

# uni wissen <sup>02</sup> 2016

Das Forschungsmagazin der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg | [www.wissen.uni-freiburg.de](http://www.wissen.uni-freiburg.de)

## Musikalischer Mainstream

Das Songlexikon erzählt, in welchem soziokulturellen Kontext populäre Lieder entstanden sind > Seite 4



Wassermassen: Gemeinden müssen sich besser vor Starkregen und Fluten schützen > Seite 8



Windkraft: Drachen gelten als vielversprechende Alternative für die Stromerzeugung > Seite 12



Wegbereiter: Staatsbürgerschaften europäischer Länder eröffnen den Zugang zu Privilegien > Seite 16

UNI  
FREIBURG



Bundesweit für Sie da:  
Mit Direktbank und  
wachsendem Filialnetz.

## Für mich: das kostenfreie Bezügekonto<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Voraussetzung: Bezügekonto; Genossenschaftsanteil von 15,- Euro/Mitglied

Banken gibt es viele. Aber die BBBank ist die einzige bundesweit tätige genossenschaftliche Privatkundenbank, die Beamten und Arbeitnehmern des öffentlichen Dienstes einzigartige Angebote macht. Zum Beispiel das Bezügekonto mit kostenfreier Kontoführung.<sup>1)</sup>

Informieren Sie sich jetzt über die **vielen weiteren Vorteile** Ihres neuen Kontos unter Tel. 0 800/40 60 40 160 (kostenfrei) oder [www.bezuegekonto.de](http://www.bezuegekonto.de)



**BB** Bank

Die Bank für Beamte  
und den öffentlichen Dienst



Neue  
Produkte im  
Sortiment

# uni<sup>!</sup>shop

Produkte finden Sie im Online-Shop: [www.shop.uni-freiburg.de](http://www.shop.uni-freiburg.de)  
und in den Buchhandlungen Rombach und Walthari

## Jahresbericht 2016: Hinter Zahlen stehen Menschen

Die positive Entwicklung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg lässt sich nicht ausschließlich in Zahlen fassen. Denn hinter den Zahlen stehen Menschen und ihre Leistungen. Dennoch will die Universität den Versuch wagen, die Entwicklung in kompakter Form zu zeigen. Der herausnehmbare Jahresbericht enthält die Daten und Fakten des vergangenen Jahres.



An dieser Stelle sollte der Jahresbericht 2016 der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg zu finden sein. Der Bericht ist auch auf den Internetseiten der Universität abrufbar:  
[www.pr.uni-freiburg.de/go/jahresbericht\\_2016](http://www.pr.uni-freiburg.de/go/jahresbericht_2016)

### Forschung

<b>Was am Mainstream besonders ist</b>	4
<i>Im Songlexikon wird die musikalische und gesellschaftliche Bedeutung populärer Lieder analysiert</i>	
<b>Sicher trotz Starkregen</b>	8
<i>Wie Kommunen einen naturnahen Wasserhaushalt erreichen und sich gegen Flutkatastrophen wappnen können</i>	
<b>Strom im Flug erzeugen</b>	12
<i>Höhenwindkraftwerke versprechen eine hohe Energieausbeute, die sich mit der passenden Steuerung maximieren lässt</i>	
<b>Der Exklusivklub</b>	16
<i>Wie sich das Prinzip der Staatsbürgerschaft auf die globale Ungleichheit auswirkt</i>	
<b>Soziale Insekten trotzen dem Altern</b>	20
<i>Fruchtbarkeit und Lebenserwartung sind meist negativ miteinander verknüpft – nicht so bei Ameisen, Bienen und Termiten</i>	
<b>Datenschätze heben</b>	24
<i>Die Ausgründung Geospin hilft Unternehmen, den passenden Standort zu finden</i>	
<b>Sehnsucht, Schuld und Sühne</b>	28
<i>Der postkoloniale Kriminalroman ist der Trivilliteratur erwachsen und beschreibt kulturelle Konflikte im modernen Afrika</i>	
<b>Fett unter Kontrolle</b>	32
<i>Mithilfe von Chip-Plattformen simulieren Wissenschaftler die Umgebung des menschlichen Körpers und züchten Zellen</i>	
<b>Denker und Debatten</b>	36
<i>Schriften aus der arabischen Kultur des Mittelalters geben Einblicke in einen offenen und vielgestaltigen Islam</i>	
<b>Lehre</b>	
<b>Ins Netz gegangen</b>	40
<i>„museOn“ ist das erste Programm zur Weiterbildung für Museumsschaffende im europäischen Raum</i>	
<b>Filme als Lehrmittel</b>	44
<i>Videos veranschaulichen den Alltag und das persönliche Erleben von Patienten auf der Palliativstation</i>	
<b>„Finance“ aus der Praxisperspektive</b>	48
<i>Masterstudierende erarbeiten in einem Seminar Lösungen für Fragen von Geldinstituten und Anlageberatern</i>	



Bei Konzerten von Muse ist „Knights of Cydonia“ ein Dauerbrenner – das zugehörige Musikvideo vereint Stilelemente von Western und Science-Fiction-Filmen.

Foto: Hans Peter/Warner Bros. Records

# Was am Mainstream besonders ist

Im Songlexikon wird die musikalische und gesellschaftliche Bedeutung populärer Lieder analysiert

von Sarah Schwarzkopf

Die Luft surrt elektrisch. Pferde galoppieren über harten Boden, Laserwaffen feuern. Sturm, Explosion, Sirenen. Der Gesang löst das Intro mit einer langsamen Melodie ab und erzeugt die schicksalhafte Stimmung einer weiten Steppe. Ein rhythmisches Gitarrenriff durchbricht die ruhige Atmosphäre wieder und setzt den schnellen Ritt vom Beginn fort, der das Lied bis zum Ende bestimmt. „Knights of Cydonia“ von Muse ist ein musikalischer Stilmix, der stark an die Musik Ennio Morricones erinnert, sich aber von dessen Italowestern-Ästhetik durch synthetisch-futuristische Sounds abhebt. Das Lied erzählt von der Auflehnung gegen die Regierenden und ist ein Dauerbrenner auf den Konzerten der britischen Band.

### Hitsingle und Prolog

Hintergrundinformationen und Analysen zu Liedern wie diesem findet man im Songlexikon, welches das Zentrum für Populäre Kultur und Musik (ZPKM) der Universität Freiburg, das aus dem Deutschen Volksliedarchiv hervorgegangen ist, herausgibt. Das Online-Lexikon bietet interdisziplinäre Artikel zu internationalen populären Liedern, die seit Beginn der Tonaufzeichnung entstanden sind. Mehr als 150 Songs aus der Zeit von 1930 bis 2012 sind dokumentiert. Den Anfang macht „Veronika, der Lenz ist da“ von den Comedian Harmonists. Das neueste Lied ist „Survival“, ebenfalls von Muse. „Wir wollen mit diesem Projekt neben dem wissenschaftlichen Beitrag auch etwas für die breite Öffentlichkeit schaffen“, sagt der Historiker und Literaturwissenschaftler Dr. Dr. Michael Fischer, Geschäftsführender Direktor des ZPKM. Er hat das Songlexikon 2011 zusammen mit Prof. Dr. Fernand Hörner von der Hochschule Düsseldorf begründet und gibt es bis heute mit heraus. „Die Artikel sind so geschrieben, dass sich jeder Mensch informieren kann. Da sich viele Jugendliche schnell für Musik begeistern, eignet sich das Songlexikon zum Beispiel hervorragend für den fächerübergreifenden Schulunterricht.“ Um in das Lexikon aufgenommen zu werden, muss ein Lied ein sehr breites Publikum ansprechen, außerdem medial vermittelt und industriell-technisch produziert worden sein.

„Große Songs verlieren oft etwas von ihrem monumentalen Charakter, wenn man weiß, wie sie entstanden sind“, berichtet der Musikwissen-

schaftler Privatdozent Dr. Christof Jost vom ZPKM, der das Projekt betreut. Ein Beispiel ist der Titel „Goldfinger“, der als „James-Bond“-Song schlechthin gilt. Es habe damals sehr lange gedauert, die beiden simplen, heute berühmten Anfangsakkorde zu komponieren. „Dennoch hasste der Filmproduzent das Lied. Es existiert nur, weil die Zeit zu knapp für ein neues war“, sagt Jost.

### Inszenierung in Musikvideos

Eine traditionelle musikalische Analyse wie bei Werken klassischer Musik reicht bei populärer Musik nicht aus. Die Artikel des Songlexikons erzählen daher die Entstehungsgeschichte der Lieder und betrachten sie in ihrem soziokulturellen Kontext. „Bond“-Songs zum Beispiel entstehen im Spannungsfeld zweier Genres. Als Filmmusik sind sie Auftragsarbeiten und unterstützen die Handlung des Films. Als Populärmusik müssen sie aber auf dem Musikmarkt für sich selbst stehen. „Wenn ein ‚Bond‘-Song keine Hitsingle ist, ist das nicht unbedingt förderlich für den Film“, fasst Jost zusammen. „Das Lied ist der Prolog zum Film – ein Paradebeispiel für Crossmedialität: Film- und Tonträgerindustrie arbeiten vom ersten Entstehungsschritt an zusammen.“

## „Wir wollen mit dem Songlexikon Vorreiter sein“

Auf Erläuterungen zum Kontext des Liedes folgen im Songlexikon die Analysen der Musik, der Videos und der Texte. Zuletzt werden die Wirkung des Songs und seine Rezeption beleuchtet. „Goldfinger“ charakterisiert musikalisch die Figuren im Film und weckt gleichzeitig ein erstes Gefühl für die Handlung. „Die beiden wuchtigen Akkorde zu Beginn erzeugen eine mysteriöse und spannende Atmosphäre. Sie engen die Assoziationen sofort ein und spielen auf den Bösewicht des Films an“, erklärt Jost. Sängerin Shirley Bassey setzte mit dem Lied durch ihre kraftvolle, soulige Stimme Standards für „Bond“-Titelsongs. Der Song wurde oft gecovered und blieb in den USA ihr einziger Hit.

Die Autorinnen und Autoren des Songlexikons kommen unter anderem aus den Kulturwissenschaften, den Sprachwissenschaften, der Ge-

schichte und der Ethnologie. Daher ist bei manchen Beiträgen der musikanalytische Teil ausführlicher als bei anderen, die vielleicht stärker den historischen Hintergrund beleuchten. Wichtig ist aber, dass die Autoren jedes Lied ganzheitlich betrachten. „Die Inszenierung der Band in den Musikvideos soll mindestens eben-

„Es gibt viele Hits, die eher simpel erscheinen, die bei ihren Fans aber große Gefühle auslösen“

so stark berücksichtigt werden wie der kulturell-historische Kontext des Songs oder der analytische Teil“, hebt Fischer hervor. So betont das Video zu „Knights of Cydonia“ die Anklänge

an den Italowestern, setzt sich aber gleichzeitig durch futuristische Elemente davon ab. Es erzählt zwischen einem Vorspann und einem Abspann die Geschichte eines Cowboys, der sich mit seinem Gegenspieler anlegt und eine schöne Frau vor dem Galgen rettet. Die Geschichte ist im Wilden Westen angesiedelt, zitiert aber vor allem Science-Fiction-Klassiker wie „Star Wars“, „Matrix“ und „Barbarella“. Glücksspiel und Schlägereien im Saloon kontrastieren mit Robotern, Martial-Arts-Sequenzen und Laserduellen. Die Band inszeniert sich teilweise in der Wüste, erscheint an anderen Orten aber auch als Hologramm.

#### Viele Genres aufnehmen

Nach und nach soll das Lexikon möglichst viele Genres abbilden. Da dies nur durch viele Beteiligungen möglich ist, gibt es bereits zahlreiche Kooperationen mit anderen Universitäten. „Wir würden uns dazu gerne noch stärker in Freiburg verankern und auch lokal ein engeres Netzwerk aufbauen“, so Fischer. „Es gibt hier noch viele andere Fächer, die wir für das Projekt gewinnen möchten.“ Den Autoren steht frei, welche Lieder sie untersuchen möchten. „Wir haben nicht den Anspruch, dass das Lexikon repräsentativ oder vollständig ist. Wichtiger ist, dass die Autoren sich für ein Lied wissenschaftlich begeistern können, ohne dabei eine Fanperspektive einzunehmen“, findet Fischer. Folglich hat das Lexikon auch Lücken. Zum Beispiel mangelt es noch an Schlagern und deutschsprachiger Popmusik. „Auch fehlen Songs, die gesellschaftlich verpönt, aber trotzdem wahnsinnig erfolgreich sind. Es gibt viele Hits, die eher simpel erscheinen, die bei ihren Fans aber große Gefühle auslösen. Leider gibt es wenig Forschung zu solchen Phänomenen“, meint Jost. Dabei sei es gerade bei Liedern, deren Erfolg schwer nachvollziehbar ist oder die aus politischer Sicht umstritten sind, am wichtigsten, zu verstehen, warum sie eigentlich populär werden, erklärt Fischer. „Die Wissenschaft müsste sich stärker dem Mainstream zuwenden, um herausfinden zu können, wie sich der individuelle Musikgeschmack ausbildet.“

#### Einsatz in der Lehre

Das Songlexikon wird auch in der akademischen Lehre eingesetzt. Da Lieder von gesellschaftlichen Strömungen geprägt sind und aus politischen Kontexten heraus entstehen, sagen sie einiges über ihre Zeit aus. Die Untersuchung von Musik



„Goldfinger“ gilt als „James-Bond“-Song schlechthin. An ihm wird deutlich, wie eine Titelmelodie die Handlung eines Films unterstützen kann. Grafik: Svenja Kirsch

kann deshalb viele Fächer bereichern. Auch an der Universität Freiburg werden eigens Seminare dazu angeboten, zum Beispiel in der Romanistik. Anstelle einer Seminararbeit können die Studierenden einen eigenen Artikel über ein Lied verfassen und im Falle einer mehrfachen erfolgreichen Begutachtung im Songlexikon veröffentlichen. So ist auch der Eintrag zu „Knights of Cydonia“ entstanden. „Die Studierenden bekommen dadurch einen einmaligen Einblick, wie interdisziplinäre wissenschaftliche Arbeit funktioniert. Und im besten Fall können sie danach ihre erste Publikation vorweisen“, sagt Jost. Dabei handele es sich um mehr als nur Nachwuchsarbeit, betont Fischer. „Wir wollen mit dem Songlexikon Vorreiter sein. Es ist etwas Besonderes, dass ein einziges Forschungsprojekt interdisziplinäre Arbeit und internationale Vernetzung so gut vereint, dabei der Öffentlichkeit dient und die Forschung mit der Lehre verzahnt.“

[www.songlexikon.de](http://www.songlexikon.de)



Aus der Zeit der Schellackplatte:  
Von den Comedian Harmonists  
stammt das älteste Lied, das im  
Songlexikon erfasst ist.

Foto: Patrick Seeger

### Zum Weiterlesen

Hörner, F. (Hrsg.) (2016): Kulturkritik und das Populäre in der Musik. Münster.

Appen, R. von / Grosch, N. / Pfeleiderer, M. (Hrsg.) (2014): Populäre Musik. Geschichte – Kontexte – Forschungsperspektiven. Laaber (= Kompendien Musik 14).

