gespeicherte Zustand ausgelesen werden, ohne dass die gespeicherte Ladung selbst beeinflusst wird. Zum Speichern der Information muss das Floating-Gate entsprechend geladen oder gelöscht werden. Dies geschieht durch Anlegen relativ hoher Spannungen. Grundsätzlich ist die Anzahl der Lese- und Speicherzyklen bei Floating-Gate Transistoren begrenzt, weil das Schreiben

und Löschen zu einer Abnutzung der Isolation führt. Daher nimmt die Zuverlässigkeit der Datenspeicherung mit zunehmender Zyklenzahl ab.

Die Lebensdauer eines Flash-Speichers wird üblicherweise durch die Anzahl der möglichen Schreib-/Lesezyklen angegeben. Während zuverlässige Speichertechnologien 100.000 bis 1.000.000 Schreib-Lösch-Zyklen erlauben, werden für Consumer-Produkte heute schon Speicher mit einer Lebensdauer von weniger als 1.000 Schreib-Lösch-Zyklen eingesetzt. Da mit wachsender Speicherkapazität die Anzahl der Ladungsträger zur Speicherung eines Informationsbits immer weiter reduziert wird, steigt die Fehlerwahrscheinlichkeit der Speicherbausteine mit jeder neuen Technologie an. Bereits heute werden typischerweise weniger als 100 Elektronen pro Zelle gespeichert. Neben der Verringerung der Strukturgröße hat die Einführung von MLC-Speicherzellen (multi-level cell) zu einer Vergrößerung der Flash-Fehlerraten geführt. Bei MLC-Speicherzellen wird mehr als ein Bit pro Zelle gespeichert, was durch Verwendung von mehr als zwei Ladungszuständen (Ladungsmengen) erreicht wird. Bei der klassischen SLC-Speicherzelle (single-level cell) wird nur zwischen geladen und ungeladen unterschieden. Das Abspeichern von mehreren Bits pro Speicherzelle hat den Nachteil, dass die Lese- und die Schreibgeschwindigkeit reduziert werden und sich bei einem Ausfall der Zelle die Bitfehlerrate erhöht.

Flashcontroller und Fehlerkorrektur

Für einen zuverlässigen Einsatz von Flash-Speichern sind Verfahren zur Fehlerkorrektur unabdingbar. Die Fehlerkorrektur entwickelt sich immer mehr zum begrenzenden Faktor für den Datendurchsatz und die Speicherkapazität. Mit jeder neuen Speichertechnologie sind zunehmend komplexere



Prof. Dr.-Ing. J. Freudenberger



J. Spinner M.Sc.

Fehlerkorrekturverfahren erforderlich. Die Fehlerkorrektur ist jedoch nicht Bestandteil des Speicherbausteins, sondern erfolgt im sogenannten Flashcontroller. Dieser verrichtet zwischen Computer und Speicher seinen Dienst. Die vom Rechner transferierten Daten werden zunächst mit einem AES-Blockchiffre (Advanced Encryption Standard) verschlüsselt, um sie gegen unberechtigtes Auslesen zu schützen. Anschließend wird den verschlüsselten Daten gezielt Redundanz hinzugefügt, die es dem Decoder beim Auslesen ermöglichen soll, Fehler zu korrigieren.

Ein Flashcontroller ist ein System-on-Chip (SOC). Als SOC bezeichnet man Systeme, bei denen alle Funktionen auf einem Chip integriert sind. Die einzelnen Komponenten des Flashcontrollers sind in Bild 1 dargestellt. Das Herz des Systems bildet der Reduced Instruction

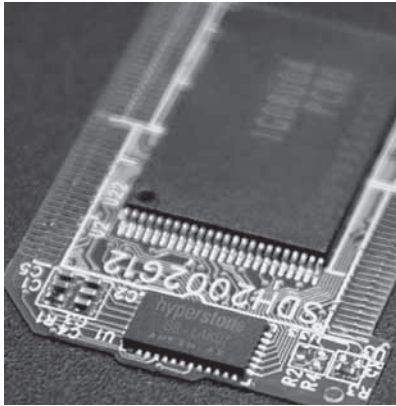


Abb. 1: Controller-Chip und Flash-Speicher auf einer SD-Karte

Set Computer (RISC). Dieser steuert die anderen Funktionen des Systems. Das Host-Interface ist für den Datentransfer zwischen dem Computer (Host) und dem Flashcontroller zuständig. Das Gegenstück ist der Controller für den Datentransfer zum Flash-Speicher. Dazwischen werden die Daten verschlüsselt und für die Speicherung codiert (Error-correcting coding, ECC). Die Decodierung der fehlerhaften Daten ist dabei die rechenintensivste Anwendung und benötigt bis zu 50% der gesamten Chip-Fläche.

Erstaunlicherweise sind die heutigen Fehlerschutzmechanismen für Flash-Speicher im Vergleich zu anderen persistenten Speichern wie Festplatten wenig gut entwickelt. In vielen Anwendungen von Flash-Speichern sind heute nur klassische Fehlerschutzcodes zu finden. Eine Übersicht zu den gängigen Verfahren ist in [1] zu finden.

Neuere Korrekturverfahren, wie beispielsweise Code-Verkettungen, bieten ein großes Potenzial zur Erhöhung der Zuverlässigkeit bei moderatem Zuwachs der Komplexität. Dies zeigt beispielsweise die Entwicklung bei Festplattenspeichern, die ihre höheren Speicherdichten in den letzten Jahren weitgehend der Verbesserung der Fehlerkorrekturverfahren verdanken.

Die Hochschule Konstanz arbeitet seit 2011 mit der Firma Hyperstone bei der Entwicklung von Fehlerkorrekturverfahren für Flash-Speicher zusammen. Im Rahmen dieser Kooperation wurde zunächst das Fehlerkorrekturverfahren durch ein neues Decodierkonzept ersetzt, das bei einer moderaten Steigerung des Flächenbedarfs die Anzahl der korrigierbaren Fehler vervierfacht [2-4]. Die an der Hochschule entwickelte Fehlerkorrektureinheit wird im aktuellen S8 Flashcontroller (SD oder MMC Interface) der Firma Hyperstone verwendet und wird in einer verbesserten Version auch im neuesten Controller U8 für CF Karten eingesetzt. Der S8 Controller befindet sich bereits im Serieneinsatz in verschiedenen Produkten weltweit, unter anderem in Steuergeräten im Automotive Bereich. Er erzielt eine Transferrate von 104MB/s und garantiert über die gesamte Lebensdauer des Flash-Speichers eine Ausfallwahrscheinlichkeit kleiner 10^{-16} für jeden Datensektor. Bild 2 zeigt den S8 Controller-Chip gemeinsam mit dem größeren Flash-Speicherbaustein auf der Platine einer SD-Karte.

In einem durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten ZIM-Projekt wurde nun eine Codierung auf Basis einer Code-Verkettung entwickelt [5-7]. Das Verfahren beruht auf der Verkettung mehrerer algebraischer Codes. Für diese Codierung kann die Leistungsfähigkeit theoretisch bewiesen und berechnet werden. Sie ist daher auch für industrielle Anwendungen mit sehr hohen Zuverlässigkeitsanforderungen geeignet. Das neue Verfahren ermöglicht einen sehr hohen Datendurchsatz und einen sehr hohen Fehlerschutz bei einem geringen Flächenbedarf für die Hardware-Implementierung.

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde die Bedeutung der Fehlerkorrektur für die zuverlässige Datenspeicherung in Flash-Speichern erläutert. Flash-Speicher sind heute eine dominierende Technologie bei Massenspeichern, also Speichermedien, die große Datenmengen dauerhaft speichern. Beim Lesen der gespeicherten Daten treten jedoch Fehler auf, deren Häufigkeit mit jeder neuen Speichertechnologie zunimmt. Eine hohe Zuverlässigkeit kann nur durch komplexe Verfahren zur Fehlerkorrektur erzielt werden. Aufgrund der rasanten Entwicklung bei Flashspeicherbausteinen ist auch eine stetige Weiterentwicklung der Korrekturverfahren notwendig.

Quellenangaben

- [1] R. Micheloni, A. Marelli, R. Ravasio: Error Correction Codes for Non-Volatile Memories, Springer, 2008.
- [2] J. Freudenberger, J. Spinner: A configurable Bose-Chaudhuri-Hocquenghem codec architecture for flash controller applications, Journal of Circuits, Systems, and Computers, 15 pages, 2013.
- [3] J. Freudenberger, J. Spinner: Mixed serial/parallel hardware implementation of the Berlekamp-Massey algorithm for BCH decoding in Flash controller applications, International Symposium on Signals, Systems and Electronics (ISSSE), Potsdam, Germany, Oct. 2012
- [4] J. Spinner, J. Freudenberger, C. Baumhof, A. Mehnert, R. Willems: A BCH Decoding Architecture with Mixed Parallelization Degrees for Flash Controller Applications, 26th IEEE International SoC Confe-

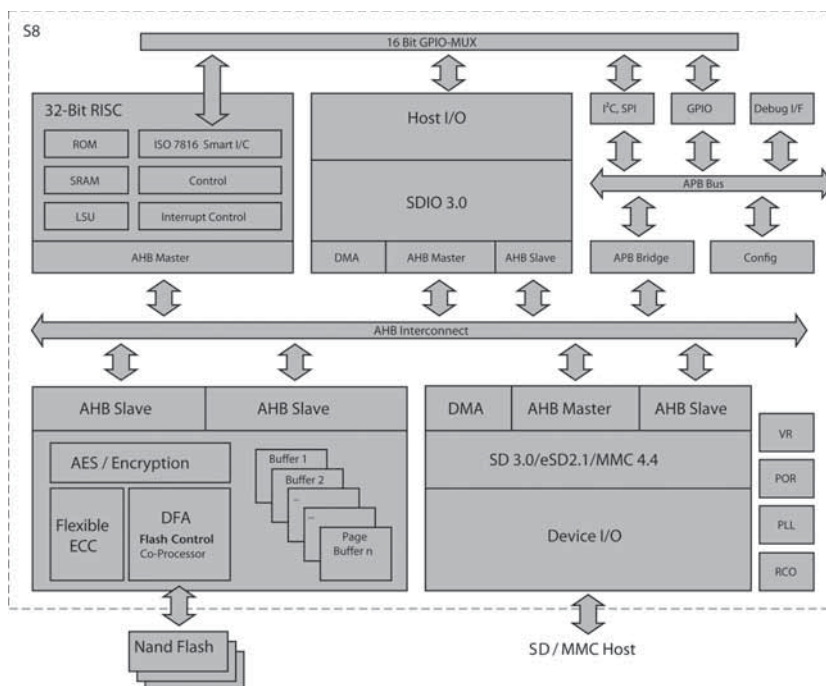


Abb. 2: Blockschaltbild des Controllers

rence (SOCC), Erlangen, Germany, Sep. 2013

- [5] J. Freudenberger, U. Kaiser, J. Spinner: Concatenated code constructions for error correction in non-volatile memories, International Symposium on Signals, Systems and Electronics (ISSSE), Potsdam, Germany, Oct. 2012
- [6] J. Spinner, J. Freudenberger: Decoder Architecture for Generalized Concatenated Codes, IET Circuits, Devices & Systems, 2015
- [7] J. Spinner, J. Freudenberger: Design and Implementation of a Pipelined Decoder for Generalized Concatenated Codes, Proceedings of 27th Symposium on Integrated Circuits and Systems Design (SBCCI), Aracaju, Brazil, Sep. 2014

Zu den Autoren

Jens Spinner hat das Bachelor- und Masterstudium in Informatik an der Hochschule Konstanz abgeschlossen. Er ist seit 2011 Mitarbeiter am Institut für Systemdynamik der Hochschule Konstanz und arbeitet dort an einer Promotion zur zuverlässigen Datenspeicherung. Die Promotion wird kooperativ mit der Universität Konstanz durchgeführt.

Jürgen Freudenberger ist seit 2006 Professor an der Hochschule Konstanz. Seine Forschungsarbeiten beschäftigen sich vorrangig mit der Entwicklung von Algorithmen im Bereich der Signalverarbeitung und der Codierung für zuverlässige Datenübertragung. Dies umfasst im Bereich der Signalverarbeitung die Modellierung, Systemidentifikation und Echtzeitsimulation elektro-akustischer Systeme, Algorithmen zur mehrkanaligen Geräuschreduktion sowie Verfahren zur Quellencodierung von Sprachsignalen. Aktuelle Arbeiten im Bereich der Codierungstheorie beschäftigen sich mit Codes über komplexwertige Alphabete und Verfahren zur Fehlerkorrektur bei Flashspeichern.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Freudenberger, HTWG Konstanz, Brauneggerstraße 55, 78462 Konstanz, Tel. 07531-206 150, E-Mail: juergen.freudenberger@htwg-konstanz.de, www.isd.htwg-konstanz.de

Umweltverträglichere Fahrzeugsitze – das Projekt „Fiber Spring“

Frank Pöhler, Florian Noga und Christian Langhorst, Hochschule Karlsruhe

Ziel des Projektes FiberSpring ist die Entwicklung von faserbasierten Polstern als Substitution von PUR-Schaum zum Beispiel für Fahrzeugsitze (Abbildung 1).

Polyurethan-Schaum hat den Nachteil, dass Monomere unter erhöhter Temperatur wie sie im Sommer in Fahrzeuginnenräumen auftreten können, ausdünsten, was eine gesundheitliche Beeinträchtigung darstellt. Der Umwelt- und Klimaschutz wird zum einen durch den Einsatz von rezyklierten Kunststoffen und zum anderen durch eine Masseneinsparung im späteren Anwendungsgebiet berücksichtigt, welches eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauches zur Folge hat.

Bei der Herstellung werden zwei Arten von Fasern für die Polster verwendet, die unter Druck und Temperatur zu einem Kissen verschmolzen werden. Zum einen die Matrix-Faser, die als Füllfaser verwendet wird und zum anderen eine Prototyp-Faser aus PET, die mit einem Klebmantel umzogen ist. Sie dient der Faserverbindung untereinander.

Für den Einsatz als Fahrzeugsitz gilt neben der Rückstellkraft vor allem der Druckverformungsrest DVR als bestimmende Größe. Der DVR gibt an, wie viel an Höhe das Kissen nach einem Drucktest unter bestimmten Randbedingungen eingebüßt hat. Es gilt, je niedriger der DVR, desto besser das Ergebnis. Der DVR wird von den Fahrzeugsitzherstellern vorgegeben und ist ein wesentliches Qualitätsmerkmal des Sitzkissens.

Der Hochschule Karlsruhe fällt neben der Untersuchung von Probekissen mittels eines Rasterelektronenmikroskops (REM - ein Beispiel siehe Abbildung 2) die Aufgabe der Analyse und Optimierung zu. Dazu wird mit der statistischen Versuchsplanung gearbeitet.

Durch Vorüberlegungen und Tests wird die Anzahl potentieller Einflussgrößen (auf die Zielgröße DVR) auf drei bis vier reduziert. Mit diesen Ergebnissen kann anschließend ein faktorieller Versuchsplan ausgearbeitet werden. Die Abarbeitung und anschließende Auswertung dieses Planes zeigt, welche Einflussgrößen für sich



Abb. 1: Autositz aus Polyurethan links und aus Fasern rechts



Abb. 2: REM-Aufnahme von verbundenen Fasern

allein oder in Kombination mit einer anderen Einflussgröße eine Wirkung auf die Zielgröße besitzen.

Das Projekt wird geleitet von Prof. Dr.-Ing. Frank Pöhler; B.Eng. Florian Noga und B.Eng. Christian Langhorst sind Mitarbeiter in diesem Projekt.

Kontakt: Prof. Dr.-Ing. Frank Pöhler, Tel. 0721/925-1846, frank.poehler@hs-karlsruhe.de

MIT WEITBLICK GEPLANT.

STEIN baut Transfersysteme
von bleibendem Wert.
Für präzise Montageprozesse
einfach der beste Weg.

QUALITÄT
MARKE
SCHWARZWALD

stein[®]
AUTOMATIONSSYSTEME

www.stein-automation.de



Absolventen (m/w) Ingenieurwissenschaften

Auf die Zukunft setzen

Starten Sie Ihre berufliche Laufbahn in einem mittelständischen internationalen High-Tech-Unternehmen. Die **Helmut Fischer GmbH Institut für Elektronik und Messtechnik** ist führender Spezialist für elektronische Schichtdickenmess-, Materialanalyse- und Werkstoffprüfgeräte. „Made in Germany“ ist ein wichtiger Bestandteil der FISCHER-Philosophie. Wir entwickeln und produzieren seit über 60 Jahren **innovative Messtechnik**, die auf der ganzen Welt zum Einsatz kommt: in der Automobilindustrie, im Schiffsbau, an Hochschulen, in Laboren, in der Edelmetallverarbeitung und in der Spitzentechnologie.

Ihre Chance

Wir beschäftigen heute rund 200 Mitarbeiter am Stammsitz in Sindelfingen und über 400 Mitarbeiter weltweit.

Entwickeln Sie mit hochqualifizierten Ingenieuren und Wissenschaftlern, spezialisiert auf Elektronik, Konstruktion,

Informatik, Physik und Chemie, laufend neue innovative Produkte und Verfahren.

Wirken Sie mit in einem erfolgreichen Unternehmen mit flachen Hierarchien an einem attraktiven Standort. Unser Firmensitz Sindelfingen liegt in naturnaher Umgebung mit sehr guter Infrastruktur und hervorragender Verkehrsanbindung.

Wir unterstützen Sie beruflich mit individuellen Weiterentwicklungsmöglichkeiten als auch persönlich durch interessante Sozialleistungen.

Interessiert?

Dann senden Sie Ihre aussagekräftigen und vollständigen Bewerbungsunterlagen zu.



Helmut Fischer GmbH Institut für Elektronik und Messtechnik · D-71069 Sindelfingen, Industriestraße 21
Tel. +49(0) 7031/303 - 0 · Fax +49(0) 7031/303 - 79 · personal@helmut-fischer.de · www.helmut-fischer.de

fischer[®]

Schichtdicke Materialanalyse Mikrohärte Werkstoffprüfung

Gesundheitsförderung und Prävention mit System – Das Präventionsnetzwerk Ortenaukreis verbindet systematisch Gesundheits-, Jugendhilfe- und Bildungssystem

Klaus Fröhlich-Gildhoff und Katharina Rauh, Zentrum für Kinder- und Jugendforschung, Ev. Hochschule Freiburg

Das „Präventionsnetzwerk Ortenaukreis (PNO)“ gehört zu den fünf Gewinnerprojekten (80 Anträge) der Ausschreibung „Gesundheits- und Dienstleistungsregionen von morgen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und verfolgt das Ziel der systemübergreifenden Förderung der körperlichen und seelischen Gesundheit von Kindern im Alter von 3 bis 10 Jahren und der sozialen Teilhabe und wird durch eine umfassende Evaluation wissenschaftlich begleitet.

Systemübergreifende Förderung der körperlichen und seelischen Gesundheit und der sozialen Teilhabe

Prävention und Gesundheitsförderung ist nicht nur Teil des Gesundheitssystems, sondern wird sinnvollerweise auch von Jugendhilfe- und dem Bildungssystem thematisiert. Jedoch verbleiben Maßnahmen zur Förderung der Gesundheit und der Prävention häufig in einem der drei Systeme und werden nicht effektiv miteinander verzahnt und in einer umfassenden Strategie systemübergreifend verfestigt. Daraus resultieren nicht nur Wirkungsverluste der Maßnahmen, teilweise entstehen sogar Parallelstrukturen in den drei Systemen. Ziel des Präventionsnetzwerks Ortenaukreis ist es daher, bestehende Strukturen der Gesundheitsförderung und Prävention systemübergreifend zu verbinden, einzelne Maßnahmen in einer Gesamtstrategie zu bündeln und Lücken in der Unterstützungsstruktur durch neue Angebote zu schließen.

Zentraler Ansatzpunkt des Präventionsnetzwerks ist ein niedrigschwelliger und nicht-stigmatisierender Zugang zu Familien über die Bildungsinstitutionen Kindertageseinrichtung und Grundschule. In diesem Zusammenhang werden die beteiligten Bildungseinrichtungen im Sinne universeller Prävention durch Organisationsentwicklungsprozesse zu gesundheitsförderlichen Institutionen weitergebildet. Zudem werden auf Landkreis- und regionaler Ebene Netzwerkstrukturen aufgebaut, um Strategien selektiver und indizierter Prävention zu systematisieren und systemübergreifende Kooperationen herzustellen und zu festigen. Das Vorgehen orientiert sich dabei an Kernaspekten der Präventions- und Schutzfaktorenforschung: so wird die Umsetzung im Settingansatz erfolgen, die Nachhaltigkeit wird durch längerfristige Veränderungsprozesse unterstützt statt durch die Umsetzung isolierter Aktivitäten, die schwer erreichbare Zielgruppe der Familien in besonderen Problemlagen wird durch spezielle zugehende Angebote verstärkt angesprochen.

Ausgangslage im Ortenaukreis

Der Ortenaukreis ist der flächengrößte Landkreis in Baden-Württemberg, der mit 1.851 km² in etwa die Größe des Saarlandes umfasst und in dem sich sowohl ländlich geprägte Gegenden als auch städtische Verdichtungsräume mit ihren jeweils unterschiedlichen Ausgangslagen in fünf Raumschaften finden. Ziel der Ausschreibung des BMBF ist es, von den Erfahrungen der Modellregionen zu profitieren und die Übertragbarkeit des Netzwerks in anderen Regionen in Deutschland sicherzustellen. Der Ortenaukreis eignet sich insofern besonders gut als Modellregion, da sich einerseits regional sehr unterschiedliche Gegebenheiten zeigen, andererseits liegt in Kennzahlen des Gesundheits-, Jugendhilfe- und Bildungssystems eine gute Vergleichbarkeit mit Daten auf Landesebene vor: So finden sich zum einen in den Großen Kreisstädten erhöhte Bevölkerungsanteile von Menschen mit Migrationshintergrund, zudem lassen sich sozialräumliche Kumulationen von Risikofaktoren feststellen, die mit den Daten zu Hilfen für Arbeitssuchende, zu Bedarfsanfragen der Frühen Hilfen, zu Rückstellungen beim Schuleintritt und zur Sprachstandserhebung korrespondieren. Zum anderen liegt beispielsweise die Betreuungsquote in Kindertageseinrichtungen der unter Dreijährigen und der über Dreijährigen nah am Landesdurchschnitt, so dass die Vergleichbarkeit zu anderen Landkreisen in Baden-Württemberg gegeben ist.

Umsetzung der übergreifenden Gesamtstrategie auf zentraler und regionaler Ebene

Bisher sind im Rahmen der Frühen Hilfen bereits tragfähige Kooperationen zwischen dem Gesundheits- und Jugendhilfesystem für Familien mit Kindern unter drei Jahren entstanden. Von deren positiver Erfahrung kann das Präventionsnetzwerk, dessen Zielgruppe



Prof. Dr. Fröhlich-Gildhoff



K. Rauh, M.A.

Kinder zwischen drei und zehn Jahren und deren Familien sind, anknüpfen und die erfolgreiche Kombination aus kreisweiter Steuerung und regional adaptierter Realisierung nutzen. Hierfür sind im Ortenaukreis Stellen für eine zentrale und fünf regionale Präventionsbeauftragte eingerichtet worden, die intensiv mit relevanten Akteuren kooperieren, Netzwerkstrukturen aufbauen und um die Angebote und Bedarfe der jeweiligen Raumschaft wissen und so passgenaue Hilfestellung geben können. Zur Vernetzung werden regionale Runde Tische initiiert und auf zentraler Ebene eine Präventions- und Gesundheitskonferenz stattfinden. Unterstützt wird die Entwicklung einer Gesamtstrategie durch die begleitende Gesundheitsberichtserstattung, die mithilfe der von den Netzwerkpartnern zur Verfügung gestellten Daten erstellt wird und so Aufschluss über mögliche Problemlagen, Bedarfe aber auch Angebote geben kann.



Abb. 1: Unterstützung von Bildungseinrichtungen bezogen auf unterschiedliche Ebenen der Prävention

Entwicklung von Kindertageseinrichtungen und Grundschulen zu gesundheitsförderlichen Institutionen

Über die Steuerung und Vernetzung auf kreisweiter und regionaler Ebene hinaus erfolgt der Zugang zu den Kindern und Familien über Kindertageseinrichtungen und Grundschulen im Settingansatz. Um möglichst nachhaltige Wirkung zu erzielen werden Fachkräfteteams und Kollegien aus 25 Kindertageseinrichtungen und 25 Grundschulen in einem 18monatigen Organisationsentwicklungsprozess unterstützt, sich zu gesundheitsförderlichen Institutionen weiterzubilden. Dieser Prozess setzt sich zusammen aus der Umsetzung eines Weiterbildungscurriculums mit drei Basisbausteinen und weiteren Vertiefungs- und Ergänzungsbausteinen, die anhand der spezifischen Situation der Institution ausgewählt werden. Dieses Curriculum wird von geschulten Prozessbegleitern umgesetzt und durch zusätzliche Einheiten fachlich begleitet.

Um diese Entwicklung zu evaluieren wird in einem Teil der Einrichtungen im Wartelisten-Kontrollgruppen-Design eine ausführliche Erhebung stattfinden, die sich in einem qualitativen und quantitativen Mehrebenenendesign auf die Zielgruppe der Institution, der Fachkräfte, der Kinder und Eltern bezieht. Dabei werden jeweils vor Beginn der Organisationsentwicklung, an deren Ende und zusätzlich eine Follow-up-Erhebung nach einem weiten Jahr durchgeführt. Zudem wird zu Zwecken der formativen Evaluation auch die Prozessbegleitung mittels vorstrukturierter Dokumentationsbögen erfasst.

Um eine noch größere Flächendeckung zu erreichen stehen zusätzliche Mittel zur Verfügung, um Bildungsinstitutionen bedarfsspezifischen Fortbildungen zu Themen der Gesundheitsförderung und Prävention anzubieten und somit mehr Einrichtungen zu erreichen, den Gedanken der Gesundheitsförderung in die Breite zu tragen und besonders um flexibel und passgenau auf regionale Bedarfe zu reagieren.

Sicherung der Erkenntnisse durch die wissenschaftliche Begleitevaluation

Um den die Übertragbarkeit für andere Regionen zu gewährleisten werden nicht nur die Organisationsentwicklungsprozesse der Bildungseinrichtungen, sondern alle relevanten Komponenten des Präventionsnetzwerks Ortenaukreis mit einer wissenschaftlichen Evaluation begleitet. Hierzu zählt die Erfassung des Tätigkeits- und Aufgabenprofils der zentralen und regionalen Präventionsbeauftragten durch die Auswertung von Dokumentationsbögen, die Entwicklung des Präventionsnetzwerkes mithilfe von Netzwerkkarten, die Evaluation der Nachhaltigkeit der bedarfsorientierten Fortbildungen und einige vertiefende Fragestellungen, die besonders unter Praxisforschungsaspekten interessant sind: Erstens wird in den Bildungseinrichtungen das Gesundheitsverhalten und die Arbeitsbelastung der Fach- und Lehrkräfte erfasst, die in der Organisationsentwicklung als Vertiefungsbaustein thematisiert werden kann und zweitens werden über die vierjährige Laufzeit des Präventionsnetzwerks Langzeitverläufe der Unterstützung von Familien mit Risikokonstellationen nachgezeichnet, da es hierzu forschungsseitig nur eine sehr geringe Datenlage gibt.

Erwarteter Mehrwert für die Region, für die Forschung unter Praxisbedingungen und den Fachdiskurs

Durch die im Rahmen von PNO aufgebauten Strukturen der Gesundheitsförderung und Prävention und deren Verbindung mit bestehenden Systemen, wie z. B. den Frühen Hilfen, ist es möglich, Kinder und Familien im Ortenaukreis über die gesamte Altersspanne bis zum Ende des Grundschulalters zu erreichen. So wird verhindert, dass bei weiterhin bestehendem Hilfebedarf auch nach Ende des dritten Lebensjahres des Kindes Zuständigkeiten für Unterstützungen im Ortenaukreis vorhanden sind und somit eine durchgängige Struktur im Sinne einer Präventionskette etabliert und verstetigt wird.

Zudem wird unter Berücksichtigung der Forschungserkenntnisse die Prävention und Gesundheitsförderung durch die Organisationsentwicklungsprozesse in den Bildungseinrichtungen dauerhaft verankert und spezifische Problemlagen durch passgenaue Angebote wirkungsvoll in den Blick genommen. Erkenntnisse der Präventionsforschung zeigen, dass Maßnahmen universeller Prävention mit längerer Laufzeit, die an der Lebenswelt der Kinder und Familien ansetzen, besonders wirksam sind (für eine Zusammenfassung s. Fröhlich-Gildhoff & Rönnau-Böse, 2014).

Die Evaluation eines solchen Praxisforschungsprojekts stellt eine besondere methodische Herausforderung dar, die mit (quasi-)experimentellen Vorgehensweisen (RCT-Design; randomized controlled trial, dem sogenannten „Goldstandard“ der Studiendesigns) allein nicht zu bewältigen ist; insofern wird die methodisch reflektierte Erfahrung mit dem komplexen Evaluationsdesign neue Impulse für die Präventionsforschung unter Praxisbedingungen setzen, ebenso wie die Beantwortung der vertiefenden Fragestellungen, die bislang noch unterforscht sind.

Auf fachwissenschaftlicher Ebene ist die Realisierung systematischer Strategien der primären Prävention mittlerweile unstrittig und auch politische Positionspapiere greifen den Gesundheitsaspekt zunehmend auf (Nationales Gesundheitsziel „gesund aufwachsen“ des Bundesgesundheitsministeriums; 13. Kinder- und Jugendbericht des BMFSFJ, 2009; Europäische Gesundheitsstrategie „Europe 2020 – for a healthier EU“). Gesteigert wird die Aktualität der Gesundheitsförderung durch den Beschluss des Präventionsgesetzes durch

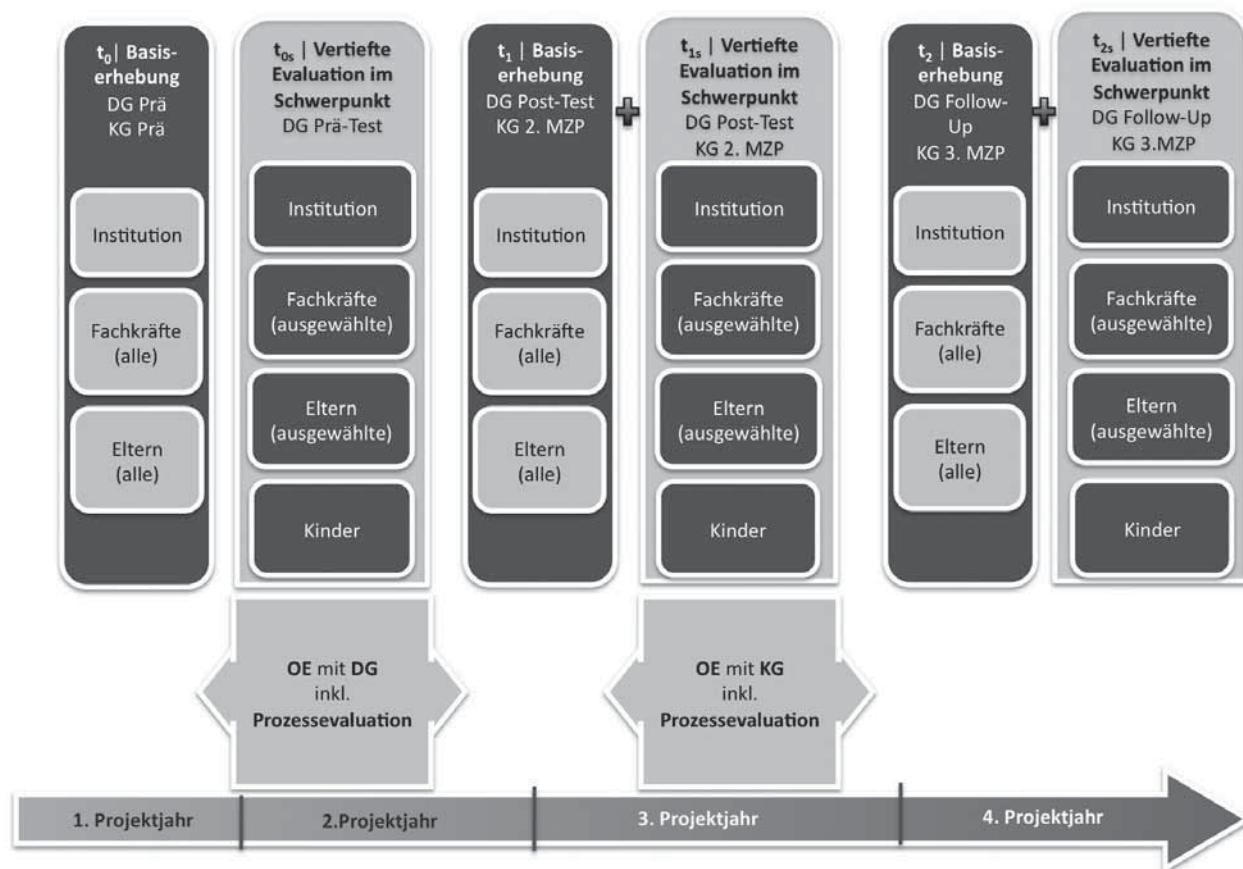


Abb. 2: Struktur des Präventionsnetzwerks Ortenaukreis

das Bundeskabinett im Dezember 2014 (BMG, 2014).

Zugleich wird jedoch immer wieder eine Umsetzungsproblematik deutlich: Es existiert zwar eine Vielzahl – teilweise auch evaluierter Einzelprojekte zu Teilbereichen der Gesundheit z. B. zu gesunder Ernährung – jedoch ist es bisher nur in sehr wenigen Fällen gelungen, diese in eine systematische Strategie einer Gebietskörperschaft zu überführen und somit in die Breite zu tragen. Das Präventionsnetzwerk Ortenaukreis hat insofern Innovationscharakter, als es sich auf die systematische Implementation von Strukturen in einem großen Flächenkreis konzentriert, die Gesamtheit des Gesundheitsbegriffs des nationalen Gesundheitsziels berücksichtigt und andere Kommunen entwickelte Materialien und Erkenntnisse nutzen können.

Literatur

- 1) BMFSFJ (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend) (2009). 13. Kinder- und Jugendbericht. Berlin: BMFSFJ-Eigendruck. Zugriff am 02.10.2010 unter <http://www.bmfsfj.de/BMFSFJ/Service/Publikationen/publikationen,did=128950.html>

bmfsfj.de/BMFSFJ/Service/Publikationen/publikationen,did=128950.html

- 2) BMG (Bundesministerium für Gesundheit) (2014). Pressemitteilung zu Beschluss des Präventionsgesetzes. Zugriff am 06.01.2015 unter <http://www.bmg.bund.de/ministerium/presse/pressemitteilungen/2014-04/kabinett-beschliesst-praeventions-gesetz.html>
- 3) BMG (Bundesministerium für Gesundheit) (2010). Nationales Gesundheitsziel. Gesund aufwachsen: Lebenskompetenz, Bewegung, Ernährung. Berlin: BMG. Zugriff am 18.11.10 unter http://www.bmg.bund.de/nn_1168300/SharedDocs/Publikationen/DE/Praevention/NationalesGesundheitszielGesundaufwachsen,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/NationalesGesundheitsziel-Gesund-aufwachsen.pdf
- 4) Europäische Kommission (2012). Europe 2020 – for a healthier Europe. Zugriff am 18.10.2014 unter http://ec.europa.eu/health/europe_2020_en.htm
- 5) Fröhlich-Gildhoff, K. & Rönna-Böse, M. (2014). Resilienz. München: Reinhardt/UTB.

Förderung

Dieses Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen: 01FR 14029), Laufzeit: November 2014 - Oktober 2018.

Kontakt

Prof. Dr. Klaus Fröhlich-Gildhoff, Evangelische Hochschule Freiburg, Bugginger Str. 38, 79114 Freiburg, Tel. 0761-4781240, E-Mail: froehlich-gildhoff@eh-freiburg.de; www.zfkj.de

Mehr Informationen zu Präventionsnetzwerk Ortenaukreis finden Sie in Kürze unter: www.pno-ortenau.de



www.opusmundi.de



Hol' Dir die App!



app.opusmundi.de

Bei **uns** findest **Du** Deinen
Traumberuf!



Besuch' uns auf



und schenk'
uns einen



Like

www.facebook.com/Opusmundi.de

Studiengang auf energetischem Exkursionskurs: Studierende setzen die Segel auf der Ostsee

Manuel Brielmayer, Peter Knoll, Martin Becker, Studiengang Energie-Ingenieurwesen, Hochschule Biberach

Seit dem Wintersemester 2014/2015 bietet die Hochschule Biberach als Weiterentwicklung der bereits seit Jahren bestehenden Studiengänge Gebäudeklimatik und Energiesysteme den neuen Studiengang Energie-Ingenieurwesen mit zwei Vertiefungsrichtungen an. Hierbei können sich die Studierenden nach dem Grundstudium im 3. Semester für einen der beiden Schwerpunkte Gebäudesysteme oder Energiesysteme entscheiden.



Abb. 1: Anfahrt mit dem Segelschiff Thalassa zu dem Kraftwerk Avedore Power Station (Bild: Hochschule Biberach)

Ein Wahlfach im Hauptstudium dieser Studiengänge ist eine „Große Exkursion“. Hierbei wird von den Studenten zusammen mit den Dozenten als Exkursionsleiter mit entsprechender Vorlaufzeit eine einwöchige Exkursion zu interessanten Praxiszielen im In- und Ausland geplant, organisiert und durchgeführt. Die letzte Exkursion, die von den Professoren Dr. Becker, Bretzke und Dr. Entress zusammen mit dem akademischen Mitarbeiter Dipl.-Ing. (FH) Knoll geleitet wurde, war außergewöhnlich, nämlich eine einwöchige Segel-Exkursion auf der Ostsee, mit dem Ziel innovative und erneuerbare Energiegewinnungen in Küstenregionen und auf See (Offshore) sowie effiziente Energienutzungen in Städten zu erkunden.

Aber nicht nur die genannten Ziele sollten unter dem Leitgedanken der regenerativen Energie stehen, sondern die gesamte Exkursion, beispielsweise, wie kommt man mit einem Transportmittel, das die Kraft der erneuerbaren Energien nutzt über die Ostsee? Da gibt es wohl keine bessere Lösung als ein Segelschiff. Nach umfangreichen Recherchen wurde der 48 Meter lange Dreimaster-Segler Thalassa, der mit seinen 16 Segeln und einer Segelfläche von rund 800 m² zu den Großseglern zählt, hierzu mit einer minimalen Boots-Crew (Kapitän, Steuermann, zwei Matrosen, Koch) für eine Woche gechartert. Ein sehr komplexes Unterfangen, welches eine gute und lange Organisationszeit im Voraus erforderte. Schon ein gutes Jahr vorher, im September 2013 begannen dazu die

ersten Vorbereitungen. Die Studenten arbeiteten in verschiedenen Teams, in denen sie sich beispielsweise mit interessante Exkursionsziele, Bordorganisation, Öffentlichkeitsarbeit oder Sponsoring beschäftigten. Ein Team führte auch Berechnungen für einen CO₂-Footprint durch, um die Nachhaltigkeitsaspekte der Exkursion bei verschiedenen Reise-Varianten aufzeigen zu können. Aber nicht nur die Vorbereitungen und die Besichtigungen der Exkursionsziele waren Bestandteil der Exkursion – alle Crewmitglieder der Hochschule mussten auch während der Exkursion auf dem Schiff beim Segeln und in der Kombüse aktiv mitarbeiten.

Am 20. September 2014 war es dann endlich so weit. 29 Studenten, 2 Professoren und 4 wissenschaftliche Mitarbeiter der Hochschule machten sich auf den Weg, zur Segel-Exkursion Energy Sail 2014! Mit dem Bus ging es von Biberach nach Kiel, nach dem Einchecken auf dem Schiff dann vom Hafen Kiel raus auf die Ostsee und das erste Ziel, die grüne Hauptstadt Europas 2014, Kopenhagen wurde angesteuert. Für die rund 20 stündige Segelstrecke war auch eine durchgehende Nachtfahrt („Nachtschlag“) mit Einteilung von Nachtschichten verbunden und das Ziel Kopenhagen wurde planmäßig erreicht. Kopenhagen hat mit seinem sehr gut ausgebauten Fernwärme- und Fernkältenetz eine Vorreiterrolle der Energieversorgung im Vergleich zu anderen Großstädten ähnlicher Größe. Zudem kommt der sehr hohe Anteil an Fahrradfahrern in der Stadt, welche ebenfalls einen nicht unerheblichen Beitrag zur Energiewende leisten. Durch eine Vielzahl und eine abgestimmte Kombination unterschiedlicher zukunftsweisender Projekte wurde Kopenhagen im Jahr 2014 der Titel und Wanderpokal „Grüne Hauptstadt Europas (Green Capital)“ verliehen.

Nach Kopenhagen ging es weiter zum innovativen Kraftwerk Avedøre Power Station, welches sich an der dänischen Küste etwas südlich von Kopen-

hagen befindet. Dieses Kraftwerk ist mit einem Wirkungsgrad von bis zu 49% für die Stromerzeugung und 94% für die gekoppelte Strom- und Wärmegegewinnung laut Betreiber aktuell das effizienteste Dampfkraftwerk der Welt. Mit einem Großteil an Wärmegegewinnung aus Stroh und Pellets stellt es zudem ein Kraftwerk dar, welches zu einem hohen Anteil erneuerbare Energien nutzt.

Nächstes Exkursionsziel war Gedser, um dort einen der größten Windparks Europas zu besichtigen. Eine Überraschung folgte am Morgen für diejenigen, die keine Nachtschicht hatten – durch den in der Nacht aufgekommenen Sturm konnte der eigentliche Hafenplatz nicht erreicht werden und der Kapitän musste notgezwungen im benachbarten Fähr-Hafen, anlegen. Da dieser Hafen aber ungeschützt von den Wellen der offenen See ist, konnte dieser, nach einem sehr interessanten Vortrag des Betreibers des Windparks Nysted Havmøllepark von Dong Energy, nur mit Hilfe eines Abschleppbootes für unser Segelschiff wieder verlassen werden. Der Windpark Nysted (Rødsand I) war zum Zeitpunkt seiner Fertigstellung 2004 mit 72 Windkraftanlagen auf 24 km² Fläche, gemessen an der jährlichen Stromerzeugung, der größte der Welt.



Abb. 2: Unter Segel mit gutem Wind unterwegs, Schräglage auf der Thalassa (Bild: Hochschule Biberach)



Abb. 3: Gruppenbild der Segelcrew Energy Sail 2014 auf dem Segelschiff Thalassa (Bild: Hochschule Biberach)

2010 wurde er um 90 Windkraftanlagen erweitert.

Ein sehr interessanter Besuch stand auch beim nächsten Ziel in Nakskov an. Hier wurde der Prototyp eines Wellenkraftwerks des Unternehmens Home of Poseidon besichtigt. Die Plattform ist 37 m lang und besteht aus statischen Teilen und acht flexiblen Absorbern. Die Absorber nehmen 70% bis 90% der

Wellenenergie auf, wobei der Gesamtwirkungsgrad allerdings (noch) deutlich geringer ist.

Die abschließende Segelfahrt zurück nach Kiel forderte die nun eingespielte Segelcrew nochmals gewaltig. Bei guten Windbedingungen war die Schräglage des Schiffes und die rekordverdächtige Geschwindigkeit der Thalassa für alle Teilnehmer ein besonderes Erlebnis. In Kiel stand schließlich die Besichtigung der HDW-Werft von ThyssenKrupp an. Die benötigten Anlagen für die gebäudeklimatische und energietechnische Versorgung der Besatzung von U-Booten weist viele Ähnlichkeiten mit einem Gebäude auf, müssen allerdings an die speziellen Anforderungen eines U-Bootes angepasst sein.

Zusammenfassend war diese Exkursion für alle Beteiligten ein voller Erfolg. Die Studenten konnten durch diese Exkursion Erfahrungen sammeln, die sie nicht im Rahmen einer Vorlesung

erfahren hätten können. Aber nicht nur der fachliche Teil wurde bei dieser Exkursion gestärkt, sondern auch die Teamarbeit und die Organisationsfähigkeit. Durch die guten Erfahrungen mit der Exkursion Energy Sail 2014 wird die Hochschule Biberach in den nächsten Jahren zurückgreifen können und vielleicht noch das ein oder andere Mal in See stechen.

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Martin Becker, Hochschule Biberach, Karlstraße 11, 88400 Biberach, Tel.: 07351-582253, E-Mail: becker@hochschule-bc.de



MAGNETISCHE ANWENDUNGEN



SMP Sintermetalle Prometheus GmbH & Co KG mit Sitz in Graben-Neudorf entwickelt und produziert induktive Bauelemente sowie weichmagnetische Werkstoffe, Kerne und Formteile. Das badische Familienunternehmen hat sich auf dem Weltmarkt zu einem der bedeutendsten Anbieter von Bauelementen mit weichmagnetischen Werkstoffen in industriellen Anwendungen entwickelt. Die Werkstoffkunde spielt bei der Entwicklung der äußerst verlustarmen induktiven Bauelemente eine herausragende Rolle: Die für das Kernmaterial verwendeten Pulververbundwerkstoffe werden kundenspezifisch für jede Anwendung eigens entwickelt und hergestellt.

Die Bauelemente sind je nach Anwendung zum Beispiel als Einleiterdrosseln für Hochstromanwendungen, Einzeldrosseln, Drosselmodule oder LC-Filter aufgebaut. Sie sind für Frequenzen bis zu 2 MHz und Ströme bis zu 3000 A ausgelegt und in Gewichten von 0,05 kg bis 130 kg realisierbar. Eingesetzt werden sie in industriellen Anwendungen in Bereichen wie der Leistungselektronik, Automatisierung und Signalverarbeitung, in antriebstechnischen Anwendungen, darunter Bahntechnik, Elektromobilität und Schiffstechnik, sowie in Anwendungen in Medizintechnik und Erneuerbaren Energien.



Das Unternehmen wurde 1982 von dem Werkstoffkundespezialisten Dr.-Ing. Vasilios Gemenetis zur Herstellung von Sintermetallen nach einem selbst entwickelten Verfahren gegründet. Seit 1994 ist SMP auf die Herstellung von elektronischen Bauelementen spezialisiert. Um den ganzen Produktionszyklus abdecken zu können, wurde im Jahr 2008 ein Werk für die eigene Entwicklung und Herstellung von Metallpulver gegründet. Seit 2011 hat SMP die Produktion mit einer Kunststoffspritzerei erweitert, um Spulenträger und Isolationssysteme für die Bauelemente selbst entwickeln und herstellen zu können. Nahezu 100 Prozent der Produkte werden kundenspezifisch gefertigt und mit einer Exportquote von über 50 Prozent weltweit vertrieben.

SMP Sintermetalle Prometheus GmbH & Co KG

Ottostraße 4 - D-76676 Graben-Neudorf

Tel: 07255 716 0 - Fax: 07255 716 160 - E-Mail: info@smp.de

www.smp.de



Damit es nicht ins Auge geht – Nicht invasives LED-Beleuchtungssystem für die Netzhautchirurgie und -diagnostik

Philipp S. Kölbl¹, Frederik Wintermantel², Christian Lingenfelder², Frank Koch³ und Martin Heßling¹, ¹: Hochschule Ulm, ²: alamedics GmbH & Co. KG (Dornstadt), ³: Universitätsklinikum Frankfurt

Im Rahmen einer Kooperation zwischen der Hochschule Ulm und der alamedics GmbH & Co. KG (Dornstadt) wurden mit Unterstützung des Frankfurter Universitätsaugenklinikums neue Konzepte zur Beleuchtung für die Netzhautchirurgie entwickelt, die schonender und preiswerter als konventionelle Beleuchtungssysteme sind. Im Gegensatz zu den bisherigen Systemen kommt der hier vorgestellte nicht invasive LED-Endoilluminator ohne eine Verletzung des Auges aus. Es wird eine gleichmäßigere Beleuchtung des Augeninneren erreicht, bei einer gleichzeitig stark reduzierten Gefährdung der Netzhaut durch thermische oder photochemische Prozesse.

Beleuchtung bei Netzhautoperationen

Eine unter Ophthalmochirurgen durchgeführte Studie [Wenzel 2014] erlaubt die Schätzung, dass in Deutschland jährlich ca. 100 000 Netzhaut- und Glaskörper-Operationen erfolgen. Zur Durchführung dieser Eingriffe benötigt der Chirurg eine ausreichend helle Beleuchtung, die jedoch nicht so intensiv sein darf, dass sie das Auge - und speziell die Netzhaut - thermisch oder photochemisch schädigt. Außerdem soll die Beleuchtungsoptik nicht den direkten Blick des Operateurs ins Auge stören.

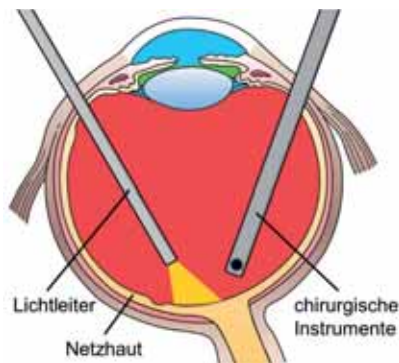


Abb. 1) Beleuchtung über Lichtleiter (verändert nach [Fisher 2013] und [Ocunet 2008]).

Aktuelle Beleuchtungssysteme, sogenannte Endoilluminatoren, bestehen aus Xenon- oder Quecksilberdampflampen, deren Licht über Fasern ins Operationsgebiet geleitet wird (Abb. 1). Das Leuchtmittel wird alle einige Hundert Stunden ausgetauscht, während die Lichtleitern aus Gründen der medizinischen Sicherheit sogar für jeden Eingriff erneuert werden. Zu den weiteren Nachteilen dieses Ansatzes gehört die notwendige Verletzung des Auges bei der Durchführung des Lichtleiters. Da dieser Lichtleiter nur einen kleinen Teil des Augeninneren ausleuchtet und chirurgische Instrumente Schatten werfen, wird dieser Lichtleiter

manchmal auch während der Operation umgesetzt, was dann mit einem erneuten Einschnitt ins Auge verbunden ist. Zu diesen mechanischen Verletzungen kommt als weiterer Nachteil die intensive Strahlung der Entladungslampen, die trotz optischer Filter noch kurzwellige Strahlungsanteile enthalten kann [Ach 2008]. Nähert sich der Lichtleiter der Netzhaut zu sehr, können schon in kürzester Zeit irreversible Schädigungen erfolgen.

Konzept der nicht invasiven LED-Beleuchtung

Bei dem hier vorgestellten neuartigen Beleuchtungskonzept wird als Lichtquelle eine – im Vergleich zu den verbreiteten Xenon- und Quecksilberdampflampen – relativ schwache weiße LED verwendet, die keine Emissionen in den besonders netzhautschädigenden violetten und UV-Spektralbereichen aufweist.

Bei diesem Ansatz ist kein Lichtleiter und damit ist keine zusätzliche Öffnung des Auges notwendig. Die LED wird wie in Abb. 2 dargestellt

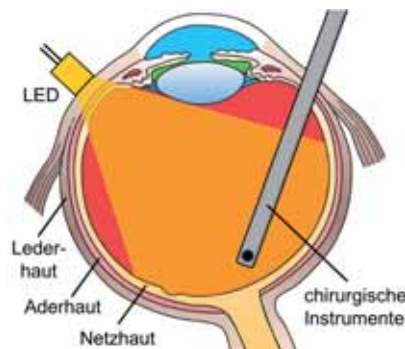


Abb. 2) Konzept der nicht invasiven LED-Beleuchtung (verändert nach [Fisher 2013]) - die Streuung der LED-Strahlung in der Augenwand, die für eine noch gleichmäßigere Beleuchtung sorgt, ist hier nicht dargestellt.

möglichst vorne seitlich an einer Stelle ans Auge gedrückt, an der sich keine Netzhaut befindet („Pars-Plana“). Das Licht gelangt durch Lederhaut (Sklera) und Aderhaut ins Augeninnere, wobei es teilweise absorbiert und teilweise gestreut wird.

Die für dieses Konzept sehr wichtigen Transmissionseigenschaften der Augenwand werden im Wesentlichen durch die opak wirkende Lederhaut bestimmt. Dass die Augenwand tatsächlich zumindest teilweise transparent ist, zeigen eigene Messungen an Schweineaugen, bei denen im Spektralbereich 400 – 750nm eine durchschnittliche Transmission von 10 – 15 Prozent gemessen wurde. Die gemessene Transmission steigt dabei mit der Wellenlänge und mit der Ausübung von Druck auf die Augenwand (Abb. 3). Diese Untersuchungen an Schweineaugen stimmen qualitativ weitgehend mit Resultaten an menschlichen Augen überein, die in [Vogel 91] veröffentlicht wurden. Dort wurde u.a. bei einer Wellenlänge von knapp unter 600nm eine Transmission der Lederhaut von 15% - 20% ermittelt, die mit steigendem Druck auf ca. 40% - 50% ansteigt. Weitere druckabhängige Transmissionsdaten sind in der Literatur nicht zu finden, aber neue Spektral-daten in [Bashkatov 2010] bestätigen die Messungen von Vogel bei geringem Druck. Damit scheint dieser Ansatz für eine Beleuchtung des Augeninneren geeignet, wobei die Helligkeit nicht nur vom Lichtstrom der LED sondern auch vom Anpressdruck der LED ans Auge abhängt.

Prototyp

Für einen Prototyp wird eine kommerzielle, nicht selektierte, warmweiße Low-Cost-LED von Winger in einem zylindrischen, transparente Kunststoffgehäuse mit einem Außendurchmesser

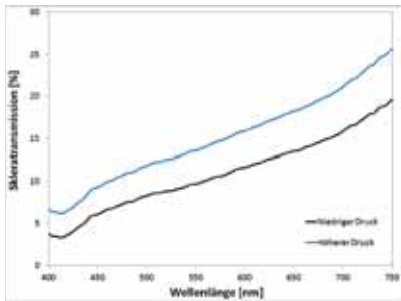


Abb. 3) Transmission von Schweinesklera

von 3mm verwendet. Mit Hilfe einer 3,6V-Knopfzelle wird diese LED bei einem Strom von 40mA betrieben. Das gemessene Emissionsspektrum mit einer Peakwellenlänge von 585nm findet sich in Abb. 4. Der LED-Lichtstrom liegt nach eigenen Messungen bei 10,7lm.

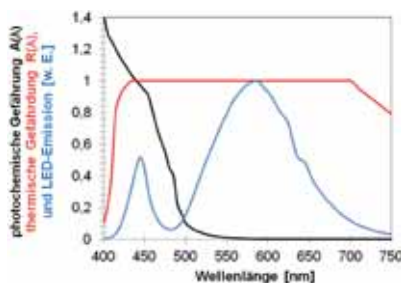


Abb. 4) Emissionsspektrum der warmweißen Low-Cost-LED (blau) sowie die Bewertungsfunktionen für die photochemische $A(\lambda)$ (schwarz) und thermische $R(\lambda)$ (rot) Augengefährdung [DIN 2014].

Während der Operation wird die LED starr an einem sogenannten Lidsperrer befestigt (Abb. 5) und damit seitlich mit einstellbarem Druck gegen das Auge gepresst. Bei dem Lidsperrer handelt es sich um ein augenärztliches Standardinstrument, das das Auge während der Operation offen hält.

Das ganze System ist als medizinisches Einwegprodukt gedacht, das der Chirurg sterilisiert bezieht und das mindestens eine halbe Stunde lang für eine ausreichende Beleuchtung des Operationsgebiets sorgt. Diese Beleuchtungsdauer wäre ein Fortschritt gegenüber vielen kommerziellen Beleuchtungssystemen, die aufgrund der stärkeren photochemischen Netzhautbelastung nur geringere Einsatzdauern erlauben [Ach 2008].

Betrachtung der Augensicherheit

Obwohl die optische Leistung dieser LED viel geringer ist als die der konventionellen Xenon- und Quecksil-

berlampen, muss die Augensicherheit auch hier überprüft werden, da direkter Kontakt zum Auge besteht und sich die Netzhaut an manchen Stellen nur ca. 1 - 2mm entfernt auf der anderen Seite der Augenwand befinden kann.

Nach DIN EN ISO 15004-2 [DIN 2014] müssen dazu mögliche thermische als auch photochemische Risiken betrachtet werden. Zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung für die Netzhaut liefert die Norm, die in Abb. 4 ebenfalls dargestellten Bewertungsfunktionen $A(\lambda)$ und $R(\lambda)$ für photochemische und thermische Gefährdung.

Mit diesen Funktionen und dem bekannten LED-Spektrum lässt sich u.a. die in der DIN-Norm definierte thermische Bestrahlungsstärke E_{VIR-R} berechnen. Unter der unrealistischen, aber vorsichtigeren Annahme, dass die Strahlung nicht bereits auf dem Weg zur Netzhaut absorbiert wird, und dass der Abstand zwischen LED und Netzhaut nur 1mm beträgt, ergibt sich mit

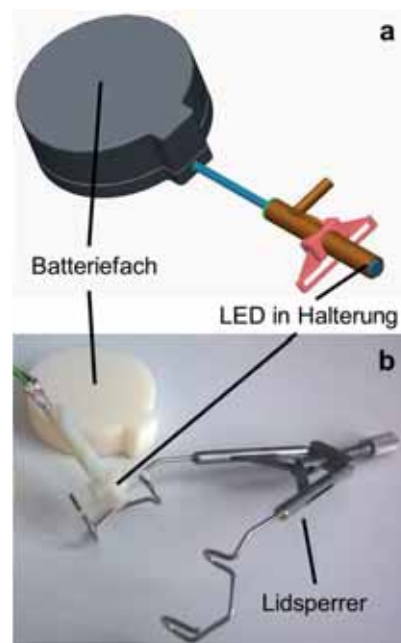


Abb. 5) a) Schema und b) Foto des Prototypen in Kombination mit Lidsperrer.

der verwendeten LED eine thermische Bestrahlungsstärke von $E_{VIR-R} = 0,35W/cm^2$, die deutlich unter dem laut Norm erlaubten Grenzwert von $0,7W/cm^2$ liegt. Eine thermische Gefährdung der Netzhaut liegt hiermit nicht vor. (Die LED selber erwärmt sich nur auf knapp $30^\circ C$ und führt damit auch zu keinen thermischen Schäden an der Kontaktfläche zum Auge.)

Für die Beurteilung der photochemischen Gefährdung ist die bewertete Bestrahlungsstärke E_{A-R} auf der Netzhaut

ausschlaggebend. Mit der verwendeten LED ergibt sich hier $E_{A-R} = 4,6mW/cm^2$. Da die maximale Bestrahlungsdosis laut DIN-Norm $10 J/cm^2$ beträgt, dürfte diese Beleuchtung maximal 36 Minuten erfolgen. Auch hier ist anzumerken, dass die Bestrahlungsstärke E_{A-R} auf der Netzhaut zu hoch und damit sehr vorsichtig angesetzt wurde. Tatsächlich beträgt die Transmission der Augenwand im Spektralbereich um 450nm nach [Vogel 91] auch bei hohem Druck weniger als 30%. Damit wäre eine mindestens dreimal längere Expositionszeit oder die Verwendung einer mindestens dreimal helleren LED bei gleicher Anwendungsdauer möglich, ohne die Grenzwerte der Norm zu überschreiten.

Ergebnisse und Ausblick

Ein Foto eines mit der genannten LED beleuchteten Schweineauges findet sich in Abb. 6. Da hier kein Lidsperrer genutzt werden konnte, wird die LED mit der Hand an das Auge gedrückt. Dank einer chirurgischen Aufsatzlinse (ala lens plane, Alamedics) auf der Linse des Schweineauges, sind die Blutgefäße im Inneren gut zu erkennen. Aufgrund der oben aus [Vogel 91] zitierten Transmissionswerte für die Augenwand von ca. 20% bei der LED-Peakwellenlänge, sollte es möglich sein ca. 2 lm ins Auge zu bekommen. Das entspricht einer mittleren Beleuchtungsstärke von ungefähr $1500 lx (lm/m^2)$ im Augeninneren. Bei Bedarf könnte die Helligkeit durch eine hellere LED und eine Vergrößerung der Lichteinkopffläche weiter erhöht werden.

Nach diesen erfolgreichen Resultaten an Schweineaugen sind für die nahe Zukunft sind Tests an menschlichen Patienten geplant.



Abb. 6) Foto des Prototypen des LED-Beleuchtungssystems, das hier mit der Hand an ein Schweineauge gedrückt wird – auf dem Auge befindet sich eine chirurgische Aufsatzlinse, so dass die Blutgefäße im Inneren gut zu erkennen sind.



Abb. 7) Die Autoren – von links nach rechts: Philipp S. Kölbl, Frederik Wintermantel, Christian Lingenfelder, Frank Koch und Martin Heßling

Anmerkungen

Bei dem hier vorgestellten Beleuchtungsansatz handelt es sich um eines von zwei neu entwickelten Konzepten, die bereits zum Patent angemeldet wurden. Das hier vorgestellte LED-Beleuchtungssystem wird detaillierter in [Kölbl 2015] erläutert. Ein Artikel zu einem weiteren neuartigen Beleuchtungsverfahren für die Netzhautchirurgie befindet sich in Vorbereitung.

Zu den Autoren

Herr B. Eng. Philipp S. Kölbl ist Medizintechnik-Absolvent der Hochschule Ulm und hat für die diesem Artikel zugrunde liegende Bachelorarbeit den VDI-Preis der Bezirksgruppe Donau-Iller erhalten. Herr B. Eng. Frederik Wintermantel und Herr Dr. Lingenfelder sind Entwicklungsingenieur und Geschäftsführer der alamedics GmbH, während Herr Prof. Dr. Koch die Abteilung Netzhautchirurgie des Universitätsklinikums Frankfurt leitet. Herr Prof. Hessling ist innerhalb der Medizintechnik der Hochschule Ulm

in verschiedene Forschungsaktivitäten an der Schnittstelle Bio-/Medizintechnik und Optik involviert.

Quellen

- 1) [Ach 2008] T. Ach, A. E. Höh, R. Amberger und S. Dithmar: Lichtexposition bei vitreoretinaler Chirurgie, *Der Ophthalmologe* 105, 10, 905–910, 2008
- 2) E. A. Genina, V. I. Kochubey and V. V. Tuchin: Optical Properties of Human Sclera in Spectral Range 370–2500nm, *Biomedical Optics and Spectroscopy*, Vol. 109 (2), p. 197–204, 2010
- 3) [DIN 2014] DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2014: Ophthalmische Instrumente – Grundlegende Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 2: Schutz gegen Gefährdung durch Licht (ISO/DIS 15004-2:2014); Deutsche Fassung ISO 15004-2:2014, 15004-2:2014. (Entwurfsfassung)
- 4) [Fisher 2013] H. Fisher, *Three_Internal_chambers_of_the_Eye*, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/archive/8/8a/20130204203139!Three_Internal_chambers_of_the_Eye.png?uselang=de,2013, Zugriff am 11.08.2014

upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/archive/8/8a/20130204203139!Three_Internal_chambers_of_the_Eye.png?uselang=de,2013, Zugriff am 11.08.2014

- 5) [Kölbl 2015] P. S. Kölbl, C. Lindner, C. Lingenfelder, S. Deuchler, P. Singh, F. Koch, M. Hessling: Extraocular non-invasive transscleral LED-Endoilluminator for Eye Speculum Integration, Eingereicht bei Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology
- 6) [Ocunet 2008] Ocunet, <http://ocunet.de/bildarchiv/vitrektomie.jpg> 2008, Zugriff am 11.08.2014
- 7) [Vogel 1991] A. Vogel, C. Dlugos, R. Nuffer, R. Birngruber: Optical properties of human sclera, and their consequences for transscleral laser applications, *Lasers in surgery and medicine* 11, 4, 331–340, 1991
- 8) [Wenzel 2014] M. Wenzel, G. Aufarth, A. Scharrer, K. Schayan, T. Reinhard: Ambulante und stationäre Intraokularchirurgie 2013: Ergebnisse der Umfrage von BDOC, BVA, DGII und DOG, *OPHTHALMOCHIRURGIE* 26: 171–182, 2014

Kontakt

Prof. Dr. Martin Heßling, Fakultät Mechatronik und Medizintechnik, Hochschule Ulm, Albert-Einstein-Allee 55, 89081 Ulm, Tel. 0731/5028602, Email hessling@hs-ulm.de, www.hs-ulm.de/hessling

we_search – online stöbern wie in einer Freihandbibliothek

(Brigitte Hirner, Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd) Vor einem Regal stehen und schnell die richtige Information finden – diese Art der Recherche soll die Plattform we_search nun online ermöglichen. Erste Prototypen des Kooperationsprojektes der Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd und der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung Konstanz liegen nun vor. Die Plattform ermöglicht eine ganz neue Art der visuellen Darstellung von Suchergebnissen. Sie umfasst vier Bereiche: search zur Suche von Publikationen, collection zur Verwaltung der gefundenen Literatur, workspace zum Schreiben und Veröffentlichen und community zum fachlichen Austausch mit anderen Desi-

gnern und Forschern. In die Datenbank sind bisher 4000 Veröffentlichungen aufgenommen worden, die mit ihren Metadaten dargestellt werden können. Gefördert wird das Projekt vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg.

Weitere Informationen: <http://www.we-search.eu>

Kontakt: Julia Hengartner, Hochschule für Gestaltung Schwäbisch Gmünd, Rektor-Klaus-Straße 100, 73527 Schwäbisch Gmünd, Tel. 07171/602 668, Email: julia.hengartner@hfg-gmuend.de



Die Abbildung zeigt den Suchbereich. Er bietet die Möglichkeit zwischen 6 unterschiedlichen Darstellungen der Ergebnisse. Die abgebildete Darstellung zeigt die Häufigkeit der Suchbegriffe. Jedem Suchbegriff wird eine Farbe zugeordnet. So können Suchende schnell die für sie thematisch interessanten Publikationen identifizieren.

Mikrokreditbanken – Fluch oder Segen?

Christian Kreiß und Jochen Splettstößer, Hochschule Aalen

Die Ausgangsfrage: Was taugen Mikrokredite?

Im Greenpeace-Magazin von März-April 2014 konnte man unter der Überschrift „Mythos Mikrokredit – Kleinstkredite nutzen nicht den Armen, sondern dem Finanzkapital“ ein pauschales, geradezu vernichtendes Urteil zu Mikrokrediten lesen. Die Kernaussagen des Artikels lauten: Der Begründer der Mikrokredite, Muhammad Yunus, der 1983 mit der Grameen-Bank in Bangladesch die erste Mikrokreditbank gegründet hatte, erhielt hierfür 2006 den Friedensnobelpreis. Dadurch gelte das Konzept als Erfolg. Dies sei jedoch falsch. Internationale wissenschaftliche Studien belegten immer häufiger, dass Mikrokredite keine armutsreduzierende Wirkung aufwiesen, sondern im Gegenteil den Armen schaden. Die Zinsen für Mikrokredite seien mit im Durchschnitt mehr als 30 Prozent pro Jahr so hoch, dass die Kreditnehmer dadurch in Überschuldung getrieben würden. Durch rigide Geldeintreiber würden den überschuldeten Kleinkreditnehmern ihre wenigen Habseligkeiten weggenommen, was u.a. zu Verzweiflung und hohen Selbstmordraten führe. Selbst die Grameen-Bank verlange 20 Prozent und treibe diese genau so rigide ein wie alle anderen. Der Grund für die negative Wirkung von Mikrokrediten für die Armen liege darin, dass bei der Vergabe von Mikrokrediten nicht Armutsbekämpfung im Mittelpunkt stehe, sondern die Einbindung der Armen in die Kapitalmärkte, um daraus Profit für die Banken und Investoren zu schlagen – zu Lasten der Ärmsten der Armen.¹

Die harsche Kritik von Greenpeace an den kommerziellen, auf Profitmaximierung basierenden Mikrokreditbanken ist durchaus berechtigt. Die börsennotierte mexikanische Mikrokreditbank mit dem Namen Compartamos²-Bank, die laut Greenpeace sogar über 60 Prozent Zinsen verlange, sowie Groß- und Investmentbanken, die laut Greenpeace in das Geschäft mit der Armut eingestiegen sind, dürften tatsächlich eine ohnehin bereits überwiegend reiche Eigentümer-Klientel auf Kosten der Ärmsten der Armen bereichern. Nicht berechtigt ist jedoch, die Grameen-Bank von M. Yunus und andere nach den Yunus-Prinzipien arbeitenden Institute mit diesen profitmaxi-

mierenden Mikrokreditbanken in einen Topf zu werfen. Diese Pauschalisierung verdeckt fundamentale Unterschiede und breitet einen falschen Schleier der Verallgemeinerung über Mikrokredite als solche, die dadurch zu unrecht generell in Misskredit gebracht werden. In dieser Pauschalisierung irrt das Greenpeace-Magazin leider, wie im Folgenden aufgezeigt werden soll.

Muhammad Yunus und die Grameen-Bank

Der am 28. Juni 1940 in Bathua, Bezirk Chittagong in Bangladesch geborene Muhammad Yunus studierte Ökonomie in seinem Heimatland sowie den USA. Er wurde 1972 Professor und Leiter der volkswirtschaftlichen Fakultät an der Chittagong-Universität. Durch das große Elend und die schlimme Not seiner Mitmenschen während der Hungerkrise 1974 und in den Folgejahren sowie über die unmenschlichen Wucherzinsen erschüttert, beschloss Yunus, diesem Elend abzuweichen.³ So begann er ab 1977 Kleinstkredite zu vergeben, was 1983 schließlich zur Gründung der Grameen Bank (übersetzt: „Dorf“-Bank) führte. Diese Bank wurde aus tief mitmenschlichen Motiven gegründet. Der Grundgedanke von Yunus war, den Ärmsten seiner Landsleute durch ökonomische Hilfe zur Selbsthilfe eine menschenwürdige Existenz zu ermöglichen. Daher unterschied sich diese ganz durch philanthropischen Geist geprägte Bank von Anfang an vollkommen von allen anderen Banken, geschweige denn von den ausbeuterischen Geldleihern. Yunus sagte später selbst einmal, er habe Struktur und Vorgehensweise der nach dem Prinzip der Profitmaximierung arbeitenden kommerziellen Geschäftsbanken studiert und dann einfach in allen Punkten das Gegenteil gemacht.⁴

Die Grameen Bank war von Anfang an als eine Non-Profit-Bank konzipiert. Die Gewinne der Bank sollten nicht wenigen, normalerweise ohnehin wohlhabenden Aktieneigentümern⁵ als Nicht-Arbeits-Einkommen in Form von Dividenden oder Aktienkurssteigerungen zufließen, sondern denjenigen zugute kommen, die sie durch ihre Arbeit erwirtschaften: den kleinen, armselig lebenden und hart arbeitenden Kreditnehmern der Grameen Bank. Daher



Prof. Dr. C. Kreiß



J. Splettstößer M. Eng.

wurde die Bank nicht als Aktiengesellschaft, sondern als Genossenschaft organisiert. Die Bank sollte in Händen der vielen fast mittellosen Kleinkunden der Bank sein, die Genossen werden sollten.⁶ Als Genossen hatten die Kleinkunden der Bank auch entsprechende Mitspracherechte.⁷

Zinssätze im Vergleich

Dadurch, dass die Bankgewinne nicht an eine kleine Gruppe wohlhabender Aktionäre abfließen, konnte die Grameen Bank ihren Kreditnehmern von Anfang an Geld zu vergleichsweise niedrigen Zinsen zur Verfügung stellen. Die 20% nominaler Jahreszins, die die Grameen Bank verlangte, waren, gemessen an den damals als häufig einzige Alternative existierenden Darlehen der Geldleiher und verglichen mit heutigen Zinssätzen von profitorientierten Mikrokreditbanken, äußerst günstig.

Für viele der ärmsten Menschen in Bangladesch und anderen Ländern vor Gründung der Grameen Bank stellten Geldverleiher häufig den praktisch einzigen Zugang zu Krediten dar. Ein Zins-

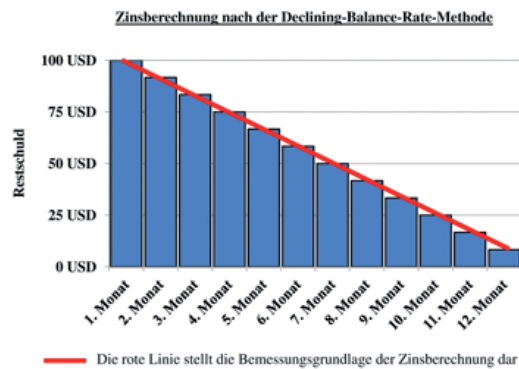


Abb. 1: Zinsberechnung nach der „declining balance rate“-Methode. Anmerkung: Die rote Linie stellt die Bemessungsgrundlage der Zinsberechnung dar

satz von 10 Prozent pro Woche, wie er bei Geldverleihern durchaus üblich war und ist⁸ entspricht einem Zinssatz von über 14.000 Prozent pro Jahr.⁹

Auf den Philippinen ist beispielsweise das sogenannte 5-6 Schema weit verbreitet: Für fünf Pesos, die zu Sonnenaufgang geliehen werden, müssen am Tagesende sechs Pesos zurückbezahlt werden.¹⁰ Dies entspricht einem Zinssatz von 20 Prozent pro Tag bzw. von über 6 Milliarden Prozent auf 100 Tage. Bei diesem Zinssatz werden finanzmathematisch aus einem Euro-Cent binnen 200 Tagen über 57.000 Milliarden Euro. Der Grund hierfür ist der in der Finanzbranche übliche Zinseszinsseffekt.