Jost, C. (2012): Musik, Medien und Verkörperung. Transdisziplinäre Analyse populärer Musik. Baden-Baden.



**Dr. Dr. Michael Fischer** hat an der Universität Freiburg Theologie und Geschichte studiert und wurde dort 2003 in Kirchengeschichte promoviert. Ein Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft führte ihn zunächst an die Universität Mainz. Von 2004 an arbeitete er dann am Deutschen Volksliedarchiv (DVA). 2013 wurde er an der Universität Bielefeld im Fach Literaturwissenschaft promoviert. Seit 2014 ist er Geschäftsführender Direktor des aus dem DVA hervorgegangenen Zentrums für Populäre Kultur und Musik (ZPKM) und unterrichtet an der Universität Freiburg im Fach Medienkulturwissenschaft. Zudem ist er Mitbegründer und Mitherausgeber des Songlexikons. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Geschichte populärer Musik und das Zusammenwirken von Musik und Medien.

Fotos: ZPKM



**Privatdozent Dr. Christof Jost** hat in Mainz Musik und Englisch auf Lehramt studiert und war anschließend einige Jahre als Musiker aktiv. Nach seinem Referendariat in Frankfurt am Main wurde er 2008 in Mainz im Fach Musikpädagogik promoviert. 2011 wurde er in Basel/Schweiz im Fach Medienwissenschaften mit dem Schwerpunkt Populärkultur und Medien habilitiert. Ab 2012 arbeitete er in Freiburg am Deutschen Volksliedarchiv und vertrat 2013 in Mannheim eine Professur für Medien- und Kommunikationswissenschaft. Seit 2013 ist er Mitherausgeber des Songlexikons und seit 2014 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Populäre Kultur und Musik (ZPKM). Seine Forschungsschwerpunkte sind populäre Musik, Medienanalyse, die Verbindung von Musik und Performance und die Musikdidaktik.



# Sicher trotz Starkregen

Wie Kommunen einen naturnahen Wasserhaushalt erreichen  
und sich gegen Flutkatastrophen wappnen können

von Jürgen Schickinger

*Hochwasser am 17. April 2016 in Freiburg: Starkregen spült oft reichlich Wasser, Erde und Steine aus der Umgebung in die Straßen und Kanalisationen von Städten. Fotos: Patrick Seeger*

## „Das größte Problem für Städte ist das, was von außen kommt“

Fluten aus Wasser, Schlamm und Geröll können Menschen töten und Häuser und Autos unter sich begraben. Es kann jeden Ort treffen, sagt Prof. Dr. Markus Weiler. Der Hydrologe von der Universität Freiburg erforscht Starkniederschläge und Wasserkreisläufe: Wie lassen sich Tragödien verhindern? Was passiert, wenn es in Strömen gießt? Wie erreichen Städte einen naturnahen Wasserhaushalt? Weiler und seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beregnen Böden, messen Abfluss und Verdunstung, rechnen Szenarien am Computer durch. Die Gefahr für Flutkatastrophen verteilt sich ungleich, sagt der Starkregenexperte: „Es gibt große Unterschiede in Baden-Württemberg.“ Auf seinen Ergebnissen basieren die Grundlagen des Leitfadens „Kommunales Starkregenrisikomanagement“, den das Land im August 2016 veröffentlicht hat: „Baden-Württemberg ist da deutlich weiter als andere Bundesländer.“

Im Frühjahr 2016 hat es Braunsbach schwer getroffen. Die Bilder aus der Gemeinde im Landkreis Schwäbisch Hall haben sich ins Gedächtnis eingebrannt. „Braunsbach hat eine sehr sensitive Lage“, erklärt Weiler. Der Ort ist von tonigen Böden umgeben, in denen kaum Wasser versickert. Es kann nur abfließen. Nach Wolkenbrüchen schwellen Bäche dann rasch zu Strömen an, die Grund und Steine mitreißen. „Im Schwarzwald ist die Gefahr geringer“, sagt der Hydrologe, „dort gibt es vorwiegend durchlässige Böden.“ Weitere örtliche Faktoren beeinflussen das Risiko für eine Flutkatastrophe, etwa Hang- und Tallagen, durchschnittliche Niederschlagsmengen, der Anbau bestimmter Pflanzen, die Versiegelung von Böden in und um Ortschaften, Abflusswege und Wasserläufe.

### Experimentelle Regenmacher

Bisher konnten viele Gemeinden nicht absehen, was ihnen schlimmstenfalls droht. „Die Hochwassergefahrenkarte hat nur größere Bäche und Flüsse erfasst“, sagt Weiler. „Wir verfeinern die Risikoverteilung durch eine Computersimulation.“ Seine 25-köpfige Arbeitsgruppe entwickelt die Modelle und Programme selbst. Ihre Ergebnisse

sind in den Starkregenleitfaden des Umweltministeriums eingeflossen. Dieser informiert auch darüber, wie sich Schäden vermeiden lassen. Ein paar Details müssen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler abschätzen: Wie hoch ist die örtliche Wurzeldichte? Wie viele Hohlräume durch Würmer, Insekten und Säugetiere durchziehen den Boden? „Aber das meiste basiert auf Erkenntnissen aus Beobachtungen und Versuchen“, betont Weiler.

Dazu gehören Messungen der natürlichen Variation: Weiler und seine Mitarbeiter installieren Sonden in landwirtschaftlich genutztem und in natürlichem Terrain, beispielsweise am Kaiserstuhl oder im Schwarzwald. So erfahren sie, wo wie viel Niederschlag fällt und wie viel Wasser versickert oder abfließt. Die Messinstrumente kommen auch in Städten zum Einsatz, etwa un-



Installation von Sonden unter einer gepflasterten Fläche: Mit den Messinstrumenten stellen Hydrologen fest, wie viel Niederschlag fällt und wie viel Wasser versickert oder abfließt.

Ein mobiles Messsystem ermöglicht es, die Verdunstung zu bestimmen.

Foto: Patrick Seeger



ter gepflasterten, teilversiegelten Flächen. Über der Erde interessiert die Verdunstung, selbst die in engen städtischen Winkeln. Dafür haben die Hydrologinnen und Hydrologen einen kleinen Fahrrad-Klimaanhänger entwickelt, der meteorologische Daten erfasst. Bei anderen Versuchen betätigen sie sich als Regenmacher: Sie erzeu-

## „Jede Art von Versiegelung ist nachteilig“

gen experimentell Niederschläge auf verschiedenen Böden. Für kleine Fleckchen nehmen sie dazu einen Stahlzylinder und füllen ihn mit definierten Mengen Wasser. „Am Wasserstand sehen wir, wie viel versickert“, erklärt Weiler. Große Flächen beregnen sie künstlich. Anschließend bestimmen sie den Wassergehalt des Untergrunds. In Ablaufrinnen quantifizieren die Forscherinnen und Forscher, welche Mengen an Wasser und Sediment je Zeiteinheit abfließen.

Ein Fazit: „Das größte Problem für Städte ist das, was von außen kommt.“ Starkregen spült oft

reichlich Wasser, Erde und Steine aus der Umgebung in die Straßen und die Kanalisation. „Dadurch potenziert sich die Wirkung des Niederschlags vor Ort“, sagt Weiler. Weitere Beiträge leisten natürliche Faktoren wie die Bodenbeschaffenheit sowie vom Menschen gemachte Bedingungen. So können sich beispielsweise abfallende Forstwege ohne Ausleitungen bei Starkregen in Sturzbäche verwandeln. Durch den Anbau bestimmter Sorten von Hülsenfrüchten, Mais und anderer Getreide, die erst im Frühjahr gesät werden, werden Ackerböden bei großen Niederschlagsmengen schutzlos starken Ergüssen ausgesetzt. Dabei kann das Erdreich verschlämmt, also undurchlässig werden. Das Wasser fließt dann vermehrt und schneller ab und reißt wertvollen Grund mit. Bewachsene Felder und Wälder hingegen beugen Wasser- und Schlammfluten vor, erklärt Weiler: „Optimal ist eine dichte Vegetation mit guter Durchwurzelung des Bodens.“

Bewuchs lohnt sich auch in Städten – etwa begrünte Dächer oder Bäume. „Stadtbäume halten einen Großteil der Niederschläge zurück“,

sagt Weiler. Das habe seine Arbeitsgruppe im Freiburger Stadtviertel Vauban gemessen. „Beim Wasserhaushalt haben sie dort damals das Maximale herausgeholt.“ Von begrünten Dächern gelangt Regen ebenfalls verzögert zu Boden. Sie speichern Wasser und verringern die Intensität, mit der es bei Niederschlägen in die Kanalisation strömt. Grundsätzlich gut findet Weiler auch Dachrinnen, die Niederschläge in Gärten oder auf andere durchlässige Flächen ableiten. Nur dürfe dabei nicht zu viel Nass auf kleinem Raum versickern, sonst könne der Grundwasserspiegel ansteigen und Wasser in die Keller drücken.

### Abläufe an der Oberfläche

Weitgehend zufrieden stimmen ihn die Umbaupläne für den Freiburger Platz der Alten Synagoge: „Es ist generell gut, wenn neu angelegte Flächen gepflastert und damit nur teilversiegelt sind.“ Pflaster lässt immerhin etwas Wasser durch. Was dagegen auf versiegeltem Boden, also auf asphaltierten Straßen und betonierten Plätzen, niederschlägt, rauscht ungehindert in die Kanalisation. Hinzu kommt das Wasser von Dächern, deren Ablaufrohre direkt in Gullys münden. Wenn es wie aus Kübeln gießt, ist die Kanalisation schnell überfordert: Wasser drückt die Gullydeckel nach oben, sprudelt hinaus, dringt in Garagen und Keller ein. Versiegelte Flächen machen Städte zudem wärmer, denn je mehr Wasser oberflächlich abfließt, desto weniger verdunstet, weil der Grundwasserspiegel sinkt. „Jede Art von Versiegelung ist nachteilig“, fasst Weiler zusammen, „deshalb bin ich froh, wenn keine Teermaschinen auffahren.“

Der Wissenschaftler kritisiert auch, dass Stadtplanungen oft die Aspekte Speichern und Verdunsten vernachlässigen und zu sehr auf Abfließen ausgerichtet sind. Wenn Abläufe, dann sollten sie möglichst an der Oberfläche liegen – wie Kanäle oder Bäche: „Dort schärfen sie in der Bevölkerung das Bewusstsein für mögliche Gefahren.“ Sinnvoll können auch alternative Abflusswege sein. Eine schweizerische Autobahn ist so angelegt, dass sie bei heftigen Niederschlägen vollläuft und deshalb ein- bis zweimal im Jahr gesperrt wird. „Der Aufwand solcher Maßnahmen muss aber dem Risiko angemessen sein“, betont Weiler. Für den einzelnen Ort ist die Wahrscheinlichkeit einer Überschwemmung durch Starkregen gering. Dass schwere Niederschläge wie die im Frühjahr 2016 beobachteten zunehmen, lasse sich statistisch kaum beweisen, so der Hydrologe: „Lokal können sie sich alle 50 bis 100 Jahre ereignen.“

Nicht nur den Wassermassen, auch den Wegen kleiner Wassermengen gilt Weilers Interesse. „Ich fände es spannend, verschiedene kleine Einzugsgebiete mit markiertem Wasser, Kohlenstoff und Stickstoff zu versetzen und zu beobachten.“ Wo wandern die Stoffe hin? Wo halten sie sich wie lange auf? Welche Austauschprozesse mit Pflanzen und Tieren finden statt? Leider lasse ihm seine Arbeit als Professor keine Zeit für längere Feldversuche. „Aber meine Gummistiefel habe ich noch nicht weggeworfen.“

[www.naturnahe-regenwasserbewirtschaftung.info](http://www.naturnahe-regenwasserbewirtschaftung.info)



*Prof. Dr. Markus Weiler hat sein Hydrologiestudium 1997 in Freiburg mit dem Diplom abgeschlossen. Elf Jahre danach kehrte er als Professor ans Institut für Hydrologie der Universität Freiburg zurück. Dazwischen liegen mehrere Auslandsaufenthalte, zunächst in der Schweiz, wo Weiler an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich promoviert wurde. Anschließend ging er als Postdoc an die Oregon State University/USA und später als Assistant Professor an die kanadische University of British Columbia. Seine Forschungsschwerpunkte sind Tracerhydrologie, die Effekte von Starkniederschlägen und naturnahe Regenwasserbewirtschaftung für nachhaltigere Städte.*

*Foto: Patrick Seeger*

### Zum Weiterlesen

Jackisch, N. / Weiler, M. (2015): The hydrologic outcome of a Low Impact Development (LID) site including superposition with streamflow peaks. In: Urban Water Journal. <http://dx.doi.org/10.1080/1573062X.2015.1080735>

Merz, B. / Aerts, J. C. J. H. / Arnbjerg-Nielsen, K. et al. (2014): Floods and climate: emerging perspectives for flood risk assessment and management. In: Natural Hazards and Earth System Sciences 14/7, S. 1921–1942.

Steinbrich, A. / Weiler, M. (2009): Ausweisung der für die Hochwasserentstehung wichtigen Abflussbildungsprozesse für Baden-Württemberg. In: Casper, M. / Gronz, O. (Hrsg.) (2010): Abflüsse aus extremen Niederschlägen. Beiträge zum 2. Trierer Workshop zur Niederschlag-Abfluss-Modellierung am 14./15. September 2009 in Trier. Hennef, S. 171–185. (= Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 28/10).

# Strom im Flug erzeugen

Höhenwindkraftwerke versprechen eine hohe Energieausbeute, die sich mit der passenden Steuerung maximieren lässt

von Nicolas Scherger



Der metallene Arm dreht sich erst langsam, dann immer schneller. Ein Flugzeug mit etwa zwei Meter Flügelspannweite hängt an einem dünnen Seil, zunächst nur wenige Dezimeter vom Ende des Arms entfernt. Durch die Rotation bekommt es auf seiner Kreisbahn Auftrieb. So kann die Winde unter dem Metallarm das Seil verlängern, an dem das Flugzeug zerrt. Dieses steigt dadurch in einer spiralförmigen Bahn auf und zieht immer weitere Kreise. Schließlich stoppt die Drehbewegung des Arms, und das Flugzeug geht dazu über, Achterfiguren zu fliegen, bis das 600 Meter lange Seil vollständig ausgerollt ist. Dann folgt ein Sturzflug. Die Winde zieht das Seil ein, das Flugzeug fliegt auf die

Winde zu, nimmt eine Kurve und beginnt erneut, Achterfiguren zu fliegen. Dabei rollt die Winde das Seil wieder aus. Der nächste Zyklus beginnt – ähnlich wie bei einem Jo-Jo.

**„Mit unserem Drachen reduzieren wir ein Windrad auf die Flügelspitze“**

Noch ist keine dieser Anlagen in Betrieb. Doch geht es nach Moritz Diehl, werden sie in einigen Jahren Strom aus Höhenwindkraft erzeugen. Der Freiburger Professor für Systemtheorie, Rege-



*Die Freiburger Forscher haben einen Prototyp des rotierenden Arms gebaut, der den an einem Seil befestigten Drachen zur Energiegewinnung in die Luft befördert. Foto: Patrick Seeger*

lungstechnik und Optimierung ist überzeugt von den Vorteilen, die seine Flugzeuge, die wie voll automatisierte Lenkdrachen ihre Bahnen am Himmel ziehen, gegenüber konventionellen Windkraftanlagen haben. „Mit unserem Drachen reduzieren wir ein Windrad auf die Flügelspitze, also auf den Teil, der sich am schnellsten dreht und die meiste Kraft erzeugt“, sagt Diehl. Das spart Material und damit Kosten.