Die Grameen Bank verzichtete für ihre klassischen Kleindarlehen im Gegensatz zu konventionellen Banken oder Geldleihern von Anfang an auf Zinseszinsen. Sie vergab standardmäßig feste Ratenkredite zu einem Zinssatz von 20 Prozent pro Jahr.¹²

Der klassische Basis-Mikrokredit der Grameen Bank hatte (und hat) folgende Struktur: Die Kreditlaufzeit beträgt ein Jahr. Kredite werden in wöchentlich gleichbleibenden Raten abbezahlt. Die erste Rate ist eine Woche nach Kreditherausgabe zu leisten, wobei sich die Raten aus einem Tilgungs- und einem Zinsanteil zusammensetzen. Die wöchentliche Tilgung beträgt zwei Pro-

zent der Kreditsumme für die Dauer von 50 Wochen, wodurch der Kredit über diesen Zeitraum vollständig getilgt wird. Die Zinsen betragen umgerechnet zwanzig US-Cent pro Woche pro 100 geliehenen US-Dollar; Zinseszins gibt es nicht. Die Zinsen werden nicht während der gesamten Laufzeit auf den zu Anfang geliehenen Betrag bezogen, sondern auf die durchschnittlich ausstehende Restschuld – diese beträgt exakt die Hälfte des ursprünglich geliehenen Betrages, was man durch das Schaubild „declining balance rate“ verdeutlichen kann.

Bei einem Jahreszinssatz von 20% sind umgerechnet pro geliehenen 100 US-Dollar somit insgesamt $20\% \times 50$ US-Dollar = 10 US-Dollar während der Gesamtlaufzeit an Zinsen zu bezahlen. Pro Woche ergibt das 10 US-Dollar / 50 Wochen = 0,2 US-Dollar, also 20 US-Cent pro geliehene 100 US-Dollar. Hierzu ein konkretes Beispiel: Ein Kunde möchte einen Mikrokredit über umgerechnet 100 US-Dollar. Die wöchentliche Tilgung über 50 Wochen beträgt zwei Prozent der Kreditsumme, d.h. zwei US-Dollar pro Woche. Die Zinsen betragen jede Woche 0,2 US-Dollar pro geliehene 100 US-Dollar. Folglich hat der Mikrokreditnehmer jede Woche 2 US-Dollar Tilgungsanteil + 0,2 US-Dollar Zinsanteil = 2,2 US-Dollar zu seinen Treffen mit den Bankangestellten mitzubringen. Auf die gesamte Kreditlaufzeit bezogen betra-

gen die Zinsen also 10 US-Dollar. Das entspricht einem Zinssatz von 10% auf den ursprünglich geliehenen Betrag von 100 US-Dollar bzw. 20% auf den durchschnittlich ausstehenden Kreditbetrag von 50 US-Dollar.¹³

Eine Vergleichszahl hierzu: Die profitorientierte, börsennotierte mexikanische Compartamos Bank wirbt mit Mikrokrediten von 4 Prozent pro Monat nach der sogenannten Flat Rate-Methode (siehe Schaubild „flat rate“).¹⁴

Flat Rate-Methode bedeutet, dass die vier Prozent bis zuletzt auf den ursprünglich entliehenen Betrag gezahlt werden müssen. Bei einem Kreditbetrag im Gegenwert von 100 US-Dollar müssen bei einer Kreditlaufzeit von 12 Monaten jeden Monat 4 US-Dollar Zins bezahlt werden bzw. ein US-Dollar pro Woche (zum Vergleich: bei der Grameen Bank 0,2 US-Dollar pro Woche), unabhängig von zwischenzeitlich erfolgten Tilgungszahlungen, unabhängig davon, wie hoch die ausstehende Restschuld ist. Über 12 Monate bedeutet dies Zinszahlungen von insgesamt 48 US-Dollar (zum Vergleich: bei der Grameen Bank müssen insgesamt 10 US-Dollar Zins bezahlt werden) oder einen Zinssatz von 48 Prozent (ohne Berücksichtigung von zwischenzeitlich angefallenen Zinsen) auf die ursprünglich entliehenen 100 US-Dollar (im Vergleich dazu: 10 Prozent bei der Grameen-Bank) oder 96 Prozent auf den durchschnittlich ausstehenden Kreditbetrag (zum Vergleich: bei der Grameen Bank 20 Prozent).

Unter Berücksichtigung sonstiger Gebühren und Kosten, die von der Compartamos Bank den Kreditnehmern zusätzlich in Rechnung gestellt werden (und die bei der Grameen Bank nicht anfallen) ergibt sich bei der Compartamos Bank ein tatsächlicher effektiver Jahreszinssatz von mindestens 105 Prozent pro Jahr¹⁵ (zum Vergleich: bei der Grameen Bank beträgt der Effektivzins 20 Prozent pro Jahr, da hier keine weiteren Gebühren in Rechnung gestellt werden).¹⁶

Diese effektiven Nominalzinsen muss man jedoch noch um die Inflation bereinigen, um die Realzinsen zu erhalten, die die Kreditnehmer tatsächlich zahlen müssen. Ein Beispiel zur Verdeutlichung: Angenommen, ein Bäcker nimmt einen Kleinkredit von 100 US-Dollar zu 20% Nominalzins für ein Jahr auf. Nach einem Jahr muss der Bäcker also 120 US-Dollar zurückzahlen. Nehmen wir an, die Fladenbrotpreise betra-



Abb. 2: Zinsberechnung nach der „flat rate“-Methode. Anmerkung: Die rote Linie stellt die Bemessungsgrundlage der Zinsberechnung dar

gen bei Kreditaufnahme 0,1 US-Dollar pro Brot. Ein Kredit über umgerechnet 100 US-Dollar entspricht für den Bäcker also einem Wert von 1000 Fladenbrot. Wenn keine Inflation existiert, die Fladenbrotpreise also konstant bleiben, so muss der Bäcker nach einem Jahr, um die 120 US-Dollar zurückzahlen, 1200 Fladenbrote backen und zurückzahlen. Beträgt die (Brotpreis-)Inflation jedoch 20%, das heißt, die Brotpreise steigen binnen Jahresfrist von 0,1 US-Dollar pro Brot bzw. 10 US-Cent auf 12 US-Cent pro Fladenbrot, so muss der Bäcker nach einem Jahr, um die 120 US-Dollar zurückzuzahlen, nur 1.000 Fladenbrote backen. Sein Realzins liegt also bei Null, wenn der Kreditzins 20% beträgt und die Inflation ebenfalls 20%. Liegt die (Fladenbrotpreis-) Inflationsrate bei 10%, so beläuft sich der Realzins des Bäckers auf 9,1%.¹⁷ Der Realzins gibt also an, wie viel ein Kreditnehmer tatsächlich, real zurückzahlen muss. Der Realzins ist also in Wirklichkeit für den Kreditnehmer der entscheidende Zinssatz, nicht der Nominalzins.

Angewendet auf die Grameen und Compartamos Bank ergibt sich folgende Rechnung. Im Gründungsjahr der Grameen Bank 1983 betrug die Inflationsrate in Bangladesch 8,5%. Bereinigt man die 20% Nominalzinsen um diese Inflationsrate, so erhält man für das Jahr 1983 einen Realzins von 10,6%. Für das Jahr 1984 erhält man einen Realzins von 5,3%. Realzinsen von 5 bis 10% 1983 und 1984 waren, verglichen mit den Wucherzinsen ringsum, äußerst niedrig. 2012 betrug die Inflationsrate in Bangladesch etwa 9%.¹⁸ Der Realzins der Grameen Bank 2012 belief sich also auf 10,1% (20% Nominalzins bereinigt um die Inflationsrate von 9%). In Mexiko betrug die Inflationsrate 2012 etwa 4%.¹⁹ Der Realzins der Compartamos Bank betrug 2012 97,1% (105% Nominalzins bereinigt um die Inflationsrate von 4%).

Das heißt 2012 waren die Realzinsen der profitorientierten Compartamos Bank mit 97,1% beinahe zehnmal so hoch wie die Realzinsen der nicht profitorientierten Grameen Bank von 10,1%.

Da beide Banken Mikrokredite vergeben, kann man sie unter dem Begriff Mikrokreditbanken zusammenfassen und einen Durchschnittszinssatz von Mikrokreditbanken bilden. Eine solche Durchschnittsbildung der Zinssätze von Compartamos und Grameen Bank ist ähnlich sinnvoll wie die Durchschnittsbildung des Einkommens einer

Führungskraft mit einem Monatseinkommen von 10.000 Euro mit demjenigen einer Hilfskraft, die ein Monatseinkommen von 1.000 Euro hat. Im Durchschnitt verdienen beide 5.500 Euro. Doch was sagt dies aus? Über die Realität des Lebens eines Menschen mit einem Monatseinkommen von 1.000 Euro sagt dies wenig aus, im Gegenteil, die Beschreibung der Wirklichkeit wird durch eine solch unsinnige Durchschnittsbildung verfälscht. Es ist eine analytische Unsauberkeit, die Zinssätze zweier Institutionen, die so wenig gemeinsam haben wie die Compartamos Bank und die Grameen Bank, zu einem Durchschnitt zusammenzufassen und hieraus Schlüsse über alle Mikrokreditbanken ableiten zu wollen. Eine solche Unsauberkeit muss zu wissenschaftlich falschen Ergebnissen führen.

Dass die Zinssätze der nach profitorientierten Grundsätzen handelnden Compartamos Bank beinahe zehnmal so hoch sind wie diejenigen der Grameen Bank ist kein Zufall. Nach dem Prinzip der Gewinnmaximierung handelnde Unternehmen verfolgen vollkommen andere Ziele als nicht-gewinnorientierte Unternehmen. Der Zweck von Krediten für gewinnmaximierende Mikrokreditbanken ist nicht, Kleinkreditnehmern ein menschenwürdiges Leben zu ermöglichen, sondern Gewinn für ihre überwiegend sehr wohlhabenden Aktionäre zu erzielen. Sie unterscheiden sich in dieser Beziehung nicht von den Geldleihern, die von ihren Klienten Wucherzinsen verlangen, um sich selbst zu bereichern. Gerade dies versuchte Yunus durch die Gründung der Grameen Bank zu verhindern. Dass heute die Grameen Bank mit den Wucherzinsnehmern, seien es Geldleiher, seien es profitmaximierende Geschäftsbanken, die Yunus bekämpfen wollte, in einen Topf geworfen wird, ist nicht nur analytisch unsauber sondern in hohem Maße irreführend und falsch. De facto vergibt die Grameen Bank bis heute ihre Kredite zu effektiven Realzinsen, die, je nach Inflationsrate, zwischen 5 und 15% liegen.

Diese Zinsen müssen den realen Alternativen der Kleinkreditnehmer gegenübergestellt werden: den Wucherzins nehmenden Geldleihern oder den profitorientierten Mikrokreditbanken. Verglichen mit beiden ist die Grameen Bank um ein Vielfaches billiger.

Die Kosten für Kleinkredite in Asien oder anderen Ländern mit niedrigem Pro-Kopf-Einkommen mit den in Europa oder den USA üblichen Zinsen für

Durchschnittskredite zu vergleichen, ist dreifach falsch und irreführend. Zum einen ist das Zinsniveau allgemein in Industrieländern deutlich niedriger als in Entwicklungsländern. Zum anderen sind Kleinkredite wegen des sehr viel höheren Bearbeitungsaufwandes deutlich teurer als Normalkredite. Kleinkredite sind daher auch in Europa sehr viel teurer als Normalkredite. Drittens ist die Inflationsrate in Industrieländern normalerweise deutlich niedriger als in Entwicklungsländern. Was man also eigentlich vergleichen müsste, um zu einer wirklichkeitsgemäßen Aussage über die Zinshöhe zu kommen, sind Zinsen für Mikrokredite in Entwicklungsländern mit den allgemein üblichen Zinsen in Entwicklungsländern, Kleinkredite mit Kleinkrediten und Realzinsen mit Realzinsen statt Nominalzinsen mit Nominalzinsen.

Der Vergleich, den Greenpeace anstellt²⁰, ist daher unseriös. Denn ein Vergleich mit der falschen Referenzgröße erzeugt das Bild, als ob die Grameen Bank ebenso wie profitorientierte Geschäftsbanken eine halsabschneiderische Bank sei, die auf Kosten der mittellosen Kleinkreditnehmer eine kleine Anzahl an wohlhabenden Aktionären bereichert. Auf profitorientierte Mikrokreditbanken wie Compartamos dürfte dies auch durchaus zutreffen, nicht jedoch auf die Grameen Bank.

Ergebnis

Es ist analytisch und methodisch falsch, profit- und non-profit-Mikrokreditbanken in einen Topf zu werfen und unter dem Begriff „Mikrokreditbanken“ zu subsumieren. Man sollte künftig die Begriffe streng und sauber trennen in: Non-Profit-Mikrokreditbanken und Profit-Mikrokreditbanken. Jegliche Vermischung der beiden Begriffe zu einem undifferenzierten Einheitsbegriff „Mikrokreditbank“ ist falsch, da sachlich unsauber, nicht zielführend und Erkenntnis-Unschärfe erzeugend.

Zu den Autoren

Christian Kreiß ist Volkswirt, arbeitete einige Jahre bei einer Bank und lehrt seit 2002 an der Hochschule Aalen Finanzierung und Wirtschaftspolitik. Zahlreiche Veröffentlichungen, Vorträge, Rundfunk- und Fernsehinterviews zur Finanzkrise, geplantem Verschleiß und Wegen in eine menschengerechte Wirtschaft. Homepage: www.menschengerechsetwirtschaft.de.

Jochen Splettstößer studierte Wirtschaftsingenieurwesen und Industrial Management an der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Aalen und schloss sein Studium jeweils als Jahrgangsbester ab. 2013 beschäftigte er sich im Rahmen seiner Masterarbeit intensiv mit dem Thema Mikrokredite.

Literaturverzeichnis

- 1) Grameen Bank (2011): Grameen Bank at a glance, October 2011, online abgerufen am 07.03.2014 unter http://www.grameen-info.org/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=175
- 2) Grameen Bank (2014): Monthly Report, Statement No.1, Issue No. 409, 05. Februar 2014, online abgerufen am 07.03.2014 unter http://www.grameen-info.org/index.php?option=com_content&task=view&id=453&Itemid=527
- 3) Greenpeace-Magazin Nr.2/ 2014, März-April
- 4) Kennedy, Margrit (1996): Geld ohne Zinsen und Inflation, ohne Ort Littlefield, Elizabeth/Morduch, Jonathan/Hashemi, Syed (2003): Is Microfinance an effective strategy to reach the Millennium Development Goals? Focus Note No. 24, January 2003, CGAP, Washington D.C., 2003 online abgerufen am 28.08.2013 unter <http://www.cgap.org/publications/microfinance-effective-strategy-reach-mdgs>
- 5) MicroFinance Transparency (2011): Grameen Bank Pricing Certification Report, Lancaster, PA, USA 2011 online abgerufen am 07.03.2014 unter <http://www.mftransparency.org/wp-content/uploads/2012/05/MFT-BRF-202-EN-Challenge-of-Understanding-Pricing-of-Microloans-2011-06.pdf>
- 6) Smith, Phil/Thurman, Eric (2007): A Billion Bootstraps, Microcredit, Barefoot Banking, and the Business Solution for Ending Poverty, McGraw-Hill, New York, 2007
- 7) Spiegel, Peter (2012): Muhammad Yunus, Banker der Armen, Gestalter der Zukunft. 1. Auflage, Verlag Herder GmbH, Freiburg, 2012
- 8) Trading Economics (2013a): Bangladesh Inflation Rate, Trading Economics, New York City/Lisboa 2013 online abgerufen am 10.09.2013 unter <http://www.tradingeconomics.com/bangladesh/inflation-cpi>
- 9) Trading Economics (2013b): Mexico Inflation Rate, Trading Economics, New York City/Lisboa 2013 online abgerufen am 10.09.2013 unter

<http://www.tradingeconomics.com/mexico/inflation-cpi>

- 10) Waterfield, Chuck (2011): The Challenge of Understanding Pricing of Micro-loans, MFTransparency, Lancaster, PA, USA, 2011 online abgerufen am 09.08.2013 unter <http://www.mftransparency.org/wp-content/uploads/2012/05/MFT-BRF-202-EN-Challenge-of-Understanding-Pricing-of-Microloans-2011-06.pdf>
- 11) Year of Microcredit 2005 (2012): Resource Library, UN Capital Development Fund/UN Department of Economic and Social Affairs, New York, 2012, online abgerufen am 18.08.2013 unter http://www.yearofmicrocredit.org/pages/reslib/reslib_recreading.asp#data
- 12) Yunus, Muhammad (1999): Banker to the Poor, Micro-lending and the battle against world poverty, PublicAffairs, New York, 1999
- 13) Yunus, Muhammad (2010): Social Business, Von der Vision zur Tat, Carl Hanser Verlag München, 2010

Anmerkungen

- ¹ Greenpeace-Magazin Nr.2/ 2014, März-April, S.15-16
- ² Compartamos bedeutet: wir teilen, wir nutzen gemeinsam
- ³ Vgl. Yunus, Muhammad (1999), S. vii ff
- ⁴ Vgl. Spiegel, Peter (2012), S.7-11
- ⁵ Vgl. Eigentümersstruktur an Unternehmen in Deutschland oder den USA: Die gesamten deutschen Unternehmen, soweit sie in Besitz von Inländern sind, gehören ebenfalls etwa einem Zehntel der deutschen Bevölkerung, vgl. Frick/Grabka 2009, S. 60. In den USA beispielsweise befinden sich 61 % der Anteile an Finanzaktien (financial securities) in Händen der reichsten 1 % der US-Amerikaner, 98 % aller Finanzaktien gehören den reichsten 10 % der US-Amerikaner. Vgl. Domhoff 2012
- ⁶ Yunus' Absicht, die Bank – ähnlich einer Genossenschaft – zu 100% in den Besitz der Kreditnehmer zu übergeben, konnte nicht gänzlich umgesetzt werden: Die Regierung behielt zunächst 60% Anteile an der Bank – die Kreditnehmer bekamen die übrigen 40%. Erst im Lauf der Jahre konnte die Eigentumsstruktur dahingehend geändert werden, dass die Kreditnehmer zu 75% im Besitz der Bank waren, später sogar zu 93% – dies war wichtig, da die Besitzverhältnisse auch die Besetzung des Verwaltungsrats der Grameen Bank bestimmten – erst jetzt waren gewählte Vertreter der Kreditnehmer in der Mehrheit und konnten bei Entscheidungen stets die staatlichen Vertreter überstimmen.“ Stand Oktober 2011 gehört die Bank sogar zu 95% den Armen, die restlichen 5% verbleiben bei der Regierung. Quelle: http://www.grameen-info.org/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=175 unter Punkt 2.0

http://www.grameen-info.org/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=175 unter Punkt 2.0

- ⁷ Vgl. Yunus, Muhammad (1999), S. 235 oder Grameen Bank (2011)
- ⁸ Vgl. Spiegel, Peter (2012), S. 21: „Yunus fragte weiter: □ Können Sie sich das Geld nicht anderswo leihen und das Material selbst kaufen? □ Schon, aber der Geldverleiher würde noch viel mehr von mir verlangen. Die Leute, die sich mit ihnen abgeben, werden nur noch ärmer“. □ Wieviel nimmt der Geldverleiher? □ Das hängt davon ab. Manchmal verlangt er zehn Prozent pro Woche. Einer meiner Nachbarn muss sogar zehn Prozent pro Tag bezahlen“. In Yunus, Muhammad (1999), S. 47 ist der originale Dialog in Englisch abgedruckt.
- ⁹ Die exakte Formel zur Berechnung der tatsächlichen Jahreszinsen lautet:

$$(1 + \text{Zinssatz})^{\left(\frac{\text{Kreditlaufzeit in Tagen}}{365}\right)}$$

- ¹⁰ Vgl. Smith, Phil/Thurman, Eric (2007), S. 55-57
- ¹¹ entfällt
- ¹² Die Grameen Bank hat verschiedene Kredite in ihrem Angebot: flexible Kredite, Hauskredite zu 8%, Bildungskredite zu 5%, sogar ein Kreditprogramm für Bettler, d.h. sehr kleine Kredite zu NULL Prozent. Doch die mit Anstand wichtigste Kreditform ist der Basis-Kredit für einkommensgenerierende Tätigkeiten. Letzterer wird auch heute noch zu festen, transparenten 20 Prozent pro Jahr ohne Zinseszinsberechnung vergeben.
- ¹³ Vgl. Yunus (1999), S. 61-83 und 235-243
- ¹⁴ Vgl. Waterfield, Chuck (2011)
- ¹⁵ Vgl. Waterfield, Chuck (2011)
- ¹⁶ MicroFinance Transparency untersucht die Mikrokreditprodukte von Mikrofinanzinstituten und vergleicht im Anschluss an eine ausführliche Analyse, inwieweit die von den MFI's angegebenen Zinssätze mit den rechnerisch tatsächlichen Zinssätzen übereinstimmen. Wenn dies zu 100% korrekt ist, erhält ein solches Institut die Höchstnote (Microfinance Transparency Index = "100%"). Der Grameen Bank ist dies für jedes ihrer Mikrokreditprodukte gelungen. Vgl. MicroFinance Transparency (2011)
- ¹⁷ Die genaue finanzmathematische Formel für die Ermittlung der Realzinsen lautet:

$$(1 + \text{Zinssatz})^{\left(\frac{\text{Kreditlaufzeit in Tagen}}{365}\right)}$$

- ¹⁸ Vgl. www.tradingeconomics.com
- ¹⁹ Vgl. www.tradingeconomics.com
- ²⁰ Wörtlich heißt es dazu im Greenpeace-Magazin: „Hierzulande liegen die Zinsen bei drei bis fünf Prozent, für Mikrokredite sind es im weltweiten Schnitt mehr als 30 Prozent.“ Greenpeace-Magazin März/April 2014, S.15

Kontakt

Prof. Dr. Christian Kreiß, Hochschule für Wirtschaft und Technik Aalen, Beethovenstr. 1, 73430 Aalen, E-Mail: christian.kreiss@htw-aalen.de

Die HAWs haben Forschungspotenziale, die besser genutzt werden könnten!

Interview mit dem scheidenden Sprecher der IAF-Leiter Prof. Dr. Mario Schmidt

Sie haben von 2004 bis 2014 die Institute für Angewandte Forschung (IAF) der HAWs im Land quasi vertreten. Was ist Ihr Resümee?

Die Forschung an den HAWs in Baden-Württemberg braucht eine starke Interessenvertretung. Denn sie wird immer noch nicht als Selbstverständlichkeit angesehen. Auch in den letzten 10 Jahren mussten wir mehrmals energisch gegen Pläne aus Stuttgart ankämpfen. Da ging es immer wieder um Mittelkürzungen, auch um die Konzentration der Forschung auf einige Wenige. Es war stets ein hartes Ringen. Wir haben unter der jetzigen Regierung erreicht, dass es einen Fördertopf von ca. 8 Mio. Euro/Jahr für die Angewandte Forschung gibt. Das Mittelbauprogramm sehe ich als großen Erfolg an. Auch die Kontinuität bei den ZAFHs. Ich hoffe, dass es dabei auch bleibt.

Die Angewandte Forschung ist somit eine Erfolgsgeschichte...

In der Tat! Wir haben das Drittmittelvolumen mit 46 Mio. □/a (Stand 2014) in 10 Jahren mehr als verdreifacht. Aber im Vergleich zu den großen Universitäten oder Forschungseinrichtungen ist das immer noch wenig. Ich verstehe da auch die Politik: Wir haben in Baden-Württemberg eine überdurchschnittlich gute Ausstattung mit hervorragenden Universitäten und Forschungseinrichtungen. Fünf Unis waren oder sind Exzellenzuniversitäten! Das ist für das Land eine Verpflichtung und bindet Mittel.

Allerdings schlummert an den HAWs ein großes Potenzial, das durch den Anwendungsbezug für den Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg einen weitaus größeren Nutzen haben könnte, als das heute der Fall ist. Es müsste nicht einmal neu aufgebaut, einfach nur mit einigen geschickten Anreizen gefördert werden. Dieses Potenzial zu heben, Synergien zu schaffen, Verknüpfungspunkte in der Forschungslandschaft herzustellen, das wäre noch eine lohnenswerte Herausforderung für die Forschungspolitik.

Was hat sich bei den HAWs in den 10 Jahren geändert?

Vor 10 Jahren kamen die IAF-Leiter noch zu mir und haben geklagt, dass ihr Rektor nicht verstehe, warum

Forschung an HAWs wichtig sei. Und dass sie aus dem Etat der Hochschule kaum Geld oder Stellen für die Forschung bekämen. Das hat sich an den meisten Hochschulen geändert und trägt inzwischen zu deren Profil bei. Außerdem brauchen anspruchsvolle Masterprogramme ein gewisses Maß an Forschung, um dauerhaft bestehen zu können.

Ich bin auch froh darüber, dass wir die Breite erhalten konnten. Es gab ja mal die Vorstellung, dass Forschung nur noch bei den besonders erfolgreichen HAWs gefördert wird. Die HAWs haben aber unterschiedliche thematische Schwerpunkte und mit ihren zahlreichen Standorten auch den Zugang zu der regionalen Wirtschaft. Die HAWs sind also flächendeckend im Land verankert! Das sind hervorragende Voraussetzungen für eine Strukturpolitik, die auf Wissen und Innovation setzt.

Was würden Sie sich für die Zukunft wünschen?

Natürlich befinden sich die Universitäten und die HAWs im Wettbewerb um begrenzte Mittel und in Zukunft noch verstärkt um die guten Studentinnen und Studenten. Wettbewerb ist aber kein Selbstzweck, sondern dient der Optimierung, der optimalen Mittelallokation. Das erreicht man nicht durch künstliche Abgrenzungen und Hürden, sondern durch faire Standards, die für alle gelten, und durch den möglichen Zugang für alle.

Gerade im Forschungsbereich haben wir gezeigt, dass es an den HAWs zunehmend Kolleginnen und Kollegen gibt, die sich nicht verstecken müssen, die hochwertig publizieren, in Forschungsprogrammen des Bundes, der EU oder DFG erfolgreich sind. Soll man diese jetzt wieder auf reine Lehraufgaben verpflichten? Oder nutzt man das Potenzial und baut es weiter aus? Ermöglicht ihnen, auch Promotionen zu betreuen? Letzteres kann ja auch zusammen mit den Universitäten erfolgen, aber es bedarf dazu eines institutionellen Rahmens, der für so etwas offen ist. Viele Fakultäten an den Universitäten schotten sich bisher eher ab und bauen Hürden auf bzw. nicht ab. Das ist Kirchturmpolitik und völlig kontraproduktiv.



Prof. Dr. M. Schmidt

Es ist natürlich auch eine Einstellungsfrage der Universitätskollegen, ob man kooperiert. Ich hatte vor 14 Jahren auf einer Tagung einen hochgeschätzten Kollegen von der Uni Karlsruhe getroffen. Der meinte, es sei Verschwendung, dass ich an einer Fachhochschule bin. Ich sehe das nicht so. Es kommt doch immer darauf an, was man daraus macht.

Warum geben Sie dieses Amt dann überhaupt ab?

10 Jahre sind eine lange Zeit, da muss man auch mal Platz für andere Kollegen und andere Ideen machen. Der Hauptgrund ist aber, dass ich an meiner Hochschule die IAF-Leitung abgegeben habe. Aber ich bin ja noch in der AGIV, also dem Beratungsgremium für die Rektorenkonferenz und das Ministerium, und bei BW CAR aktiv. Und langweilig wird mir sowieso nie!

Zur Person

Mario Schmidt, Jg. 1960, hat Physik in Freiburg und Heidelberg studiert und ist seit 1999 an der Hochschule Pforzheim. Von 2002 bis 2014 leitete er das dortige IAF. Seit 2004 war er Sprecher der IAF-Leiter im Land; diese Aufgabe hat im Herbst 2014 Prof. Dr. Gunter Voigt von der Hochschule Konstanz übernommen. Mario Schmidt leitet immer noch das Institut für Industrial Ecology der Hochschule Pforzheim und hat jüngst einen Bachelor- und einen Master-Studiengang aufgebaut.

Kontakt: Prof. Dr. Mario Schmidt, E-Mail: mario.schmidt@hs-pforzheim.de

Zu BW CAR siehe: <http://www.hochschulen-bw.de/home/bw-car/>

Artisanal Gold Mining im Amazonas Regenwald: Ein Fallbeispiel für Zielkonflikte der Nachhaltigkeit

Mario Schmidt, Hochschule Pforzheim, Bernhard Peregovich, Bundesuniversität UFOPA in Santarém, Brasilien

Wie kaum ein anderer Rohstoff begleitet Gold die Menschheitsgeschichte, löst Emotionen und Begehrlichkeiten aus und steht für Erfolg und Reichtum. Aber mit der Goldgewinnung ist Mühsal und Verderben verbunden, wissenschaftlicher: soziale und ökologische Begleitumstände, die immer häufiger auch beim Endverbraucher in Frage gestellt werden. Wie sieht die Ökobilanz der Goldgewinnung aus? Wer ist vom Goldabbau betroffen? Gibt es auch Fair Gold oder Green Gold? Ein wichtiger sozialer und ökologischer Brennpunkt ist die Gewinnung von Gold im handwerklichen Kleinbergbau, dem so genannten Artisanal Gold Mining.

Goldgewinnung - ein Umweltproblem

Gold zählt zwar zu den seltensten Metallen auf der Erde. Sein durchschnittlicher Gehalt in der Erdkruste wird mit 3-5 mg pro Tonne angegeben [1]. Gold fällt aber nicht unter die so genannten „kritischen Metallen“, die in den vergangenen Jahren in Betracht steigender Weltmarktpreise und einer künstlichen Angebotsverknappung durch China unter besonderer Beobachtung von Politik und Wirtschaft standen [2]. Verantwortlich dafür sind die großen Mengen, die als Währungsreserven in den Banken weltweit gelagert werden. Schätzungsweise 2000-3000 Tonnen werden jedes Jahr offiziell gefördert [3]. Insgesamt wurden in der Menschheitsgeschichte etwa 180.000 Tonnen Gold gefördert, die Hälfte davon allein in den vergangenen 50 Jahren [4]. Zusammengetragen würden sie einen Würfel mit einer Kantenlänge von nur 21 Metern ergeben. Das Besondere an dem Element: Das meiste von diesem Gold befindet sich noch im Gebrauch, überwiegend als Schmuck, in High-Tech-Produkten oder eben als Währungsreserven in den Zentralbanken. Für letztere schätzt man derzeit einen Weltbestand von 32.000 Tonnen [5].

Gold wird hauptsächlich in China, Australien, Russland und USA abgebaut [3]. Doch die offiziellen Zahlen enthalten nicht den informellen Kleinbergbau in Afrika, Asien oder Südamerika, der oft von den Ärmsten der Bevölkerung mit einfachsten Methoden betrieben wird. Allein vom Artisanal Gold Mining leben weltweit ca. 16 Mio. Menschen, die 2011 ca. 380-450 t Gold gefördert haben [6]. Andere Quellen sprechen davon, dass mittelbar weitere 80-100 Millionen Menschen in irgendeiner Weise vom Artisanal Mining abhängen, darunter viele Frauen und Kinder [7]. Die Methoden, die dabei eingesetzt werden, sind hauptsächlich das Amalgam-Verfahren

mit Quecksilber, während im industriellen Bereich eher die Zyanidlaugung verwendet wird. Mit beiden Verfahren sind erhebliche Umweltbelastungen verbunden. Seit vielen Jahren kritisiert z.B. das Green Cross mit seinen World Pollution Reports die Umweltbelastungen (Quecksilber), die insbesondere durch Artisanal Mining von Gold entstehen. 2012 war der Bergbau im Allgemeinen auf Platz 3 und das Artisanal Gold Mining im Speziellen auf Platz 7 der 10 größten „Top 10 Toxic Pollution Problems“ [8].

Die Umweltbelastungen und sozialen Bedingungen bei der Gewinnung von Rohstoffen spielen bei der Beurteilung von Konsumgütern in den Industrieländern eine zunehmende Rolle. In so genannten Life Cycle Assessments (LCA) werden Bilanzen über den gesamten Lebensweg von der Gewinnung der Rohstoffe über die Herstellung bis zur Nutzung und Entsorgung der Produkte erstellt [9]. Rohstoffe wie Gold sind insbesondere bei Katalysatoren, Elektronik- und anderen Hightech-Produkten von Bedeutung. Die Ökobilanz dieser Produkte kann durch diese Rohstoffe wesentlich beeinflusst werden. Ein Gramm Gold in einem Produkt hat etwa die gleiche Treibhauswirkung auf das Klima wie die Verwendung von 4 kg Kupfer oder 10 kg Stahl [10].

Deshalb ist es notwendig, die Umweltbelastung, etwa den Energieverbrauch, die Treibhausgasemissionen oder den Eintrag von giftigen Stoffen wie z.B. Quecksilber bei der Förderung der Rohstoffe zu kennen. Auch die sozialen Abbaubedingungen werden neuerdings durch so genannte Social Life Cycle Assessments (S-LCA) angegangen [11]. Allerdings fehlt es hier noch an geeigneten und allgemein akzeptierten Maß- und Beurteilungssystemen.

Besonders spannend dürfte dabei der Fall des Artisanal Gold Minings



Prof. Dr. M. Schmidt (links) und Prof. Dr. B. Peregovich vor einem „Busctaxi“ in Santarém am Amazonas.

sein, der mit ökologischen Problemen, aber auch mit komplexen sozialen Rahmenbedingungen verbunden ist [12]. Die Umweltbelastung und die ökonomische Lebensgrundlage der sozial Schwachen können plötzlich zu gegensätzlichen Zielen werden; dazu kommen oft noch Konflikte zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen. All dies erschwert eine ganzheitliche Bewertung. Vor allem aber fehlen ausreichende Daten und Kenntnisse über die Situation vor Ort, die Grundlage für die Entwicklung von Maßnahmen sein müssen. Weitkärner et al. (2008) haben kritisiert, dass gerade dem Artisanal Gold Mining zu wenig Beachtung in der bergmännischen Fachliteratur und in der Forschung geschenkt wird, obwohl die vorhandenen Probleme hier evident sind [13]. Der vorliegende Beitrag berichtet von einer Vor Ort-Erhebung, bei der versucht wurde, den ökologischen Einfluss des Artisanal Gold Mining abzuschätzen und mit gängigen Daten aus dem LCA abzugleichen.

Das Fallbeispiel am Crepurí

Als Untersuchungsgegend für die Abbaubedingungen im Artisanal Gold Mining wurde der Amazonas Regenwald in Brasilien gewählt. Hier treffen wie in kaum einem anderen Land die

Schlamm über eine Caixa in einen Fluss oder in ein Auffangbecken (Abb. 5). Die dieselbetriebenen Pumpen sind das zentrale Arbeitsmittel (Abb. 6): Sie lassen sich – im Gegensatz zu den Baggern – verhältnismäßig einfach in den Urwald transportieren, ebenso die erforderlichen 60-Liter-Dieselskanister für den Betrieb. Vieles wird mit Booten über die Flüsse (Abb. 7) oder teilweise sogar mit kleinen Aerotaxis zu versteckten Landebahnen mitten im Urwald transportiert. Die Pumpen sind in ihrer Handhabung einfach und können auch selbst repariert werden. Fällt dagegen ein Bagger aus, so dauert es oft Wochen, bis Ersatzteile aus der Stadt kommen. Besonders die modernen Bagger mit ihrer Elektronik machen dabei Schwierigkeiten. Deshalb werden die Bagger häufig gemietet, einschließlich der ausgebildeten Baggerfahrer, die dann teilweise sogar aus São Paulo kommen und einige Wochen oder Monate im Urwald verbringen.

Die goldführenden Schichten enthalten das Gold nicht in Form von Nuggets, sondern als feinste Goldpartikel. Pro Tonne Sediment kann bestenfalls mit wenigen Gramm Gold gerechnet werden. Die Hauptaufgabe besteht also in der Aufkonzentration. Dies erfolgt durch eine so genannte Caixa, eine einfache aus Holz gezimmerte Waschrinne, über die der abgepumpte Schlamm fließt und bei der sich das Gold aufgrund der höheren Dichte in einem ausgelegten Teppich verfängt (Abb. 5). Das Verfahren ist seit Jahrhunderten bekannt. Bereits 1556 hat Georgius Agricola das Verfahren in seiner *De Re Metallica*, dem ersten Buch über den Bergbau, beschrieben.

Die mit dem Goldpartikeln angereicherten Teppiche werden dann alle paar Tage gewaschen, das Sediment aufgefangen und weiter bearbeitet (Abb. 8). Das Verfahren ist nicht gerade effizient. Nach Schätzung von brasilianischen Bergbauexperten gehen ein bis zwei Drittel des Goldes verloren [15]. Die Neigung und die Fließgeschwindigkeit sind entscheidend für die Ausbeute. In den 90er Jahren wurde in Projekten versucht, den Prozess zu optimieren [16]. Doch das Wissen muss in der Praxis auch umgesetzt werden, was aufwendige Schulungsprojekte voraussetzt [17]. Alternative Verfahren wurden immer wieder diskutiert [18]. Dazu wären Maschinen erforderlich, die hohe Investitionen bedeuten, einen gewissen Bildungsstand voraussetzen und vor allem in das schwer zugängliche Gelände transportiert werden müs-

sen. Die mittelalterliche Caixa bleibt dann meistens als einzige handhabbare Technologie übrig.