#### **Kräftiger, beständiger Wind**

Zudem bläst der Wind in mehreren Hundert Meter Höhe kräftiger und beständiger als in Bodennähe. Eine Flugwindkraftanlage kann daher nahe-

zu pausenlos Strom erzeugen und steht nicht still, wenn der Wind ausbleibt oder aus der falschen Richtung kommt. Der Jahresertrag soll dadurch im Vergleich zum Windrad mindestens doppelt so hoch sein. Die Anlagen, so die Erwartung, sind also effizienter, machen die Energieerzeugung günstiger und können damit dazu beitragen, den Strompreis zu senken. Ein Einsatz wäre an Land denkbar, vor allem aber auf See sinnvoll: Rund um Arm und Winde muss der Raum einer Halbkugel mit dem Radius der Seillänge für die Drachen frei bleiben.

Derzeit sind zwei Systeme in der Entwicklung, mit denen sich aus der Höhenwindkraft Strom erzeugen lässt. Eines sieht von Propellern angetriebene Generatoren an Bord des Flugzeugs vor. Mit diesen Propellern ist das Flugzeug gleichzeitig leichter in die Luft zu bringen und zu steuern, ein rotierender Arm für den Start ist nicht nötig. Zudem kann es konstant auf der Flugbahn bleiben, auf der es die maximale Energie erntet, anstatt immer wieder in den Sturzflug gehen zu müssen. Allerdings sind Flugzeuge mit Generatoren an Bord deutlich schwerer. Vor allem jedoch hängen sie nicht an einem einfachen Seil, sondern an einem Kabel, das den Strom zum Boden bringt.

#### **Mathematische Modelle**

Diehl befasst sich daher besonders mit der anderen, eingangs beschriebenen Variante: Der Generator steht am Boden und wird mit dem Ausrollen des Seils, an dem der aufsteigende Drachen zerrt, angetrieben. Das erfordert Phasen des Steig- und des Sinkflugs im regelmäßigen Wechsel. Die Bilanz falle dennoch positiv aus, erklärt Diehl: „Beim Einrollen des Seils verbrauchen wir zwar wieder etwas Strom, aber weit weniger, als wir zuvor gewonnen haben.“ Bei diesem System sind zwei Drachentypen möglich: weiche, die ähnlich gebaut sind wie Gleitschirme, und feste, also Flugzeuge aus Kohlefaserverbundstoffen. Die weichen sind leichter, aber auch langsamer, und das Material der dünnen Segelmembranen altert schneller. Die schnelleren Flugzeuge haben mehr Zugkraft, sind dadurch aber auch schwieriger zu steuern.

An diesem Punkt setzt Diehls Forschung an: „Wir simulieren die Anlagen mit dem Ziel, die Steuerung für die maximale Energieausbeute zu optimieren.“ Damit ein hoher Ertrag möglich ist,



*Leicht und schnell: Flugzeuge aus Kohlefaserverbundstoffen sind für den Einsatz in Höhenwindkraftwerken hervorragend geeignet. Fotos: Patrick Seeger*

müssen die Bestandteile und Einstellungen genau aufeinander abgestimmt sein: etwa die Länge und Dicke des Seils, die Geschwindigkeit, in der es ausgerollt wird, die Größe und äußere Form des Flugzeugs, die Figuren, die es fliegt – all das wiederum angepasst an die Windverhältnisse am Standort der Anlage, die überdies im Jahresverlauf schwanken. Für diese komplexen Berechnungen entwickelt das Team am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) mathematische Modelle, mit denen sich die Anlagen am Computer simulieren lassen, bis das ideale Design ermit-

## „Die Nutzung der Höhenwindkraft ist ein alter Traum von mir“

telt ist. So hat sich beispielsweise herausgestellt, dass das Seil für eine maximale Energieernte etwa mit einem Drittel der Windgeschwindigkeit ausgerollt werden muss.

Die Steuerung der gesamten Anlage soll vollautomatisch erfolgen. Besonders knifflig sind dabei Start und Landung. Diehl und sein Team haben deshalb einen Prototyp des rotierenden Arms gebaut. Die Konstruktion hilft den Forscherinnen und Forschern, genaue Daten zum Flugverhalten des angeleiteten Drachens zu erheben und auf deren Grundlage die Simulation zu verbessern. Dazu ist er mit Sensoren ausgestattet, die permanent Daten wie Flughöhe und -geschwindigkeit oder Windrichtung und -stärke aufzeichnen.

Darüber hinaus soll sich das Flugzeug nach dem Start möglichst nah an der optimalen Flugbahn halten und Turbulenzen ausgleichen. Dies gelingt mithilfe von beweglichen Klappen. „Das ist so ähnlich wie beim Autofahren, wenn man Seitenwind hat und ein bisschen gegenlenkt“, sagt Diehl – nur muss das Flugzeug sich selbst steuern. Dafür braucht es eine Fähigkeit, die der Forscher als „prädiktive Regelung“ bezeichnet: Es muss neue Situationen voraussagen und reagieren können, bevor sie eintreten.

### 100 Prognosen je Sekunde

Ein im Flugzeug eingebetteter Computer versucht dabei zunächst, aus den Messdaten zu schätzen, wo genau das Flugzeug am Himmel steht, wie es sich bewegt und welchem Wind es gerade ausgesetzt ist. So registriert er etwa plötzliche Böen und errechnet, was das Flugzeug in der folgenden Sekunde tun kann, um trotz der Störung der idealen Bahn möglichst nahezukommen. Daraus ergeben sich neue Messdaten, auf die der Computer wieder reagiert. So entsteht ein Regelkreis: Alle zehn Millisekunden, also 100-mal in der Sekunde, wird die Planung überarbeitet. Der Flug wird dadurch ruhiger und stabiler.

Dennoch seien die damit gewonnenen Einflussmöglichkeiten vergleichsweise gering, sagt Diehl. Für die Energieausbeute seien vor allem das Design der Anlage sowie der Startvorgang entscheidend. „Bei einem Ball hängt die Flugbahn auch im Wesentlichen davon ab, wie groß und schwer er ist, wie stark und in welchem Winkel ich ihn werfe – ist er erst einmal in der Luft, hat er seine eigene Dynamik.“ Wichtig ist auf jeden Fall, dass der Drache nicht statisch am Himmel steht, sondern Kreise oder Achten fliegt.

Das erhöht, wie beim gewöhnlichen Lenkdrachen, die Zugkraft um ein Vielfaches.

Der Wissenschaftler bescheinigt den Höhenwindkraftanlagen ein großes Potenzial. „Ein Quadratmeter Flügelfläche kann übers Jahr gemittelt den gesamten Energiebedarf von zwei Menschen mit europäischem Lebensstil decken. Das entspricht der Leistung von 125 Quadratmeter Fotovoltaikfläche.“ Seine Vision sind aber noch ergiebigere Systeme: In Zukunft sollen bis zu drei Drachen an einem Seil kreisen – was die Energieausbeute aufgrund der stärkeren Zugkraft erhöht, aber die Steuerung noch anspruchsvoller macht, da die Flugzeuge einander nicht in die Quere kommen dürfen.

Diehl forscht derzeit in zwei Projekten zur Höhenwindkraft: Highwind, für das der Wissenschaftler einen Starting Grant des Europäischen Forschungsrats (ERC) erhalten hat, und Awesco, einem ebenfalls von der Europäischen Union geförderten Verbund von acht wissenschaftlichen und vier industriellen Partnern. Die alle zwei Jahre stattfindende Fachtagung „Airborne Wind Energy Conference“ wird das nächste Mal – am 5./6. Oktober 2017 – von der Universität Freiburg ausgerichtet. „Die Nutzung der Höhenwindkraft ist ein alter Traum von mir“, sagt Diehl. „Ich freue mich, dass jetzt so viele Leute an dem Thema arbeiten.“

[www.syscop.de](http://www.syscop.de)

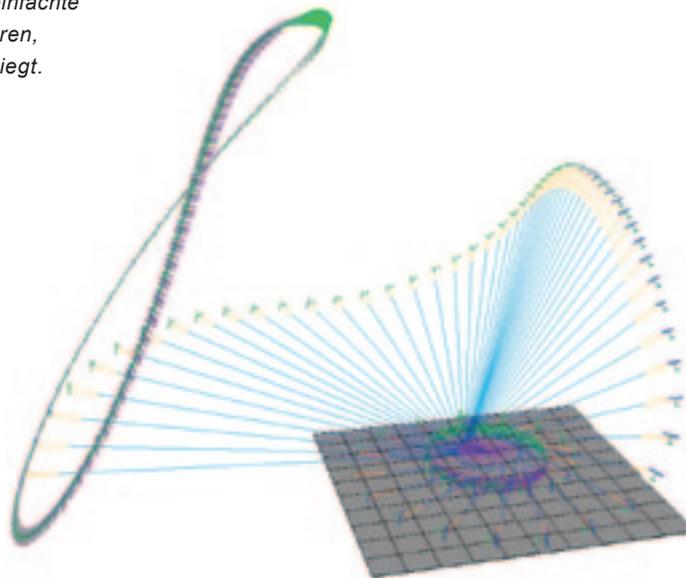


*Prof. Dr. Moritz Diehl hat Physik und Mathematik in Heidelberg und Cambridge/England studiert. 2001 wurde er am Interdisziplinären Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen der Universität Heidelberg promoviert. Von 2006 bis 2013 war Diehl Professor am Department für Elektrotechnik der Katholischen Universität Leuven/Belgien und leitete dort das Optimization in Engineering Center (OPTEC). Seit 2014 hat er die Professur für Systemtheorie, Regelungstechnik und Optimierung am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg inne. Sein Forschungsinteresse gilt der Entwicklung schneller Algorithmen für die Echtzeitoptimierung dynamischer Systeme und ihrer Anwendung auf Regelungs- und Schätzprobleme in Ingenieursdisziplinen wie der Verfahrenstechnik, Robotik, Energietechnik und Mikrosystemtechnik.*

*Foto: Patrick Seeger*

*Erst Kreise, dann Achten: Die vereinfachte Darstellung zeigt die beiden Figuren, die der Drachen beim Aufsteigen fliegt.*

*Grafik: Greg Horn*



## Zum Weiterlesen

Erhard, M./Horn, G./Diehl, M. (2016): A quaternion-based model for optimal control of the SkySails airborne wind energy system. In: Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik. doi: 10.1002/zamm.201500180.

Stuyts, J./Horn, G./Vandermeulen, W. et al. (2015): Effect of the electrical energy conversion on optimal cycles for pumping airborne wind energy. In: IEEE Transactions on Sustainable Energy 6/1, S. 2-10.

Ahrens, U./Diehl, M./Schmehl, R. (Hrsg.) (2013): Airborne Wind Energy. Berlin/Heidelberg. (= Green Energy and Technology).

Videobeitrag der Universität Freiburg: [www.pr.uni-freiburg.de/go/hoehenwindkraft](http://www.pr.uni-freiburg.de/go/hoehenwindkraft)

Wertvolles Stück Papier: Mit einem maltesischen Pass kann eine Person in allen 28 Ländern der Europäischen Union sowie in der Schweiz leben, arbeiten, studieren oder in die Schule gehen. Zudem kann sie ohne Visum in 151 Länder einreisen.

Fotos: Maksym Yemelyanov, keki, 12ee12 (alle fotolia), Montage: Kathrin Jachmann

16



# Der Exklusivklub

Wie sich das Prinzip der Staatsbürgerschaft auf die globale Ungleichheit auswirkt

von Yvonne Troll

Die 25-jährige Fatuma schultert ihre leeren Gefäße. Wie jeden Tag wird sie die fünf Kilometer von ihrem Dorf im ostafrikanischen Äthiopien bis zur nächstgelegenen Wasserstelle zu Fuß zurücklegen. Fließendes Wasser gibt es in ihrer Hütte ebenso wenig wie Strom. Aber Fatuma hat Glück: Wenige Monate zuvor hat sie eine schwere Durchfallerkrankung überlebt, obwohl es keine Ärztinnen und Ärzte in ihrer Nähe gibt. Ihre Altersgenossin Greta sitzt einige Tausend Kilometer weit weg in ihrer schwedischen Heimatstadt vor dem Computer und lernt Deutsch. Sie hat vor Kurzem ihr Studium der Betriebswirtschaftslehre abgeschlossen und wird in wenigen Wochen eine Stelle in einem IT-Unternehmen in Frankfurt antreten.

## „Mich interessiert das Doppelmaß, das reiche Länder anlegen“

Eine Äthiopierin und eine Schwedin – zwei sehr unterschiedliche Lebensrealitäten. Prof. Dr. Manuela Boatcă interessiert, wie diese Ungleichheit zustande kommt und warum sie fortbesteht. Dabei nimmt die Freiburger Soziologin vor allem eines unter die Lupe: Staatsbürgerschaften. „Fatumas und Gretas unterschiedliche Nationalitäten entscheiden darüber, welche Möglichkeiten sie haben, ohne Visum zu reisen oder gar zu migrieren.“ Noch wichtiger: Sofern Menschen nicht in einem Industrieland lebten, sage ihre Staatsbürgerschaft etwas darüber aus, ob sie im eigenen Land Zugang zu sauberem Wasser, zu Nahrung, Bildung, medizinischer Versorgung und Sicherheit haben.

Staatsbürgerschaft ist also ein wertvolles Gut. Einige Länder der Europäischen Union (EU) haben das erkannt: Seit der Finanzkrise im Jahr 2008 nutzen immer mehr wirtschaftlich gebeutelte Länder den Verkauf von Staatsbürgerschaften oder Aufenthaltsgenehmigungen mit späterer Einbürgerung als profitable Einnahmequelle. Diese Praxis ließ Boatcă aufhorchen. „Mich interessiert das Doppelmaß, das reiche Länder anlegen, wenn arme und wohlhabende Menschen international migrieren wollen.“

Boatcă analysiert Migrationsströme und politische Entwicklungen, die bestimmen, unter welchen Voraussetzungen Menschen aus armen Ländern in ein EU-Land einwandern können.

Greta kann die meisten Grenzen der Welt visumfrei passieren und dank des Schengener Abkommens sogar ohne Sondererlaubnis in Deutschland und vielen anderen Ländern arbeiten. Dagegen könnte Fatuma mit einem äthiopischen Pass gerade einmal 36 Nationen bereisen – wie ihre Heimat ausnahmslos arme Länder. Auf legalem Weg in die EU einzureisen oder dort zu leben ist für sie nahezu unmöglich. Schon um das Geld für die Beschaffung eines Passes aufzubringen, müsste sie viele Stunden arbeiten. Greta hingegen kostet ein Reisepass gerade mal so viel, wie sie in einer einzigen Arbeitsstunde verdient.

Ganz anders sähe es aus, wenn Fatuma reich wäre. Staatsbürgerin Maltas könnte sie etwa werden, wenn sie 650.000 Euro in Staatsanleihen, 350.000 Euro in Staatsfonds und 150.000 Euro in Immobilien investieren würde. Um die maltesische Nationalität gehe es dabei natürlich nicht, so Boatcă. Wer jedoch Malteserin oder Malteser wird, erwirbt zugleich das Recht, in allen 28 EU-Ländern und in der Schweiz zu leben, zu arbeiten, zu studieren oder in die Schule zu gehen sowie ohne Visum in 151 Länder einzureisen, unter anderem in Kanada. Auch andere EU-Mitglieder wie Ungarn, Lettland, Griechenland, Portugal und Zypern machen Geschäfte mit den begehrten Papieren. In Lettland bekommt man bereits für 140.000 Euro eine fünfjährige Aufenthaltsbewilligung mit Aussicht auf Verlängerung.

### Männer an der Spitze

„Die EU-Staatsbürgerschaft ist wie ein Bündel von Privilegien in einem exklusiven Klub“, sagt Boatcă. Wer das Glück habe, auf EU-Territorium zu leben, genieße diese Privilegien. Wer nicht, sei von ihnen ausgeschlossen. Der Verkauf von Staatsbürgerschaften öffne aber seit einigen Jahren eine Hintertür für eine kleine Anzahl ohnehin privilegierter Nicht-EU-Bürgerinnen und -Bürger, vor allem aus China, Russland oder dem arabischen Raum. „Für mittellose Menschen aus unterentwickelten Regionen, für die es oft um existenzielle Dinge geht, ist ein EU-Pass jedoch ein Luxus, der in weiter Ferne liegt.“

Fatuma steht zudem nicht nur ihre Armut im Weg. Neben dem Thema Staatsbürgerschaft erforscht Boatcă ein weiteres Kriterium, das ebenfalls in den meisten Fällen qua Geburt zugewiesen wird und die Lebensbedingungen eines

Menschen beeinflussen kann: das Geschlecht. Es spielt beispielsweise eine Rolle für die Bildung, denn viele arme Familien in Entwicklungsländern schicken zunächst ihre Söhne in die Schule. Nur wenn das Schulgeld reicht, dürfen die Töchter ebenfalls am Unterricht teilnehmen. Selbst beim

## „Die Grenzen sollten geöffnet werden“

Essen haben Jungen Vorrang. Gibt es nicht genügend Lebensmittel für alle, bekommen die Mädchen häufig nur das, was übrig bleibt, nachdem ihre Brüder gegessen haben. Damit unterliegen sie von vornherein einem größeren Risiko, mangelernährt zu werden und vor Erreichen des fünften Lebensjahrs zu sterben. Nahrungsmangel ist in

reichen Ländern hingegen in der Regel kein Thema; das Geschlecht ist diesbezüglich irrelevant. Für Greta in Schweden herrscht zudem Schulpflicht bis zum 16. Lebensjahr.

Boatcă geht noch einen Schritt weiter: Sie untersucht den Zusammenhang zwischen Wohlstand und Geschlecht. „Die überwiegende Anzahl von Investoren, die sich den Kauf einer EU-Staatsbürgerschaft und damit eine wesentliche Verbesserung ihrer Perspektiven leisten können, ist männlich“, betont sie. Unter den 100 reichsten Menschen, die das US-amerikanische Wirtschaftsmagazin „Forbes“ jährlich ermittelt, sind im Jahr 2016 lediglich acht Frauen. „Das ist die logische Konsequenz aus einer Welt, in der Frauen der Zugang zu vielen Schritten der Kapitalanhäufung verwehrt wird.“ Kaum verwunderlich mag es erscheinen, dass die Superreichen



Die Staatsbürgerschaft beschränkt Menschen aus armen Ländern in ihren Möglichkeiten, zu reisen oder gar zu migrieren. Damit entscheidet sie auch über den Zugang zu sauberem Wasser, zu Nahrung, Bildung, medizinischer Versorgung und Sicherheit. Foto: africa/Fotolia



*Durch den Verkauf von Staatsbürgerschaften öffne sich für wenige privilegierte Bürger vor allem aus China, Russland und dem arabischen Raum eine Hintertür nach Europa, sagt Manuela Boatcă.*

*Foto: Dangubic/Fotolia*

größtenteils aus den USA sowie aus Staaten der EU kommen. Lediglich ein einziger Investor stammt etwa vom afrikanischen Kontinent – ein Mann aus Nigeria.

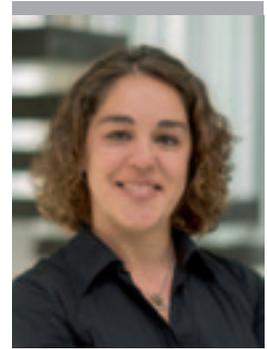
### **Festung mit Schlupflöchern**

Was hat nun die Staatsbürgerschaft damit zu tun? Boatcă sieht in ihr ein Instrument, mit dem wohlhabende Staaten ihren Reichtum schützen, indem sie Armen den Zutritt zu ihrem Territorium und den damit verbundenen Privilegien verwehren. „Staatsbürgerschaft zementiert die globale Ungleichheit, mehr noch, sie verstärkt sie.“ Die Forscherin hat dafür den Begriff „Kolonialität der Staatsbürgerschaft“ eingeführt, der auf den von dem peruanischen Soziologen Aníbal Quijano geprägten Terminus „Kolonialität der Macht“ zurückgeht. Quijano wollte damit ausdrücken, dass die Hierarchien zwischen Kolonialmächten und den von ihnen unterworfenen Ländern auch nach deren Unabhängigkeit fortbestehen. „Teile der EU sind all diejenigen Länder, die die Welt vor noch gar nicht langer Zeit unter sich aufgeteilt haben. Sie haben durch militärische Intervention, koloniale Expansion und Imperialismus viel Reichtum angehäuft. Die Vergabe von Staats-

bürgerschaften erhält dieses koloniale Gefälle weiterhin aufrecht“, erklärt Boatcă. In gleichem Maße, in dem die EU Schlupflöcher für die Einwanderung von Reichen schaffe, erhöhe sie die Hürden für Arme. „Das ist für mich ein Paradoxon, das mit keinem der Prinzipien liberaler Demokratien in Einklang zu bringen ist.“ Die Soziologin ist der Ansicht, dass der Zufall der Geburt nicht über die Chancen für den Rest des Lebens entscheiden darf.

Was aber ist die Alternative? „Ich glaube nicht, dass Staatsbürgerschaften das Problem sind, sondern Grenzen. Das sollte auch Grundlage der Politiken werden. Sehr vereinfacht ausgedrückt: Die Grenzen sollten geöffnet werden.“ Dies würde dazu führen, dass mehr Menschen migrierten – doch die Horrorszenarien, die damit einhergingen, entbehrten einer realistischen Grundlage, betont Boatcă. Offene Grenzen ließen nicht die Massen nach Europa stürmen, wie momentan befürchtet werde, denn schließlich migrierten zurzeit nur etwa drei Prozent der Weltbevölkerung international. Die meisten hätten nicht die Mittel dafür oder sähen bessere Chancen für ihre unmittelbare Zukunft, wenn sie in ein Nachbarland auswanderten. Die positiven Effekte wären dagegen ungleich größer. „Die aktuelle Abschottung der wohlhabenden Länder schafft sehr viel Konkurrenzdruck unter den Bevölkerungsgruppen, die außerhalb des Westens leben und nach Europa migrieren wollen. Eine Öffnung der Grenzen würde diesen Druck nehmen – auf globaler wie nationaler Ebene.“

[www.pr.uni-freiburg.de/go/boatca](http://www.pr.uni-freiburg.de/go/boatca)



***Prof. Dr. Manuela Boatcă** hat Anglistik und Germanistik an der Universität von Bukarest/Rumänien studiert. 2002 wurde sie am Institut für Soziologie an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt promoviert. Nach Forschungsaufenthalten in den USA und in Brasilien nahm sie eine Stelle als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lateinamerika-Institut der Freien Universität Berlin an, wo sie 2011 zur Professorin ernannt wurde. Seit 2015 hat sie an der Universität Freiburg eine Professur für Soziologie mit Schwerpunkt Makrosoziologie inne. Boatcă forscht zu Fragen der globalen Ungleichheit, der Migration und des Rassismus im Zusammenhang mit der kolonialen Expansion Europas seit dem 16. Jahrhundert.*

*Foto: Michael Fahrig*

### **Zum Weiterlesen**

Boatcă, M./Roth, J. (2016): Staatsbürgerschaft, Gender und globale Ungleichheiten. In: *Feministische Studien* 34/2 (im Druck).

Boatcă, M./Roth, J. (2016): Unequal and gendered: notes on the coloniality of citizenship. In: *Current Sociology* 64/2, S. 191–212.

Boatcă, M. (2015): Globale Ungleichheiten und gekaufte Staatsbürgerschaft. Zum Mechanismus eines knappen Gutes. In: Robertson-von Trotha, C. (Hrsg.) (2015): *Die Zwischengesellschaft. Aufbrüche zwischen Tradition und Moderne?* Baden-Baden, S. 147–160.



Die Termitenart *Macrotermes bellicosus* züchtet in ihrem Bau Pilze, von denen sich die Kolonie ernährt. Foto: Judith Korb

# Soziale Insekten trotzen dem Altern

Fruchtbarkeit und Lebenserwartung sind meist negativ miteinander verknüpft – nicht so bei Ameisen, Bienen und Termiten

von Stephanie Heyl

Es ist das vielleicht am wenigsten verstandene Phänomen der Biologie: Bis heute gibt es keine wissenschaftliche Antwort auf die Frage, warum Organismen altern. Eine mögliche Erklärung bietet die Disposable-Soma-Theorie, eine Evolutionstheorie des Alterns. Ihr zufolge herrscht in jedem Körper ein Verteilungskonflikt. „Organismen müssen ihre begrenzten Nahrungsressourcen auf die Körperfunktionen Wachstum, Selbsterhaltung und Fortpflanzung aufteilen“, sagt die Biologin Prof. Dr. Judith Korb vom Institut für Zoologie der Universität Freiburg. Was in Stoffwechsel und Reparatur fließt, ist für die Vermehrung nicht mehr da. Es kann also nicht alles optimal sein – eine lange Lebenszeit ist eine Konsequenz fehlender Fruchtbarkeit und umgekehrt.

## Unlösbares Dilemma?

Die „Kunst“ ist nun, den Aufwand für die Selbsterhaltung auf einem ausreichend hohen Niveau zu halten, um lebensstüchtig zu sein, ohne dass dabei Fortpflanzung und Wachstum zu kurz kommen. Altern ergibt sich als Resultat dieses Trade-offs. „Der Selektionsdruck sollte auf Organismen so wirken, dass sie das Produkt aus Lebenszeit mal Eiablage maximieren“, erklärt Korb. Die Fliege *Drosophila melanogaster* zeigt als Modellorganismus im Versuch: Ist die Fekundität – die Frucht-

barkeit über die gesamte Lebenszeit – hoch, leben die Individuen kürzer. Fliegen, die nicht verpaart werden oder genetisch bedingt keine Eier legen können, haben eine um 50 Prozent längere Lebenserwartung: Sie leben etwa drei statt zwei Monate.

„Larven, die sich zu Königinnen entwickeln, werden auch langlebiger“

Allerdings scheinen eusoziale, also Staaten bildende Insekten wie Bienen, Ameisen und Termiten dem vermeintlichen Dilemma – entweder höchste Fruchtbarkeit oder langes Leben – mühelos zu entkommen. Sie leben in Kolonien aus Hunderten bis Millionen von Tieren und haben Aufgaben wie Futtersuche, Nestabwehr und Reproduktion auf spezialisierte Kasten verteilt. Obwohl alle Mitglieder der Kolonie denselben genetischen Hintergrund haben, weisen sie unterschiedliche Lebensspannen, Hormonzusammensetzungen und Erscheinungsbilder auf. Eine Termitenkönigin, die mit dem König zusammen allein für die Fortpflanzung im Nest verantwortlich ist, kann bis zu 20 Jahre alt werden, während es die sterilen Arbeiter und Soldaten ähnlich wie solitär lebende Insekten meist nur auf ein paar Monate bringen.

Seit Herbst 2015 ist Korb Sprecherin eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Projekts, in dem sich neun Teams mit der Frage beschäftigen, wie Sozialität den Konflikt zwischen Langlebigkeit und Fekundität bei sozialen Insekten aushebelt. Ein gemeinsames Set an Experimenten mit verschiedenen Arten wie Bienen, Ameisen und Termiten sowie der als Gegenmodell dienenden, solitär lebenden *Drosophila* soll Klarheit schaffen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um Korb

sorgen dafür, dass das Tier Arbeiter bleibt oder sogar in einen früheren Zustand zurückkehrt. Stammesgeschichtlich betrachtet ist dies der ursprünglichere Zustand, aus dem sich die höheren Termiten entwickelt haben. *Macrotermes* dagegen besitzt ein komplexes Sozialsystem, das seine Dynamik eingebüßt hat. Wer Königin wird, „weiß“ dies schon im Ei. Die Königin paart sich ein Leben lang mit demselben König und legt bis zu 20.000 Eier pro Tag. Die Arbeiter versorgen den Pilzgarten, füttern Königin, König

Bei der Termitenart *Cryptotermes secundus* können sich Arbeiter (weiß) zur Königin oder zum König (dunkel) entwickeln.

Fotos: Judith Korb



Fruchtbar und langlebig: Eine Königin (weiß) der Termitenart *Macrotermes bellicosus* legt täglich 20.000 Eier und kann, ebenso wie der König (braun), mehr als 20 Jahre alt werden. Die kleinen Tiere sind Arbeiter. Sie sind steril und leben nur zwei bis drei Monate lang.



widmen sich dabei dem Leben, Sterben und der Fortpflanzung von Termiten: der in Australien heimischen *Cryptotermes secundus* und der aus Afrika stammenden *Macrotermes bellicosus*. Termiten sind – anders als Bienen und Ameisen – keine Hautflügler, sondern Schaben. Sie entwickeln ihre Eusozialität daher unabhängig von den Hautflüglern. *Cryptotermes* lebt in Totholz und ernährt sich auch davon, ohne je das Nest zu verlassen. Die evolutiv höher stehende *Macrotermes* baut Lehmhügel mit einer ausgeklügelten Architektur. In Gärten züchtet sie Pilze, die ihr als Nahrungsgrundlage dienen.

#### Kolonie als Superorganismus

Die *Cryptotermes*-Königin legt mit 100 Eiern im Jahr etwa genauso viele Eier wie ein solitär lebendes Insekt. Einmalig sei die in der Kolonie herrschende Plastizität in Bezug auf die Entwicklung, betont Korb: „Alle Tiere sind totipotent, jedes Tier kann auch König oder Königin werden.“ Die Arbeiter sind Larven, die sich je nach Umweltreiz zu Soldaten, König oder Königin häuten können. Stationäre oder regressive Häutungen

und Brut, während die Soldaten einen Schutzschild um Königspaar und Kolonie bilden.