Der Einsatz von Quecksilber

Quecksilber ist für die Garimpeiros unverzichtbar. Pro Gramm Gold muss etwa die gleiche Menge Quecksilber eingesetzt werden. Das Quecksilber bindet das feinverteilte Gold in einem Amalgam. Es wird beim Waschen der Teppiche dem angereicherten Sediment als flüssiges Metall zugegeben (Abb. 8). Die Arbeiter hantieren dabei offen mit dem metallischen Quecksilber, waschen den Sand mit der Hand und verweisen darauf, dass metallisches Quecksilber nicht so gefährlich sei wie die Dämpfe, die man beim Verbrennen einatmet. Allerdings gelangt Quecksilber auf diesem Weg auch in das Spülwasser und somit in die Flüsse. Im Verlauf der Zeit methyliert das Quecksilber und wird dann auch von Fischen und Pflanzen aufgenommen und angereichert. Detaillierte Untersuchungen gehen inzwischen davon aus, dass nicht nur das direkt eingesetzte Quecksilber ein ökologisches Problem darstellt. Auch durch die Erdarbeiten und das Aufschwemmen wird „natürliches“ Quecksilber mobilisiert und gelangt in die aquatischen Systeme [19].

Das Gold-Quecksilber-Amalgam wird dann mit einem Gasbrenner geschmolzen, dabei verdunstet das Quecksilber und es bleibt krümeliges Schwammgold übrig, das nur noch etwa 5 Prozent Quecksilber enthält (Abb. 9). Danach wird dieses Gold zu Händlern gebracht, die es zu einem Barren schmelzen und den Goldgehalt messen. In der Tapajós-Region, etwa in Crepurizão, Água Branca oder Crepurizinho, setzen die meisten Händler inzwischen moderne Abzugshauben ein, die mit Filtern ausgerüstet sind, so dass die Quecksilberemissionen deutlich reduziert wurden (Abb. 10).

Der Kilopreis für Quecksilber liegt bei etwa 100 US-Dollar, allerdings ist der Handel damit inzwischen illegal und der Preis im Urwald beträgt oft das Drei- bis Vierfache, manchmal sogar das Fünfache. Der hohe Preis führt zu einem positiven Nebeneffekt: Das Recycling von Quecksilber macht für die Garimpeiros auch ökonomisch einen Sinn. Bereits in den 90er Jahren wurden Projekte durchgeführt, den Quecksilber-Einsatz beim Artisanal Gold Mining zu reduzieren, z.B. beim Mercury-Projekt der Vereinten Nationen [20].



Abb. 2: Der Fluss Cepurí zeigt deutliche Spuren des Goldabbaus. Eigentlich handelt es sich um einen Klarwasserfluss, der sich aber durch die Sedimentfracht der Goldgruben verfärbt.



Abb. 3: Bagger beim Abheben der Deckschicht der Goldgrube



Abb. 4: Mit Wasser wird das Sediment in der Goldgrube aufgeschlämmt und abgepumpt.



Abb. 5: Über Caixas, zu Deutsch: Waschrinnen, wird der Schlamm geführt. Schwere Goldpartikel setzen sich in Teppichen ab.

Eine einfache Möglichkeit stellt eine „retorta“ dar (Abb. 11), also eine einfache Destillationsanlage, bei der das Amalgam in einem geschlossenen Kessel geschmolzen und das Quecksilber wieder kondensiert und aufgefangen wird [21]. Eine solche retorta kostet in der Amazonasregion umgerechnet etwa 170 US-\$. Mit ihr lassen sich 90 Prozent des Quecksilbers wiedergewinnen. D.h. die Anschaffung rentiert sich oft schon nach wenigen Anwendungen.

Sind die Garimpeiros gut informiert, setzen sie eine retorta ein. Einige schätzen den Einsatz des Geräts auf 90 % in der Tapajós-Region. Andere dagegen behaupten, ihr Einsatz sei zu aufwendig und es seien nur wenige Prozent der Garimpeiros, die sie wirklich nutzen. Verlässliche Zahlen hierzu sind kaum zu erhalten. Da die Garimpos meistens halb- oder sogar illegal und in völlig unzugänglichem Gelände betrieben werden, sind umfassende Erhebungen praktisch ausgeschlossen, Stichproben können immer einem Bias unterliegen, denn der Zugang zu den Garimpos hängt vom Wohlwollen der Donos ab.

Soziale und ökonomische Rahmenbedingungen

Die Einheit, in denen die Garimpeiros rechnen oder die Wirtschaftlichkeit ihrer Goldgruben abschätzen, ist verblüffend einfach: Wieviel Liter Diesel werden pro Gramm Gold gebraucht? 4 Liter ist in Água Branca ein durchschnittlicher Wert. In den 80er und 90er Jahren waren es auch schon mal ein Liter pro Gramm Gold. Das ist aber inzwischen die Ausnahme. In Crepurizão müssen pro 60-Liter-Kanister mindestens 10 Gramm Gold rausspringen. Ein anderer Richtwert sind 10 Gramm Gold pro Baggerstunde – bei einem gemieteten Bagger. Bei einem eigenen Bagger kann der Wert auch bei 6 Gramm Gold liegen. Da ein Bagger über 10 Stunden am Tag arbeitet, sind das etwa 100 Gramm pro Tag, die eine Mine mindestens abwerfen sollte.

Die Kalkulation der Garimpeiros zeigt zwei Dinge: Die Goldgewinnung hängt unmittelbar am Energieverbrauch und somit auch an den Energiekosten. Geringe Ausbeute bedeutet hoher Energieaufwand; er ist nur leistbar, wenn der Dieselpreis niedrig oder der Goldpreis hoch ist. Im Urwald wird damit bereits in den Größen gerechnet, die Ugo Bardi 2013 in seinem jüngsten Bericht an den Club of Rome betont hat:

dem wachsenden Energieverbrauch bei sinkenden Ausbeuten in den Lagerstätten [22].

Die Art und Weise der Kalkulation hängt aber auch mit den sozialen Bedingungen im Urwald zusammen. Nur wenige Garimpeiros haben Schulbildung. Lesen und schreiben sind immer noch die Ausnahme. Selbst ein angesehener Dono mit vielen Goldminen und einem eigenen Flugzeug, der interviewt wurde, ist Analphabet und erklärte auf umständliche Weise die Wirtschaftlichkeit seiner Minen. In einem Land, in dem die Währung einer hohen Inflation ausgesetzt ist, der Gold- und der Dieselpreis schwanken, wird in Gramm Gold abgerechnet, und die einfachen Garimpeiros, sogar die Baggerführer aus São Paulo, werden in Gold bezahlt. Auf der anderen Seite ist der Kraftstoffeinsatz der größte Kostenfaktor.

Dem Arbeiterteam stehen, wenn ein Bagger eingesetzt wird, 16 % der Goldausbeute zu, wenn manuell, also nur mit Pumpen, gearbeitet wird, 30 %. Ein Team besteht meistens aus 4-6 Garimpeiros. Wenn es sehr gut läuft, verdient ein Garimpeiro 1000-2000 Real im Monat, das sind 300-600 Euro, aber in schlechten Zeiten können es auch nur 200 Real sein. Die typische Rendite für den Dono liegt bei 10-20 %. Der Rohölpreis und der Goldpreis sind entscheidend, ob sich eine Grube rechnet. Sind die Preise schlecht, so werden schlagartig Gruben geschlossen. In der Region um Água Branca waren während der Erhebung ca. 40 Bagger im Einsatz. 2012, als der Goldpreis etwa ein Viertel höher war, waren über 70 Bagger im Einsatz. Dementsprechend wachsen oder schrumpfen auch die Goldgräbersiedlungen. Wer kann, zieht in schlechten Zeiten weg und sucht sich woanders Arbeit.

Für die einfachen Garimpeiros ist die soziale Lage prekär. Schon das Leben im Regenwald ist nicht einfach. Malaria ist eine häufige Begleiterscheinung. Die Aufnahme von Quecksilber kann zu schweren Nervenerkrankungen führen. Ältere Garimpeiros zeigen das typische Zittern, das durch den früher achtlosen Umgang mit dem Schwermetall verursacht wurde. Die gesundheitlichen Risiken sind im Prinzip bekannt, aber auf die Arbeit können die Meisten trotzdem nicht verzichten. Von dem Sozialsystem des brasilianischen Staates, auch vom Mindestlohn, sind sie praktisch ausgeschlossen. Bei Krankheit oder im Alter müssen viele



Abb. 6: Dieselpumpen sind das wichtigste Utensil der Garimpeiros.



Abb. 7: Die Goldgruben sind oft 20-30 km von der nächsten Siedlung entfernt und nur mit Booten zu erreichen. Der Nachschub an Dieselpreisstoff kommt auch mit solchen Booten.

Garimpeiros wieder in Subsistenzwirtschaft im Urwald leben, von Maniok und Fisch. Dazu kommt, dass es in den Goldgräbersiedlungen im Amazonasgebiet kaum staatliche Infrastruktur gibt. Schulen oder Krankenstationen sind hier schon etwas Besonderes, Straßen sowieso.

Hilfestellungen, Ratschläge und Bildung sind bei den Garimpeiros willkommen, wenn sie ernst gemeint sind und ihnen auch helfen. Über die gesundheitlichen Probleme des Quecksilbereinsatzes wurde in wichtigen Projekten in den 90er Jahren aufgeklärt. Die ökologischen Auswirkungen ihres Tuns schätzen viele Goldgräber noch nicht richtig ein. Es fehlen auch entsprechende Anreize. Einige Wenige beachten den Umweltschutz und wissen, dass sie langfristige Probleme bekommen werden, wenn sie ihn ignorieren. So wird derzeit die recuperação, d.h. die Rekultivierung nach Schließen der Goldgruben, thematisiert. Bei einigen Fällen wird die oberste und fruchtbare Deckschicht der Grube mit Baggern sogar zu Seite getan, um später die Grube damit abzudecken und das Zuwachsen mit Vegetation zu beschleunigen. Doch diese Maßnahme ist überhaupt erst denkbar, seitdem Bagger im Einsatz sind. Davor hatte

	Primär- energie [GJ / kg Au]	Hg-Emissionen (Luft) [g / kg Au]	Hg-Emissionen (aquat) [g / kg Au]
Artisanal Gold Mining (Tapajós)	200	270	100
Zum Vergleich:			
Ecoinvent 2.2	105 – 614 Ø 282	1,6 – 20 Ø 7,7	0,01 – 27 Ø 3,8
Ecoinvent 3.0	118 – 593 Ø 327	2 – 145 Ø 26	0,01 – 29 Ø 6,1
Gabi (PE International)	133 – 680	1 - 8	0,02 – 0,26

Tab. 1: Vergleich des in dieser Erhebung ermittelten Energieverbrauchs und der Emissionen mit Angaben aus führenden Ökobilanz-Datenbanken.

man das Zuwachsen der Narben im Regenwald der Natur überlassen. Das Hauptproblem ist aber die Durchsetzung gewisser Standards, insbesondere wenn der größte Teil der Goldgruben „wild“ betrieben wird und keine staatliche Aufsicht vorhanden ist. Werden die Garimpos offiziell betrieben und auch Steuern eingetrieben, dann fordern die Garimpeiros vom Staat auch mehr Engagement in der Region und den Ausbau an Infrastruktur, etwas, zu dem der brasilianische Staat nicht in der Lage oder nicht Willens ist.

Datenlage

Das Ziel war es u.a. zu überprüfen, ob gängige Angaben über die Umweltbelastungen durch den Goldabbau auch die besondere Situation des Artisanal Gold Minings mit abbilden. Dazu wurden in den Garimpos die Prozesse verfolgt, die Mengen der Einsatzstoffe erfasst und die Garimpeiros nach Erfahrungswerten befragt.

Die Vor-Ort-Erhebungen in der Region des Flusses Crepurí hat gezeigt, dass für das Artisanal Gold Mining typische Quecksilberfreisetzung ca. 1 kg Hg/kg Au ohne Verwendung von Destilliereinrichtungen und ca. 0,1 kg Hg/kg Au mit Einsatz einer retorta betragen. Geht man konservativ davon aus, dass in 70 % der Goldgruben die retorta eingesetzt wird, so ergibt sich daraus ein Durchschnittswert von ca. 0,37 kg Hg/kg Au. Allerdings verteilt sich der Wert sehr unterschiedlich auf die Emissionen in die aquatischen Systeme sowie in die Luft und damit letztendlich in den lokalen Boden [23].

Beim Energieverbrauch wird im Wesentlichen von Dieseleinsatz ausgegangen: für den Betrieb der Pumpen und der Bagger. Nicht unerheblich sind der Antransport aller erforderlichen Betriebsstoffe und Hilfsmittel so-

wie der Abtransport des Goldes selbst. Selbst der Dieselmotorkraftstoff wird in 60-Liter-Kanistern teilweise aufwendig per Kleinflugzeug oder Boot transportiert. So werden schätzungsweise 10 % der Energie der Kraftstoffmenge für die Transporte selbst benötigt. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung der Garimpeiros ist der Energieverbrauch für Transporte allerdings oft schon einbezogen, wenn in Liter Diesel pro Gramm Gold gerechnet wird. Dies hängt von der Betriebsweise der Grube ab und davon, ob der Goldgrubenbetreiber die Transporte selbst durchgeführt oder als Dienstleistung zukauf.

Aus dem Vergleich verschiedener Angaben der interviewten Personen und der Ermittlungen in Garimpos vor Ort wird als Schätzwert für den durchschnittlichen Dieselvebrauch 5 Liter pro Gramm Gold angesetzt. Das entsprächen dann 4200 kg Diesel/kg Au oder etwa 200 GJ Primärenergieeinsatz pro kg Gold.

Berücksichtigt man die Bereitstellungskette von Diesel sowie die direkten Emissionen bei der Verbrennung so sind mit der Gewinnung von 1 kg Gold aus dem Artisanal Gold Mining Treibhausgasemissionen von etwa 15,4 t CO₂-Äquivalent verbunden.

Diese Werte können mit Standardangaben aus gängigen Ökobilanzdatenbanken verglichen werden [24]. In Tabelle 1 sind den Schätzungen dieses Beitrags die Werte aus zwei bekannten Datenbanken gegenübergestellt. Ecoinvent ist eine internationale Datenbank, die gemeinschaftlich von der ETH Zürich, der EMPA und anderen renommierten Schweizer Institutionen veröffentlicht wird. Hier wurden Werte aus der älteren Version von 2010 und der neueren Version 3.0 von 2014 aufgeführt. Da mehrere Einzeldatensätze vorhanden sind, die nach Quelle oder Technologie unterscheiden, wurden die Bandbreite und der Mittelwert

angegeben. Die Daten der Software „Gabi“ stammen von der Firma PE International. Da hier nur wenige Datensätze vorlagen, wurde kein Mittelwert angegeben.

Der Primärenergiewert für Artisanal Gold liegt innerhalb des Wertebereichs, wie er auch in den gängigen Datenbanken für die Primärgoldherstellung verwendet wird. Berücksichtigt werden muss, dass das Artisanal Gold noch nicht raffiniert ist, sondern Verunreinigungen enthält, die ca. 5-12 % ausmachen. Dazu kommt, dass die Datenbanken eher industrielle Verfahren zugrunde legen, die in der Regel einen höheren Maschineneinsatz haben. Insgesamt liegt der Energiebedarf bei Artisanal Gold im unteren Wertebereich der sonst zitierten Primärgoldproduktion.

Anders sieht die Situation bei den Quecksilberemissionen aus. Da die Datenbanken auf industrielle Verfahren zurückgreifen und hier überwiegend andere Verfahren zum Einsatz kommen oder Reinhaltungstechniken verwendet werden, liegen die Emissionsfaktoren im Durchschnitt bis zu einem Faktor 35 niedriger als im hier dargestellten Artisanal Gold Mining-



Abb. 8: Die Teppiche der Caixa werden alle paar Tage gewaschen und die enthaltenen Goldpartikel aufgefangen. Dabei wird Quecksilber eingesetzt



Abb. 9: Ausbeute von ca. 2 Tagen: 106 Gramm Gold, nach der Behandlung in der retorta.



Abb. 10: Händler kaufen das Gold auf und schmelzen es zu Barren. Heute geschieht dies unter Abzugshauben



Abb. 11: Rechts eine gasbetriebene retorta, in die das Amalgam gefüllt wird. Das Quecksilber wird in dem Becher aufgefangen und wiederverwendet

Bereich. Wollte man einen Weltmix für primär erzeugtes Gold angeben, das auch das Artisanal Gold Mining berücksichtigt, so müsste man von Werten für Quecksilber ausgehen, die etwa doppelt so hoch bei Luft und dreimal so hoch bei aquatischen Emissionen sind wie in den neuen Ecoinvent-3.0-Datensätzen.

Diskussion

Das Fallbeispiel zeigt somit, dass die Daten, die in einschlägigen Analysen und Bilanzen zur ökologischen Einschätzung von Produkten in Industrieländern verwendet werden, hohe Unsicherheiten aufweisen, insbesondere dann, wenn die Rohstoffgewinnung zu einem relevanten Anteil in einem informellen oder gar illegalen Bereich erfolgt. Dieses Problem ist keineswegs auf Gold beschränkt. Hentschel et al. (2003) schätzen, dass 15-20 Prozent der Weltproduktion an nichtenergetischen Rohstoffen aus dem Bereich des Kleinbergbaus kommen [25]. Aber

dabei handelt es sich erst einmal „nur“ um ein Datenproblem, das durch entsprechend umfangreichere Erhebungen (größere Stichproben, mehr betroffene Länder) gelöst werden könnte.

Es kommt ein weiteres, größeres Problem hinzu: die Bewertung und Abwägung von ökologischen UND sozialen Auswirkung, die unter dem Dach der Nachhaltigkeit beide ihre Berücksichtigung finden müssen. Gerade in dem beschriebenen Fall dürfen die sozialen Begleitumstände nicht vernachlässigt werden. Allein aus Umweltsicht müsste der Kleinbergbau in der vorliegenden Form unterbunden werden. Doch wie berücksichtigt man die Interessen der Betroffenen, in diesem Fall der großen Zahl an Menschen, die überwiegend zu den sozial Schwachen gehören? Ob sich diese Aspekte auf einfache Kennzahlen, wie z.B. zu Gesundheit, Kinderarbeit oder Mindestlohn etc. reduzieren, quantifizieren und abstrahieren lassen und dann mit ökologischen Kennzahlen verrechnet werden können, ist die große Frage.

Hierzu sollte man auch über die Rolle und Konsequenzen solcher Analysen nachdenken: Was bedingen produktbezogene Life Cycle Assessments, egal ob ökologisch oder sozial? Sie indizieren Produkte mit schlechter Performance im Vergleich zu anderen, führen im Idealfall implizit zu einer Verdrängung, also einem Rückgang von Angebot (via Hersteller) oder Nachfrage (via Verbraucher), weil die Umweltbilanz nicht stimmt, Kinderarbeit oder indigene Völker betroffen sind usw. Egal ob Öko- oder Sozialbilanz (also LCA oder S-LCA), sie funktioniert nur innerhalb eines globalen Marktdesigns: Aufgrund der schlechten Abbaubedingungen beim Gold in Brasilien schneidet ein Produkt in Europa, das Gold verwendet, schlechter ab. Das Produkt wird weniger gekauft oder aus dem Verkehr gezogen, infolgedessen wird Gold weniger nachgefragt. Das liegt in der Logik des Produktvergleichs und des Lebenswegansatzes. Aber das „Marktsignal“, das damit nach Brasilien zurückgeschickt wird, „macht sich keine Gedanken“ darüber, welche Folgen dies für die Betroffenen hat. Das Life Cycle Assessment, auch das soziale, übernimmt keine Verantwortung für die sozialen und ökonomischen Konsequenzen seiner eigenen Analyse.

Obwohl Life Cycle Assessment im Umweltbereich in den vergangenen Jahren zu einem hochlaborierten Analysewerkzeug avancierte, ist es hier

scheinbar nicht lösungstauglich, zumindest nicht isoliert. Die Entkopplung von der konkreten Situation macht es fast unmöglich, unerwünschte soziale oder ökonomische Folgen zu vermeiden oder zu mildern. Deshalb sind hier ergänzende Instrumente erforderlich. Helfen könnten z.B. einzelfallspezifische Projekte, die über Partnerschaften oder Stewardships die direkte Verbindung zwischen der Rohstoffgewinnung in Entwicklungs- und Schwellenländern und dem Einsatz der Produkte in den Industrieländern wieder herstellen, also die implizite Anonymisierung des LCA kompensieren. Dazu müssten sich allerdings auch die entsprechenden Partner aus Wirtschaft, Staat und Zivilgesellschaft bereit erklären – zu einer Verantwortung für ihre produzierten oder konsumierten Produkte, einschließlich der vorgelagerten „Wertschöpfungskette“. Life Cycle Assessment mit seinen Daten ist hierzu ein Anfang, kann aber nicht das Ende sein.

Quellen

- [1] Trueb, L. F.: Die Chemischen Elemente. Hirzel, Stuttgart. 2005, S. 205.
- [2] Erdmann, L., Graedel, T. E.: The Criticality of Non-Fuel Minerals: A Review of Major Approaches and Analyses. Environmental Science & Technology 45 (18), 2011, S. 7620-7630.
- [3] U.S. Geological Survey: Mineral Commodity Summaries 2015. Reston, Virginia. 2015.
- [4] World Gold Council: www.gold.org. Zugriff am 20.1.2015.
- [5] World Gold Council: World Official Gold Holdings. International Financial Statistics. London. February 2015
- [6] Seccatore, J. et al.: An estimation of the artisanal smallscale production of gold in the world. Science of the Total Environment 496 (2014), 662-667.
- [7] Hentschel, T., Hruschka, F., Priester, M.: Artisanal and Small-Scale Mining. Challenges and Opportunities. International Institute for Environment and Development. London, 2003.
- [8] Green Cross: The World's Top Ten Toxic Pollution Problems 2012. Blacksmith Institute New York.
- [9] Klöpffer, W., Grahl, B.: Ökobilanzen (LCA). Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2009.
- [10] nach Ecoinvent 3.0, www.ecoinvent.ch (Stand: 20.1.2015)
- [11] Benoît, C. et al.: The guidelines for

- social life cycle assessment of products: just in time! *Int J Life Cycle Assess* 15, 2010, 156–163.
- [12] z.B. Hammond, D. S. et al.: Causes and Consequences of a Tropical Forest Gold Rush in the Guiana Shield, South America. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36 (8), 2007, S. 661-670.
- [13] Weitkärnper, L., Wotruba, H., Bekker, K.-H.: Technische Alternative zur Goldamalgamierung im Kleinbergbau. RWTH Aachen 2008.
- [14] Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM): Sumário Mineral 2014. Aufruf am 20.1.2015. <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=64>
- [15] persönl. Mitteilung von Enzo Luís Nico, ehemals Direktor der DNPM - São Paulo.
- [16] Priester, M. et al.: Tools for Mining: Techniques and Processes for Small Scale Mining. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn, 1993.
- [17] Sousa, R. N., Veiga, M. M.: Using Performance Indicators to Evaluate an Environmental Education Program in Artisanal Gold Mining Communities in the Brazilian Amazon. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 38(1):40-46. 2009.
- [18] Weitkärnper, L. et al., a.a.O.
- [19] Telmer, K. et al.: The source and fate of sediment and mercury in the Tapajó's River, Pará, Brazilian Amazon: Ground- and space-based evidence. *Journal of Environmental Management* 81 (2006) 101–113
- [20] Centro de Tecnologia Mineral (CE-TEM): Environmental and Health Assessment in two Small Scale Gold Mining Areas – Brazil. São Chico and Creporizinho. Final Report. RT2004-004-02 – UNIDO, 2004.
- [21] Hinton, J. J. et al.: Clean artisanal gold mining: a utopian approach? *Journal of Cleaner Production* 11 (2003) 99–115; Auch: Jönsson, J. B., Charles, E., Kalvig, P.: Toxic mer-cury versus appropriate technology: Artisanal gold miners' re-tort aversion. *Resources Policy* 38 (2013) 60–67.
- [22] Bardi, U.: The mineral question: how energy and technology will determine the future of mining. *Frontiers in Energy Research* Vol. 1 (2013), S. 1-11
- [23] Telmer et al., a.a.O.
- [24] Zugang zu den Datenbanken über www.ecoinvent.ch bzw. über <http://gabi-documentation-2014.gabi-software.com> (Stand: 20.1.2015)
- [25] Hentschel et al., a.a.O.

Weiterer Hinweis:

Auf <http://youtu.be/2HS7ssU8pGU> befindet sich eine 20-minütige Filmdokumentation.

Zu den Autoren:

Prof. Dr. Mario Schmidt ist Physiker und Professor für Ökologische Unternehmensführung an der Fakultät Wirtschaft und Recht der Hochschule Pforzheim und Direktor des Instituts für Industrial Ecology.

Prof. Dr. Bernhard Peregovich ist Mineraloge und Professor an der Bundesuniversität UFOPA in Santarem am Amazonas (Brasilien).

Kontakt

Institut für Industrial Ecology, Hochschule Pforzheim, Tiefenbronner Str. 65, 75175 Pforzheim, 07231-28-6406, mario.schmidt@hs-pforzheim.de.

Städtische Verteilnetze der Zukunft - gemeinsames Forschungsprojekt von Universität Konstanz, Hochschule Konstanz und Stadtwerken

(Pressestelle der HTWG Konstanz)
Die zentrale Energieversorgung von Kraftwerken zum Verbraucher ist Geschichte. Eine Kommune wie die 80 000-Einwohner-Stadt Konstanz hat Energieverbraucher, die zum Teil auch Energie produzieren. Dabei muss zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit die Energieerzeugung in jeder Sekunde exakt den Energiebedarf decken.

Eine Dezentralisierung stellt große Herausforderungen an kommunale Verteilnetze. In einem auf drei Jahre angelegten Forschungsprojekt mit einem Projektvolumen von mehr als einer Million Euro möchten die beiden Konstanzer Hochschulen und die Stadtwerke Konstanz und Sindelfingen sowie die Netzgesellschaft Düsseldorf ein spartenübergreifendes Optimierungsmodell zur Bestimmung der bestmöglichen Netzstruktur des Stromnetzes sowie der ergänzenden Gas- und Wärmenetze entwickeln. Das Forschungsprojekt

wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert.

Der Impuls für dieses Forschungsprojekt mit dem Titel „EnEff:Stadt – Verbundvorhaben Hybrides Planungsverfahren zur energieeffizienten Wärme- und Stromversorgung von städtischen Verteilnetzen (HYPV)“ ging vom Ingenieurbüro „Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH“ (RZVN) mit Sitz in Düsseldorf und Konstanz aus. An der HTWG Konstanz wird Prof. Dr. Thomas Göllinger (Arbeitsgruppe Energiewirtschaft) konkret die Situation von Gebäuden und Stadtteilen untersuchen. Ziel ist die Entwicklung eines Simulations- und Optimierungsmodells, das die Nachfrage- und Angebotssituation jedes einzelnen Gebäudes berücksichtigt. Dabei spielen gebäudespezifische und sozioökonomische Kennwerte eine Rolle, wie z.B. Baujahr und -weise oder Eigentümer- und Nutzerstruktur. An der Universität Konstanz wird der Mathe-



Das EnEff:Stadt-Team (von links): Vincent Layec (RZVN), Prof. Dr. Thomas Göllinger (HTWG), Prof. Dr. Stefan Volkwein (Universität Konstanz), Prof. Dr. Gunter Voigt (HTWG) und Dr. Dirk König (RZVN) vor dem Motor des Blockheizkraftwerkes der Uni Konstanz.

matiker Prof. Dr. Stefan Volkwein mathematische Methoden zur Berechnung kommunaler Verteilernetze entwickeln.

Weitere Informationen: Prof. Dr. Thomas Göllinger, HTWG Konstanz, tgoellin@htwg-konstanz.de

Energie von hier - der Wüstenroter Weg zur Plusenergiekommune. Ein Projekt der HFT Stuttgart im Programm EnEff:Stadt/EnEff:Wärme

Dirk Pietruschka, Ursula Pietzsch, Hochschule für Technik Stuttgart

Die kleine Gemeinde Wüstenrot im Nordosten Baden-Württembergs ist Gegenstand einer ganz besonderen Forschungs-idee. Ziel ist die partielle Umsetzung (mit einer Plusenergie-Mustersiedlung und einem Biomasse-Nahwärmenetz mit solarer Einspeisung) und die weitere Planung für die Energieunabhängigkeit bzw. den Plusenergiestatus, den die Gemeinde bis 2020 erreichen will. Damit soll nachgewiesen werden, dass durch kluge Vernetzung von innovativen Technologien eine Kommune ihren Energieverbrauch aus eigenen Quellen decken kann – auch wenn sie, wie tausende anderer bundesdeutscher Flächengemeinden dieser Größe, über keine besonderen energetischen Ressourcen verfügt. Seit Mitte 2012 bis zum Sommer 2016 läuft in Wüstenrot das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie mit mehr als drei Millionen Euro geförderte Projekt EnVisaGe im Programm EnEff:Stadt/EnEff:Wärme. Koordiniert wird das Vorhaben von Dr. Dirk Pietruschka vom Forschungszentrum Nachhaltige Energietechnik (zafh.net) der Hochschule für Technik Stuttgart.

Übernahme des Stromnetzes

Bereits 2009 gründeten die benachbarten Gemeinden Mainhardt (Landkreis Schwäbisch Hall) und Wüstenrot (Landkreis Heilbronn) die „energieversorgung mainhardt wüstenrot“ (emw) mit dem Ziel, eine zukunftsweisende Stromversorgung für die Bürgerinnen und Bürger aufzubauen. Insbesondere sollte der Ausbau der erneuerbaren Energien auf den Weg gebracht werden, um eine sichere Versorgung zu fairen Preisen und mit lokaler Wertschöpfung zu gewährleisten. Als im Sommer 2012 die Übernahme des Stromnetzes von der EnBW vollzogen war, bot dies allerbeste Voraussetzungen für ein großes Energieprojekt.

Zeitgleich startete das Projekt EnVisaGe. Das Forscher-Team der HFT Stuttgart erarbeitet für die 6500-Einwohner-Gemeinde Wüstenrot einen bis 2020 umsetzbaren Energienutzungsplan. Zum Einsatz kommt dabei ein 3D-Stadtmodell, das in Kooperation mit dem Zentrum für Geodäsie und Geoinformatik der HFT zum innovativen Planungswerkzeug auf

Geoinformationsbasis (GIS) entwickelt wurde. Auf Basis dieses Stadtmodells wird der gebäudebezogene Ist-Zustand der Gesamtgemeinde erfasst und der status quo des Energiebedarfs und der Energieerzeugung (über vorhandene PV- und solarthermische Anlagen) errechnet. Es folgte die Berechnung des Potenzials erneuerbarer Energien auf gemeindeeigener Gemarkung (Solarenergie, Windkraft, Biomasse, Geothermie) und derzeit läuft die Ausarbeitung verschiedener Szenarien zu deren Ausbau, damit die Gemeinde rechnerisch energieunabhängig werden kann. Dies ist erreicht, sobald auf der Gemeindegemarkung von rund 30 Quadratkilometern mehr Energie aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden kann als die Einwohner verbrauchen.

Technisch-wirtschaftliche Szenarien für 2020

Untermauert werden diese Szenarien durch innovative Finanzierungsmodelle, die parallel dazu an der HFT im Zentrum für Nachhaltiges Wirtschaften und Management entwickelt werden.



Dr. D. Pietruschka



U. Pietzsch, M. A.

Auf diese Weise entsteht eine fundierte und realisierbare Roadmap, die die Kosten der technischen Erschließung und des Betriebs einkalkuliert.

Ein intensiver Ausbau von erneuerbaren Energien für die Stromversorgung wird allerdings das Stromnetz der Gemeinde deutlich belasten. Aus diesem Grund wird das Stromnetz im Hinblick auf seine Belastbarkeit und einen gegebenenfalls notwendigen Ausbau und unter dem Aspekt der Umsetzung von SmartGrid-Komponenten zum intelligenten Lastmanagement untersucht. Hier erarbeitet das zafh.net zusammen mit dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und dem Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik der Universität Stuttgart (IFK) Lösungen, wie beispielsweise eine Netzent-



Abb. 1: 3D-Modell der Gemeinde Wüstenrot



Abb. 2: Schema Kaltwärmesetz/Plusenergiesiedlung/Anbindung REWE (als Bau- und Infoschild in der Siedlung aufgestellt)

lastung durch intelligentes Last- und Speichermanagement mit thermischen und elektrischen Speichern. Auch zentrale Stromspeicher werden betrachtet, die an neuralgischen Punkten des Stromnetzes zur Netzentlastung eingesetzt werden können.

Modellprojekt Plusenergiesiedlung

Das zentrale Umsetzungsprojekt in EnVisaGe ist die 14.703 m umfassende Plusenergie-Modellsiedlung „Vordere Viehweide“, ein großflächig mit geothermischer Wärme versorgtes neues Wohnquartier. Hier speist eine europaweit einmalig nach dem System Doppelacker angelegte „Agrothermiefläche“ ein sogenanntes Kaltwärmesetz, das Niedertemperaturwärme mit Temperaturen nahe der Bodentemperatur in zwei Metern Tiefe an die dezentralen Wärmepumpen in den Gebäuden zur Beheizung und Warmwasserbereitung liefert und im Sommer eine direkte kostengünstige Kühlung der Gebäude ermöglicht. Die Energie für den Betrieb der Wärmepumpen liefern Solaranlagen auf den Dächern, kombiniert mit innovativen Batteriespeichersystemen im Keller. Ein intelligentes lokales Lastmanagement sorgt für eine möglichst hohe Eigennutzung des erzeugten PV-Stroms bei möglichst geringer Belastung des lokalen Strom-

netzes. Für dieses intelligente Lastmanagement wurde in Zusammenarbeit mit den Nürtinger IT-Experten der Firma ads-tec, ZSW, Doppelacker und Vattenfall Europe Wärme AG ein innovatives Datenerfassungs- und Übertragungssystem mit abgesicherter Anbindung an eine Cloud entwickelt und umgesetzt. Durch eine Anbindung an das Virtuelle Kraftwerk können die dezentralen Wärmepumpen mit Wärmespeichern und die Stromspeicher auch

als kumulierte regelbare Stromsenken für den Stromlieferanten angeboten und genutzt werden, um auf Überangebote im Stromnetz zu reagieren.

Neben den Wohngebäuden ist geplant, einen an das Baugebiet angrenzenden Supermarkt an das Kaltwärmesetz anzuschließen und Abwärme aus den Kälteaggregaten des Marktes in das Netz einzuspeisen. Dadurch wird die Netztemperatur insbesondere im Som-

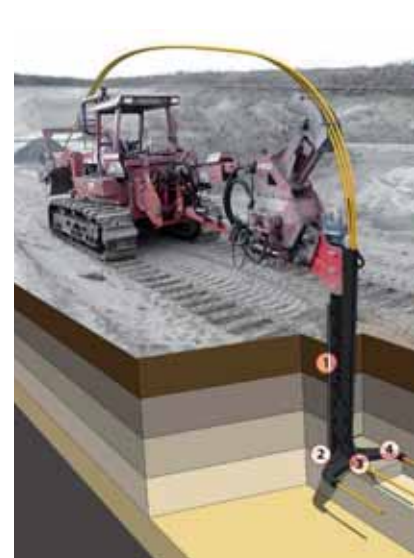


Abb. 3 (links): Einpflügen der Rohrleitungen; Abb. 4 (rechts): Verlegetechnik Doppelacker, 1: Verlegewerkzeug bis ca. 2 m Tiefe, 2: Verdrängerkörper und Aktuatorik, 3: Rohrmedium bzw. Geothermierohr, 4: Parallelverlegung von 2 Leitungssträngen. (Quelle für beide Abbildungen: Fa. Doppelacker)

mer angehoben, was die Effizienz der Wärmepumpen deutlich steigert. Durch die effizientere Rückkühlung sinkt die Stromaufnahme der Kälteanlagen und der Ventilatoren der Rückkühler deutlich. Durch diese 'Thermodynamische Kreislaufwirtschaft' wird somit eine Win-Win-Situation erreicht. Die Agrothermiekollektoren dienen hier dann auch als thermische Pufferspeicher, so dass zeitlich versetzt auftretende Lasten und Energieeinträge ausgeglichen werden können.

Die agrothermische Kollektorfläche, die sich in der letzten Ausbauphase in der Nachbarschaft der Siedlung auf einer Fläche von 1,5 ha erstrecken wird, kann übrigens unmittelbar nach der Einbringung wieder landwirtschaftlich genutzt werden und bringt auf diese Weise doppelten Ertrag. In den Heizperioden 2012/13 bis 2014/15 wurden neun Gebäude an das Kaltnahwärmenetz angeschlossen. Von insgesamt 24 geplanten Gebäuden sind weitere in Planung oder im Bau, eine Großzahl der Baugrundstücke sind bereits vermarktet.

Monitoringkonzepte für das Agrothermiefeld und die Plusenergie-Mustersiedlung sind derzeit in Entwicklung. Zehn Häuser werden im weiteren Projektverlauf intensiv vermessen.