Wie schaffen es soziale Insekten, Fruchtbarkeit nicht mit Lebenszeit bezahlen zu müssen? „Es muss mit dem sozialen Leben zusammenhängen, da dieses Phänomen bei mehreren Insekten unabhängig voneinander entstanden ist“, sagt Korb. Die Arbeiter stecken alle Ressourcen in Immunabwehr und Nahrungsbeschaffung, die Königin kommt nicht mit Krankheitserregern in Kontakt und legt nur Eier. Der Superorganismus Termitenkolonie – so die These – ermöglicht es, Schaden, der normalerweise auf verschiedene Organe eines einzelnen Individuums verteilt würde, auf mehrere Individuen zu verteilen, sodass manche von ihnen anscheinend nicht altern. Zudem wirkt sich bei *Cryptotermes* auch die Plastizität hinsichtlich der Entwicklungsoption auf Alterungsprozesse aus. „Larven, die sich zu Königinnen entwickeln, werden auch langlebiger“, sagt die Evolutionsbiologin.

Um zu solchen Erkenntnissen zu gelangen, bestimmt Korbs Team unter anderem Markerpro-

teine, die typisch für den Alterungsprozess sind. Derartige Marker sind meist Proteine, die mit oxidativem Stress zu tun haben. Dieser hat einen direkten Einfluss auf das Altern von Zellen und entsteht, wenn so genannte freie Radikale – kurzlebige und reaktionsfreudige Moleküle, die aus Stoffwechselprozessen in der Zelle hervorgehen können – Bestandteile schädigen, die für die Funktion der Zellen wichtig sind. Ein solcher Marker ist etwa das Alterspigment Lipofuszin, das entsteht, wenn freie Radikale Proteine an-



greifen und oxidieren. Die Superoxiddismutase (SOD) hingegen beseitigt oxidative Schäden und steht ebenso im Verdacht, ein Alterungsmarker zu sein. Findet man bei einem Insekt Lipofuszin und SOD in hoher Konzentration, handelt es sich wahrscheinlich um ein älteres Tier.

### Signalwege und Schaltstellen

Die Forscherinnen und Forscher verfolgen noch eine weitere Spur. Es ist bekannt, dass verschiedene Signalwege im Körper die Verfügbarkeit von Nahrung prüfen und die vorhandenen Ressourcen verschiedenen Körperfunktionen zuteilen. Der Insulin/Insulin-like-peptide-Signalweg (IIS) ist ein Anzeiger für Kohlenhydrate, der Target-of-Rapamycin-Signalweg (TOR) für Proteine. IIS und TOR interagieren als zentrale Schaltstellen mit Hormonen und miteinander, um zu entscheiden, ob Gene für Immunabwehr, DNA-Reparatur oder Eiablage aktiviert werden. Die Wissenschaftler vermuten, dass diese Signalwege bei eusozialen Insekten anders interagieren als bei solitär lebenden und so den Zusammenhang zwischen Fekundität und Langlebigkeit be-

einflussen. Um diese Annahme zu überprüfen, manipulieren die Forscher in Experimenten die Fruchtbarkeit der Königinnen: Bei einigen entfernen sie die Eier, um die Tiere zur Produktion neuer Eier anzuregen, andere dagegen werden mit sterilen Männchen verpaart und legen keine befruchteten Eier mehr. Anschließend beobachten sie, wie sich ihre Maßnahmen auf den Alterungsprozess auswirken.

Temperaturschwankungen, Nahrungsknappheit und Substanzen, die durch Bildung freier Radikale den oxidativen Stress erhöhen, sind künstliche Stressauslöser, die zu einer Alterung der Tiere führen. Ob die Ergebnisse das Superorganismus-Prinzip in sozialen Gesellschaften bestätigen oder ob der Konflikt zwischen Fruchtbarkeit und Langlebigkeit doch durchbricht, bleibt abzuwarten. Es ist noch nicht klar, ob soziale Insekten überhaupt eine Alterungsphase durchleben. „Die wenigen vorhandenen Daten deuten darauf hin, dass Termiten bis zum Schluss Eier legen und dann plötzlich tot umfallen.“

[www.bio1.uni-freiburg.de/oeko/evo-eco](http://www.bio1.uni-freiburg.de/oeko/evo-eco)



*Prof. Dr. Judith Korb hat an der Universität Würzburg Biologie studiert und wurde dort 1997 promoviert. Stipendien des Deutschen Akademischen Austauschdiensts und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) führten sie als Postdoc an die Elfenbeinküste und nach Australien. Nachdem sie von 2000 bis 2004 an der Universität Regensburg eine Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe geleitet hatte, wurde Korb dort 2004 über „Die Entstehung und Aufrechterhaltung kooperativer Beziehungen bei Termiten“ habilitiert. Von 2008 bis 2013 war sie Professorin für Verhaltensbiologie an der Universität Osnabrück. Die DFG ernannte sie 2010 zum Mitglied von AcademiaNet, einer Datenbank für exzellente Wissenschaftlerinnen. Seit 2013 ist Korb Professorin in der Abteilung für Evolution und Ökologie der Universität Freiburg. Foto: privat*

### Zum Weiterlesen

Monroy Kuhn, J. M. / Korb, J. (2016): Aging and the re-shaping of the fecundity/longevity trade-off with sociality. In: *Current Opinion in Insects Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cois.2016.06.002>.

Rensing, L. / Rippe, V. (2014): *Altern: Zelluläre und molekulare Grundlagen, körperliche Veränderungen und Erkrankungen, Therapieansätze*. Berlin/Heidelberg.

Keller, L. / Jemielity, S. (2006): Social insects as a model to study the molecular basis of ageing. In: *Experimental Gerontology* 41/6, S. 553–556.

Die ästhetisch anspruchsvolle und klar verständliche Visualisierung von Daten, insbesondere in geographischen Karten, zählt zu den Markenzeichen von Geospin.

Grafik: max\_776/Fotolia, Kathrin Jachmann

# Datenschätze heben

Die Ausgründung Geospin hilft Unternehmen, den passenden Standort zu finden

von Claudia Fäßler

## „Wir waren immer schon von unternehmerischem Geist beseelt“

Beim Einkaufen, beim Twitttern, beim Bahnfahren, beim Kaufen von Theatertickets – der moderne Mensch hinterlässt täglich eine riesige Datenspur. Gesammelt werden diese Informationen unter anderem von Unternehmen. Doch die nutzen die Daten oft nicht in dem Maße, wie sie es könnten. „Hier liegt ein riesiger Datenschatz, den man allerdings nur heben kann, wenn man ihn zu lesen versteht“, sagt Dr. Christoph Gebele, Leiter Marketing und Vertrieb der Firma Geospin. Er ist einer von fünf Wissenschaftlern der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, die das Spin-off im März 2016 gegründet haben.

„90 Prozent aller Unternehmensdaten haben einen räumlichen Bezug“, heißt es auf der Website von Geospin. Die Kunst der jungen Existenzgründer: Sie können zum Beispiel die von Unternehmen gesammelten Daten so analysieren, dass die Firmen erfahren, wo sich – rein geographisch gesehen – neue Filialen rentieren würden. Würde also ein fiktives Unternehmen für Kaugummiautomaten wissen wollen, wo es idealerweise die nächsten Automaten aufstellen sollte, damit diese viel Umsatz bringen, schauen sich die Experten von Geospin an, wie viele Kaugummi an den bisherigen Automaten verkauft wurden.

### Open Data einbeziehen

Darüber hinaus ziehen sie weitere Faktoren zu Rate. „Wir nutzen zusätzlich zu den von dem Unternehmen zur Verfügung gestellten Daten so genannte Open Data“, erklärt Dr. Tobias Brandt, Experte für Analytik und Statistik bei Geospin. Das sind frei verfügbare, in der Regel öffentlich zugängliche Daten, unter anderem Zensus-, Wetter- oder Verkehrsdaten, die oft ebenfalls einen Raumbezug aufweisen. Auch Twitter-Daten beziehen Brandt und seine Kollegen ein. So kommt das Team dann womöglich zu dem Schluss, dass Kaugummiautomaten vor allem dort gefragt sind, wo es besonders viele Kinos gibt. Vielleicht spielt das aber auch gar keine

Rolle, und die aufgestellten Kaugummiautomaten werden besonders häufig an heißen Tagen aufgesucht.

„Wir arbeiten mit erklärenden und vorhersagenden Verfahren und helfen den Firmen so, einen maximalen Nutzen aus den gesammelten Daten zu ziehen“, sagt Gebele. Das Konzept wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und der Initiative „Existenzgründungen aus der Wissenschaft“ gefördert, und es kommt an: Die Dienste von Geospin sind inzwischen gefragt, Aufträge kommen aus Deutschland und der Schweiz.

### Statistische Modelle entwickeln

Die Idee einer Unternehmensgründung entstand auf einem zweiwöchigen Roadtrip nach einer Konferenz in Neuseeland. „Wir waren immer schon von unternehmerischem Geist beseelt und wollten das jetzt einfach mal ausprobieren“, sagt Gebele. Zuvor war ein Projekt, bei dem die Wissenschaftler mit einem deutschen Carsharing-Anbieter kooperiert hatten, auf sehr gute Resonanz gestoßen. Das könne als Unternehmensidee funktionieren, dachten sie sich.

„Viele Firmen verfügen über Unmengen betrieblicher Kennzahlen, die sie im Laufe der Jahre sammeln und speichern. Allerdings fehlt es oft an Know-how, was sich aus diesen Daten alles erkennen ließe, wenn man sie unter bestimmten Gesichtspunkten und mit dem richtigen Werkzeug betrachtet“, sagt Brandt. Das Werkzeug sind bestimmte Analysetools, die zum Beispiel helfen, die Daten nach den gewünschten Kriterien zu bereinigen und zueinander in Bezug zu setzen. Auf dieser Grundlage entwickeln die Experten von Geospin statistische Modelle. „Das funktioniert umso besser, je genauer ein Unternehmen schon weiß, was genau es wissen möchte“, sagt Brandt. „Aber wir können auch mit einem offenen Ansatz herangehen und schauen, was wir in den Daten finden.“



Wo rentieren sich Kaugummiautomaten, wo sind Carsharing-Parkplätze sinnvoll? Antworten auf solche Fragen lassen sich aus raumbezogenen Daten ableiten. Fotos: Thomas Kunz

Ein Markenzeichen des Start-ups ist die aufwendige, ästhetisch anspruchsvolle und klar verständliche Visualisierung der Daten, insbesondere in geographischen Karten. So haben zum Beispiel die Vorhersage und anschließende Visualisierung der Fahrzeugnachfrage dabei geholfen, dass das besagte Carsharing-Unternehmen bei einer geplanten Gebietserweiterung von vornherein die erfolgversprechendsten Ecken der Stadt anpeilen konnte – die Firma sparte sich so teure Testphasen.

„Natürlich sind der Idee auch Grenzen gesetzt“, sagt Prof. Dr. Dirk Neumann, der die Professur für Wirtschaftsinformatik an der Universität Freiburg innehat und die Ausgründung unterstützt hat. Ihm ist es zu verdanken, dass die fünf Firmengründer kostenlos an einem Business-Development-Lehrgang teilnehmen durften. „Das, was möglich ist, steht und fällt mit dem vorhandenen Material. In welchem Format liegen die Daten vor? Und sind überhaupt statistische Muster vorhanden, aus denen sich Rückschlüsse und Vorhersagen ableiten lassen?“ Je nachdem, wie gut und wie umfangreich die Daten seien, könnten dann auch zuverlässige Prognosen getroffen werden. Dabei ließen sich meist mehrere Möglichkeiten im Stil von „Was wäre, wenn?“ durchspielen. „Geospin verbindet maschinelles Lernen mit ökonomischen Verfahren“, sagt Neumann. Was den Firmengründern hilft, ist ihre Erfahrung

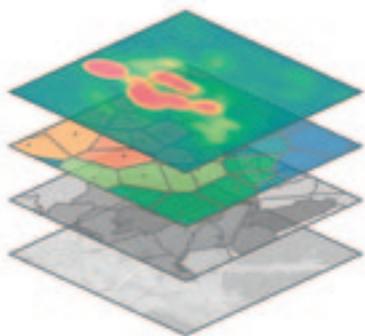
mit Daten. „Wir sehen inzwischen recht schnell, für welche Fragestellung sich welches Verfahren eignet oder eben nicht“, sagt Gebele.

#### Gemeinsame Basis für alle Daten

Bevor das Geospin-Team einen Datensatz auf die in ihm steckenden Geheimnisse untersucht, sind einige komplexe Arbeitsschritte nötig. Der scheinbar einfachste ist oft herausfordernd: Wie kommen die Daten vom Unternehmen zu Geospin? „Das sind ja meist sensible Kundendaten, die verschicken sie nicht mal eben so per E-Mail“, erklärt Gebele. Als Nächstes muss das Team die Daten auf Sauberkeit überprüfen. Das

### „Geospin verbindet maschinelles Lernen mit ökonomischen Verfahren“

heißt: Gibt es Lücken? Fehlerhafte Eingaben? Auffällige Ausreißer in die eine oder andere Richtung? Dann wird geschaut, in welchen Dimensionen die Daten sich bewegen. Können Aussagen über Stunden, Tage, Wochen getroffen werden? Handelt es sich um Punkt- oder Streckendaten? Zeiten? Beträge? Gebiete? „Die-



Mit statistischen Methoden lassen sich verschiedene Datenquellen auswerten, die relevanten Faktoren herausfiltern und die Ergebnisse zu einem Gesamtbild zusammensetzen. Grafik: Geospin



ses so genannte Screens nimmt eine Menge Zeit in Anspruch, doch es ist notwendig. Nur wenn wir alle vorhandenen Daten auf eine Basis bringen, ist eine zuverlässige Analyse mit Aussagekraft möglich“, sagt Brandt.

Das Analysieren von Daten kann jedoch auch aufs Glatteis führen. „Ein Großteil der Daten in einem Datensatz ist überflüssig und nicht relevant für das, was man herausfinden möchte“, so Gebele. „Hier besteht die Gefahr, dass man schnell Zusammenhänge sieht, die aber nicht zwingend kausal sind. So etwas wollen wir natürlich vermeiden.“

Ist die Analyse einmal gelungen, kann die Zusammenarbeit mit dem Unternehmen auf eine dauerhafte Partnerschaft ausgedehnt werden. „Wir wollen dabei helfen, Probleme zu lösen, die eine bestimmte Relevanz haben“, betont Brandt. „Deswegen sind wir ja in der angewandten Wissenschaft unterwegs.“

[www.geospin.de](http://www.geospin.de)



**Dr. Christoph Gebele** hat in Freiburg Volkswirtschaftslehre studiert und wurde an der Professur für Marketing und Gesundheitsmanagement der Albert-Ludwigs-Universität promoviert. In seiner Dissertation untersuchte er die Informationsverarbeitung und das Entscheidungsverhalten von Konsumentinnen und Konsumenten. Seine Kenntnisse in der quantitativen Marktforschung sowie der Markt- und Wettbewerbsanalyse hat er bereits in verschiedenen Beratungsprojekten eingesetzt.

Fotos: Thomas Kunz



**Dr. Tobias Brandt** hat Volkswirtschaftslehre an der Universität Freiburg studiert. Anschließend wurde er als Stipendiat der „Stiftung der Deutschen Wirtschaft“ an der Professur für Wirtschaftsinformatik der Albert-Ludwigs-Universität über Synergien zwischen regenerativer Energieerzeugung und Elektromobilität promoviert. Danach leitete er die Forschungsgruppe „Smart Cities & Industries“ an der Professur für Wirtschaftsinformatik. Seit September 2016 ist er Assistenzprofessor an der niederländischen Rotterdam School of Management, Erasmus University.