Energie von hier – so lautet die Devise in Wüstenrot. Dazu gehört auch die Wärmeversorgung für den Ortsteil Weißenbronn mit Biomasse und Solarenergie. Hier untersucht das zafh.net gemeinsam mit der Walldorfer UBP-consulting GmbH & Co. KG derzeit das Zusammenspiel von Solarkollektoren und einem mit Holzhackschnitzeln befeuerten Heizwerk in einem Nahwärmenetz. Diese Kombination verspricht eine im Jahresverlauf optimale Wärmeversorgung bei geringem Einsatz von Brennstoffen.

Grundlegend wichtig: Akzeptanz vor Ort

Ohne die Akzeptanz der Wüstenroter Bürgerinnen und Bürger hätte ein solches umfangreiches Vorhaben allerdings kaum Aussicht auf Erfolg. Teils sind es für Laien sehr komplizierte technische Sachverhalte, die die Wissenschaftler und Planer erklären und vermitteln müssen. Zusammen

mit der Gemeinde verfolgt das zafh.net daher eine zielgruppenorientierte Kommunikations- und Partizipationsstrategie zur Einbindung von Bürgern und lokalen Akteuren. Dazu gehören Infoveranstaltungen in und um die Plusenergiesiedlung, die Arbeitskreise „Haus“ und „Handwerk“, die Zukunftswerkstatt im Rahmen der jährlich veranstalteten Energietage und gezielte Kampagnen, um Anschlusswillige für die weiteren geplanten biomassebasierten Nahwärmenetze zu werben.

Um weitere Energieprojekte finanzieren zu können, haben sich inzwischen einige engagierte Bürger zusammengeschlossen, um eine Bürgerenergiegenossenschaft zu gründen. Auch dieses Vorhaben wird von den Forschungszentren der HFT unterstützt und organisatorisch begleitet.

Förderung

Das Projekt „EnVisaGe - Kommunale netzgebundene Energieversorgung – Vision 2020 am Beispiel der Gemeinde Wüstenrot. Ein Kommunalcluster im Bereich EnEff:Stadt“ (Förderkennzeichen 03ET1116A) und alle in diesem Rahmen laufenden Arbeiten und dazu verfassten Publikationen werden gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags.

Zu den Autoren

Dr. Dirk Pietruschka ist wissenschaftlicher Gesamtkoordinator im Projekt EnVisaGe, außerdem Geschäftsführer des Forschungszentrums Nachhaltige Energietechnik (zafh.net) und stellvertretender Leiter des Instituts für Angewandte Forschung der HFT Stuttgart. Ursula Pietzsch M.A. arbeitet im Projekt- und Forschungsmanagement des zafh.net

Kontakt

Dr. Dirk Pietruschka, Hochschule für Technik Stuttgart, Forschungszentrum Nachhaltige Energietechnik (zafh.net), Schellingstr. 24, 70174 Stuttgart, Tel: 0711/8926-2674, Fax: 0711/8926-2698, E-Mail: dirk.pietruschka@hft-stuttgart.de

Weitere Infos im Internet unter:

www.envisage-wuestenrot.de oder <http://www.eneff-stadt.info/de/pilotprojekte/projekt/details/gemeinde-wuestenrot-energieautark-bis-2020/>



Mess- und Steuergeräte für Nahverkehrsbetriebe

- Sensoren
- Potentialüberwachung / -schutz
- Spezialrelais
- Schaltverstärker
- Kabelüberwachung
- Weichenheizungen
- Stromüberwachung / -versorgung
- Schaltschränke



ESN Bahngeräte GmbH

Cochemer Straße 12-14
68309 Mannheim, Germany
Tel. +49 (0) 6 21 833 47-00
Fax +49 (0) 6 21 833 47-98
info@esn-online.de
www.esn-online.de

ESN Bahngeräte GmbH



Die Gier nach Energie und Rohstoffen – oder Biomassenutzung im Kontext von Energiewende und Bioökonomie

Rainer Luick, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Über viele Jahrtausende war die Verfügbarkeit von Energie mehr oder weniger mit dem Vorhandensein der Ressource Holz identisch. Eine epochale energiewirtschaftliche Wende wurde mit der systematischen Nutzung von zunächst Kohle, sowie wenige Zeit später zusätzlich von Erdöl und Erdgas eingeleitet. Der enorm gestiegene Verbrauch an fossiler Energie ist primär für den Klimawandel und seine spürbaren Folgen verantwortlich. Abgesehen davon ist ihr Vorkommen begrenzt und die Verfügbarkeit damit endlich. So ist der verstärkte Einsatz von Erneuerbaren Energien grundsätzlich zu begrüßen. Dennoch gibt es auch in diesem Bereich Fehlentwicklungen, die am Beispiel der Bioenergienutzung aufgezeigt werden. Letztlich bleibt die günstigste und umweltfreundlichste Energie diejenige, die erst gar nicht benötigt wird.

Die “Energiewende” im Rückblick

Deutschland hat sich politisch zu einem radikalen Umbau der Energiewirtschaft entschlossen. Die “Energiewende” mit neuen Prioritäten in der Energiebereitstellung und energiepolitischem Dialog für einen verantwortungsvolleren Umgang mit Energie verdienen Respekt und Anerkennung. Weltweit gesehen ist Deutschland damit Schrittmacher und Versuchslabor, wie es einer nahezu Rohstoff-losen Industrie- und Dienstleistungsgesellschaft gelingen kann, ihre Importabhängigkeit von Energie zu verringern und bestmöglich zu substituieren.

Das Gestaltungsinstrument der Energiewende ist das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) aus dem Jahr 2000 und seine seitherigen Novellen; erste Impulse gingen auch auf vom vorherigen Stromeinspeisungsgesetz aus. Der Ansatz war und ist, dass für elektrische Energie aus Wasser, Wind, Sonne (Photovoltaik und Solarthermie) und Biomasse jeweils ein umlagefinanzierter Bonus bezahlt wird, um entsprechende innovationsauslösende Markt- und Technologieanreize zu geben. Diese Boni wurden bei Berücksichtigung der technologischen und Kapitalinput-bezogenen Wirtschaftlichkeit der einzelnen Sektoren monetär gestaffelt und wurden durch die verschiedensten Novellen des EEG wiederholt angepasst. Mittlerweile liegen nur noch die Boni für Energie aus Biomasse deutlich über den konventionellen fossil-nuklearen Erzeugungskosten, für Strom aus Wind- und PV-Anlagen liegen die Kosten sogar unter denen von Öl, Kohle und Kernenergie würde man diesen Energiearten eine gesellschaftliche Vollkostenrechnung anlasten.

Besondere Initiativen gab es auch im Bereich der Biokraftstoffe und der Biogaswirtschaft. In Deutschland wurden mit der Begünstigung für Biodiesel im Rahmen der Einführung der öko-

logischen Steuerreform (1999/2003), der bis 2007 gültigen Mineralölsteuerbefreiung für Biokraftstoffe und dem Markteinführungsprogramm “Treib- und Schmierstoffe” (2000/2003) starke Anreize für die Produktion von Biokraftstoffen gesetzt. Die Biogaswirtschaft profitierte erheblich durch das EEG und die ihm folgenden Novellen - vor allem aber durch die Einführung des NawaRo-Bonus im EEG in 2004 (NawaRo = nachwachsende Rohstoffe). Ergänzende Anstöße wurden durch das Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien sowie die Investitionsförderungsprogramme der Länder gegeben.

Insgesamt entstand ein Förderkollektiv an Maßnahmen, das seine stimulierende Wirkung nicht verfehlt hat. Um den Erfolg der Energiewende abzubilden, wird jedoch oft nur das Segment der elektrischen Energie dargestellt, dieses ist im Zeitraum 1998 bis 2014 tatsächlich bemerkenswert von 5% auf ca. 28% gestiegen [1, 7]. Wird allerdings der Gesamtenergiekonsum in Deutschland aus Strom, Wärme und Mobilität seit 1998 betrachtet, relativiert sich der Erfolg der Energiewende: So hat sich der Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärenergie von ca. 3% auf ca. 13% erhöht, mit diesem “Zwischenziel” wird deutlich, dass noch ein weiter Weg vor uns liegt und dass die Anstrengungen deutlich zunehmen müssen, wenn in naher Zukunft komplett auf fossil-nukleare energetische Rohstoffe verzichtet werden soll.

Interessant ist weiterhin, dass unter den Erneuerbaren der Biomasseanteil rund 70% beträgt, was auf den hohen Holzanteil zurückzuführen ist. Beim Strom liegt der Biomasseanteil, der überwiegend über Biogasanlagen produziert wird, bei 30%. Beim Wärmeverbrauch decken die erneuerbaren Energien derzeit rund 10% des Gesamtverbrauchs, davon stammen rund 90% aus Biomasse und hier wiederum überwiegend aus Holz. Bei den Kraft-



Prof. Dr. R. Luick

stoffen liegen die erneuerbaren Energien bei rund 6%; davon stammen 100% aus Biomasse [1, 6].

Mit den Bioökonomie Plattformen auf EU und auf nationaler deutscher Ebene (mittlerweile auch ergänzt um Initiativen in verschiedenen Bundesländern wie in Baden-Württemberg) betritt ein neuer Interessent an Biomasse den Marktplatz. Unter bioökonomischen Technologien werden allgemein die grund- und werkstoffliche Substitution von fossilen Rohstoffen durch Biomasse verstanden. Unter Bioökonomie wird eine Wirtschaftsform verstanden, die auf Nutzung von biologischen Ressourcen wie Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen basiert. Sie umfasst per Definition nicht nur die schon dargestellte Energiewirtschaft, sondern adressiert vor allem die Holz-, Papier-, Leder-, Textil-, Chemie- und Pharmaindustrie. Bio-basierte Innovationen sollen auch Wachstumsimpulse für weitere traditionelle Sektoren geben. Die Bundesregierung hat im Juli 2013 ein ambitioniertes Forschungsprogramm aufgelegt, wonach zwischen 2010 und 2016 im Rahmen der “Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030” 2,4 Milliarden € für Forschung zur Verfügung gestellt werden, beispielsweise im Rohstoff- und Lebensmittelhandel, in der IT-Branche, im Maschinen- und Anlagenbau, in der Automobilindustrie sowie in der Umwelttechnologie.

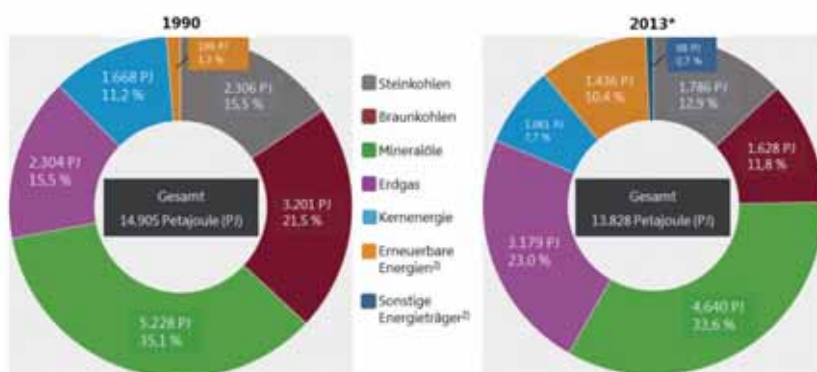


Abb. 1: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Deutschland von 1990 bis 2013
(http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/2_abb_entw-pev-energetraeger_2014-10-06_0.png)

Nach Darstellung von EU und der Bundesregierung ist es Ziel, einen Strukturwandel von einer erdöl- hin zu einer biobasierten Industrie zu ermöglichen. Einen Eindruck zum Forschungsstand und zu den Visionen zeigt der Tagungsband zum BMELV Kongress "Biobasierte Polymere - Kunststoffe der Zukunft". Aufgrund der vergleichsweise homogenen Eigenschaften, der im Vergleich zu anderen Substraten geringeren Kosten und aus Konkurrenzvermeidungsgründen mit der Futter- und Nahrungsmittelproduktion, ist für bioökonomische Technologien lignozelluläre Biomassen – also holzige Substrate - von großem Interesse [9].

In den kommenden Jahren wird zwar im Wesentlichen erst einmal (nur) Laborforschung und allenfalls Anwendung im Technikum-Maßstab betrieben. Aber die Erwartungen sind eindeutig: Bereits mittelfristig sollen große Anteile bislang Erdöl-basierter Ökonomien auf Biomasse-nutzende Industrien umgestellt werden. Welche Auswirkungen die deutsche, europäische und weltweite Nachfrage nach Biomasse schon jetzt im energetischen Sektor zeigt, wird im Weiteren im Detail betrachtet.

Neue Konkurrenzen und neue Problemfelder

Nach dem gültigen Energiekonzept der Bundesregierung soll der Ausbau der erneuerbaren Energien weiter forciert werden. Das EEG nennt in seiner aktuellen Novelle als quantitative Ausbauziele, dass bei der Stromversorgung der Anteil bis 2025 auf 40% bis 45% und über weitere definierte Zwischenziele bis 2050 auf mindestens 80% erneuerbare Energien gesteigert werden soll; zur Erreichung dieser Zielwerte ist die Biomassenutzung ein wichtiger Faktor und ihr Stellenwert soll auch

weiter zunehmen [6]. Bemerkenswerte Strategien sind allerdings nach wie vor nur im Stromsektor festzustellen, während es im Wärmesektor nur minimale und im Mobilitätsbereich im Grunde keine statistisch fassbaren Entwicklungen gibt.

Nicht zuletzt durch die deutschen Diskussionen und Zielsetzungen hat sich auch die EU entsprechende Vorgaben gegeben und 2009 in der Renewable Energy Directive (RED) konkretisiert. Die pauschalen Vorgaben sind, dass der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 auf mindestens 18% erhöht werden soll, wobei es für die einzelnen Ländern und Energieverbrauchssektoren

unterschiedliche Orientierungswerte gibt. Eine wichtige Rolle wird auch in der RED der Bioenergie zugeordnet: Die Analyse der "Nationalen Aktionspläne" für erneuerbare Energie von 27 EU Mitgliedsstaaten ergibt, dass die Ausbauziele 2020 für den Sektor Wärme und Kühlung zu 80% auf Biomasse basieren (Anstieg ab 2010 von 28,6 Mtoe auf 75,4 Mtoe). Im Sektor Strom liegt der Wert bei 17,5% (Anstieg ab 2010 von 8,4 Mtoe auf 17,2 Mtoe) und im Sektor Transport bei 87,6% (Anstieg ab 2010 von 4,8 Mtoe auf 12,8 Mtoe) [4]. Welche Auswirkungen die aktuellen energetischen Biomassenutzungen auf Ressourcen schon haben und mit welchen weiteren Entwicklungen zu rechnen ist, wird im Folgenden dargestellt.

Das Anbauflächenpotenzial für Biomasse auf Grün- und Ackerland (unter Einbeziehung von Kurzumtriebsplantagen wird in Deutschland nach unterschiedlichen Modellen für den kommenden beiden Jahrzehnte auf 14 bis 43% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche geschätzt, das sind zwischen 2,5 und 7,3 Mio. Hektar [10, 11, 25, 37]. Ob Potenziale von mehr als 3 Mio. Hektar allerdings tatsächlich zu aktivieren sind, muss bezweifelt werden, bzw. würde deutliche Änderungen in anderen Produktions- und Konsumsektoren voraussetzen. Aktuell

Infobox 1: Ökologische Folgewirkungen des Biomassebooms

- Verengung der Fruchtfolgen: Da einige wenige Kulturen - insbesondere Mais - in der Biogasnutzung eine besonders hohe Energieausbeute erbringen, erhöht sich deren flächenmäßiger Anteil gegenüber anderen Feldfrüchten.
- Aufgabe von Brachen: Im Rahmen der Novellierung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU - dem so genannten Health Check wurde 2009 die obligate Flächenstilllegung aufgegeben. Extensivflächen und Strukturelemente, die auf diesen Flächen entstanden waren, wurden in der Folge in kürzester Zeit wieder in eine intensive Nutzung genommen. Weiterhin verlieren aufgrund der hohen Deckungsbeiträge der agrarisch erzeugten energetischen Biomasse Agrar-Umwelt- und Vertragsnaturschutzprogramme an Attraktivität.
- Nutzungsänderungen und veränderte Erntetermine: Aufgrund der veränderten Kulturfolgen (z.B. Zweikulturnutzung) und Verschiebung von Ernteterminen (z.B. frühe Ernte von Grünroggen) gibt es auf den Ackerflächen kaum noch Ruhezeiten. Die Aussamung von Ackerwildkräutern findet nicht mehr statt und auch die Populationen von Niederwild und Boden-brütenden Feldvogelarten gehen signifikant zurück. Artenreiches Grünland geht weiterhin durch erhöhte Schnitthäufigkeit und zunehmende Düngung verloren oder wird zu Gunsten von Ackernutzungen umgebrochen.
- Defizite in den Humusbilanzen: Durch die Entnahme der ganzen Pflanze für Ganzpflanzensilage und Ausbringung der Gärreste auf anderen als den Entnahmeflächen (insbesondere bei Zulieferung für große NawaRo-Anlagen ohne Kreislaufwirtschaft) können Humusbilanz, Bodenstruktur und Edaphon negativ beeinträchtigt werden.
- Erhöhung der Bodenerosion: Mit dem wachsenden Flächenanteil der Hackfrucht Mais, die zunehmend auch auf suboptimalen Standorten angebaut wird, verschärft sich je nach Hangneigung und Bodenbeschaffenheit die Problematik der Bodenerosion.
- Erhöhter Pflanzenschutzmitteleinsatz aufgrund der Zunahme des Schädlingsbefalls und Krankheitsdrucks: Aufgrund der Verengung der Fruchtfolgen und der Konzentration auf einige wenige Fruchtarten ist eine Zunahme des Befallsrisikos durch Schädlinge und Krankheiten vorprogrammiert.

Entwicklung der Bruttostromerzeugung und des Bruttostromverbrauchs

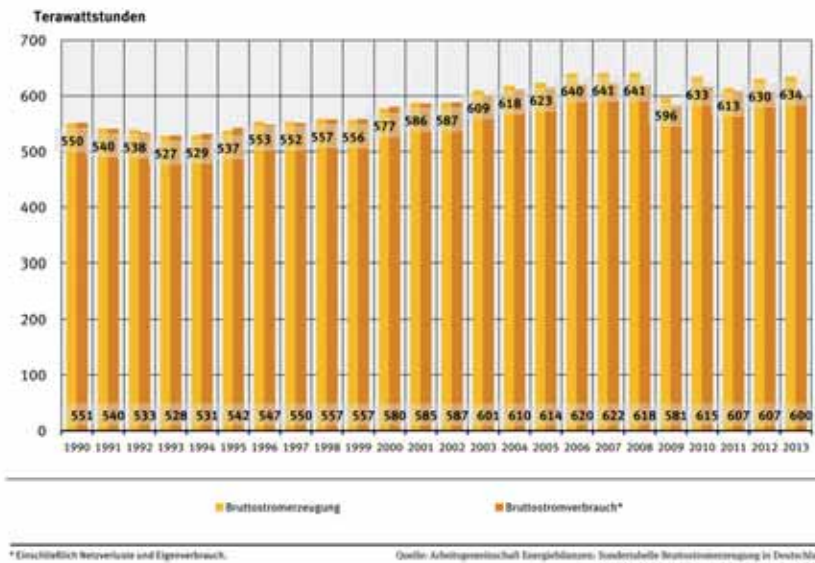


Abb. 2: Entwicklung der Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2013 (<http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/stromerzeugung>).

werden rund 2,3 Mio. Hektar für die Produktion energetischer Biomasse genutzt; das entspricht ca. 18% der gesamten Ackerflächen in Deutschland. Mit ca. 1 Mio. Hektar jährlicher Anbauflächen (die seit einigen Jahren nahezu konstant ist) hat der Rapsanbau den höchsten Anteil unter den Energiepflanzen.

Die Anbaufläche von Energiepflanzen zur Verwertung in Biogasanlagen - und hier vor allem Mais - hat sich in Deutschland von rund 5.000 Hektar im Jahr 2003 auf rund 1,3 Mio. Hektar in 2014 erhöht [7]. Mit der letzten EEG Novelle ist der Zubau weiterer Biogasanlagen allerdings nahezu zum Erliegen gekommen, so dass sich dieser Flächenbedarf zumindest mittelfristig auch nicht signifikant weiter erhöhen dürfte. Abgesehen von negativen ökologischen Begleiterscheinungen der Biomasseproduktion (s. Infobox 1) ist auch die energetische Effizienz bei der Mehrzahl aller Anlagen kritisch zu hinterfragen. Dazu wäre eine konsequente Abwärmenutzung unerlässlich, doch bei rund Zweidrittel aller Anlagen in Deutschland findet bislang keine, bzw. keine sinnvolle Verwertung der bei der Stromerzeugung anfallenden (Ab-) Wärme statt.

Als Illusion hat sich das Konzept von so genannten Kurzumtriebsplantagen (KUPs), also Anbauflächen von schnellwachsenden Baumarten erwiesen. Diese sollten bis zum Jahr 2020 auf rund 1,3 Mio. Hektar bislang landwirtschaftlich genutzter Flächen angelegt

werden. Trotz großem Forschungsaufwand in diesem Sektor und medialer Präsenz ist die reale Situation äußerst bescheiden. Derzeit gibt es bundesweit nach verschiedenen Einschätzungen zwischen minimal 3.500 und maximal 6.000 Hektar; die Flächen sind tendenziell fallend [2, 14, 22].

Wenn nicht auf umweltsensitiven Standorten wie artenreichen Grünlandstandorten begründet, könnten KUPs durchaus eine sinnvolle Nutzungsalternative sein. Es gibt eine simple Erklärung für die Diskrepanz zwischen Vision und Realität: Es ist die fehlende Wirtschaftlichkeit für KUPs, denn Einnahmen gibt es nur alle vier oder fünf Jahre und auch diese sind nicht im Voraus kalkulierbar, während Pachten jährlich bezahlt werden müssen. Durch die in vielen Regionen bis vor kurzem extreme Flächennachfrage für Anbaubiomasse für Biogasanlagen und auch die ständigen Produktionsausweitungen in der normalen Landwirtschaft war und ist die die Flächennachfrage und hoch. Damit sind auch die Pachtpreise teils extrem gestiegen und KUPs sind nicht konkurrenzfähig.

Expertenmeinungen gehen davon aus, dass noch auf lange Sicht erhebliche und bislang ungenutzte Holzpotentiale für energetische Nutzungen in unseren Wäldern existieren [24, 27, 28]. Welche Entwicklungen in den vergangenen Jahren eingetreten sind, bzw. erwartet werden, zeigen folgende Zahlen und Prognosen für den Gesamtverbrauch der Ressource Holz, die auch

mobilisierte Altholzmengen beinhaltet [11, 21, 36]:

- Holzverbrauch 2001 in Deutschland ca. 75 Mio. m³ Holz, realer Einschlag ca. 59 Mio. m³. (davon ca. 55 Mio. für stoffliche und ca. 20 Mio. für energetische Verwendungen).
- Holzverbrauch 2010 in Deutschland ca. 142 Mio. m³ Holz, vermuteter realer Einschlag 96 Mio. m³ (davon ca. 84 Mio. für stoffliche und ca. 58 Mio. für energetische Verwendungen).
- Prognostizierte Holznachfrage für 2020 in Deutschland ca. 180 Mio. m³ Holz, möglicher realer Einschlag 104 Mio. m³ (davon 96 Mio. für stoffliche und 81 Mio. für energetische Verwendungen).

Die prognostizierte Holznachfrage für das Jahr 2020 in Beziehung gesetzt zum real nachhaltigen möglichen Einschlag und einer nicht weiter zu erhöhenden Altholzmobilisierung führen zum Konstrukt einer so genannten "Holzlücke", die bereits in einer Dekade rund 30 Mio. m³ betragen soll. Für EU-Europa wird von einem Defizit von mindestens 150 Mio. m³ ausgegangen [20].

Interessant sind Ergebnisse aktueller Studien des von Thünen Institutes und der Arbeitsgemeinschaft Rohholz

Infobox 2: Dimensionen des Energiebedarfs

Große Energiemengen werden in Exa Joule (EJ) angegeben. 2010 betrug der globale Primärenergieverbrauch ca. 500 EJ. In der globalen Bilanz müssen noch ca. 10 % diffuse Bioenergiemengen (ca. 50 EJ) hinzugerechnet werden, das ist z.B. Holz und Dung, was in vielen ländlichen Regionen in den Entwicklungs- und Schwellenländern bis heute die ausschließliche Energieform ist und auch bleiben wird.

Nach Einschätzung der Weltenergie-Agentur wird der globale Primärenergiebedarf bis zum Jahr 2030 gegenüber 2010 um 50 % auf dann ca. 750 EJ zunehmen. Der Anteil "moderner" Bioenergien wird in moderaten Szenarien auf 100 EJ in progressiveren Studien, mit einem deutlichen Bedeutungsgewinn von Bioenergieträgern der 2. Generation, auf bis zu 300 EJ prognostiziert. Dazu addiert sich weiterhin der diffuse Bioenergieanteil, der aufgrund der wachsenden Bevölkerungen in Armutsländern ebenfalls relativ noch zunehmen wird. Für Deutschland wird für 2010 ein Primärenergieverbrauch von ca. 16 EJ bilanziert. Daran hatten die erneuerbaren Energien einen Anteil von ca. 1,7 EJ, wovon wieder ca. 1,3 EJ auf das Segment Biomasse entfallen.



Foto 1: Die Nutzung von Waldholz zur Wärme- und Stromgewinnung erlebte in den vergangenen Jahren einen starken Zuwachs. Mittlerweile werden sogar kritische Holzfraktionen genutzt, die aus bodenökologischen Gründen dringend im Wald verbleiben müssten. Denn vor allem im Schwachholz stecken die Mineralien für die folgende Waldgeneration. Das Bild zeigt eine Holzwerbung in einem PFSC zertifizierten Wald, wo es dazu keine Vorgaben gibt. Die Auflagen in nach dem FSC Verfahren zertifizierten Wäldern, wo Äste geringer als 7 cm im Durchmesser im Wald verbleiben sollen, haben schon zu massiven Protesten der Holzenergiebranche geführt, Bild M.-S. Schmidt.

(AGR), dass sich die Bundesregierung in ihren Einschätzungen zu den verfügbaren Potentialen für den weiteren Ausbau der Biomassenutzung auf falsche Zahlen bezieht [16]. Danach wurden im Jahr 2011 rund 56 Mio. m³ Holz geerntet, was nach Experteneinschätzungen der so genannten Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAN) etwa 72% des geschätzten nutzbaren Rohholzaufkommens von 79 Mio. m³ entspricht. Schon die Erhebungen aus der Zwischenwaldinventur 2008 zeigten allerdings, dass die amtlichen Holzeinschlagsstatistiken nicht die tatsächliche Nutzung widerspiegeln, denn rund 50% des Brennholzes wird statistisch gar nicht erfasst. Der Grund: Energieholz wird häufig von nicht befragten Kleinbetrieben unter zehn Hektar gehandelt, erhebliche Brennholzmengen werden auf nachbarschaftlicher Ebene vermarktet oder von Waldbesitzern direkt zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet. Damit werden jährlich also schon rund 70 Mio. m³ Holz eingeschlagen, was ca. 90% des nutzbaren Potentials entsprechen würde.

Bestätigt wurden diese Einschätzungen durch aktuell Ergebnisse der Bundeswaldinventur III: Danach liegt der Holzzuwachs in Deutschland pro Jahr bei 121,6 Mio. Vfm (= Vorratsfestmeter). Davon verbleiben 7,8 Mio. Vfm als Totholz im Wald, weitere 15,3 Mio. Vfm dienen dem Vorratsaufbau. Abzüglich der Ernteverluste und Rinde verbleibenden 75,7 Mio. Efm (= Ernte-

festmeter) als theoretische Nutzungsmenge. Tatsächlich lag die jährliche Nutzung in Deutschland im Zeitraum von 2002 bis 2012 also schon bei durchschnittlich 76 Mio. m³ Efm. [6]

Die globale Dimension der energetischen und stofflichen Biomassenutzung

In Deutschland und in den EU Staaten positioniert sich die Bioenergie als mögliche Alternative zum Ersatz von fossil-nuklearen Energien. Auf dem globalen Schauplatz hat sie eine ganz andere energiepolitische Dimension: Bis 2030 soll der Weltenergiebedarf gegenüber heute um etwa die Hälfte zunehmen und sich bis 2060 sogar verdoppeln. Bioenergie soll nicht nur helfen, die versiegenden fossilen Rohstoffquellen zu ersetzen, sondern auch den zusätzlichen Bedarf zu liefern (s. auch Infobox 2).

Moderne Bioenergie (vor allem Ethanol, Biodiesel, Biogas, Pellets) wird derzeit mit einem Umfang von ca. 5 EJ pro Jahr genutzt, das ist ca. 1% des gesamten globalen Primärenergiebedarfs oder 10% Anteil an der gesamten globalen traditionellen Bioenergienutzung von rund 50 EJ pro Jahr (s. Infobox). Der jährliche Welthandel mit Bioenergie beträgt weniger als 1 EJ, was sich aber nach Energieszenarien und Prognosen rasch ändern soll. Diese gehen davon aus, dass der Welthandel in den kommenden beiden Jahrzehnten auf über 100 EJ/Jahr ansteigen wird [3, 17, 18, 24, 25, 29, 31, 34, 35, 37].

Diese Einschätzungen werden von Studien getragen, die enorme technische Potentiale ermitteln, die für die Bereitstellung und Produktion von moderner Bioenergie (vor allem für Treibstoffe) und bioökonomischen Produkten im Zeithorizont bis 2050 prinzipiell aktivierbar wären. Basisannahme fast aller Modellierungen ist, dass devastierte Flächen in großem Umfang für Energiepflanzenanbau erschlossen werden und dass enorme Reststoffpotentiale aktiviert werden können. Die im Folgenden als für maximal darstellbar erachteten Bioenergiepotentiale werden zum Vergleich mit dem globalen Primärenergieverbrauch (PEV) von ca. 500 EJ im Jahr 2011 in Bezug gebracht:

- 170 EJ, entspricht 35% des PEV [35].
- 300 EJ, entspricht 60% des PEV [26].
- 500 EJ, entspricht 100% des PEV [12].
- 1.000 EJ, entspricht 200% des PEV [19].

- 1.100 EJ, entspricht 220% des PEV [16].
- 1.300 EJ, entspricht 260% des PEV [30].

Zwar analysieren die genannten Studien durchaus, dass diese technisch gesehenen Potenziale nicht automatisch den wirtschaftlichen Potenzialen entsprechen, dennoch sind bedenkliche Schlussfolgerungen zu ziehen:

- (1) Alle Szenarien gehen von einem weiterhin ungebremst zunehmenden Energiebedarf aus, der auf jeden Fall befriedigt werden soll und suggerieren, dass dies theoretisch problemlos über die Bereitstellung von Biomasse möglich ist und, dass die dafür notwendigen enormen Landressourcen zum Anbau von Energiepflanzen theoretisch zur Verfügung stehen.
- (2) Es werden mit Überzeugung und Selbstverständlichkeit geographische Regionen / Länder mit entsprechenden Potenzialen benannt, als wenn es dort keine Bevölkerung und selbst bestimmende Staaten geben würde, bzw. es wird abgeleitet, dass der Anbau von Energiepflanzen mit signifikantem Wohlstands- und Wohlfahrtsgewinn für diese Länder verbunden ist.



Foto 2: Holz ist in Entwicklungsländern oft nach wie vor die primäre Energiequelle und das nicht nur in den ländlichen Räumen. Mit der schnell wachsenden Bevölkerung steigt auch der Bedarf an Holz rasant. Das Bild ist in der 20 Mio. Stadt Dehli / Indien aufgenommen. Überall entlang des Stadtrandes gibt es derartige Holzlager, Bild R. Luick.

Fazit

Die bislang der Energiewende zugrunde liegenden Modellierungen verlangen nicht nur eine Substitution der fossil-nuklearen Energiebereitstellung durch erneuerbare Energieträger, sondern umfassen auch einen zwingenden Rückgang des Primärenergiebedarfs. Diese sollen und müssen durch massive Einsparungen (Verbrauchsrückgang) und durch Effizienz- und Suffizienz-

strategien erreicht werden. Doch wie sieht die Realität aus? Abb. 1 zeigt die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für Deutschland für den Zeitraum 1990 bis 2013. Deutlich wird, dass es in den zurückliegenden 15 Jahren an Diskussionen und strategischen Umsetzungen zur Energiewende zwar zu einem beachtlichen Anstieg der erneuerbaren Energieträger gekommen ist, gleichzeitig aber sind in der Summe kaum signifikante Energieeinsparungen festzustellen [33]. Zusätzlich ist noch zu bemerken, dass in diesem Zeitraum rohstoff- und energieintensive Produktionsketten zunehmend ins Ausland verlagert wurden und material- und energieintensive Vorprodukte zu immer höheren Anteilen importiert werden. Im Gegenteil ist festzustellen, dass es im Segment der elektrischen Energie sogar zu einem Anstieg der Bruttostromerzeugung gekommen ist [34] (s. Abb. 2). Da der Export an elektrischer Energie anteilmäßig vernachlässigbar ist, ist dies mit einem gestiegenen Binnenverbrauch identisch. Erklärungen hierfür sind unterschätzte Rebound und Backfire-Effekte, aber auch eine ansteigende konsumptive Nachfrage nach elektrischer Energie (z. B. Telekommunikation, elektroenergetischer Bedarf im Steuerungs- und Komfortsektor). Sollte sich die Elektromobilität unerwartet im kommenden Jahrzehnt am Markt etablieren, ist von einem sogar drastischen Mehrbedarf auszugehen. Es stellen sich daher die keineswegs hypothetischen Fragen:

- (1) Müssen erneuerbare Energien bei bleibenden Ausbauzielen (Anteil an der Energieversorgung) bei wenig oder nicht fallendem Energieverbrauch nicht sogar in beschleunigtem Maße und in deutlich stärkerem Ausmaß ausgebaut werden?
- (2) Sind die damit verbundenen Entwicklungen tatsächlich ohne zusätzliche erhebliche Belastungen anderer gesellschaftlicher und politischer Ziele zu erreichen, die schon bei dem derzeit noch kleinen Anteil der erneuerbaren Energien beeinträchtigt werden (u. a. Naturschutz- und Biodiversitätsziele)?

Am Beispiel der Bioenergie wird dargestellt, dass diese Form der erneuerbaren Energien trotz zahlreicher positiver Aspekte auch Grenzen aufweist und neuartige Problemfelder verursacht. Nach wie vor ist auf nahezu allen räumlichen Ebenen (national und global gesehen) ein anhaltender Verlust biologischer Vielfalt zu verzeichnen. Wichtigster "Driver" ist der Lebensraumverlust durch direkte oder indi-

rekte Landnutzungsänderungen, wobei wiederum Land- und Forstwirtschaft die mit Abstand wichtigsten Faktoren sind. Es wird deutlich, dass die deutsche und europäische Energiewende und die weltweite anhaltende Energienachfrage hinsichtlich ihrer negativen Umweltwirkungen reflektiert werden muss.

Bioenergie hat in den aktuellen energiepolitischen Szenarien (mit fortschreitender technischer Innovation möglicherweise auch nur vorübergehend) eine wichtige Bedeutung: Sie ist grundlastfähig, speicherbar und zur Spitzenlaststromerzeugung geeignet. Bioenergie ist somit in der Lage, den Nachteil fast aller anderen erneuerbaren Energien - ihre oftmals nur fluktuative Verfügbarkeit - zumindest zum Teil auszugleichen. Elektrische Energie, die über Biomasse erzeugt wird, ist aber bedingt durch die geringe energetische Dichte und i.d.R. hohen Logistik- und Prozesskosten im Vergleich zu Energie, die über Wind- oder PV Anlagen erzeugt wird, mindestens um den Faktor 2 teurer. Dies impliziert auch, dass abgesehen von begrenzten Potenzialen, energetische Biomasse besonders effizient genutzt werden sollte.

An der Hochschule Rottenburg werden in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Rainer Luick derzeit mehrere Forschungsprojekte bearbeitet, die sich mit sinnvollen und kritischen Aspekten energetischer und stofflicher Biomassenutzung beschäftigen. Erwähnenswert sind folgende Vorhaben (s. auch <http://www.hs-rottenburg.net/forschung/projekte-schwerpunkte/>):

- "Der Kleinprivatwald in Deutschland am Beispiel von Baden-Württemberg: Energieholzversorgung und regionale Wertschöpfung, neuartige Nutzungskonkurrenzen und Aspekte zur ökologisch nachhaltigen Bewirtschaftung, F+R Projekt im Rahmen der Ausschreibung „Förderprogramm Wachsende Rohstoffe“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2015-2017.
- "Lignozelluläre Biomasse aus dem Offenland: Potentiale - Stoffströme - Restriktionen", (Kurztitel: Biomasse aus dem Offenland), F+E Projekt des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur BW im Rahmen des Programms "Innovative Projekte", 2014-2017.
- "Die Energiewende im Spannungsfeld energiepolitischer Ziele, gesellschaftlicher Akzeptanz und naturschutzfachlicher Anforderungen

(Kurztitel: Naturverträgliche Energiewende zwischen allen Stühlen?), Forschungsvorhaben im Rahmen des UFOPLANS BMU / BfN 2014, (in Kooperation mit TU Berlin), 2014-2016.

- Bewertung regionaler Landnutzungs- und Biodiversitätsaspekte in der Produktökobilanz (LCA) für die Bioökonomie in Baden-Württemberg, F+E Projekt im Rahmen der Ausschreibung "Forschungsprogramm Bioökonomie Baden-Württemberg" des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst BW, Teilprojekt im Verbund mit Universität Stuttgart / Lehrstuhl für Bauphysik, 2014-2016.
- "Erneuerbare Energien aus holzartiger Biomasse: Versorgungspotentiale, Auswirkungen auf Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsziele, Waldbaumodelle und Unternehmensstrategien", Programm Förderung des Technologietransfers zwischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften und KMU im Rahmen der Projektförderung aus dem EFRE-Fonds mit dem Ziel der regionalen Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung (RWB-EFRE Förderung 2007-2013), 2013-2015.
- "Bioenergie kommunal (Bioko) - Entwicklung von Umsetzungsstrategien und -hilfen für eine nachhaltige energetische Biomassenutzung auf kommunaler Ebene". BMBF Projekt im Rahmen des ProfUnd Programms des BMBF, 2012-2016.

Literatur

- [1] AEE (Agentur für Erneuerbare Energien): <http://www.unendlich-viel-energie.de/>
- [2] AUST, C (2012): Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassepotentiale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland.- Inaugural-Dissertation Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 146 S.
- [3] BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2012): Globale und regionale Verteilung von Biomassepotenzialen - Status-quo und Möglichkeiten der Präzisierung.- BMVBS-Online-Publikation, Nr. 27/2010. 128 S.
- [4] BEURSKENS, L.W.M., HEKKENBERG, M. & VETHMAN, P. (2011): Renewable energy projections as published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States covering all 27 EU Member States with updates for 20 Member States.- Studie European Environmental Agency (EEA / ECN-E-10-069), Kopenhagen, 270 S.
- [5] BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2013): Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030 - Unser Weg zu einer bio-basierten Wirt-

- schaft.- <http://www.bmbf.de/pub/biooekonomie.pdf>, Berlin, 56 S.
- [6] BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) (2014): Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. www.bml.de. 52 S.
- [7] BMWI (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie): <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/erneuerbare-energien.html>
- [8] BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2009): Waldbericht der Bundesregierung 2009.- Berlin, 119 S.
- [9] BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2013): Biobasierte Polymere - Kunststoffe der Zukunft - Vorträge zum BMELV-Fachkongress Biobasierte Polymere - Kunststoffe der Zukunft 25./26. September 2012 in Berlin.- Gülzower Fachgespräche Bd. 41, 351 S.,
- [10] BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) & BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2010): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland - Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung, Berlin, 32 S.
- [11] DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt), SITT (Stuttgart Institut für Technische Thermodynamik), IWED (Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik) & IFNE (Kassel Ingenieurbüro für neue Energien) (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global (Schlussbericht).- Studie im Auftrag des BMU, 345 S., Berlin.
- [12] DROSSART, I. & MÜHLENHOFF, J. (2010): Holzenergie – Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen.- (Hrsg.: Agentur für Erneuerbare Energien e.V.), *Renews Spezial* 43, Berlin, 24 S.
- [13] FAAJ, A. (2008): Bioenergy and global food security.- Externe Expertise für das WBGU Hauptgutachten „Welt im Wandel: Bioenergie und nachhaltige Landnutzung“, Berlin, 38 S.
- [14] FNR (Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V.): <http://mediathek.fnr.de/grafiken.html>
- [15] HOLZZENTRALBLATT (2012): AGR bezweifelt amtliche Holzeinschlagsstatistik.- Nr. 21 vom 25.05.2012.
- [16] IEA (International Energy Agency) (2007): Potential contribution of bioenergy to the world's future energy demand.- IEA Bioenergy EXCO: 2007 (02), Rotorua, New Zealand, 12 S.
- [17] IEA (International Energy Agency) (2013): World Energy Outlook 2013, OECD Publishing, 708 S.
- [18] JUNGINGER, M., VAN DAM, J., ZARRILLI, S., FATIN, A.M., MACHAL, D. & FAAJ, A. (2011): Opportunities and barriers for international bioenergy trade.- In: *Energy Policy* (Hrsg: OECD) Vol. 39, 2028–2042.
- [19] LADANAI, S. & VINTERBÄCK, J. (2009): Global potential of sustainable biomass for energy.- SLU Report, Uppsala, 32 S.
- [20] MANTAU, U., ANTTILA, P., ASIKAINEN, A., LEEK, N., LINDNER, M., OLDENBURGER, J., PRINS, K., SAAL, U., STEIERER, F. & VERKERK, H. (2010): EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg, 2010. 160 S.
- [21] MANTAU, U. (2009): Holzrohstoffbilanz Deutschland: Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung bis 2012.- In: SEINTSCH, B., DIETER, M. (Hrsg.) *Waldstrategie 2020*. Tagungsband zum Symposium des BMELV 10.-11. Dez. 2008, Berlin, 27-36.
- [22] NABU (Naturschutzbund Deutschland) & BOSCH & PARTNER GMBH (2012): Naturschutzfachliche Anforderungen für Kurzumtriebsplantagen.- Studie, Berlin, 32 S.
- [23] NITSCH, J. & WENZEL, J. (2009): Leitstudie 2009 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland. Untersuchung i. A. des BMU [Hrsg.]. – Berlin, 104 S.
- [24] OECD und FAO (2011): *Agricultural Outlook 2013-2022*, OECD Publishing, http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-en, 326 S.
- [25] OFFERMANN, R., SEIDENBERGER, T., THRÄN, D., KALTSCHMITT, M., ZINOVIEV, S. & MIERTUS, S. (2011): Assessment of global bioenergy potentials, in: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2011 / 16, 103-115, doi: 10.1007/s11027-010-9247-9.
- [26] PIEPRZYK, B. (2009): Globale Bioenergienutzung – Potenziale und Nutzungspfade: Analyse des WBGU-Gutachtens "Welt im Wandel: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung".- Studie im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, Berlin, 30 S.
- [27] POLLEY, H., & KROIHER, F. (2006): Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potenziellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht Institut für Waldökologie und Waldinventuren 2006/3. BBF, Eberswalde: BFH.
- [28] POLLEY, H., HENNIG, P. & SCHWITZGEBEL, F. (2009): Holzvorrat, Holzzuwachs, Holznutzung in Deutschland.- *AFZ/DerWald* 64, 1076-1077.
- [29] SLADE, R., SAUNDERS, R., GROSS, R. & BAUEN, A. (2011): Energy from biomass: The size of the global resource- An assessment of the evidence that biomass can make a major contribution to future global energy supply.- Imperial College Centre for Energy Policy and Technology for the Technology and Policy Assessment Function of the UK Energy Research Centre, London, 98 S.
- [30] SMEETS, E.M.W., FAAJ, A., LEWANDOWSKI, I.M. & TURKENBURG, W.C. (2007): A bottom-up assessment and review of global bio-energy potentials to 2050.- In: *Progress in Energy and Combustion Science* 33 (1), 56–106.
- [31] THRÄN, D. & SZARKA, N. (2011): Die Rolle der Bioenergie in einer zukünftigen Energieversorgung.- LIFIS-online (04.10.2011), ISSN 1864-6972), 14 S.
- [32] THRÄN, D., EDEL, M., PFEIFER, J., PONITKA, J., RODE, M. & KNISPEL, S. (2011): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenz beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassenutzung.- DBFZ Report 4 (Hrsg.: DBFZ, Deutsches BiomasseForschungsZentrum), Leipzig, 193 S.
- [33] UBA (Umweltbundesamt): <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energie-als-ressource/primaereenergieverbrauch>.
- [34] UNECE (United Nations Economic Commission Europe) & FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) (2006): *European Forest Sector Outlook Study 1960-2000-2020* (Main Report).- Geneva Timber and Forest Study Papers, No.20, Genf, 264 S.
- [35] UNECE (United Nations Economic Commission Europe) & FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) & UNIVERSITY HAMBURG (2007): *Wood resources availability and demands - implications of renewable energy policies. A first glance at 2005, 2010 and 2020 in European countries.*- 74 S.
- [36] WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2008): *Welt im Wandel - Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*.- Hauptgutachten, Berlin, 388 S.
- [37] WI (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH) & RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung Essen) (2008): *Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse - Auswirkungen der verstärkten Nutzung von Biomasse im Energiebereich auf die stoffliche Nutzung in der Biomasse verarbeitenden Industrie und deren Wettbewerbsfähigkeit durch staatlich induzierte Förderprogramme*.- Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWT), Endbericht, Wuppertal, 253 S.

Kontakt

Prof. Dr. Rainer Luick, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, (HFR), Schadenweilerhof, 72108 Rottenburg, phone: ++49 (0) 7472-951-238, E-mail: luick@hs-rottenburg.de

Der kommunalen Nachhaltigkeit auf der Spur

Franziska Huttenlocher, Claudia Fritz, Katharina Sigle, Markus Röhl, Willfried Nobel, Institut für Landschaft und Umwelt der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen

Kommunen sind zentrale Akteure einer Nachhaltigen Entwicklung, denn sie sind es, die vor Ort – in den Gemeinden und Städten – nationale und föderale Nachhaltigkeitsstrategien umsetzen. Bereits auf der UNO-Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung (UNCED) in Rio de Janeiro vor über 20 Jahren wurde diese wichtige Rolle der Kommunen erkannt. Daher wurde ihnen in der dort verabschiedeten sogenannten Agenda 21 ein eigenes Kapitel zugedacht. In diesem Kapitel wird darauf hingewiesen, dass deren Beteiligung und Mitwirkung entscheidend für die Verwirklichung der Ziele der Agenda 21 sind (BMU 1997). Wir berichten hier über ein vom Land gefördertes Pilotprojekt, welches die Nachhaltigkeitsberichterstattung von kleineren und mittleren Gemeinden in Baden-Württemberg in den Fokus genommen hat.

Kommunen als zentrale Akteure einer Nachhaltigen Entwicklung

Auch die „Kommunale Initiative Nachhaltigkeit“ des Landes Baden-Württemberg hat Kommunen in ihren Fokus gestellt. Diese Initiative, die im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg ins Leben gerufen wurde, hat sich zum Ziel gesetzt, „Kommunen bei der Einführung von Instrumenten des Nachhaltigkeitsmanagements zu unterstützen und die Aktivitäten der Kommunen im Bereich der Nachhaltigkeit mit denen des Landes zu verknüpfen“ (UM 2014).

Ein mögliches Instrument des kommunalen Nachhaltigkeitsmanagements sind Nachhaltigkeitsberichte, die auf sogenannten Nachhaltigkeitsindikatoren basieren. Nachhaltigkeitsindikatoren sind Kenngrößen, mit deren Hilfe Nachhaltige Entwicklung in Zahlen ausgedrückt und dadurch greifbar und messbar gemacht werden kann. Dadurch kann beispielsweise aufgezeigt werden, wie sich eine Kommune über einen bestimmten Zeitraum entwickelt hat und wo sie heute steht. Die eigene Entwicklung kann im Vergleich zur Kreis-, Landes- oder Bundesebene betrachtet und

an Zielwerten – sofern diese vorliegen – gemessen werden. Maßnahmen und Ziele für eine kontinuierliche Verbesserung der Nachhaltigen Entwicklung können anhand der erhobenen Daten abgeleitet und die Wirksamkeit von in der Vergangenheit durchgeführte Maßnahmen überprüft werden.

Die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg hat im Jahr 2000 den „Leitfaden Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21“ für Kommunen herausgegeben, der im Jahr 2009 aktualisiert und erweitert wurde (LUBW 2009). Dieser wurde inzwischen durch den Leitfaden „NI-Berichte für Kommunen – Leitfaden zur Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten in kleinen und mittleren Kommunen“ (UM/LUBW 2015) ersetzt. Dieses Handbuch gibt eine Methodik vor, mit welchen Indikatoren in Kommunen Nachhaltigkeit beschrieben werden kann. Auf Basis des ersten Leitfadens (LUBW 2009) wurden bis Ende 2013 zahlreiche Nachhaltigkeitsberichte in Baden-Württemberg erstellt. Eine Übersicht dazu ist auf der Internetseite der LUBW abrufbar (www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/237308/).



Projektteam (v.l.n.r.): Katharina Sigle M. Eng., Dr. Markus Röhl, Prof. Dr. Willfried Nobel, Dr. Franziska Huttenlocher, Claudia Fritz M. Eng.

Die Erfahrungen mit dem ersten Leitfaden (LUBW 2009) zeigten, dass dieser in Kommunen über 20.000 Einwohner gut umsetzbar war. Auf der anderen Seite war er nur bedingt auf Kommunen unter 15.000 Einwohner übertragbar. Methodische Probleme bestanden einerseits aufgrund von fehlenden Grundlagendaten zur Erhebung der Indikatoren. Andererseits sind die Personalressourcen kleinerer und mittlerer Kommunen sehr begrenzt, sodass der zusätzliche Arbeitsaufwand – wie er durch die Erstellung eines indikatorenbasierten Nachhaltigkeitsberichts entsteht – Kommunen dieser Größenordnung Schwierigkeiten bereitete. Gleichzeitig bestand das Problem, dass viele Kommunen inzwischen sehr aktiv Nachhaltigkeitsthemen, wie zum Beispiel „Energiewende/Klimaschutz“ oder „Eine Welt“ angehen, die sich jedoch nur unbefriedigend mit den Indikatoren des ersten Leitfadens (LUBW 2009) abbilden lassen.

Pilotprojekt „Nachhaltigkeitsberichterstattung in kleinen und mittleren Gemeinden Baden-Württembergs“

An diesem Punkt setzt das Pilotprojekt „Nachhaltigkeitsberichterstattung in kleinen und mittleren Gemeinden“ Baden-Württembergs des Instituts für Landschaft und Umwelt (ILU) der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU) an. 35 Modellkommunen aus ganz

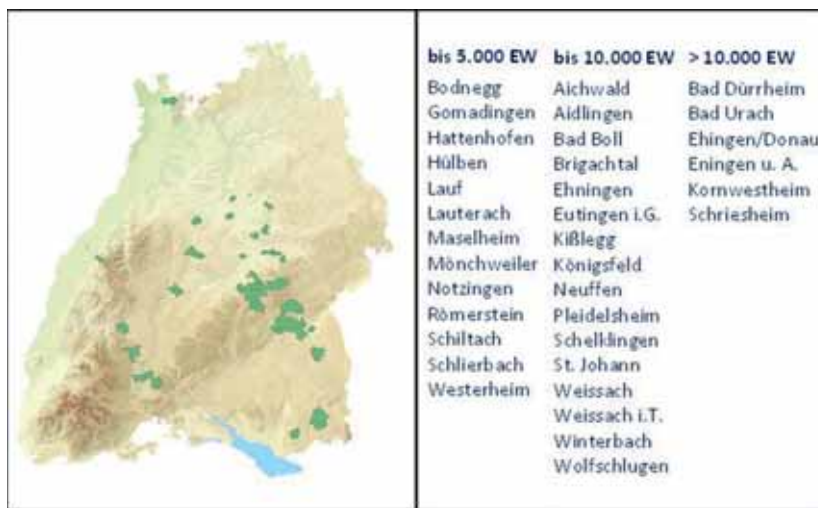


Abb. 1a und b: Lage und Einwohnerzahl (EW) der 35 Modellkommunen (grün) in Baden-Württemberg

A	Ökologische Tragfähigkeit	
	Handlungsfeld	Definition
1	Verbesserter Klimaschutz	Verursacherbezogene Emissionen an Kohlendioxid in Tonnen pro Einwohner
2	Ausbau der Erneuerbaren Energien (Strom)	Gesamtleistung der installierten Photovoltaikanlagen in Kilowatt je Einwohner
3	Umfang des motorisierten Individualverkehrs	Anzahl der Pkw je 1.000 Einwohner
4	Sparsamer Flächenverbrauch	Siedlungs- und Verkehrsfläche in Prozent der Gesamtfläche
5	Stärkung des Naturschutzes	Bundeseinheitlich streng geschützte Gebiete des Naturschutzes in Prozent der Gesamtfläche
B	Wirtschaft und Soziales	
	Handlungsfeld	Definition
6	Bevölkerungsstruktur	Bevölkerungsentwicklung insgesamt, differenziert nach Erst- und Zweitwohnsitz
7	Bevölkerungsstruktur	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Ort im Verhältnis zu Berufspendler und -auspendlern
8	Verringerung der Arbeitslosigkeit	Anzahl der Arbeitslosen nach Geschlecht
9	Soziale Gerechtigkeit	Arbeitslose unter 25 Jahren als Anteil der Arbeitslosen insgesamt
10	Schaffung von Arbeitsplätzen	Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Wohnort in Prozent der Altersgruppe zwischen 18 und 65 Jahren
11	Hohes Niveau von Aus- und Weiterbildung	Anzahl der Auszubildenden je 1.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Ausbildungsort
12	Hohes Sicherheitsniveau	Bekannt gewordene Straftaten je 1.000 Einwohner
13	Gute Ausstattung der Bibliotheken	Medienbestand in öffentlichen Bibliotheken je 1.000 Einwohner
14	Verbesserung der Lebensumwelt von Kindern und Jugendlichen	Kommunale Ausgaben für Kinder- und Jugendarbeit in Prozent des kommunalen Haushaltes
15	Bildung und Betreuung	Ganztagsbetreuungsplätze für die Gruppe der 0- unter 3 / 3- unter 6 / 6- unter 14-Jährigen bezogen auf die Gesamtzahl der Kinder in dieser Altersgruppe
16	Minderung von Armut	Zahl der Empfänger von ALG2, Sozialgeld und sonstiger Unterstützung zum Lebensunterhalt je 1.000 Einwohner
17	Bezahlbarer Wohnraum	Bodenrichtwerte
C	Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Kommunalentwicklung	
	Handlungsfeld	Definition
18	Ausgewogene Bevölkerungs- und Siedlungsstruktur	Zahl der Zu- und Fortzüge je 1.000 Einwohner und Wanderungssaldo
19	Lokale Ökonomie	Zahl der Übernachtungsgäste/ Auslastungsgrad der Beherbergungsbetriebe
20	Lokale Ökonomie	Internet-Versorgung: Entwicklung der Übertragungsrate in Mbit/s
21	Gutes kommunales Energiemanagement	Energieverbrauch kommunaler Liegenschaften je Quadratmeter genutzter Fläche in Kilowattstunden
22	Gesunde Struktur des öffentlichen Haushalts	Kommunale Schulden pro Einwohner in Euro
23	Unterstützung des ehrenamtlichen Engagements	Kommunale Zuschüsse an Vereine und Selbsthilfegruppen je 1.000 Einwohner
24	Hohes demokratisches Engagement	Wahlbeteiligung zu Wahlen zum Kommunalparlament und bei Bürgermeisterwahlen
25	Gleichberechtigte Teilhabe von Frauen am öffentlichen Leben	Anteil von Frauen im Kommunalparlament
26	Hohes demokratisches Engagement	Anzahl der Bürgerversammlungen (nach Gemeindeordnung)
27	Hohes demokratisches Engagement	Zahl der im Jugendparlament bzw. Seniorenrat Aktiven

Tab. 1: 27 Indikatoren, die im Pilotprojekt ausgewählt und anhand der 35 Nachhaltigkeitsberichte getestet wurden

Baden-Württemberg konnten für das Pilotprojekt gewonnen werden (vgl. Abb. 1 a und b). Der Schwerpunkt lag dabei auf Kommunen mit einer Einwohnerzahl bis 10.000. Zum Vergleich wurde das Indikatorenset auch bei einigen Kommunen mit mehr als 10.000 Einwohnern getestet (vgl. Abb.2). In enger Abstimmung mit diesen Modellkommunen wurde eine effiziente und zugleich aussagekräftige Nachhaltigkeitsberichterstattung erprobt.

Hierfür wurden in der ersten Projektphase (März 2013 bis August 2014) potenziell geeignete Indikatoren ausgewählt. Für alle 35 Modellkommunen wurden Nachhaltigkeitsberichte erstellt und so die selektierten Indikatoren einem Praxistest unterzogen. Nach Auswertung der fertiggestellten Berichte wurden die erprobten Indikatoren hinsichtlich ihrer Eignung für kleine

und mittlere Kommunen bewertet. In Ergänzung zu den Indikatoren wurden wichtige, kommunale Aktivitäten mit Bezug zur Nachhaltigkeit in die Nachhaltigkeitsberichte aufgenommen, um eine umfassende, kommunale Nachhaltigkeitsberichterstattung möglich zu machen. Diese ersten Nachhaltigkeitsberichte für die Modellkommunen stellen eine Bestandsaufnahme der Nachhaltigen Entwicklung vor Ort dar.

In der zweiten Phase (Oktober 2015 bis Januar 2016) wird dann mit dem Ziel einer Verstärkung der Nachhaltigkeitsberichterstattung eine Fortschreibung der Nachhaltigkeitsberichte der Modellkommunen durchgeführt. Die Zeit zwischen den beiden Projektphasen kann von den Kommunen genutzt werden, ihren ersten Nachhaltigkeitsbericht zu analysieren sowie Ziele und Maßnahmen für die Zukunft zu

formulieren. Dies kann beispielsweise unter Einbindung der Bürgerschaft im Rahmen von sogenannten Nachhaltigkeitswerkstätten, die vom Nachhaltigkeitsbüro der LUBW gefördert werden (LUBW o.J.), geschehen.

Das Projekt wird im Rahmen der Kommunalen Initiative Nachhaltigkeit des Landes Baden-Württemberg vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) gefördert und in enger Zusammenarbeit mit dem Nachhaltigkeitsbüro der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg bearbeitet.

Nachhaltigkeitsindikatoren und kommunale Nachhaltigkeitsaktivitäten – der Praxistest

Für die Auswahl geeigneter Indikatoren wurden zunächst bestehende Indikatorsysteme und -berichte über eine Internetrecherche gesichtet und so über 1.000 Indikatoren zusammengetragen. Die gesammelten Indikatoren wurden entsprechend dem vom UM und LUBW herausgegebenen Leitfaden (UM/LUBW 2015) den drei Bereichen A Ökologische Tragfähigkeit, B Wirtschaft und Soziales, C Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Kommunalentwicklung zugeordnet.

Nachfolgend wurde die Datensammlung prioritär anhand folgender zwei Kriterien und nach Rückkopplung mit dem Nachhaltigkeitsbüro der LUBW, der Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft (FEST) und dem Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (StaLa) auf 27 Indikatoren eingeschränkt (vgl. Tab. 1).

Datenverfügbarkeit

Die limitierten Personalressourcen kleiner und mittlerer Gemeinden bilden die Grundlage dafür, dass auf die Datenverfügbarkeit eine starke Gewichtung gelegt werden muss. Das heißt, die Daten sollten in regelmäßigen Abständen – bestenfalls jährlich – erhoben werden, sie sollten den Kommunalverwaltungen frei zur Verfügung stehen und der Rechercheaufwand sollte möglichst gering sein. Diese drei Punkte waren dann erfüllt, wenn die Daten in der Struktur- und Regionaldatenbank (SRDB) des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg (www.statistik.baden-wuerttemberg.de/UmweltVerkehr/Kommunale_Nachhaltigkeit/) auf Gemeindeebene abrufbar waren.



Abb. 2: Modellkommunen nach Einwohnerzahl (EW)

Bei solchen Indikatoren, für die die Kommune selbst Datenhalter ist, war der Rechercheaufwand für die Datenzusammenstellung in den meisten Fällen höher. Das kann zum Beispiel daran liegen, dass die Daten nicht zentral oder nicht retrospektiv vorliegen oder aber nicht so aufbereitet sind, dass sie eins zu eins übernommen werden können.

Aussagekraft

Die ausgewählten Indikatoren sollten möglichst repräsentativ für relevante Faktoren eines Handlungsfelds sein



Abb. 3: Bezugsquellen der Daten der ausgewählten Indikatoren

und somit gut eine Nachhaltige Entwicklung abbilden können. Wichtig ist hierbei, dass die einzelnen Indikatoren auf Gemeindeebene und hier speziell für die Mehrzahl kleiner und mittlerer Kommunen eine Rolle spielen.

Für über die Hälfte der untersuchten 27 Indikatoren (56 %) waren die Daten beim StaLa auf Gemeindeebene abrufbar, bzw. wird dies im Laufe des Jahres 2015 der Fall sein. Weitere 37 % der Indikatordaten lagen in den Gemeindeverwaltungen selbst vor. Die restlichen Indikatordaten (7 %) waren über Dritte teils auch kostenpflichtig zu beziehen (vgl. Abb. 3).

Die Abfrage der Daten beim StaLa wurde vom Projektteam der HfWU durchgeführt. Bei diesen Indikatoren hatte die Kommune keinen eigenen Arbeitsaufwand zu leisten. Auch die Datenerfassung und Darstellung erfolgte durch die HfWU. Daten, bei

denen die Kommunen selbst Datenhalter sind, wurden bei den Gemeindeverwaltungen angefragt. Hier lag der Rechercheaufwand bei der Kommune, die graphische Darstellung erfolgte durch das Projektteam. Die Daten, die über Dritte zu beziehen waren, wurden teils von der HfWU, teils von den Gemeinden selbst ermittelt. Auch hier oblag die graphische Darstellung dem Projektteam.

Die Abfrage der kommunalen Aktivitäten zur Nachhaltigen Entwicklung erfolgte in jeder Modellkommune durch ein Interview mit der Oberbürgermeisterin oder dem Oberbürgermeister, bzw. der Bürgermeisterin oder dem Bürgermeister bzw. einer entscheidungsbefugten kommunalen Vertreterin oder einem entscheidungsbefugten kommunalen Vertreter.

Das Interview basierte auf einer strukturierten Gesprächsvorlage mit Stichworten zu kommunalen Aktivitäten, die inhaltlich die Schwerpunkte für eine Nachhaltige Kommunalentwicklung, wie sie im Kapitel 1.6 des Leitfadens „N!-Berichte für Kommunen“ (UM/LUBW 2015) beschrieben sind, abdecken. Die kommunalen Aktivitäten wurden – entsprechend den Indikatoren – in die drei Bereiche bereits genannten Bereiche (A Ökologische Tragfähigkeit, B Wirtschaft und Soziales, C Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Kommunalentwicklung) gegliedert. Für jede Modellkommune wurden etwa 10 möglichst charakteristische, repräsentative Aktivitäten ausgewählt und in die Nachhaltigkeitsberichte integriert. Dadurch konnten auch Themen in die Berichte aufgenommen werden, die – wie z.B. das Themenfeld „Eine Welt“ – nicht oder nur sehr schwer über Indikatoren darstellbar sind.

Gute Datenverfügbarkeit ist das A und O

Eine gute Verfügbarkeit der Daten, die einem indikatorbasierten Nachhaltigkeitsbericht zugrunde liegen, ist bei kleinen und mittleren Kommunen ein entscheidendes Kriterium dafür, ob einzelne Indikatoren in die Berichterstattung aufgenommen werden oder nicht. Grund dafür sind – wie bereits erwähnt – die knappen personellen Ressourcen der Verwaltungen in Kommunen dieser Größenordnung.

Die ausgewerteten Nachhaltigkeitsberichte von 34 Modellkommunen zeigen dies deutlich. So wurden 60 % der Indikatoren, für die Daten beim StaLa vorliegen, in allen Nachhaltigkeitsberichten dargestellt. Bei den Daten, die über Dritte zu beziehen sind, wurde nur die Hälfte der Indikatoren in allen Berichten und die andere Hälfte lediglich in mindestens 50 % der Berichte behandelt. Bei den Daten, für die die Kommunen selbst Datenhalter sind, wurde kein Indikator in allen Kommunen verwendet, etwas mehr als 2/3 der Indikatoren wurden in weniger als 75 % der Berichte und ein weiteres Drittel sogar nur in weniger als 50 % der Berichte (vgl. Abb. 4) dargestellt.

Kommunale Aktivitäten im Bereich „Ökologie“ dominieren

Bei den 345 ausgewerteten kommunalen Aktivitäten konnten über 120 Aktivitäten dem Bereich A Ökologische Tragfähigkeit zugeordnet werden. Dabei hatten mehr als 90 % (31) der ausgewerteten 34 Modellkommunen mindestens eine kommunale Aktivität in den Bereichen „Ressourcenverbrauch“ oder „Biologische Vielfalt“ (vgl. Abb. 5). 85 % (29) der Kommu-

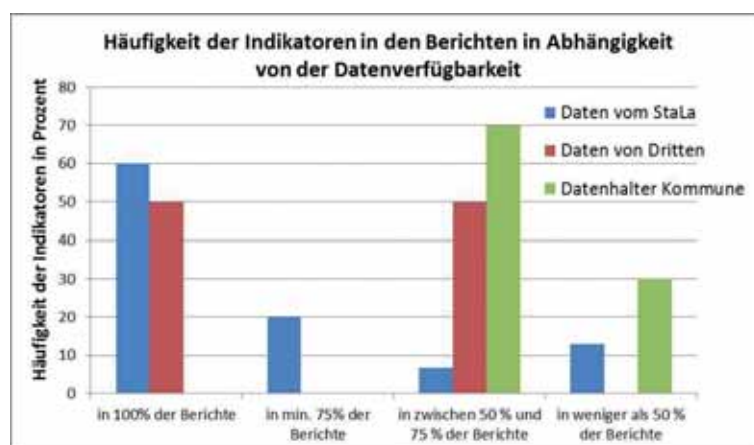


Abb. 4: Häufigkeit der Indikatoren in den Berichten in Abhängigkeit von der Datenverfügbarkeit bzw. dem Rechercheaufwand



Abb.5: Die Themenbereiche, in denen über 50 % der Kommunen kommunale Aktivitäten in ihren Nachhaltigkeitsberichten dokumentiert haben

nen hatten ein oder mehrere Aktivitäten im Bereich „Klimaschutz und Energie“ durchgeführt. Über die Hälfte der Kommunen befassten sich mit den Themen „Kultur und Freizeit“, „Sicherung von Arbeit und Ausbildung“, „Bürgerbeteiligung und Bürgerengagement“, „Demographischer Wandel“ sowie „Eine-Welt-Themen“. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund interessant, dass zwei dieser Themenbereiche – nämlich „Klimaschutz“ und „Eine Welt“ – bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zufriedenstellend über Indikatoren abgedeckt werden können.

Die Erweiterung der Nachhaltigkeitsberichte um kommunale Aktivitäten mit Bezug zur Nachhaltigkeit hat somit zwei zentrale Vorteile für die Kommunen. Auf der einen Seite haben sie die Möglichkeit, kommunale Aktivitäten im Bereich der Nachhaltigen Entwicklung in die Berichterstattung zu integrieren, die sich derzeit nicht über Indikatoren abbilden lassen. Andererseits können Kommunen auf diese Weise ihre spezifischen Eigenschaften herausstellen und eigene Themenschwerpunkte setzen.

Diese erste umfassende Bestandsaufnahme ist Grundlage für einen wiederkehrenden Nachhaltigkeitsprozess, der neben der Ermittlung des Ist-Zustands auch dessen Analyse sowie die Formulierung von Zielen und Maßnahmen, z.B. im Rahmen der bereits erwähnten Nachhaltigkeitswerkstätten, beinhaltet. Die Ergebnisse aus der Nachhaltigkeitswerkstatt und dem politischen Zieleprozess können dann in den nächsten Nachhaltigkeitsbericht einfließen. Wird dieser „Nachhaltigkeitsmanagement-Zyklus“ in regelmäßigen Abständen (alle 2-3 Jahre) wiederholt, kann ein Nachhaltigkeitsbericht zu

einem wirkungsvollen Managementinstrument werden. Auf diese Weise kann nachhaltiges Handeln in Kommunen fest verankert werden.

Danksagung

Das Pilotprojekt „Nachhaltigkeitsberichterstattung in kleinen und mittleren Gemeinden“ wurde im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie des Landes Baden-Württemberg vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) gefördert. Für die finanzielle Unterstützung und die gute Zusammenarbeit bedanken wir uns sehr herzlich. Auch unseren Projektpartnern, dem Nachhaltigkeitsbüro der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg sowie den 35 Modellgemeinden sagen wir herzlichen Dank für die gute Kooperation. Ebenfalls gilt unser Dank der Forschungsstätte der Evangelischen Studiengemeinschaft (FEST) und dem Statistischen Landesamt Baden-Württemberg (StaLa) für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

- 1) BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (1997): Umweltpolitik: Agenda 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung im Juni 1992 in Rio de Janeiro - Dokumente -. Bonn.
- 2) LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (2009): Leitfaden – Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda. Vierte, aktualisierte und erweiterte Auflage. Karlsruhe.

- 3) LUBW (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (o.J.): Förderung: NI-Werkstätten in Kommunen und Landkreisen. PDF-Dokument zum Download: www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/Entry..search/?subTree=35855&useSubTree=true&newSearchTree=35855&externalSearch=Search.GSATemplate&client=BW_LUBW&output=xml_no_dtd&start=0&count=8&num=10&ie=ISO-8859-1&site=BW_LUBW&page=1&getfields=&q=nachhaltigkeitswerkst%E4tten.
- 4) UM (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg) (2014): Manuskript zur Kommunalen Initiative Nachhaltigkeit. Stuttgart. (unveröffentlicht).
- 5) UM/LUBW (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg und Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg) (2014): NI-Berichte für Kommunen – Leitfaden zur Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten in kleinen und mittleren Kommunen. Zweite, aktualisierte Auflage, Stuttgart.

Kontakt

Prof. Dr. Willfried Nobel, Institut für Landschaft und Umwelt (ILU), Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU) Nürtingen-Geislingen, Hechingen Straße 12, 72622 Nürtingen, Tel. 07022/201-327, E-Mail: willfried.nobel@hfwu.de, www.hfwu.de/ilu

Internationales Projekt zur Untersuchung des demografischen Wandels in der Kommunalverwaltung

David H. Fenner, Hochschule für öffentliche Verwaltung und Finanzen Ludwigsburg

Seit dem Jahr 2010 kooperiert die Hochschule für öffentliche Verwaltung und Finanzen Ludwigsburg (HVF) mit der Hochschule Den Haag (HHS) in den Niederlanden zur Durchführung des jährlichen studentischen Forschungsprojekts **Europe 21**. Ziel des diesjährigen Projekts war die Untersuchung der Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Kommunalverwaltungen verschiedener Länder der Europäischen Union (EU) und die Analyse bereits implementierter Gegenmaßnahmen. Die studentischen Erhebungen haben gezeigt, dass der demografische Wandel weiterhin eine enorme Herausforderung für die Kommunalverwaltung darstellt und dass die Implementierung von geeigneten Maßnahmen insbesondere durch finanzielle Restriktionen eingeschränkt wird. Dieser Beitrag wird die internationalen, kooperativen Aspekte des Projekts darstellen und die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen schildern. Ziel ist es, einen Überblick über den Status Quo zu geben, der Impulse für vertiefte Untersuchungen liefern und insbesondere das Forschungspotenzial studentischer Projekte aufzeigen soll.

Studentisches Forschungsprojekt als Grundlage für ein themenspezifisches Netzwerk

Das Projekt Europe 21 zeichnet sich durch kooperative, teamorientierte Forschung aus, die als Nukleus eines zu kreierenden Forschungsnetzwerks dienen soll. Zu Beginn entwickelt die HVF als Kooperationspartner der HHS ein Forschungsdesign zu einem aktuellen Thema, das im Zeitraum von zwei Monaten von fünf Studierendengruppen umgesetzt wird. Die HVF ist im Zuge der Untersuchung für die Steuerung der empirischen Erhebungen und für das Impulsgeben bei der Entwicklung von Lösungen zuständig. Eigenständig untersuchen die Studierenden den Status Quo des Untersuchungsgegenstands und setzen dabei verschiedene wissenschaftliche Methoden wie z. B. Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalysen ein. Grundlage der Untersuchung bildet die konsequente Anwendung der Projektmanagement-Methode inklusive Rollenaufteilung und Budgetverwaltung. Regelmäßige Berichterstattung liefert den Betreuern einen Einblick in den Forschungsverlauf und erlaubt durch die Nutzung moderner Kommunikationsmedien (z.B. Skype) die Steuerung durch gezieltes, interaktives Feedback. Zum Projektabschluss liefert jede Gruppe zwei Berichte, die sich mit den Forschungsergebnissen und der wissenschaftlichen Methodik beschäftigen. Darauf folgt eine Konferenz, an der die Studierenden ihre Ergebnisse vorstellen und der kritischen Diskussion eröffnen. Die Teilnahme anderer kooperierender Hochschulen und Verwaltungsbehörden erlaubt dabei nicht nur ein gemeinsames Kennenlernen, sondern auch den landesübergreifenden Austausch und die Bildung eines internationalen Forschungsnetzwerks zu konkreten Themen. Das Netzwerk soll in Zukunft durch die

geplante Ausweitung des Projekts auf weitere Hochschulen für Angewandte Wissenschaften sowie auf Alumni- und Praxis-Netzwerke ausgebaut werden. Damit kann es sich auch weiterer aktueller Fragestellungen annehmen und eine verstärkte Verzahnung anwendungsorientierter Forschung mit der Praxis herbeiführen.