**Prof. Dr. Dirk Neumann** hat Volkswirtschaftslehre an der Universität Gießen und der University of Wisconsin, Milwaukee/USA, studiert. Er wurde 2004 mit einer Dissertation zum Thema „Market Engineering – A Structured Design Process for Electronic Markets“ an der Universität Karlsruhe, die sich 2009 mit dem Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zusammengeschlossen hat, in den Wirtschaftswissenschaften promoviert und dort vier Jahre später habilitiert. Seit 2008 ist Neumann Inhaber der Professur für Wirtschaftsinformatik an der Universität Freiburg. Der Forschungsschwerpunkt seiner Arbeitsgruppe liegt unter anderem im Bereich der Digitalisierung und Datenanalyse.

### Zum Weiterlesen

Wagner, S./Brandt, T./Neumann, D. (2016): In free float: developing business analytics support for carsharing providers. In: Omega 59, S.4–14.

Pemberton Levy, H. (2015): Add location to your analytics. [www.gartner.com/smarterwithgartner/add-location-to-your-analytics](http://www.gartner.com/smarterwithgartner/add-location-to-your-analytics)

Bendler, J./Wagner, S./Brandt, T. et al. (2014): Informationsunschärfe in Big Data. Erkenntnisse aus sozialen Medien in Stadtgebieten. In: Wirtschaftsinformatik 56/5, S. 303–313.

Videobeitrag der Universität Freiburg: [www.pr.uni-freiburg.de/go/geospin](http://www.pr.uni-freiburg.de/go/geospin)



# Sehnsucht, Schuld und Sühne

Der postkoloniale Kriminalroman ist der Trivalliteratur entwachsen  
und beschreibt kulturelle Konflikte im modernen Afrika

von Rimma Gerenstein

Clemencia Garises ist schwarz, jung, klug und gründlich im Aufklären von Verbrechen. Der namibischen Polizei ist sie ein Dorn im Auge. Überhaupt gilt die Kriminalkommissarin in der Hauptstadt Windhoek als merkwürdig: Sie lebt am Rande der Gesellschaft in einem Township, in das zu Zeiten der Apartheid die „Schwarzen“ und die „Farbigen“ gedrängt wurden, wo Hunger, Armut und Kriminalität den Alltag bestimmt und ihre Spuren hinterlassen haben. Doch ihre Ausbildung hat Garises nicht nur in Namibia, sondern auch in Finnland absolviert – inmitten gut situerter, effizient arbeitender Europäer, die zu jedem Tatort mit dem ganzen Arsenal moderner Ermittlungsmethoden anrücken.

Eines Tages wird die Inspektorin zu einer Farm im Südwesten Windhoeks gerufen. Der Besitzer Gregor Rodenstein, ein Nachfahre deutscher Kolonistinnen und Kolonisten, liegt erschossen auf dem Boden. Die namibischen Polizisten haben nicht einmal eine Bahre dabei; sie berühren die Leiche ohne Handschuhe. Der Sachverhalt sei doch völlig klar: Eine Bande habe nachts die Sonnenkollektoren stehlen wollen, der Farmer habe sie erwischt, also musste er sterben.

Garises tut das, was sie am besten kann: Sie sichert Spuren, sucht nach Beweisen und lässt sich von den unterschiedlichen Klans und deren Agenden nicht vereinnahmen. Doch je weiter sie in ihren Ermittlungen fortschreitet, desto dichter wird das Schlangennest. In Namibia steht unter der Partei SWAPO eine Landreform an, die Besitzerinnen und Besitzer der Farm sollen enteignet werden – schließlich hatten sich die Rodensteins das Grundstück in der Kolonialzeit unter den Nagel gerissen. Waren es also Kleinkriminelle, die eine womöglich vermögende Familie ausrauben wollten, oder Volksangehörige der Herero, die auf der Farm nach den Gräbern und Gebeinen ihrer Ahninnen und Ahnen suchten? Oder ist der Mord gar Teil einer Terrorkampagne, mit der die Regierung die Rodensteins aus dem Land vertreiben will?

#### Faszination des Fremden

Für Prof. Dr. Michaela Holdenried ist Bernhard Jaumanns „Steinland“, der zweite Band einer Trilogie, in der die Kommissarin Clemencia Garises ermittelt, ein gutes Beispiel für die Richtung, die der moderne Kriminalroman eingeschlagen hat. Während viele ihrer Kolleginnen und Kollegen

aus der Literaturwissenschaft den Krimi als Trivilliteratur ignorieren, sieht die Freiburger Professorin für Interkulturelle Germanistik in dem Genre „ein ideales Labor für postkoloniale Themen und Erzählungen“.

Für eine fachübergreifende Konferenz zu „Kulturbegegnung und Kulturkonflikt im (post-)kolonialen Kriminalroman“ an ihrer Gastuniversität in Stellenbosch/Südafrika, an der auch mehrere ihrer Freiburger Kollegen teilgenommen haben, untersuchte Holdenried unterschiedliche Formen der Gattung wie zum Beispiel den Detektiv- und den Agentenroman oder den Thriller. Sie wollte herausfinden, wie Kulturbegegnungen und Kulturkonflikte in Romanen vor der Kulisse Afrikas entfaltet werden.

An Auswahl mangelt es nicht: „Der Krimi gehört zu der wahrscheinlich meistverkauften Gattung überhaupt, man werfe nur einen Blick auf die aktuellen Bestsellerlisten“, sagt Holdenried. Längst hätten namhafte Autorinnen und Autoren wie Patricia Highsmith oder Friedrich Dürrenmatt die

### „Die Kriminalromane präsentieren mehrere Wahrheiten“

Gattung geadelt, sodass es durchaus Krimis gebe, die zur anspruchsvollen Literatur zu zählen seien. Auch der Schauplatz Afrika findet seit einigen Jahren immer häufiger öffentliches Interesse: Für die Kinoleinwand werden Bücher wie „Die weiße Massai“ oder „Der ewige Gärtner“ verfilmt, im Fernsehen schlägt sich die Schauspielerin Christine Neubauer als Buschärztin durch Liebeswirren und die Wildnis Namibias, und Reisebüros locken mit Safaris und Rundreisen zu Pauschalpreisen. „Was früher als ‚dunkler Kontinent‘ galt, wird für viele zum zugänglichen Ort der Sehnsucht und Exotik“, fasst die Forscherin zusammen.

Doch die Faszination des Fremden und die schematischen Strukturen des Genres Krimi verleiten deutschsprachige Schriftsteller wie Bernhard Jaumann und Wolfgang Herrndorf, den schwedischen Bestsellerautor Henning Mankell oder die südafrikanischen Literaten Deon Meyer und Roger Smith nicht dazu, ihre Geschichten mit Klischees zu spicken. Im Gegenteil: „Diese



*Siedlung in Südafrika: Zu Zeiten der Apartheid wurden die „Schwarzen“ und die „Farbigen“ in Townships gedrängt, die von Hunger, Armut und Kriminalität geprägt waren. Auch heute leben die meisten Bewohner dort am Rande der Gesellschaft. Foto: Delphotostock/Fotolia*

gesichert und für alle bindend ist, kann es also nicht geben“, führt Holdenried aus. In Herrndorfs Roman „Sand“ ist zum Beispiel noch nicht einmal klar, in welchem Land die Handlung spielt; alle Figuren sind korrupt und gewaltbereit. Und der ermittelnde Kommissar Polidorio hat es besonders schwer: Nach einem Schlag auf den Schädel kann er sich an nichts mehr erinnern – nicht einmal daran, ob er zu den Guten gehört.

„Die Kriminalromane präsentieren mehrere Wahrheiten, die alle gleichzeitig eine Daseinsberechtigung haben“, sagt die Germanistin. Clemencia Garises ist in der Welt der professionellen Verbrechensaufklärung zu Hause, kennt aber auch die Tradition der schwarzen Magie, die in ihrer Familie eine Rolle spielt. Ebenso lässt der Konflikt zwischen Landlosen und Landbesitzern mehrere Wahrheiten zu: Die Herero erheben einen Anspruch auf die Gräber ihrer Ahnen, die sie auf der Farm vermuten, und möchten deren Gebeine ihrer Tradition gemäß bestatten; die Nachfahren der Kolonisten fühlen sich längst als Namibier und verteidigen die Farm, auf der sie schufteten – und auf der auch ihre Familien begraben sind. In „Der lange Schatten“, dem dritten Teil von Jauermanns Serie, spielen Gebeine übrigens auch eine Rolle, allerdings verlagert sich die Handlung nach Freiburg. Was hier ausgegraben wird, soll eine historische Wahrheit ans Licht befördern: der Schädel von Eugen Fischer, der zwölf Jahre lang Anatomie an der Albert-Ludwigs-Universität lehrte, Forschungsreisen nach „Deutsch-Südwestafrika“ unternahm und mit seinen Erkenntnissen zur „Rassenhygiene“ dazu beitrug, den Weg für nationalsozialistische Theorien zu bereiten.

Schriftsteller nutzen Elemente des Kriminalromans in postkolonialer Manier eher für soziale denn für kriminologische Investigationen – oder beides geht in der Handlung Hand in Hand.“

## „Heute haben andere mediale Formen den Reisebericht scheinbar überflüssig gemacht“

Die Fahndung nach der Urheberin oder dem Urheber eines Verbrechens – mit anderen Worten die Suche nach der Wahrheit – ist natürlich auch im postkolonialen Krimi ein bezeichnendes Element. Meist wird der oder die Schuldige gefunden, doch die postmoderne Welt ist chaotisch, diffus und vielstimmig. „Eine Wahrheit, die unverbrüchlich,

### Neuer Blick auf alte Helden

Im Frühjahr 2017 sollen die Ergebnisse der Stellenbosch-Konferenz in einem Buch erscheinen. Der Sammelband wird ein breites Spektrum der Forschung zum postkolonialen Kriminalroman enthalten – von Samen und Tornedalfinnen in schwedischen Krimis über die Darstellung deut-

scher Migrantinnen und Migranten in südafrikanischen Romanen bis hin zu einer Serie aus den 1930er Jahren, deren Kommissar sich nach „den fernen Ländern und ihrer Buntheit“ sehnte.

Davor wird Michaela Holdenried aber einen anderen Band herausbringen und so eine Forschungslücke schließen, die sie seit langer Zeit stört: Mit Prof. Dr. Alexander Honold aus Basel/Schweiz und ihrem Freiburger Kollegen Dr. Stefan Hermes hat sie soeben ein Überblickswerk zur Reiseliteratur des 20. und 21. Jahrhunderts abgeschlossen – ein weiterer Schwerpunkt ihrer Arbeit, bei dem es um Kulturbegegnungen und das Verstehen und Missverstehen des Anderen geht. Früher habe der Reisebericht dazu gedient, dem heimischen Publikum von Ländern jenseits der bekannten Grenzen, exotischen Tieren und für den europäischen Blick kuriosen Lebensweisen zu erzählen. „Heute haben andere mediale Formen den Reisebericht scheinbar überflüssig gemacht, das Genre der Reiseliteratur musste sich also verändern.“



Besonders interessiert Holdenried die Literatur über Forschungsreisen – zum Beispiel die Expeditionen John Franklins, der die Arktis erkundete und bei seiner dritten Reise 1847 mit seiner Mannschaft vor der King-William-Insel den Tod fand. „Früher wurden James Cook oder Alexander von Humboldt als absolute Helden dargestellt, die alle Widrigkeiten der Natur besiegten und in einem immensen Tempo menschlich Undenkbares vollbrachten.“ Die Germanistin will aufzeigen, wie zeitgenössische Autoren wie etwa Christoph Ransmayr die alten Helden in neuem Licht präsentieren, ohne sie jedoch zu denunzieren, wie es zum Beispiel Daniel Kehlmann und seinem Roman „Die Vermessung der Welt“ vorgeworfen wurde: „Sie zeigen vielmehr auch die Entbehrungen, den Wahnsinn und die Kosten, die die ‚Entdeckungen‘ verursachen; sowohl für die Menschen als auch für bis dato unberührte Landstriche.“ Die Begegnungen und Konflikte der Kulturen werden also nicht weniger – aber Schriftstellerinnen und Schriftsteller verändern mit ihren Texten immer wieder die Perspektive.

[www.pr.uni-freiburg.de/go/holdenried](http://www.pr.uni-freiburg.de/go/holdenried)

*Herero-Frau in traditioneller Kleidung: In seinem Kriminalroman „Steinland“ beschreibt Bernhard Jaumann unter anderem einen Konflikt zwischen Nachfahren deutscher Kolonisten und Volksangehörigen der Herero, die um das Erbe ihrer jeweiligen Kultur kämpfen.*

*Foto: poco\_bw/Fotolia*



**Prof. Dr. Michaela Holdenried** hat seit 2009 die erste Professur für Interkulturelle Germanistik am Deutschen Seminar der Universität Freiburg inne. 2010 wurde Holdenried zur Außerplanmäßigen Professorin an der Stellenbosch University in Südafrika ernannt. Ihr beruflicher Lebensweg führte sie in die Niederlande, nach Österreich, Brasilien, in die USA und schließlich zurück nach Deutschland. Nach einem Studium der Germanistik, Politologie, Geschichte und Lateinamerikanistik in Tübingen und Berlin legte Holdenried dort 1990 ihre Promotion und 2002 ihre Habilitation vor. Zu ihren Forschungsschwerpunkten gehören Interkulturalität, Reiseliteratur, Alterität im europäischen und außer-europäischen Kontext sowie Autobiografie und postmoderne Autorschaft.

*Foto: Thomas Kunz*

## Zum Weiterlesen

Holdenried, M./Honold, A./Hermes, S. (Hrsg.) (2016): Reiseliteratur der Moderne und Postmoderne. Berlin (im Druck).

Holdenried, M. (2016): Inszenierungsformen des status viatoris als Nichtwissenskunde. Thomas Stangls Timbuktu-Roman „Der Einzige Ort“. In: Gradinari, I./Müller D./Pause, J. (Hrsg.) (2016): Versteckt – Verirrt – Verschollen. Reisen und Nicht-Wissen. Wiesbaden, S. 199–211.

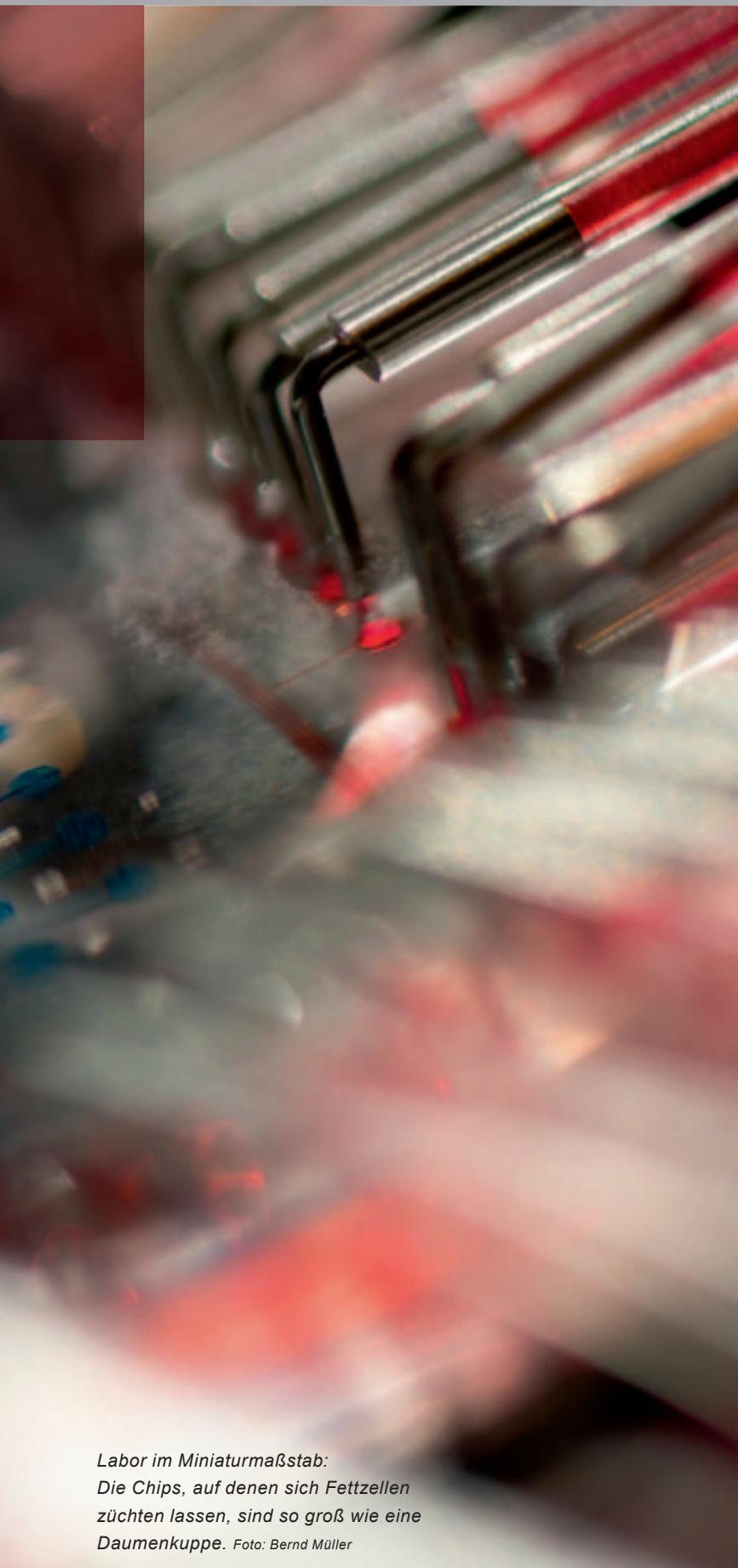
Korte, B./Paletschek, S. (Hrsg.) (2009): Geschichte im Krimi. Beiträge aus den Kulturwissenschaften. Köln.

# Fett unter Kontrolle

Mithilfe von Chip-Plattformen simulieren Wissenschaftler die Umgebung des menschlichen Körpers und züchten Zellen

*von Katrin Albaum*





*Labor im Miniaturmaßstab:  
Die Chips, auf denen sich Fettzellen  
züchten lassen, sind so groß wie eine  
Daumenkuppe. Foto: Bernd Müller*

**D**er Körper eines Menschen mit einem normalen, durchschnittlichen Gewicht enthält etwa 20 bis 27 Milliarden Fettzellen. Bei Übergewichtigen können mehr als 300 Milliarden Fettzellen vorliegen, die zudem bis zu ein Drittel größer sind als die Zellen im Fettgewebe einer normalgewichtigen Person. Adulte Stammzellen innerhalb des Gewebes sorgen für einen stetigen Nachschub, indem sie sich teilen. Sie oder ihre Nachkommen werden dann ebenfalls zu Fettzellen. Doch welche Umweltbedingungen genau bringen eine solche Stammzelle dazu, sich zu teilen oder weiterzuentwickeln? Ließe sich dieser Vorgang sogar beeinflussen, um Übergewicht zu bekämpfen? Welchen Einfluss hat eine kalorienreiche Ernährung auf Adipozyten, wie Fettzellen in der Fachsprache genannt werden?

Um diesen und weiteren Fragen nachzugehen, entwickeln der Freiburger Biophysiker Dr. Matthias Meier und seine Arbeitsgruppe mikrofluidische Plattformen, die mit kleinsten Flüssigkeitsmengen arbeiten. Die Chips sind so groß wie eine Daumenkuppe und enthalten mehr als hundert Zellkulturkammern. Hauchdünne Flüssigkeitskanäle erstrecken sich über die ganze Plattform und versorgen die Zellen auf ihr mit Nährstoffen. Auf diesen Chips züchten und untersuchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Beispiel Adipozyten. „Mit der Mikrofluidik kontrollieren wir die Umweltbedingungen, denen die Zellen auf der Plattform ausgesetzt sind“, erklärt Meier. „Gleichzeitig ist sie ein Werkzeug, mit dem wir messbare Daten erhalten und genau analysieren können, welche Signale die Zellen produzieren.“ Die mikrofluidischen Chips sind ein Beispiel für die Methoden und Instrumente der quantitativen Biologie, mit denen Meier und sein Team an der Schnittstelle zwischen Mikrosystemtechnologie und Biophysik arbeiten.

### **Zucker für die Zelle**

Wenn Forschende Zellen wachsen lassen wollen, bringen sie diese für gewöhnlich auf ein Nährmedium in einer Petrischale oder einem größeren Zellkulturkolben auf. Es versorgt die Zellen in der Regel gleichbleibend mit Energie, zum Beispiel

aus Glukose, bis diese schließlich aufgebraucht ist. Dann muss das Medium gewechselt werden. „Wenn es in einem Medium mit geringerem Volumen keine Zuckermoleküle mehr gibt, fängt die Zelle schnell an zu hungern“, erklärt Meier. Würden sich die Zellen hingegen auf einem größeren Nährmedium befinden, seien sie gewissermaßen zu gut versorgt: Im Körper würde ihre Nährstoffzufuhr schwanken. „Der Chip simuliert die körpereigene Umgebung. Mit ihm können wir die Einflüsse, denen die Zellen ausgesetzt sind, steuern und flexibel anpassen“, so Meier. „Die Plattform versorgt die Zellen automatisiert über die Flüssigkeitskanäle

sich zu verschiedenen differenzierten Zelltypen zu entwickeln. So können Stammzellen aus dem Fettgewebe eines erwachsenen Menschen beispielsweise zu braunen oder weißen Adipozyten werden. Im menschlichen Körper und dessen „Fettpölsterchen“ befindet sich hauptsächlich weißes Fett, das als Hauptenergiespeicher dient. „Fettgewebe besteht darüber hinaus aber aus einer ganzen Reihe farbiger Zellen“, erläutert Meier. „Braune Adipozyten sind beispielsweise in der Lage, weißes Fett über Wärmeentwicklung abzubauen.“ Könnte man den Anteil an braunem Fett erhöhen, wäre dies eine Möglichkeit, Übergewicht zu bekämpfen. „Daher interessieren uns die Fragen: Kann ich unter bestimmten Umwelteinflüssen im Fettgewebe braune oder braunen Fettzellen ähnliche Adipozyten erzeugen? Welche Zelltypen entwickeln sich unter welchen Umweltbedingungen?“ Nachdem das Team um Meier die Methodenentwicklung abgeschlossen hat, will es nun Antworten finden.

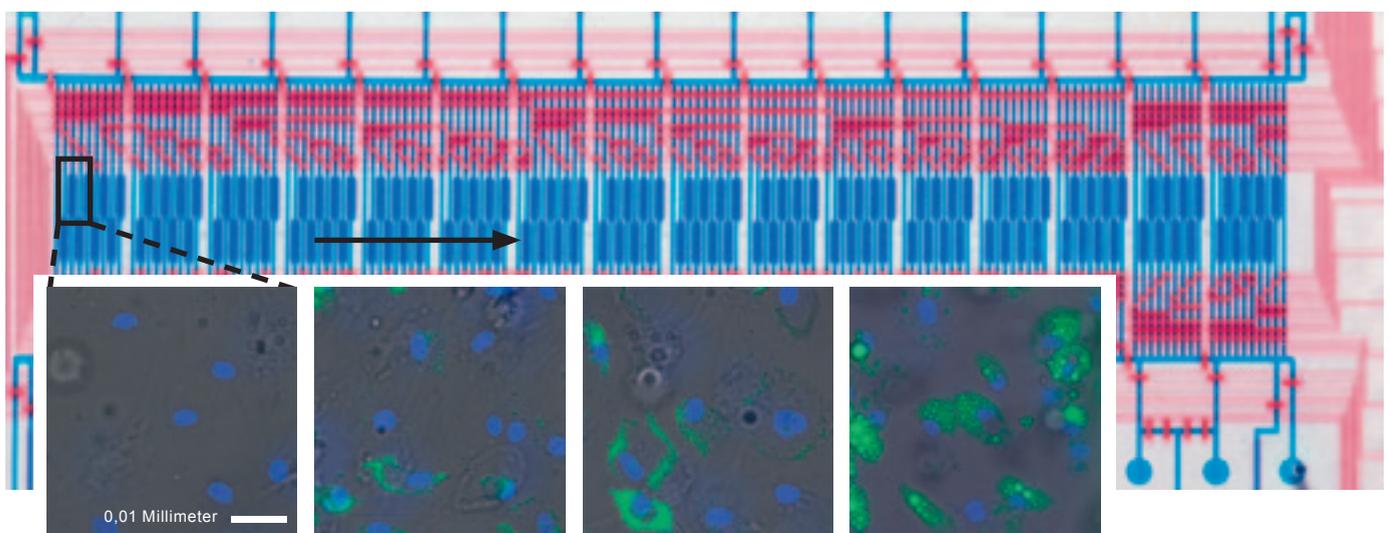
## „Das Fernziel ist, eine Zellersatztherapie für Diabetes zu entwickeln“

mit einem Nährstoffmedium, sodass man während eines Experiments nichts austauschen muss.“ Der mikrofluidische Chip stelle außerdem eine Alternative zu Tierversuchen dar.

Meier und sein Team haben diese Technologie und die Abläufe für ihre Forschung an adulten Stammzellen aus dem Fettgewebe optimiert. Unter einheitlich festgelegten Umweltbedingungen entwickeln sich die Zellen in einem Zeitraum von drei Wochen. Adulte Stammzellen haben das Potenzial,

### Biologische Vorgänge messbar machen

Meiers Arbeitsgruppe möchte Anwendungen entwickeln, um biologische Vorgänge messbar zu machen: „Wir bauen Tools und wenden diese an, um quantitative Biologie zu betreiben. Das heißt, wir entwickeln Methoden, mit denen wir Proteine und Ribonukleinsäuren auf der Ebene der Moleküle auszählen.“ In die mikrofluidischen Chips hat das



Mikrofluidischer Chip für die Kultivierung von adulten Stammzellen aus dem Fettgewebe: Die blau eingefärbten Mikrokanäle sind Flusskanäle, in denen die Nährmedien den Zellkammern zugeführt werden. Die rot eingefärbten Mikrokanäle gehören zum Steuerungsnetzwerk, das dazu dient, den Fluss auf dem Chip zu regulieren. Im Zoom ist eine der 128 Zellkulturkammern auf dem Chip zu sehen. Die Bildserie zeigt die biochemisch ausgelöste Differenzierung von adulten Stammzellen in reife Fettzellen nach 0, 2, 5 und 10 Tagen auf dem Chip (von links). Die Zunahme von Fetttropfen in den Zellen während der Reifung lässt sich an der grünen Farbe ablesen. Quelle: Matthias Meier



Welchen Einfluss hat eine kalorienreiche Ernährung auf Fettzellen? Diese und weitere Fragen lassen sich mithilfe von mikrofluidischen Plattformen erforschen. Foto: volff/fotolia

Team beispielsweise ein Programm zur automatisierten Proteinanalyse integriert. „Wir wollen so die Signalwelt der Zellen verstehen und herausfinden, wann welches Protein als Teil eines Signalnetzwerks aktiviert wird.“ Außerdem spielen die Signalstärke als Träger von Information eine Rolle, ähnlich wie bei einem Telefonat über ein Handynetzwerk: Ist der Empfang schlecht, also das Netzwerk schwach, werden weniger Informationen übertragen – man hört nur Bruchstücke oder einzelne Silben von dem, was die Gesprächspartnerin oder der Gesprächspartner sagt.

Bei ihren ersten Untersuchungen von Stammzellen und Adipozyten auf der Chip-Plattform beobachteten die Wissenschaftler die Proteine des mTOR-Signalwegs. „Wir haben neue Erkenntnisse gewonnen, die zeigen, dass nur ein bestimmter Teil dieses Signalwegs am Reifungsprozess der Stammzellen zu differenzierten Fettzellen beteiligt ist, nicht der gesamte, wie bislang angenommen“, sagt Meier. „Außerdem haben wir beispielsweise gezeigt, dass der Signalweg gehemmt wird, wenn die Stammzellen nicht genügend Nährstoffe erhalten und hungern.“ Darüber hinaus hat sich die Annahme der Forscherinnen und Forscher bestätigt: Stammzellen lagern mehr Lipide – das heißt Fettmoleküle – ein und werden daher größer, während sie sich zu Adipozyten entwickeln, wenn sie häufiger „gefüttert“ werden und die Kalorienzufuhr höher ist.

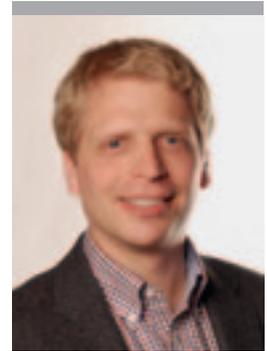
### Vom Sender zum Empfänger

Die mikrofluidische Chip-Technologie entwickeln Meier und seine Arbeitsgruppe derzeit weiter. Denn nach den Fettzellen, die Insulin empfangen, wollen sie die Zellen studieren, die Insulin produzieren: Betazellen aus der Bauchspeicheldrüse. Diese stellen im gesunden Körper bei steigendem Glukosespiegel das Hormon Insulin her und senden somit ein Signal an die Fettzellen aus. Insulin senkt den Blutzuckerspiegel und beeinflusst die Adipozyten: „Wenn die Fettzelle Insulin erhält, weiß sie, dass es im Körper Glukose gibt, und lagert diesen Zucker ein.“ Defekte in der Signalübertragungskette zwischen den Zellen, die Insulin senden und empfangen, sind eine molekulare Ursache der Krankheit Diabetes mellitus. Zur Be-

handlung ist es nötig, die Anzahl der Betazellen in der Bauchspeicheldrüse zu erhöhen.

Allerdings gibt es in der Bauchspeicheldrüse nur relativ wenige adulte Stammzellen. Um Betazellen herzustellen, greifen Forscher daher auf so genannte reprogrammierte Stammzellen zurück, die sie zum Beispiel aus Hautzellen gewinnen. „Die große Herausforderung bei diesem Projekt ist, dass neben den Umweltbedingungen auch die natürliche Gewebeumgebung bei der Reifung von Betazellen eine wichtige Rolle spielt“, erklärt Meier. „Deshalb entwickeln wir künstliche dreidimensionale Zellkulturen und optische Analysemethoden auf dem mikrofluidischen Chip, um so die Reifung der Zellen unter kontrollierten Umweltbedingungen genau zu erforschen.“ Bislang beschränkten sich die Ansätze in der Mikrofluidik zumeist auf 2-D-Zellkulturen, so genannte Monolayer-Kulturen. „Wir sind nun dabei, 3-D-Zellkulturen im Chip herzustellen, um auch mechanische Einflüsse sowie Zellkontakte ähnlich denen, wie sie im natürlichen Gewebe vorkommen, nachzubauen.“ Auch hier steht für die Wissenschaftler das Bestreben im Vordergrund, Signalwege aufzuklären und zu messen, die während der Zellentwicklungsphase aktiv sind. „Das Fernziel ist, eine Zellersatztherapie für Diabetes zu entwickeln, die genau auf eine Patientin oder einen Patienten zugeschnitten ist.“ Dafür wollen die Wissenschaftler Betazellen auf dem Chip züchten, um sie später einem Patienten einpflanzen zu können.