Demografischer Wandel als aktuelles internationales Thema

Politische Akteure auf allen Ebenen sehen sich seit Langem mit den Problemen des demografischen Wandels konfrontiert, da die meisten EU-Staaten eine Abnahme der Geburtenraten zusammen mit einer erhöhten Lebenserwartung erfahren haben. Die durchschnittliche Geburtenrate lag im Jahr 2011 bei einem Wert von 1,57 – für eine stabile Bevölkerungsentwicklung wird ein Wert von 2,1 benötigt. Ab dem Jahr 2045 wird die EU-Bevölkerung als Ganzes abnehmen. Zugleich bestehen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern. Während z. B. Deutschland und Spanien beide mit einem Wert von 1,36 die Schlusslichter darstellen, weist das Vereinigte Königreich mit einem Wert von 1,96 einen deutlichen Vorsprung auf (1). Die Bevölkerung Deutschlands wird daher in den kommenden 50 Jahren stärker schrumpfen, als dies in anderen EU-Ländern erwartet wird. Diese Differenzen gehen allerdings nicht mit Unterschieden in der Altersstruktur einher: In allen Staaten wächst der Anteil an Menschen, die das 60. Lebensjahr erreicht bzw. überschritten haben (2). Der öffentliche Sektor beschäftigt sich daher seit einiger Zeit mit dem demografischen Wandel und hat dieses Thema als maßgebliche Herausforderung identifiziert (3).



David H. Fenner, M.A.

Demografischer Wandel als Herausforderung für die Kommunalverwaltung

Durch die Auswirkung des demografischen Wandels auf die Erwerbsbevölkerung wird der Wettbewerb um qualifizierte Arbeitskräfte zunehmen, obgleich einige Experten inzwischen am zu erwartenden Fachkräftemangel Zweifel haben. Unabhängig davon, wie stark sich dieser Mangel tatsächlich darstellen wird, wird sowohl in der Industrie als auch im Dienstleistungsgewerbe die Anwerbung qualifizierter Arbeitskräfte zunehmend schwieriger (4). Diese Auswirkungen machen wohl auch nicht vor dem öffentlichen Sektor halt, wo das tendenziell schrumpfende Angebot an qualifizierten Arbeitnehmern durch die Konkurrenz mit der Privatwirtschaft noch verschärft wird (5). Auch die Kommunalverwaltungen in den EU-Mitgliedstaaten stehen daher vor signifikanten Herausforderungen. Die Verwaltung muss demografische Entwicklungen in sämtlichen Planungsprozessen berücksichtigen, etwa bei der Aufstellung eines neuen Marketingkonzepts, der Vorbereitung eines kommunalen Entwicklungsplans und beim Personalmanagement (6).

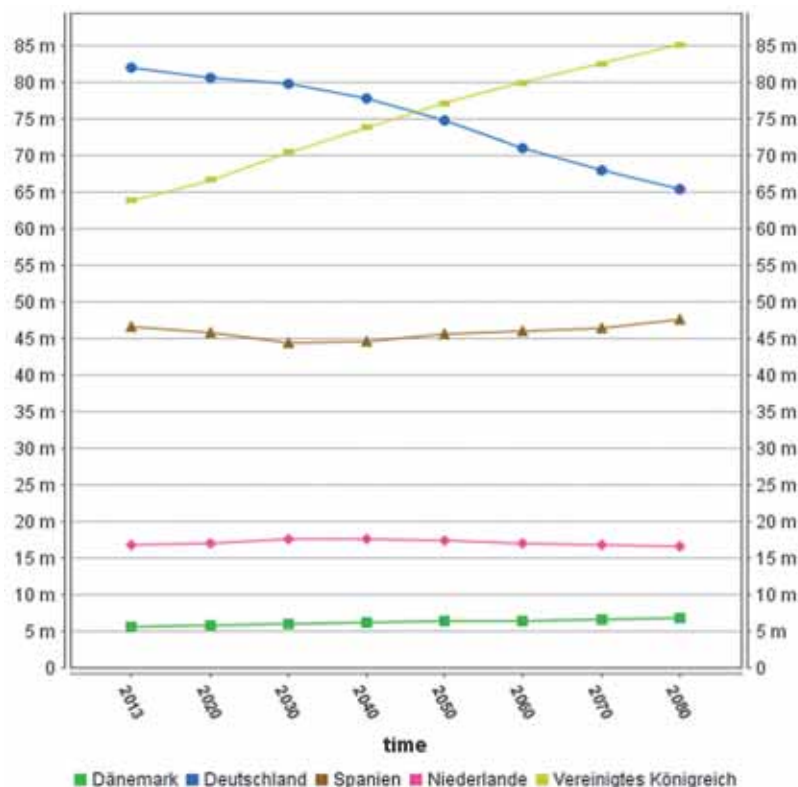


Abb. 1: Bevölkerungsprognosen ausgewählter EU-Länder, Quelle: Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?pcode=tps00002&language=de> (15.10.2014).

Die Untersuchung des studentischen Forschungsprojekts *Europe 21*

Im Rahmen des Projekts wurden insbesondere die demografischen Entwicklungen in Dänemark, Deutschland, den Niederlanden, Spanien und dem Vereinigten Königreich und dessen Auswirkungen auf die dortigen Kommunalverwaltungen untersucht. Dabei wurden bereits zur Verfügung stehende Statistiken mit empirischen Erhebungen kombiniert. Interviews dienten der Erhebung von Expertenmeinungen aus Wissenschaft und Praxis. Ziel war es, zu untersuchen, ob und inwiefern der demografische Wandel als Herausforderung wahrgenommen wird und welche Gegenmaßnahmen bereits ergriffen worden bzw. geplant. Auch sollte erforscht werden, ob eventuell nationale Unterschiede bestehen. Zudem wurden Studierende an europäischen Universitäten schriftlich befragt, um ihre Präferenzen als zukünftige Arbeitnehmer im Hinblick auf eine Karriere in der Verwaltung im Vergleich zum Privatsektor zu erörtern. Hiermit sollte der Wettbewerb um qualifizierte Arbeitskräfte untersucht und sowohl aus der Perspektive der Arbeitgeber als auch der Arbeitnehmer beleuchtet werden. Als empirische Grundlage für die nachstehend aufgeführten Ergebnisse dienten 16 Experteninterviews und die Aussagen von 260 Teilnehmern an den schriftlichen Befragungen.

Überblick über die Ergebnisse der empirischen Erhebungen

Die Untersuchungen im Rahmen des Europe 21-Projekts bestätigten die bereits ausgerissenen Entwicklungstrends in der Gesellschaft und den damit verbundenen negativen Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt. Die empirischen Erhebungen konnten zudem zahlreiche Aussagen zu den Auswirkungen des demografischen Wandels auf die Kommunalverwaltung erfassen. Nachfolgend sollen die wichtigsten Erkenntnisse aufgeführt werden.

Zusammenfassung der Aussagen der Experten

Die im Rahmen der Studie befragten Experten bestätigten die zunehmende Alterung der Kommunalverwaltungen (7). Im Vereinigten Königreich und den Niederlanden wurde aufgrund bedeutender Haushaltskürzungen die Anzahl der jungen öffentlichen Bediensteten reduziert. Zugleich wird die Alterung der Belegschaft im Vereinigten Königreich durch reduzierte Pensionsansprüche verschärft, da dies zu späteren Renteneintritten führt (8). Nach Meinung deutscher Experten werden der pensionsverursachte mittelfristige Wegfall bedeutender Mengen an qualifiziertem Personal und der eingeeengte

Markt für qualifizierte Arbeitskräfte zu Problemen führen (9). Als besondere Herausforderung wurde in den Niederlanden die generationenübergreifende Weitergabe von praxisrelevantem Wissen identifiziert (10).

Aufgrund finanzieller und personeller Engpässe sehen sich die Personalabteilungen der untersuchten Länder bei der Rekrutierung von jungen, qualifizierten Arbeitskräften mit enormen Herausforderungen konfrontiert, da die Möglichkeiten neuer Einstellungen und das Angebot attraktiver Vergütungsstrukturen beschnitten wird. Unter diesen Problemen leidet ebenso die Kreation eines Marketingkonzepts (11). Lediglich in Spanien wird nach Aussagen der Experten als innovativer Ansatz ein aktives „Employer Branding“ verfolgt, was durch die Kooperation mit Universitäten durch studentische Projekte kostengünstig umgesetzt wird (12). Als einzige sonstige Gegenmaßnahme wurde in den Niederlanden die Bereitstellung von Praktikumstellen identifiziert (13).

Zugleich wird in den Niederlanden kein direkter Wettbewerb zwischen der Kommunalverwaltung und der Privatwirtschaft gesehen, da Unterschiede in den Attraktivitätsprofilen der beiden potenziellen Arbeitgeber beständen. Die Privatwirtschaft locke durch bessere Vergütung, während die Verwaltung eher durch immaterielle Aspekte wie z. B. der Nähe zur Politik und den Menschen anziehe (14). Im Vereinigten Königreich empfanden die Experten die Arbeit in der Kommunalverwaltung als besonders interessant, da die Aufgabenfelder des einzelnen Mitarbeiters besonders vielfältig und herausfordernd sind und man sich als Generalist spezialisieren kann. Auch das Verhältnis zwischen Arbeit und Freizeit wird als besonders ausgewogen eingestuft. Die im Rahmen der Studie befragten Verwaltungsmitarbeiter sind mit ihrem Arbeitsumfeld sehr zufrieden und betonen, dass der Arbeitsalltag ein gutes Verhältnis von Chancen und Herausforderungen bietet (15). Zugleich wurde bestätigt, dass in der Öffentlichkeit eine eher negative Einstellung gegenüber der Arbeit des öffentlichen Dienstes bestehe, die aus Sicht Externer insbesondere durch einen langwierigen Entscheidungsprozess und ein innovationsloses Arbeitsumfeld mit begrenzten Entwicklungsmöglichkeiten geprägt sei (16).

Dänische und deutsche Experten empfehlen daher, eine Modernisierung

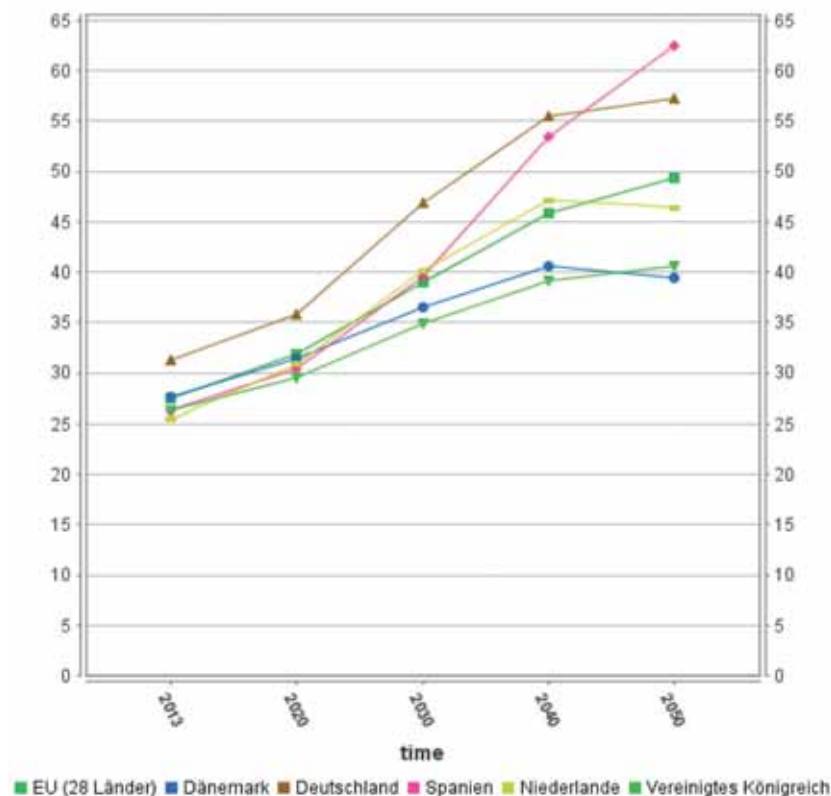


Abb. 2: Vorausgeschätzter Altenquotient ausgewählter EU-Länder in Prozent, Quelle: Eurostat, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?pcode=tsdde511&language=de> (15.10.2014).

der Personalpolitik zu implementieren, um Arbeit zu flexibilisieren und einen strategischen Ansatz zu verfolgen, da sich gegenwärtige Maßnahmen als wenig effektiv erweisen (17). Als Lösungsansatz für die alternden und schrumpfenden Mitarbeiterzahlen in der Verwaltung werden die Digitalisierung der Verwaltungsabläufe und den Aufschub der Pensionierung angeregt (18).

Zusammenfassung der Aussagen der Studierenden

Im Durchschnitt finden 75% der dänischen, niederländischen und spanischen Studierenden, dass die öffentliche Verwaltung in Bildungseinrichtungen keine ausreichende Öffentlichkeitsarbeit betreibt. Mit etwa 72% der Nennungen wird das nach Meinung der Experten eher negativ empfundene Arbeitsumfeld als der ausschlaggebende Faktor für die Auswahl einer Stelle vor der Vergütung und dem Ausmaß der Kompetenzen eingestuft. Etwa zwei Drittel der Studierenden empfehlen die Nutzung von Social Media als Werbeplattform, anstatt auf traditionelle Kommunikationswege wie z. B. Vorträge zu setzen. Im Durchschnitt ziehen 57% der befragten Studierenden eine Karriere in der Privatwirtschaft dem

öffentlichen Dienst vor, was die Einschätzung der Experten bestätigt. Die Mehrheit der Studierenden empfiehlt der Verwaltung, ein Marketingkonzept und einen Entwicklungsplan für die Kommune aufzustellen (19).

Unter deutschen Studierenden wird die Arbeit in der Privatwirtschaft mit größeren Herausforderungen und einem höheren Maß an Weiterentwicklungsmöglichkeiten verbunden, was die Meinung der Experten widerspiegelt. Eine Karriere in der Kommunalverwaltung wird aus Sicht der Hochschulabsolventen allerdings attraktiver eingeschätzt, da sie sichtbare soziale Auswirkungen der eigenen Arbeit, das Arbeiten mit Menschen und innovative Entwicklungsmöglichkeiten bietet. Dies deckt sich wiederum mit der Einschätzung der Experten (20).

Empfehlungen zur Weiterentwicklung

Auf der Grundlage der Erhebungen wurden Empfehlungen erarbeitet, die vor allem Potenzial für weitere Forschung entfalten.

Zur Stimulierung der Stellennachfrage wird angeregt, die Inserierung von Stellenanzeigen in gesamteuropäischen

Portalen zu verstärken (21). Wichtig ist es auch, ein attraktives Employer Branding zu schaffen, das auf die von den Experten identifizierten Vorteile einer Karriere in der Kommunalverwaltung setzt: Vielfältige herausfordernde Aufgabengebiete, die Zwischenmenschlichkeit und die Nähe zur lokalen Politik (22). Zugleich muss eine moderne Personalpolitik auch flexibler sein und auf diversifizierte Bewerberprofile setzen (23).

Zur Optimierung des Arbeitsumfelds sollte die Work-Life-Balance weiter optimiert werden, insbesondere im Hinblick auf die Vereinbarkeit von Familie und Beruf (24). Ebenso sollte durch neue Motivationsmaßnahmen der Alterung der Personalstrukturen vorgebeugt werden (25).

Zusammenfassung und Ausblick

Ebenso wie die Bevölkerungsentwicklung in den untersuchten Ländern unterscheiden sich laut den Erhebungsergebnissen auch die Rahmenbedingungen der Kommunalverwaltung. Diese Divergenzen sind nicht nur finanzieller Natur, sondern sind auch auf die Wahrnehmung des öffentlichen Dienstes in der Bevölkerung zurückzuführen. Ziel einer zukunftsorientierten Personalpolitik muss es daher sein, ein effektives Employer Branding mit Optimierungsmaßnahmen im Arbeitsumfeld zu kombinieren, um der Alterung des Personals vorzubeugen und durch die Einstellung jungen Personals Wissensverluste zu vermeiden. Ebenso verdeutlichen die Divergenzen, dass vertiefte, differenzierende Forschung in diesem Bereich noch notwendig ist.

Die im Rahmen des Europe 21-Projekts erfolgte Forschung verdeutlicht auch das Potenzial der Einbindung von Studierenden in empirische Erhebungen im Rahmen von größeren, internationalen Forschungsprojekten. Ermöglicht wird dadurch die empirische Forschung in der Fläche in verschiedenen Fremdsprachen sowie die umfassende Erschließung von teilweise schwer zu erreichenden Adressatengruppen wie z. B. Studierende, Konsumenten oder örtliche Behörden. Es bietet zugleich teilnehmenden Studierenden einen attraktiven Forschungsrahmen an bereits bestehendem Wissen und engagierten Betreuern, die im jeweiligen Forschungsfeld ein hohes Wissensniveau aufweisen. Auch trägt es dazu bei, die Lehre verstärkt mit der Praxis



Abb. 3: Europäisches Forschungsnetzwerk, Quelle: HVF

zu verzahnen. Die im Rahmen dieses Projekts gewonnenen Erkenntnisse sollen daher in weitere, vertiefende Forschungsvorhaben eingespeist werden – auch durch Rückgriff auf die involvierten Studierenden, die zukünftig in der Praxis tätig sein werden. An der HVF wurde in diesem Sinne bereits im Jahr 2010 ein Europäisches Forschungsnetzwerk gegründet, das zusammen mit dem Europe 21-Netzwerk zur dauerhaften Weiterentwicklung internationaler Verbindungen und kooperativer Forschung eingesetzt werden soll. Ein weiteres Projekt ist bereits in der Planung und soll ebenso auf internationale Kooperation setzen, um die Verbreitung der Forschungsergebnisse durch den Einsatz des Netzwerks zu optimieren.

Literatur

- (1) EUROSTAT, European social statistics: 2013 edition, 2013, Brüssel, S. 14 ff.
- (2) EUROSTAT, (Fn. 1), S. 16 ff.
- (3) Siehe z. B. BUNDESMINISTERIUM DES INNEREN, Demografiestrategie der Bundesregierung, 2012, S. 1 ff., abrufbar unter: http://www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/Demografie/demografiestrategie-langfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (25.07.2014).
- (4) HELMRICH, R./ZIKA, G./KALINOWSKI, M./WOLTER, M., Engpässe auf dem Arbeitsmarkt: Geändertes Bildungs- und Erwerbsverhalten mildert Fachkräftemangel, in: BIBB-Report, H. 18/2012, S. 1 ff., RICHTER, G./BODE, S./KÖPER, B., Demografischer Wandel in der Arbeitswelt, 2012, abrufbar unter: www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeiträge/artikel30.html (25.07.2014).
- (5) ALLMENDINGER, J./EBNER, C., Arbeitsmarkt und demografischer Wandel: Die Zukunft der Beschäftigung in Deutschland, in: Zeitschrift für Arbeits- und Organisati-

onspsychologie, 2006, S. 227 ff.

- (6) BOSSAERT, D./DEMMKE, C./MOILANEN, T., The impact of demographic change and its challenges for the workforce in the European public sectors: Three priority areas to invest in future HRM, European Institute of Public Administration, working paper 2012/W/01, S. 3 ff., abrufbar unter: <http://publications.eipa.eu/en/publications/book/&pid=1844> (25.07.2014).
- (7) TUTUCU, A./DE PEUTER, T./BHAGWANDAS, S./MARTINEZ, F., Local Government – Demographic Changes, Project Europe 21 Report, 2014, HHS, S. 72 ff.
- (8) VAN RIJSSE, M./DEMPER, R./DEYNOOT, M./HOF, H., Local Government and Demographic Change, Project Europe 21 Report, 2014, HHS, S. 76.
- (9) CAMILO, P./HOLLANDER, C./OVERDEVEST, T./VERHOEK, B./LATAFI, F., Local Government and Demographic Change, Project Europe 21 Report, 2014, HHS, S. 23.
- (10) TUTUCU et al. (Fn. 7), S. 72.
- (11) TUTUCU et al. (Fn. 7), S. 73 ff.
- (12) TUTUCU et al. (Fn. 7), S. 81.
- (13) VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 45.
- (14) TUTUCU et al. (Fn. 7), S. 74.
- (15) VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 76 ff.
- (16) CAMILO et al. (Fn. 9), S. 25; VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 40.
- (17) CAMILO et al. (Fn. 9), S. 24.
- (18) VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 82.
- (19) TUTUCU et al. (Fn. 7), S. 50 ff.
- (20) VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 42.
- (21) CAMILO et al. (Fn. 9), S. 2.
- (22) VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 40 ff.
- (23) VAN RIJSSE et al. (Fn. 8), S. 54.
- (24) CAMILO et al. (Fn. 9), S. 2 f.
- (25) CAMILO et al. (Fn. 9), S. 3.

Zum Autor

David H. Fenner M.A. ist wissenschaftlicher Referent am Institut für Angewandte Forschung der HVF.

Kontakt

David H. Fenner, M. A., Hochschule für öffentliche Verwaltung und Finanzen Ludwigsburg, Reuteallee 36, 71634 Ludwigsburg, Tel.: 07141140566, Email: fenner@hs-ludwigsburg.de.

Buchvorstellung: „Geschichte(n) der Medizin“

Prof. Dr. Otte, Facharzt für Nuklearmedizin und Professor für Biomedizinische Systemtechnik, Hochschule Offenburg, beschäftigt sich nicht nur mit dem Einsatz moderner Methoden in der Archäologie oder Forensik (s. den Artikel auf S. 3), sondern ist auch zusammen mit Dr. Oliver Erens, Pressesprecher der Ärztekammer Baden-Württemberg, Herausgeber eines Buches über Medizingeschichte.

In einer Kurzinformation des Verlags hierzu heißt es: Seit Menschengedenken schreibt die Medizin ihre eigene(n) Geschichte(n). Bis heute faszinieren Berichte über Krankheiten oder Todesfolgen vergangener Zivilisationen, Herrscher und Persönlichkeiten. In diesem Band sind ausgewählte medizinhistorische Beiträge aus dem Ärzteblatt Baden-Württemberg kompakt versammelt.

So werden Vitae aus der Zeit zwischen dem zweiten Jahrhundert vor Christus und heute exemplarisch und kurzweilig vorgestellt. Doch nicht nur die Krankheitsverläufe prominenter Protagonisten faszinieren. Bemerkenswert sind auch die Veränderungen von Moral-Vorstellungen innerhalb der Geschichte(n).



Oliver Erens, Andreas Otte (Hrsg.). Geschichte(n) der Medizin, 160 Seiten, Gentner Verlag, Stuttgart, 1. Nachdruck der 1. Auflage 2015, ISBN 978-3-87247-763-7

Ein gutes Studium durch solide Grundlagen - Mathematik-Grundlagen erfolgreich online

Andreas Daberkow und Oliver Klein, Hochschule Heilbronn

An Hochschulen für angewandte Wissenschaften mit vielen Studienanfängern aus dem zweiten Bildungsweg erschwert fehlendes Mathematik-Grundlagenwissen den Einstieg nicht nur in die höhere Mathematik, sondern auch in wichtige Grundlagenfächer wie Technische Mechanik oder Elektrotechnik. Seit über 6 Semestern werden deshalb Wissenslücken der Erstsemester an der Hochschule Heilbronn durch den Einsatz eines Mathematik-Onlinesystems geschlossen. Über die Erfahrungen und Erfolge wird in diesem Beitrag berichtet. Die Autoren sind überzeugt, dass die hier beschriebenen Prozesse und Werkzeuge auch an anderen Hochschulen erfolgreich angewendet werden können

Hintergrund und Rahmenbedingungen

Typisch für das Studierendenprofil der technischen Studiengänge an der Hochschule Heilbronn (HHN) mit über 8200 Studierenden ist die Bindung vieler Studienanfänger an die Region mit einem Wohnort am elterlichen Lebensmittelpunkt. Ca. 60% der Studienanfänger verfügen über einen mittleren Bildungsabschluss, oft in Kombination über den zweiten Bildungsweg. Die damit verbundene Vielfalt führt dazu, dass diese oft hoch motivierten Studienanfänger wenig Kontinuität in ihrer mathematischen Grundausbildung erfahren haben. Wie auch von (Hetze 2011) beschrieben erschwert dies den Einstieg nicht nur für diese Studierenden sondern auch für viele Einsteiger mit Vollabitur. Im Hauptstudium verhindert dies eine vertiefte Behandlung von wissenschaftlichen Themen aus der Forschung.

Ziel war es deshalb, durch ein neues studienbegleitendes mediales Lernen den individuellen Wissensstand in den Grundlagen der Mathematik deutlich zu verbessern. Die Aufgeschlossenheit vieler Erstsemester bei der medialen Nutzung des Computers und des Internets mit Bildern, Animationen und Videos sollte dabei für die Mathematik genutzt werden. Eine zusätzlich erforderliche Präsenz abends oder am Samstag sowie die damit verbundenen Kosten hält viele Studierende vom Besuch von Brücken- oder Aufbaukursen ab. Hier versprach sich das HHN-Pilotteam, über einen webbasierten Ansatz die Zusatzaufwände zu reduzieren und in eine für die Studierenden wert schöpfende und individuell steuerbare

Zeit für die Einübung von Mathematik-Grundlagen umzuwandeln. Die o.g. Zielstellungen mündeten in ein begleitendes Einführungsprojekt und einen anschließenden Regelbetrieb.

Auswahlprozess und erste Erfahrungen

Der Anforderungskatalog, der Auswahlprozess und die Evaluierung alternativer medialer Mathematik-Lernsysteme ist ausführlich in (Daberkow et al. 2013) beschrieben. Die sogenannte Fachmathematik in den ersten Vorlesungen zur Elektrotechnik, zur Konstruktionstechnik oder zur Technischen Mechanik erfordert Basis-Rechentechnikkompetenzen beispielsweise in der Lösung von Bruchgleichungen, Wurzelgleichungen oder Termen, so dass das Online-Lernsystem eine hohe Funktionalität vor allem in den Grundlagen aufweisen muss, siehe Abbildung 1.

Anforderungen an das Onlinesystem waren neben der SCORM-Integrationsfähigkeit in das Lernmanagementsystem ILIAS die Möglichkeit eines Prüfungsbetriebes mit der Verwaltung von Prüfungsteilnehmern sowie eine für die Ingenieurausbildung und das wissenschaftliche Arbeiten wichtige hohe Funktionalität bei der Visualisierung mathematisch-technischer Sachverhalte (Funktionen, Geometrie, Wertetabellen). Die Evaluierung mündete dann in eine Kooperation mit der bettermarks GmbH (bettermarks 2008), welche ein mehrfach ausgezeichnetes Online-Lernsystem für die individuelle Förderung und Leistungsverbesserung in der Mathematik entwickelt hat. Als Beispiel für die mediale Unterstützung



Prof. Dr.-Ing. A. Daberkow



Mag. phil. O. Klein

im System ist in Abbildung 2 die interaktive Konstruktion einer linearen Funktion über 2 Punkte aus dem Themenbereich Funktionen dargestellt.

Das Lernsystem bietet über 40 weitere interaktive Eingabemöglichkeiten per Formel, über Farbmarkierungen, mit Graphen- und Geometrie konstruktion, über Funktionen oder durch Baumdiagramme. Das Beispiel aus Abbildung 2 veranschaulicht auch die sogenannte Mikro-Adaptivität des Online-Lernsystems. Mikro-Adaptivität bedeutet, dass sich der Studierende zunächst eine Hilfe zur Konstruktion der Geraden anzeigen lassen kann. Ist die Steigung der Geraden korrekt konstruiert jedoch der Achsenabschnitt falsch, so wird dies vom System erkannt. Der Studierende erhält dann einen Hinweis für einen zweiten Versuch. Die sogenannte Makro-Adaptivität ist in einem sogenannten Lernnetz implementiert, darauf aufbauend sind individuelle Wissenslücken identifizierbar und werden dem Anwender rückgemeldet. Ein Aufgabenpool von über 100.000

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Gesamtwiderstand R_{ges} bei einer Parallelschaltung dreier Widerstände R_1 , R_2 und R_3

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_T}{\pi \cdot \tau_{zul}}}$$

Minstdurchmesser d einer kreiszylindrischen Welle mit der ertragbaren Torsionsspannung τ_{zul} unter Belastung durch ein Torsionsmoment M_T

Abb. 1: Beispiele für Basis-Fachmathematik Anforderungen im ersten Semester technischer Studiengänge aus der Elektrotechnik (links) und aus der Konstruktionslehre (rechts) aus (Grote und Feldhusen 2011)

Gegeben ist die Funktion h mit der Gleichung $y=h(x) = -\frac{1}{3}x + 2$.
Zeichne den Graphen der Funktion h .

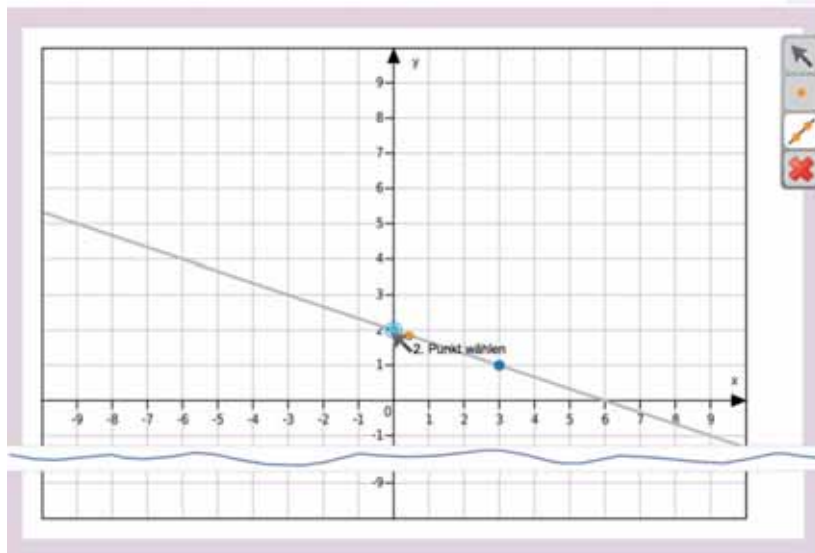


Abb. 2: Beispielaufgabe mit interaktiver Konstruktion einer linearen Funktion im Mathematik-Lernsystem

Aufgaben mit hoher Vielfalt in der Tiefe und in der Breite unterstützt die professionelle Nutzung an einer Hochschule (Speroni 2014), das System ist u.A. auch in englischer und spanischer Sprache verfügbar.

Die 60 Pilot-Studierenden mussten als Präsenzveranstaltung zunächst eine Eingangsprüfung auf freiwilliger Basis durchlaufen. Wurden 60% der Aufgaben richtig gelöst, so galt der Test als bestanden, sonst war ein weiterer freiwilliger Abschlusstest gegen Ende des Semesters abzuleisten. Eingangs- und Abschlussprüfung wurden unter Aufsicht im Computerlabor der Hochschule betreut. Der Systemanbieter stellte zu diesen vereinbarten Terminen einen störungsfreien Betrieb des Lernsystems sicher. In Kauf genommen wurde zunächst, dass das Lernsystem zum Projektstart nur Inhalte bis zur gymnasialen 9. Klasse aufweist und in seiner Anmutung deutlich als Lernsystem für eine schulische Anwendung erkennbar ist.

Schnell wurde deutlich, dass die intuitive Bedienung des Lernsystems einen nur geringen Supportaufwand erforderte. Die lang bestehende Vermutung des Lehrkörpers, dass viele Studierende mangelhafte Mathematik-Grundlagenkenntnisse aufweisen, hat sich dann nach dem Eingangstest bestätigt: 70% der Teilnehmer bestehen nicht und sollten den Ausgangstest wiederholen. Die enge Projektbegleitung zeigte dann, dass freiwilliges Wiederholen von mathematischen Grundlagen erkennbar auf Mittelstufenniveau

nur von wenigen Studierenden angenommen wurde. Ebenso wurde die schulische Anmutung des Lernsystems abgelehnt (beispielsweise Auswahl einer Schulform, einer schulischen Klassenstufe, die geforderte Darstellung von Ergebnissen als gemischte Zahl sowie das Duzen des Anwenders).

Zu diesem Zeitpunkt wurde ein Abbruch des Projektes erwogen. Nach Diskussionen beschlossen das Pilotteam und der Systemanbieter Maßnahmen, um in einer weiteren Projektphase einen letzten Einführungsversuch zu unternehmen.

Redesign des Online-Lernsystems und der Einführungsstrategie

Zunächst wurden der Schulbezug und das Duzen des Anwenders in der ersten Ebene des Lernsystems entfernt. Im neu modifizierten System ist außerdem im oberen linken Bereich des Lernsystem-Portals der Bezug zur Hochschule immer erkennbar, siehe Abbildung 3.

Dann erfolgte für den nächsten Ziel-Studiengang in enger Abstimmung mit dem Prüfungsausschuss und dem Prorektorat für Lehre und Qualitätssicherung in seiner Richtlinienverantwortung für die Studienprüfungsordnung die jetzt bindende Verpflichtung der Studierenden zur Mathematik-Grundlagenprüfung. Ohne eine einmalig bestandene Mathematik-Grundlagenprüfung ist jetzt keine Zulassung zu bestimmten Erstsemesterprüfungen gegeben. Auch

in diesem Studiengang bestanden nur 37% der Studierenden den Eingangstest im ersten Anlauf. Das System, die ausgewählten Aufgaben sowie die implementierten Prüfungs-, Übungs- und individualisierten Supportprozesse wurden nun im Sommersemester 2012 gut angenommen und motivierten das Einführungsteam, das Projekt im Folgesemester mit einem erweiterten Teilnehmerkreis fortzuführen.

Regelbetrieb

Für den Regelbetrieb stehen jetzt die Inhalte bis zur gymnasialen Klassenstufe 10 zur Verfügung. In 65 Minuten sind pro Test jeweils 4 Aufgaben aus den 5 Themenfeldern „Brüche“, „Funktionen“, „Terme“, „Gleichungen“, und „Trigonometrie“ zu lösen. Das Lernsystem ist für die Studierenden ab der zweiten Vorlesungswoche verfügbar, in der fünften Woche findet der erste Test statt, drei Wochen vor Beginn der Prüfungszeit hat man eine zweite Chance, den Test erneut zu bestehen. Als unschlagbarer Vorteil für Dozenten und Studierende zeigt sich die automatische und unmittelbare Prüfungskorrektur durch das Lernsystem. Leider bestehen regelmäßig nur ca. 40% der Studierenden den Eingangstest im ersten Anlauf.

Am Beispiel von 60 Wiederholern des Tests im Sommersemester 2013 zeigt sich das terminorientierte Lernverhalten der Studierenden im Online-System, siehe Abbildung 4.

Interessanterweise werden in der begleitenden studentischen Umfrage trotz der Mehraufwände das Mathematik-Lernsystem und die Supportprozesse überwiegend positiv bewertet. Im Wintersemester 2012/2013 beispielsweise stimmten 74% der 185 Befragten voll und ganz oder eher zu, dass das Üben der Mathematik mit dem Lernsystem eine gute Idee ist. Die Befragten der Semester Sommer 2012 bis Sommer 2014 geben dem Lernsystem jeweils die Schulnote 2,7; 2,3; 2,2; 2,7 bzw. 2,5. Bis zu 460 Studierende aus 9 Studiengängen werden aktuell durch diesen Prozess geführt. Ein persönlicher studentischer Eindruck ist in (o.A. Junge Wissenschaft 2013) beschrieben.

Zusammenfassung und Fazit

Auf der Basis eines professionellen Online-Lernsystems steht an der Hochschule Heilbronn eine medial gestütz-



Abb. 3: Mathematik-Lernsystem mit schulischer (links unten) und universitärer Anmutung (rechts oben)

te Mathematik-Grundlagenförderung online zur Verfügung. Spätestens nach der 2. Pflichtwiederholung haben über 95% der Erstsemester den Test bestanden und damit gezeigt, dass sie ihre Lücken in den Mathematik-Grundlagen geschlossen haben. Generalisierende Aspekte und fördernde Faktoren nach Meinung der Autoren sind

- die Attraktivität und der Inhalt sowie die didaktische Gestaltung, Stabilität und Integrationsfähigkeit des Lernsystems,
- eine Individualisierung der Lerninhalte, des Lernortes und der Lernzeiten durch das Lernsystem,
- die wirtschaftliche automatische Korrektur und wiederholte Nutzbarkeit von Übungen und Tests und schließlich
- die Bereitschaft des Lernsystemanbieters, Anforderungen von Hochschulen aus dem Lern- und Prüfungsbetrieb kooperativ in künftige Versionen des Lernsystems zu integrieren.

Auch an der HHN werden Brücken- und Aufbaukurse zur Mathematik als Präsenzveranstaltung angeboten. Diese Kurse werden genau wie beim nicht verpflichtenden medialen Mathematik-Grundlagenkurs nur von einem Teil der Studierenden besucht. Die These der Autoren ist, dass deshalb gerade diejenigen Studierenden oft nicht erreicht werden, die ihre Grundlagenkenntnisse fälschlicherweise als ausreichend

einschätzen oder die eine reine Präsenz in Lehrveranstaltungen ohne ein Mindestmaß von Eigenaktivität für ausreichend halten. Weitere wichtige Faktoren für den erfolgreichen Einsatz sind nach Dafürhalten der Autoren

- die konstruktive Zusammenarbeit von Rechen- und Medienzentrum, Prüfungsamt, der Prorektorate für Lehre und Qualitätsmanagement mit den lehrenden Dozenten und Professoren,
- die begleitende Einforderung der Mathematik-Grundlagenkenntnisse unbedingt auch durch technische Grundlagenfächer sowie
- die zwingende Verpflichtung der Studierenden zum Mathematik-Grundlagentest direkt oder indirekt über die SPO.

Ist eine der o.g. Hochschuleinrichtungen nicht in den Prozess integriert oder kann diesen aus Kompetenz- oder Kapazitätsgründen nicht begleiten oder steht diesem sogar kritisch gegenüber, so ist eine erfolgreiche Implementierung sehr schwierig oder gar unmöglich.

Ausblick und nächste Schritte

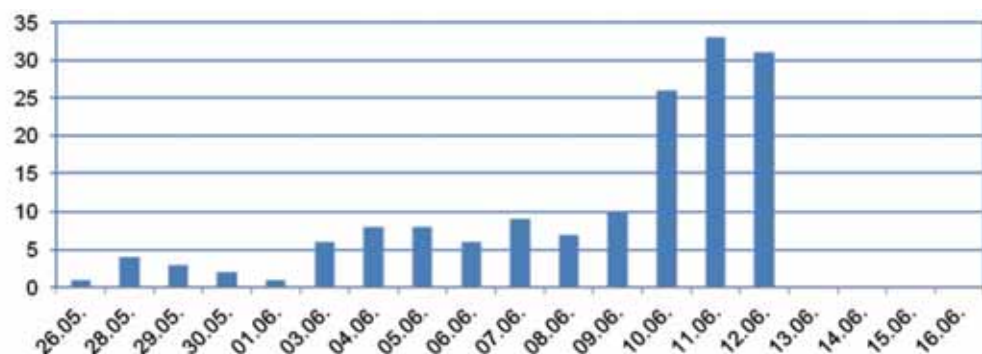
Der Umfang und das Niveau der Übungen und Tests bis zur gymnasialen 10. Klasse werden für die notwendige Mathematik-Grundlagentraining der Rechentechniken als ausreichend

erachtet, die automatische Testkorrektur erleichtert eine schnelle Ausweitung der Nutzung auf weitere Studiengänge. Das Online-Lernsystem kann zur Vorbereitung auch schon während der Schulzeit oder vor dem Erstsemesterstart genutzt werden, ein Pileinsatz in der Zentralen Studienberatung der Hochschule ist seit Anfang 2015 gestartet. Zusammen mit Hochschulen der Hochschulföderation Süd West (HfSW) wird derzeit ein ähnlicher Prozess für die Grundlagenphysik aufgesetzt, prototypisch werden im System bettermarks Aufgaben des Mindestanforderungskataloges MIANKA der Arbeitsgruppe COSH implementiert (o.A. MIANKA 2014).

Nach dem Einsatz in über sechs Erstsemestern verfestigt sich, dass kontinuierlich ca. 60% der Technikstudierenden lückenhafte Mathematik-Grundlagenkenntnisse haben. Scheinbar können schulische Bildungseinrichtungen diese Grundlagen oft nicht mehr vermitteln oder Brüche in den individuellen Bildungswegen lassen dies erst gar nicht zu.

Die Autoren sind überzeugt, dass mit den hier beschriebenen und auch auf andere Hochschulen übertragbaren Methoden der Übergang von Schule zur Hochschule erleichtert und auch das Selbstvertrauen der Studierenden zum späteren Angehen wissenschaft-

Abb. 4: Lernaktivität (Anzahl der Nutzer pro Tag) vor dem zweiten Pflicht-Abschlusstest in der Sommersemesterwoche 11 am 13.6.2013



lich-technischer Fragestellungen in der Forschung gestärkt werden kann. Sie stellen die These auf, dass die erfolgreiche Behebung der Mathematik-Grundlagenwissenslücken von MINT-Erstsemestern nur über einen verpflichtenden Prozess, d.h. die Kombination von eLearning und eAssessment erfolgen kann.

Literatur

- 1) Bettermarks (2008). <http://www.bettermarks.de>, Stand vom 9. März 2013
- 2) Daberkow, A. et al. (2013). Webba-
siertes Lernen zur Förderung des mathematischen Grundwissens an der Hochschule Heilbronn. In: Stein, M.; Winter, K. (Hrsg.), Mathematiklernen mit digitalen Medien (S. 75-96). Erscheinungsort: Münster: WTM
- 3) Grote, K.-H.; Feldhusen, J. (2011). Dubbel : Taschenbuch für den Maschinenbau. Berlin: Springer
- 4) Hetze, P. (2011). Nachhaltige Hochschulstrategien für mehr MINT-Absolventen. Essen: Edition Stifterverband
- 5) o.A. (2013). Ich dachte, ich sei fit in Mathe. Junge Wissenschaft 96/2013, 28. Jahrgang, 62-63
- 6) o.A. (2014). MIANKA http://www.mathematik-schule-hochschule.de/images/Aktuelles/pdf/MAKatalog_2_0.pdf, abgerufen am 3. März 2015
- 7) Speroni, C. (2014). Facts and figures – maths made easy by bettermarks http://bettermarks.com/whitepaper_learning.pdf, Stand vom 5. Mai 2014

Zu den Autoren

Prof. Dr.- Ing. Andreas Daberkow lehrt an der HHN im Studiengang Automotive Systems Engineering und ist hochschulübergreifend mit der Förderung und dem Ausbau des Themas eLearning und eAssessment betraut.

Herr Mag. phil. Oliver Klein koordiniert hochschulweit den Medieneinsatz und Pilotprojekte zum eLearning und eAssessment.

Kontakt

Prof. Dr. Andreas Daberkow, Hochschule Heilbronn, Max-Planck-Str. 39, 74081 Heilbronn, Tel. 07131/504-417 (Anrufbeantworter), E-Mail: andreas.daberkow@hs-heilbronn.de

Showroom Siluet – Premiere des ZAFH LED-OASYS Projekts auf der Light+Building

Andreas Grimm, Thomas Stark, Hochschule Konstanz

Das Forschungsprojekt ZAFH LED-OASYS untersucht neue Möglichkeiten der Anwendung von LEDs in der Gebäudebeleuchtung. Es ist ein Gemeinschaftsprojekt mehrerer Hochschulen in Baden-Württemberg an dem die Hochschulen Ravensburg-Weingarten (Projektleitung), HTW Aalen, HS Esslingen-Göppingen und die HTWG Konstanz, sowie das KIT Karlsruhe beteiligt sind. In dem interdisziplinären Team von Ingenieuren, Physikern, Elektrotechnikern, Optikentwicklern und Architekten ist es das Ziel, Wissen zu bündeln, um innovative LED-Beleuchtungskonzepte zu entwickeln und im Wohnraum zu integrieren. Das vorläufige Resultat dieser Forschungsarbeit sind 10 Leuchten-Prototypen.

Zur Präsentation der 10 LED-Leuchten hatten Kommunikationsdesign- und Architekturstudierende der HTWG Konstanz die Aufgabe, einen Showroom inklusive Kommunikationsmitteln zu konzipieren und diesen gemeinsam mit den Projektpartnern zu realisieren. In einer interdisziplinären Lehrveranstaltung wurde ein Konzept entwickelt, dass die Integration der LED-Prototypen in das jeweils passende Wohnraumszenario, die in Form von Silhouetten auf den inneren und äußeren Fassaden abgebildet sind, präsentiert. Die Leuchten sind die Hauptakteure im Raum und beleuchten so abwechselnd das Innere des Kubus. Die in Schwarz gehaltene und nachts von Innen beleuchtete Außenfassade mit hellen Silhouetten ist das negative Pendant zu den Innenwänden.

Nach einem dreiviertel Jahr Planung konnte der Showroom „Siluet“ mit Hilfe von 25 Studierenden gebaut und bis Ende März fertig gestellt werden. Mehrere Sponsoren unterstützten mit Materialspenden die Umsetzung. So konnte der Showroom schließlich vom 30. März bis zum 05. April 2014 auf der Weltleitmesse für Licht- und Gebäudetechnik Light + Building 2014 in Frankfurt am Main präsentiert werden. Mehr als 210.000 Fachbesuchern informierten sich über die neuesten Entwicklungen bei den fast 2.500 Ausstellern.



Abb. 1: Ansicht des Showrooms von innen



Abb. 2: Ansicht des Showrooms von außen

Nach dem Abbau des Standes ging „Siluet“ auf eine Roadshow, die unter anderem auf der Landesgartenschau in Schwäbisch Gmünd und vor der Bibliothek des KIT gastierte. Aktuell befindet sich der Showroom an der Hochschule Ravensburg-Weingarten, wo er bis zum Frühjahr 2015 besichtigt werden kann. Weitere Informationen finden Sie auf der Webseite www.siluet-led.de.

Kontakt Showroom:

Andreas Grimm M.A. / Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark, Fachgebiet Energieeffizientes Bauen, Fakultät Architektur und Gestaltung, HTWG Konstanz, Braune-
eggerstr. 55, 78462 Konstanz (stark@htwg-konstanz.de)

Ausgezeichnete Abschlussarbeiten in der Drucktechnik

(HdM Stuttgart) Im 2014 erhielten Sandra Röckl und Severin Werner, Absolventen der Hochschule der Medien Stuttgart, den Adolf I. Döpfert-Stiftungspreis. Beide wurden für ihre herausragenden Abschlussarbeiten im Bereich gedruckte Elektronik ausgezeichnet.

Sandra Röckl schrieb ihre Bachelorthesis im Studiengang Druck- und Medientechnologie und sich mit Zink-Elektroden für Batterien beschäftigt. Konkret untersuchte sie wie Zinkpartikel in gedruckten Zink-Braunstein-Batterien optimal eingesetzt werden können. Sie wollte herausfinden, ob durch eine Veränderung der Partikelform von Batterie-zink höhere Kapazitäten in den gedruckten Elektroden erreicht werden.

Severin Werner, Absolvent des Masterstudiengangs Print und Publishing, beschäftigte sich in seiner Masterarbeit mit transparenten Elektroden, die in Touchscreens, Solarzellen und organischen Leuchtdioden (OLEDs) eingesetzt werden. Der Schwerpunkt seiner Arbeit lag auf der drucktechnischen



Die Preisträger, Sandra Röckl und Severin Werner mit Prorektor Prof. Dr. Wolfgang Faigle

Herstellung des Leiters für OLEDs und in der Untersuchung seiner Funktionalität. „Beide Arbeiten zeigen beispielhaft, wie die Drucktechnik ihre Anwendungsbereiche erweitern und Herstellungsalternativen bieten kann“, begründete die Jury ihre Entscheidung für die beiden Preisträger.

Der Adolf I. Döpfert-Stiftungspreis ist jeweils mit 1500 Euro dotiert. Sandra Röckl wurde von HdM-Professor Dr. Erich Steiner und Kerstin Schindler von der Eckart GmbH in Hartenstein betreut. Severin Werners Arbeit entstand ebenfalls bei Professor Dr. Erich Steiner, zweiter Prüfer war Dr. Michael Fünér von der Heidelberger Druckmaschinen AG.

Weitere Informationen: Prof. Dr. Erich Steiner, HdM Stuttgart, Fakultät Druck und Medien, steiner@hdm-stuttgart.de

Weiterführende Links:

<https://www.hdm-stuttgart.de/doepfert/startseite>

https://www.hdm-stuttgart.de/master/druck_und_medien/ppm

Buchvorstellung: „Gekaufte Forschung“ von Ch. Kreiß

(Nach einer Pressemitteilung des Verlags) In seinem Buch reflektiert Christian Kreiß, Professor für Finanzierung an der Hochschule in Aalen und Autor diverser kritischer Artikel auch in unserer Zeitschrift, Umfang und Auswirkungen von Industriegeldern auf Forschungsergebnisse.

Ohne Drittmittel gehe es nicht, so lautet die Antwort der Politiker, wenn es um die finanzielle Ausstattung der Hochschulen und den Forschungsetat des Bildungsministeriums geht. Kreiß spricht in seinem Buch über die fatalen Folgen dieser Postulate für Wissenschaft und Gesamtgesellschaft. Denn der Ruf nach mehr Kooperationen von Hochschulen mit der Privatwirtschaft, nach mehr Praxisorientierung in der Hochschulforschung und Einwerbung von Drittmitteln führt zu mehr Einfluss von Finanzinteressen in der Forschung.

Die direkte Zuwendung von Steuermitteln im Rahmen staatlicher Forschungsprogramme, die Fragestellungen der Industrie verfolgen, bewertet

der Autor als einseitige Subvention bestimmter Betriebe zu Lasten aller Nichtempfänger. So lautet eine seiner Forderungen, die hohen Milliardenbeträge, die durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung oder die EU für zweckgebundene Forschung zur Verfügung gestellt werden, direkt und ungebunden den Hochschulen zufließen zu lassen und nicht, wie heute üblich, über einzelne Projekte. „Das Geld ist ja durchaus da. Es wird nur falsch ausgegeben“, so Kreiß.

Er berichtet von Fällen, in denen Forscher wissenschaftliche Ergebnisse unterdrückten und verfälschten, um dem Auftraggeber genehme Resultate zu präsentieren. Die Gründe seien vielfältig und reichten von persönlicher Vorteilmahme bis zu vorauseilendem Gehorsam. Problematisch beurteilt Kreiß auch die Zusammensetzung von Gremien, z.B. für Ministerien oder an Hochschulen, in denen über Art und Umfang der jeweiligen Forschungsgegenstände und Fragestellungen befunden wird. Hier saßen zu viele Wirt-

schaftsvertreter und wirtschaftsnahe Lobbyisten. Worüber geforscht werden soll und worüber nicht, werde häufig in den Gremien entschieden. „Freier, fairer Ideenwettbewerb ist meist nicht im Sinne industrieller Geldgeber“, so der Autor. Einseitige Forschungsausrichtung unterminiere langfristig die Autorität der Wissenschaft bzw. die Glaubwürdigkeit ihrer Ergebnisse.

Christian Kreiß: „Gekaufte Forschung“. Wissenschaft im Dienste der Industrie – Irrweg Drittmittelforschung, Europa Verlag, Mai 2015, 245 Seiten ISBN 978-3-944305-72-1, 18,99 €

Roboter und Mensch arbeiten Hand in Hand - Neues EU-Projekt an der Hochschule Aalen

(Monika Theiss Stabstelle Kommunikation Hochschule Aalen) Symplexity heißt ein neues Verbundprojekt, das seit Beginn des Jahres unter Koordination der Fraunhofer Gesellschaft und Beteiligung der Hochschule Aalen mit Fördermitteln aus dem EU-Programm horizon 2020 läuft. 15 Partner aus sechs Ländern, darunter Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen, sind an dem vierjährigen Projekt beteiligt, das mit rund 7 Millionen Euro gefördert wird. Projektverantwortlich auf Seiten der Hochschule Aalen sind Prof. Dr. Rainer Börret und Dr. Marco Speich vom Zentrum für Optische Technologien (ZOT).

Ziel des EU-Programms ist die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit Europas durch Förderung von Aktivitäten, die zur Entwicklung innovativer Methoden, Verfahren und Produkte beitragen. Genau das ist auch das Ziel des neuen Projektes Symplexity, das sich in der Förderlinie „Fabriken der Zukunft“ durchsetzen konnte. Bisher mussten Oberflächen von Werkstücken mit komplexer Geometrie am Ende von Produktionsprozessen häufig mit hohem Aufwand manuell nachbearbeitet werden. Dies erfordert nicht nur hohes manuelles Geschick sondern

auch jahrzehntelange Erfahrung. Roboterassistierte Verfahren sind zwar in der Lage, diese Tätigkeiten mit hoher Reproduzierbarkeit durchzuführen, haben aber den Nachteil, dass sie relativ unflexibel die ihnen zugeteilten Aufgaben abarbeiten. Was also der erfahrene Handpolierer mit viel Gefühl für den Prozess leistet, kann bisher mit dem Roboter nicht so ohne weiteres abgebildet werden. Symplexity versucht nun die Vorteile der beiden Welten zu verbinden, indem in einem teilautomatisierten Prozess der Roboter von der Erfahrung des Handpolierers lernt und der Handpolierer gleichzeitig durch den Roboter von der körperlichen Arbeit entlastet wird. Darüber hinaus soll der Arbeitsschutz in direkter Roboterumgebung gewährleistet werden.

Das Zentrum für Optische Technologien der Hochschule Aalen übernimmt im Projekt die Aufgabe, den sogenannten Fluid Jet Polierprozess weiterzuentwickeln. Dabei werden Oberflächen mithilfe eines durch den Roboter bewegten feinen Flüssigkeitsstrahl bearbeitet. Die Anwendungsmöglichkeiten des neuen Verfahrens sind sehr vielfältig und reichen von der Medizintechnik über die Automobilbranche bis hin zur Weltraum-



Prof. Dr. Rainer Börret mit Jonas Raab und Dr. Marco Speich (v. re.) vor einem der Polierroboter (Foto: HTW Aalen)

technik. Professor Börret zeigt sich begeistert: „Vor zwei Jahren haben wir schon einmal ohne Erfolg versucht, EU-Fördermittel einzuwerben. In der Zwischenzeit konnte unser Konzept weiter optimiert werden, sodass wir uns diesmal gegen andere Konkurrenten durchsetzen konnten. Ich freue mich auf die Zusammenarbeit mit den Kollegen aus dem In- und Ausland.“

Kontakt: Prof. Dr. Rainer Börret, Hochschule Aalen, Rainer.Boerret@htw-aalen.de

Weitere Informationen:
<http://www.htw-aalen.de/zot>

„No One Left Behind“ - Neues EU-Projekt an der Hochschule der Medien Stuttgart

(Gottfried Zimmermann, Responsive Media Experience Research Group, HdM Stuttgart) Die Hochschule der Medien (HdM) setzt ihre Serie von europäischen Forschungsprojekten über Personalisierung und Barrierefreiheit fort. Nach Cloud4all¹ und Prosperity4all² startete ab Januar 2015 ein weiteres Projekt, in dem Prof. Dr. Gottfried Zimmermann mit seinem Forschungsteam im Rahmen der „Global Public Inclusive Infrastructure“ mitwirken. Das neue Projekt heißt „No One Left Behind“ und wird von der Europäischen Kommission unter „Horizon 2020“ gefördert. Es wird vom Madrider Unternehmen Inmark Estudios geleitet, und hat eine Laufzeit von drei Jahren. Das Projektkonsortium besteht aus insgesamt sieben europäischen Partnern aus Spanien, Großbritannien, Österreich und Deutschland.

Die „Global Public Inclusive Infrastructure“ (GPII)³ ist eine globale Initiative zur Weiterentwicklung elektronischer

Anwendungen und digitaler Medien hin zu mehr Personalisierung und Kontextsensitivität, und damit auch Barrierefreiheit im Sinne von universellem Design. Services und Benutzerschnittstellen sollen sich auf die Bedürfnisse und Vorlieben des Benutzers einstellen und einstellen lassen, und zwar plattformübergreifend. Computer und mobile Geräte lassen sich heutzutage über eine Vielzahl von Einstellungen so konfigurieren, dass ein Benutzer mit seinen Möglichkeiten und Einschränkungen optimal damit arbeiten kann. Zum Beispiel kann man die Schriftgröße verändern, ein Design (engl. „Theme“) auswählen, die Mausgeschwindigkeit und Tastaturwiederholrate einstellen, Wischgesten zuordnen, und vieles mehr. Die meistgenutzten Einstellungsmöglichkeiten werden von GPII zurzeit als „Common Format Preference Terms“ unter ISO/IEC 24751 standardisiert, wobei aufgrund der hohen Veränderungsrate ein Registrierungsansatz verwendet wird.



Prof. Dr. G. Zimmermann

Wenn ein Benutzer nun seine „persönlichen Einstellungen“ gefunden hat, sollte er sie speichern und auf anderen Geräten und Plattformen abrufen können. Das gilt für das persönliche Smartphone, den Linux-Computer in der öffentlichen Bibliothek und den Fahrkartenautomaten am Bahnhof. Dabei hat jede Plattform ihre Besonderheiten,

und die Einstellungen lassen sich nicht unbedingt „1 zu 1“ von einer Plattform auf die andere übertragen. Deshalb hat das Team von Prof. Zimmermann an der HdM einen „Matchmaker“ entwickelt, der persönliche Einstellungen mit Methoden der statistischen Analyse von einer Plattform auf die andere überträgt, und dem Benutzer zudem auf seine Bedürfnisse zugeschnittene Empfehlungen für geeignete Einstellungen geben kann.

Im neuen Forschungsprojekt „No One Left Behind“ wird GPII auf „Pocket Code“⁴ angewandt, eine multimediale Spiele-Entwicklungsumgebung für Kinder, die vom Projektpartner Technische Universität Graz entwickelt wurde. Mit Pocket Code können Kinder auf einfache Weise mit ihrem Smartphone mobile Spiele-Apps für Android kreieren; dadurch werden Kinder spielerisch in die Welt der digitalen Möglichkeiten und des Programmierens eingeführt. Im NOLB-Projekt wird Pocket Code für den Schulbereich angepasst, um eine bessere Inklusion zu erreichen. Diese neue Version von Pocket Code soll die Lernmotivation von Schülern verbes-

sern, bei Mädchen mehr Interesse für MINT-Fächer wecken, und die Inklusion von Schülern aus sozial benachteiligten Gruppen (z.B. Migranten) fördern. Zu diesen Zielen trägt auch die Integration von GPII in Pocket Code bei. Mit Hilfe von GPII wird Pocket Code „personalisierbar“ gemacht, und zwar für die Programmierer und für die Benutzer der erzeugten Spiele-Apps. In drei experimentellen Pilotstudien an fünf Schulen mit insgesamt über 600 Kindern (inkl. Kinder mit Behinderungen) wird die Wirksamkeit und Benutzerfreundlichkeit des personalisierten Pocket Code überprüft werden. Das Team der HdM wird zum Projekt seine Expertise über Personalisierungstechnologien und kontext-sensitive Adaptivität einbringen.

Prof. Zimmermann ist Sprecher des Forschungsleuchtturms „Responsive Media Experience“ (REMEX)⁵ an der HdM. Die Forschungsgruppe besteht aus sieben Professor(inn)en und vierzehn Mitarbeitern und befasst sich u.a. mit neuen Interaktionsformen, die sich auf den Benutzer, die eingesetzten Geräte und den speziellen Nutzungskontext einstellen.

Die Forschungsfelder von REMEX sind breit gestreut und umfassen u.a. Personalisierung, Barrierefreiheit, mobile Anwendungen, Automotive, Gamification, E-Learning, Smart Homes und Ambient Assisted Living.

Links

- ¹ www.cloud4all.info
- ² www.prosperity4all.eu
- ³ www.gpii.net
- ⁴ www.pocketcode.org
- ⁵ www.hdm-stuttgart.de/remex

Kontakt

Prof. Dr. Gottfried Zimmermann, Andreas Stiegler, Christophe Strobbe; Responsive Media Experience (REMEX) Research Group, Hochschule der Medien, Nobelstr. 10, 70569 Stuttgart. Email: {gzimmermann, stiegler, strobbe}@hdm-stuttgart.de. Internet: www.hdm-stuttgart.de/remex.

Vier Exponate auf der Hannovermesse Industrie (HMI) 2015

(R.Th.) Auf der diesjährigen HMI waren die Hochschulen aus Baden-Württemberg in der Halle für Forschung und Technologie mit insgesamt 4 Exponaten vertreten.

Das Team von Prof. Dr. Hübner von der Hochschule der Medien Stuttgart war vom Bundesforschungsministerium (BMBF) eingeladen worden auf dessen Stand das BMBF-geförderte Projekt „Druckbare Dünnschichtbatterien“ vorzustellen. Solche über den Siebdruck erstellte Dünnschichtbatterien zeigen eine große Flexibilität bei mechanischer Beanspruchung und lassen sich in Form und Gestaltung aber auch im erforderlichen Energiegehalt anpassen. (Näheres unter www.batmat.info).

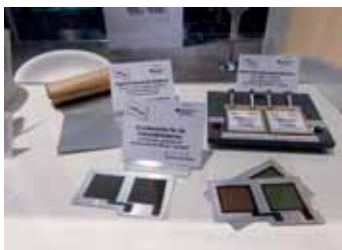


Abb. 1: Gedruckte Primär- und Sekundär-Batterien der HdM Stuttgart

Auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Baden-Württemberg waren die anderen drei Hochschulen vertreten: Die Hochschule Esslingen präsentierte einem extra für die Messe entwickelten Demonstrator eines Latent-Wärmespeichers, der über die Änderung von Aggregatzuständen bei Salzen Wärme speichern und wieder abführen kann. Leiter des Projekt ist Prof. Dr. Ulrich Nepustil, Fakultät Wirtschaftsingenieurwesen. Gezeigt wurde außerdem u.a. das von Studierenden durchgeführte Projekt der Entwicklung eines Bobby-Cars, der über Solarpaneele, Akku, Motor- und Laderegung verfügt. Nähere Informationen bei Dipl.-Ing. Ralf Colin (ralf.colin@hs-esslingen.de)

Das Institute for Unmanned Aerial Systems der Hochschule Offenburg, geleitet von Prof. Dr. Werner Schröder, zeigte einen autonomen Helikopter für Luftbildaufnahmen, der – mit verschiedenen Sensoren ausgestattet – zur Bauwerksinspektion, zur Aufnahme von Wärmebildern von Häusern, für Untersuchungen des Erdmagnetfelds oder zur Erfassung des Erntefortschritts auf Feldern eingesetzt werden kann. Der Helikopter ist in der Lage, hohe und schwer zugängliche Objekte „ganz



Abb. 2: Prof. Dr. Gunter Hübner, HdM, (links) am Stand der Hochschule Esslingen mit Dipl.-Ing. Ralf Collin, Esslingen; Demonstrator des Latent-Wärmespeichers

„dicht“ anzufliegen und am gewünschten Punkt in der Luft zu verharren. Näheres hierzu siehe www.hs-offenburg.de/iuas



Abb. 3: Der elektrisch angetriebene „Bobby-Car“ der Hochschule Esslingen.

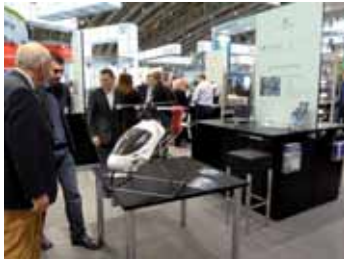


Abb. 4: Exponat der Hochschule Offenburg, ein autonom fliegender Helikopter

Die Hochschule Reutlingen schließlich stellte Forschungsarbeiten des Instituts PA&T (Process Analysis & Tech-

nologie) vor, darunter ein Kissen mit eingebauten Sensor zur Atemluftüberwachung von Patienten in Krankenhäusern. Hierbei geht es insbesondere darum, lebensbedrohliche Störungen der Körperfunktionen frühzeitig zu erkennen. Die im Kissen integrierten Sensoren registrieren flüchtige organische Verbindungen in der Luft und melden dem Klinikpersonal, wenn sich diese z.B. in Folge einer Sepsis signifikant verändern. Den Patienten wiederum entlastet diese Art der Überwachung von störenden Atemmasken. Projektleiter ist Prof. Dr. Jörg Ingo Baumbach. Das Vorhaben wurde in Kooperation



Abb. 5: Kopfkissen mit Sensor zur Atemüberwachung, Exponat der Hochschule Reutlingen

mit der Fakultät für Textil & Design der Hochschule Reutlingen realisiert. Weitere Informationen: joerg.baumbach@reutlingen-university.de

Hochschule Aalen stärkt Forschungsinfrastruktur

(M. Theiss, Stabstelle Kommunikation, Hs Aalen) Die Verbesserung der Forschungsinfrastruktur ist zentraler Bestandteil der Forschungsstrategie der Hochschule Aalen. Die Anstrengungen der letzten drei Jahre zählten sich jetzt aus: Mit zwei in Aussicht gestellten neuen Forschungsgebäuden sowie einer Vielzahl von Geräten aus wettbewerblichen Ausschreibungen des Landes und Bundes wird die zukünftige Infrastruktur nachhaltig verbessert.

Auf Bundesebene im Forschungsbauten-Programm konnte sich der Antrag ZiMATE, Zentrum innovativer Materialien und Technologien für effiziente Energiewandler-Maschinen, der Hochschule durchsetzen. Hierbei handelte es sich um einen eng fokussierten Forschungsansatz, der auf nationalen Alleinstellungsmerkmalen im Bereich Magnetmaterialien und Leichtmetall-Hybridwerkstoffe basiert und aufgrund seiner wissenschaftlichen Exzellenz für die Förderung durch den Wissenschaftsrat vorgeschlagen wurde. Damit ist Aalen die erste Hochschule für angewandte Wissenschaften aus Baden-Württemberg bzw. die dritte Fachhochschule bundesweit, die sich seit Einführung des von Universitäten dominierten Verfahrens in 2006 behaupten konnte.

Im Rahmen des landesweiten RegionWIN-Wettbewerbs um Fördermittel aus dem Europäischen Regionalfonds (EFRE 2014-2020) wurde der Antrag Zentrum Technik für Nachhaltigkeit (ZTN): Ressourcenschonung, Umwelt, CO₂-Reduzierung zu Beginn des Jahres als eines der beiden Leuchtturmprojekte des Ostalbkreises prämiert. Um die EFRE- und Landesfördermittel letztendlich zu erhalten, müssen jetzt noch

Einsatz der Rasterlektronenmikroskopie für die Materialcharakterisierung in der Batterieforschung



die entsprechenden Bauunterlagen bis Anfang 2016 eingereicht werden. Thematisch stehen dabei u.a. nachhaltige Mobilität, erneuerbare Energien sowie Ressourceneffizienz im Mittelpunkt. Unter dem Dach des ZTN soll ferner die regionale Kooperation durch Einrichtung eines Technologiezentrums für Leichtbau in Schwäbisch Gmünd vertieft werden. Mit der geplanten Baufertigstellung in 2020 werden der Hochschule rund 3,000m² neue Flächen für die Forschung zur Verfügung stehen.

Um neue Forschungsthemen erschließen zu können, muss der Gerätepark der Hochschule ständig dem aktuellen Stand der Technik angepasst werden. Hierzu wurden seit 2013 Geräte in einem Gesamtwert von knapp 8 Millionen Euro aus wettbewerblichen Ausschreibungen des Landes und Bundes eingeworben: Darunter zwei hochauflösende Rasterelektronenmikroskope, die dem Institut für Materialforschung (IMFAA) zur mikroskopischen Materialcharakterisierung zukünftig zur

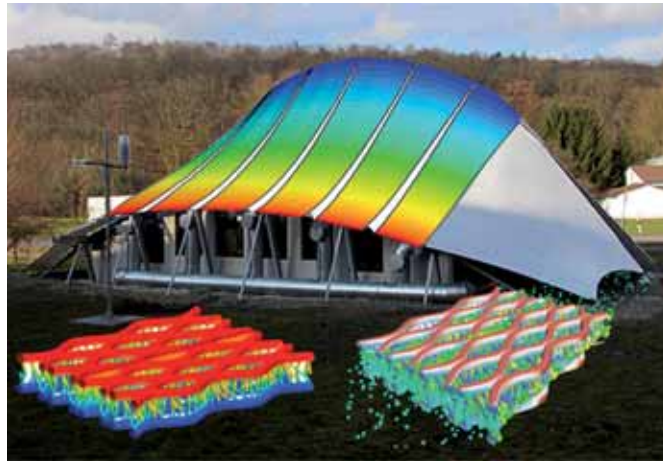
Verfügung stehen. Die Mikroskope bieten umfangreiche Möglichkeiten für Element- und Strukturanalytik sowie eine Laser- und Ionenstrahl-Nanobearbeitung. Derzeit gibt es nur wenige Standorte in Deutschland, die mit einer vergleichbaren Infrastruktur für Materialmikroskopie und -analytik ausgestattet sind. Ebenso wird derzeit eine neue 5-Achs-Hochgeschwindigkeitsfräsmaschine am Zentrum Optischer Technologie (ZOT) installiert, mit der verbesserte Startoberflächen für roboterbasierte Polierprozesse zur Herstellung optischer Komponenten ermöglicht werden sollen.

Weitere Informationen: Monika Theiss, Leiterin Stabstelle Kommunikation/ Pressesprecherin, Hochschule Aalen – Technik und Wirtschaft, Tel. 07361/ 576-2290, E-Mail: monika.theiss@hs-aalen.de

Sonnenbäder am Nordpol: Das „Eisbär-Prinzip“ für Gebäude

(Anastasia August, Hs Karlsruhe)
Über seine schwarze Haut absorbiert der Polarbär in klirrender Kälte die solare Energie der Sonne in optimierter und effizienter Weise. Das hat der flauschige Faulenzer oben am Nordpol sehr nötig. Die weißen Fellhaare sind so gebaut, dass sie für das Sonnenlicht wie eine milchige Glasscheibe durchlassen. Da die schwarze Haut bei den tiefen Temperaturen keine sichtbare Strahlung reflektiert, ist sie von außen durch das weiße Fell nicht sichtbar. Aber die schwarze Haut produziert die eigene Wärmestrahlung und damit diese nicht so gut entweichen kann, kommen wieder die Fellhaare ins Spiel. Sie sind nämlich für die thermische Strahlung der Haut nicht durchlässig. Vielmehr reflektieren sie die Strahlen untereinander hin- und her, so dass sie schließlich auf der Haut wieder eingefangen werden. So bleibt die eigene Wärme des Bären in seiner Nähe. Die Natur hat den Polarbären über Generationen der Evolution hinweg zu einem optimierten Wärmespeicher entwickelt!

In der Bionik werden solche Vorbilder der Natur genutzt, um sie technisch umzusetzen. Auch der Eisbär mit seinem Prinzip Wärme aufzufangen und zu speichern, kann durch moderne textile Strukturen nachgebildet und in einen Wärmespeicher für Gebäude übertragen werden. Das Fell wird wie



Das Eisbärgebäude in Denkendorf. Der Farbverlauf über das Dach ist der berechnete Druck. Im unteren Bildbereich sind Simulationen der textilen Strukturen zu sehen, die die Funktion des Bärenmantels nachahmen.

ein künstlicher Eisbärmantel durch weißes textiles Abstandsgewebe realisiert und in der untersten Schicht durch eine schwarze Folie in der Funktion der Bärenhaut ergänzt. Dieser Materialverbund kann auf dem Dach eines Hauses ausgebreitet werden und dort Wärme produzieren, die in einen Speicher abgeleitet wird. Ein Gebäude zu Experimentierzwecken befindet sich in der Nähe von Stuttgart - das sog. Eisbärgebäude. An einer Optimierung der verwendeten Materialien arbeitet die Firma TinniT Technologies GmbH in Kooperation mit der Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft und dem

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf.

Mehr Informationen unter: http://www.textile-network.de/news-and-trends/itv-denkendorf-der-eisbaer-pavillon_22134_de/

Projektverantwortliche/Kontakt: Dr. Anastasia August (august1254@gmail.com), Prof. Dr. Britta Nestler, IMP, Hochschule Karlsruhe und IAM, KIT; Dr. Aron Kneer, TinniT Technologies GmbH, Karlsruhe (<http://www.tinnit.de/>)

Zu guter Letzt: Rückblick auf das Jahr 2014

(R.Th.) Auch im vergangenen Jahr konnten unsere Hochschulen die eingeworbenen Drittmittel nochmals steigern. Insgesamt verzeichneten die 20 staatlichen Hochschulen, welche über das Jahr 2014 einen Forschungsbericht vorgelegt haben, knapp 46 Mio. Euro unmittelbar forschungsbezogene und wettbewerblich eingeworbene Drittmittel (Vorjahr 43 Mio. Euro), davon ca. die Hälfte aus verschiedenen Bundesprogrammen, 15 % aus Landesprogrammen, 8 % von der EU und 17 % aus direkter Auftragsforschung durch Unternehmen. Etwa 7 % der Mittel kamen von Stiftungen, Kommunen oder anderen öffentlichen Einrichtungen und - ähnlich wie in den Vorjah-

ren - nur 2 % von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Zählt man die Drittmittel hinzu, die aus hauseigenen Stiftungen, dem sog. Mittelbauprogramm des Landes und über Programme der Gerätebeschaffung kommen, überschreiten die Hochschulen weit die 50 Mio-Euro-Grenze.

Etwa gleich geblieben ist die Zahl der Publikationen: So wurden 447 Veröffentlichungen mit peer-review-Verfahren und etwas über 2000 weitere wissenschaftliche Publikationen nachgewiesen. Erfreulich weiterhin die beachtliche Zahl von Patentmeldungen (33) und erfolgreich abgeschlossenen

Promotionen in kooperativen Promotionsverfahren (42).

Die auf dem Gebiet der Forschung leistungsstärksten Hochschulen waren im letzten Jahr (in alphabetischer Reihenfolge): Aalen, Furtwangen, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Offenburg, Reutlingen und Stuttgart Technik.