[www.mibioeng.com](http://www.mibioeng.com)



**Dr. Matthias Meier** hat Biochemie an der Universität Regensburg studiert. 2006 wurde er an der Universität Basel/Schweiz in Biophysik promoviert. Danach forschte er als Postdoktorand an den Universitäten in Chicago und Stanford/USA. Seit 2012 leitet er die Arbeitsgruppe „Microfluidic and Biological Engineering“, kurz MiBioEng, der Professur für Anwendungsentwicklung am Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Meier ist assoziiertes Mitglied des Freiburger Exzellenzclusters BIOSS Centre for Biological Signalling Studies. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert die Gruppe MiBioEng im Rahmen des Emmy-Noether-Programms. Foto: privat

### Zum Weiterlesen

Wu, X./Schneider, N./Platen, A. et al. (2016): In situ characterization of the mTORC1 during adipogenesis of human adult stem cells on chip. In: PNAS 113/29, S. E4143–E4150. doi: 10.1073/pnas.1601207113

Blazek, M./Zengerle, R./Meier, M. (2015): Analysis of fast phosphorylation kinetics in single cells on a microfluidic chip. In: Lab on a Chip 15/3, S. 726–734. doi: 10.1039/c4lc00797b

Blazek, M./Betz, C./Hall, M. N. et al. (2013): Proximity ligation assay for high-content profiling of cell signaling pathways on a microfluidic chip. In: Molecular & Cellular Proteomics 12/12, S. 3898–3907. doi: 10.1074/mcp.M113.032821

*An Averroës erinnert eine Statue in Cordoba/Spanien. Freiburger Forscher haben anhand seiner Schriften nachgewiesen, dass der Rechtstheoretiker offen für die Gedanken vermeintlicher Gegner war.*

*Foto: sophie\_tea/Can Stock Photo*



# Denker und Debatten

Schriften aus der arabischen Kultur des Mittelalters geben Einblicke in einen offenen und vielgestaltigen Islam

von Anita Rüffer

Wer das Zimmer von Juniorprofessorin Dr. Nadja Germann am Philosophischen Seminar der Albert-Ludwigs-Universität betritt, fühlt sich in die Welt von „Tausendundeine Nacht“ versetzt: In den hellen Regalen reiht sich Buchrücken an Buchrücken voller geheimnisvoller goldener Schriftzeichen, die sich zu einem ornamentalen Ganzen verbinden. Der optische Zauber, den die arabisch-islamische Buchkultur ausstrahlt, ist der Forscherin zufolge kein Zufall, sondern ein Ausdruck für die große Wertschätzung von Sprache und Schrift in der arabischen Kultur – was wiederum zu dem Forschungsgegenstand führt, mit dem sich die Nachwuchsforschergruppe um Germann beschäftigt: der Sprachphilosophie in der arabischen Kultur zwischen 800 und 1200 nach Christus.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler betreten damit eine geistige Welt, die Lichtjahre entfernt ist von dem, was das Wüten des so genannten Islamischen Staates heutzutage an Vorstellungen über diese Welt produziert. „Es ist jammerschade um die Reichtümer dieser Kultur, die vom IS in schrecklich negative Bilder verzerrt werden“, sagt Germann. Sie fürchtet, dass diese Bilder lange in den Köpfen bleiben werden. „Dabei gäbe es doch ganz andere.“

Als ob alles wörtlich zu nehmen wäre, was im Koran, dem Urbuch der islamischen Kultur, an Geboten steht. Will dieser Gott, der sich darin selbst offenbart, wirklich, dass jedem Dieb die Hand abgehackt wird? „Das ist nicht zwingend als wörtlicher Befehl zu verstehen, sondern wurde von arabischen Denkern oft als eine Metapher dafür ausgelegt, dass Diebstahl als etwas Schlimmes gewertet wird.“ So plädieren auch liberale Reformtheologen wie der Münsteraner Islamwissenschaftler Mouhanad Khorchide gegenwärtig entschieden dafür, den Koran und das, was er über die Gott-Mensch-Beziehung lehrt, nicht als historische Fakten zu lesen.

#### **Flexibilität in der Koranauslegung**

Die Auseinandersetzung darüber ist nicht neu: Schon im Mittelalter haben sich Gemann zufolge Denker aus unterschiedlichen Disziplinen den Kopf darüber zerbrochen, was Gottes Gebote im realen Leben zu bedeuten haben. Die Bandbreite zwischen einer buchstabengetreuen Auslegung des Textes und sehr freizügigen Interpretationen

sei groß gewesen. Schriftzeugnisse von derlei theologischen Debatten finden sich schon vom 8. Jahrhundert an. Erst hundert Jahre zuvor war der Islam mit dem von Mohammed verkündeten Glauben an Allah, den einen Gott, entstanden. Wie genau man sich diesen Gott vorzustellen hat, darüber gehen die Meinungen von jeher auseinander. Schon im Mittelalter ließ die Flexibilität in der Auslegung des Korans verschiedene Strömungen zu. Manche Elemente im heiligen Buch des Islam sind in ähnlicher Form auch in der Bibel der Christen und der Thora der Juden enthalten. Was zum Beispiel ist gemeint, wenn im Koran vom „Thron Gottes“ oder „Gottes Hand“ die Rede ist? Soll man sich den Gott, der sich da selbst offenbart, als eine Person mit einem Körper und einer Stimme vorstellen? „Ein Großteil der Muslime“, sagt Germann, „versteht das im übertragenen Sinn.“

**„Das Arabische war seinerzeit so bedeutend wie heute das Englische“**

Mit ihrer Forschung konzentriert sie sich auf Fragestellungen wie diese, die sie dann auf der Grundlage eines breiten Spektrums an philosophischen, linguistischen, rechtstheoretischen und theologischen Texten der arabischen Kultur des Mittelalters untersucht. Ihr Interesse gilt dabei unter anderem dem Einfluss der antiken griechischen Philosophen. Deren Schriften waren in der sich immer weiter ausbreitenden arabisch-islamischen Kultur schon im 10. Jahrhundert bekannt. So übersetzten syrische Christen insbesondere Aristoteles und dessen Kommentatoren ins Syrische. Diese Texte wiederum wurden in einem zweiten Schritt ins Arabische übersetzt. Im 12. Jahrhundert wurde Aristoteles schließlich aus dem Arabischen ins Lateinische übertragen und kam damit im europäischen Mittelalter an. „Die Araber waren das Bindeglied für die Rezeption. Das Arabische war seinerzeit so bedeutend wie heute das Englische.“ Viele Umwege also für den antiken Weltveränderer, der schon im Jahr 300 vor Christus grundsätzlich darüber nachdachte, wie der Mensch seine Erkenntnisse gewinnt und welche Rolle die Sprache dabei spielt. „Das Verhältnis von Wörtern, Gedanken und Dingen hat alle Philosophen seit Aristoteles faszi-

niert“, sagt Germann. Wobei insbesondere die Rolle der Sprache in diesem Verhältnis für ihren Geschmack nicht nur bei Aristoteles und seinen griechischen Kommentatoren, sondern auch bei seinen späteren arabischsprachigen Gefolgsleuten ein wenig zu kurz kam – mit einer „bemerkens-

## „Das Verhältnis von Wörtern, Gedanken und Dingen hat alle Philosophen seit Aristoteles fasziniert“

werten“ Ausnahme: dem aus dem türkischen oder persischen Raum stammenden Philosophen Al-Farabi, der 950 nach Christus in der heutigen syrischen Hauptstadt Damaskus starb.

### Ursprung der Sprache

Für Germann ist Al-Farabi der erste Philosoph in der islamischen Welt, der eine grundlegende Sprachphilosophie „auf einem unheimlich hohen Niveau“ entwickelt hat. In seinem Werk „Kitab-al-Huruf“ (Buch der Buchstaben) fragt er unter anderem nach dem Ursprung der Sprache: Gibt es eine natürliche Zuordnung der Wörter zu den Objekten, oder basiert die Verknüpfung auf einem willkürlich ausgedachten System, wie es in der griechischen Antike diskutiert wurde? Ist die Sprache von Gott gesetzt, oder ist es der Mensch, der sie gemacht hat, wie islamische Theologen fragen? Al-Farabi kennt beide Traditi-

onen und findet darin keinen Widerspruch, sondern führt sie zu einer kreativen Synthese zusammen: Der Mensch hat ein natürliches Bedürfnis, sich mitzuteilen. Für seine Gedanken muss er Laute finden, die diesen entsprechen. Die Gabe dafür hat er von Natur aus – ein Theologe würde sagen: von Gott bekommen. Sprache ist nach Al-Farabi also von Menschen gemacht, aber nicht willkürlich, sondern sie folgt einer idealen Norm. Sprache entspringt somit einer dem Menschen eingepflanzten Intuition.

Aufgefallen ist Germann darüber hinaus, dass dieser frühe arabische Philosoph seine Texte und Fragestellungen mit Fachgebieten verzahnt, die weit über sein ureigenes Gebiet hinausreichen, in denen jedoch schon zu seiner Zeit lebhaft über Sprache, ihre Bedeutung und Anwendung diskutiert wurde: Rechts- und Literaturtheorie, Theologie und Linguistik. „Als Bürger der islamischen Welt hat er die Blickwinkel und das Instrumentarium seiner Zeit und seiner Kultur genutzt.“ Er gibt damit Einblicke in einen Islam, dessen Bewusstsein nicht hermetisch abgeriegelt, sondern über Jahrhunderte hinweg gewollt durchlässig und offen für kreative Entdeckungen über die Disziplinen hinweg war.

Die Erforschung genau dieses Universums haben sich Germann und ihre Forschergruppe zur Aufgabe gemacht. Bei ihrem sprachphilosophischen Blick über die Disziplinengrenzen hinweg sind die Wissenschaftler auf aus ihrer Sicht erstaunliche Erkenntnisse gestoßen. Da ist zum Beispiel der Rechtstheoretiker Averroës aus dem 12. Jahrhundert, der sich im Nebenberuf als Aristoteles-Kommentator auch über die islamische Welt hinaus einen Namen machte. Als Malikit gehörte er eigentlich einer eher orthodox-traditionalistischen Rechtsschule an. Die Freiburger Forschergruppe konnte in Averroës' juristischen Schriften dennoch viele Elemente identifizieren – etwa seine Taxonomie der Sprache –, die auf Positionen zurückgehen, welche ursprünglich von gegnerischen Schulen vertreten wurden: ein Hinweis auf seine Offenheit für die Gedanken vermeintlicher Gegner. Auch die Tendenz von Linguisten wie Ibn Jinni im 10. Jahrhundert, Sprache losgelöst von der Frage nach ihrem Ursprung und völlig abstrakt als Kompositum aus einem lautlichen Träger und seinen Inhalten und Bedeutungen zu betrachten, erwies sich bald als hilfreiches methodologisches Werkzeug für Theo-

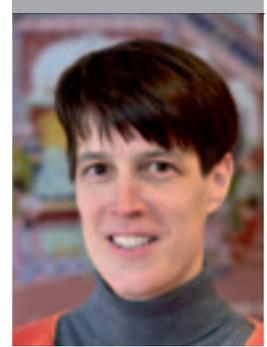
*Optischer Zauber: Aufwendig gestaltete Bücher und schmuckvolle Schriftzeichen zeugen von der großen Wertschätzung von Sprache und Schrift in der arabischen Kultur.*

*Foto: meen\_na/Fotolia*



*Eine Statue von Al-Farabi in  
Türkistan/Kasachstan: Für Nadja  
Germann ist er der erste Philosoph  
in der islamischen Welt, der eine  
grundlegende Sprachphilosophie  
auf hohem Niveau entwickelt hat.*

*Foto: sophie\_tea/Can Stock Photo*



**Juniorprofessorin**

**Dr. Nadja Germann**

*hat Philosophie, Geschichte,  
mittelalterliche Literatur  
und Islamkunde an den  
Universitäten Konstanz und  
Tübingen studiert und wurde  
2005 an der Universität  
Tübingen in Philosophie  
promoviert. Sie suchte nach  
Möglichkeiten, ihre philoso-  
phische Forschung mit  
ihrem Interesse an anderen  
Kulturen zu verbinden,  
und fand sie im arabisch-  
islamischen Denken.  
Seither strebt sie danach,  
die „Archäologie des  
Denkens“ aus einer ver-  
gleichenden Sicht zu  
erforschen. Nach ihrer  
Promotion forschte und  
lehrte sie in Leuven/Belgien,  
in Freiburg, in Boston,  
Yale und Baltimore/USA  
sowie in Genf/Schweiz.  
Ihre Spezialgebiete sind  
Erkenntnis- und Wissen-  
schaftstheorie, Sprach-  
philosophie sowie der  
Zusammenhang von  
Sprache, Denken und  
Wirklichkeit. Foto: Thomas  
Kunz*

logen und Rechtstheoretiker bei der Auslegung der göttlichen Offenbarung und in der Hermeneutik des religiösen Rechts.

Um all das zu ergründen, hat Germann ein Team mit Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus verschiedenen Ländern wie Libanon, Ägypten, Puerto Rico, Tunesien oder Iran zusammengestellt, die in unterschiedlichen Disziplinen zu Hause sind. Gemeinsam lesen und diskutieren

sie Texte aus diesen Disziplinen, um sich für ihre jeweiligen Teilprojekte das erforderliche historische Fundament und methodologische Rüstzeug zu erarbeiten. An die alten Schriften zu kommen sei „nicht immer ganz einfach. Aber wir haben gute Kontakte und konnten uns schnell eine Bibliothek aufbauen.“

[www.arabische-philosophie.uni-freiburg.de](http://www.arabische-philosophie.uni-freiburg.de)

### Zum Weiterlesen

Germann, N. (2016): Al-Farabi's philosophy of society and religion. In: Zalta, E. N. (Hrsg.) (2016): Stanford Encyclopedia of Philosophy, Summer 2016 Edition. <http://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/al-farabi-soc-rel>

Germann, N. (2016): Learning by oneself: Ḥayy ibn Yaqzān, autodidacticism, and the autonomy of reason. In: Speer, A. / Jeschke, T. (Hrsg.) (2016): Schüler und Meister. Berlin / New York, S. 613–637. (= *Miscellanea Mediaevalia* 39).

Germann, N. (2015): Imitation – ambiguity – discourse: some remarks on al-Fārābī's philosophy of language. In: *Mélanges de l'Université Saint-Joseph* 66 (im Druck).

# Ins Netz gegangen

„museOn“ ist das erste Programm zur Weiterbildung für Museumsschaffende im europäischen Raum

von Stephanie Streif



*Wie lassen sich Museumsbesuche noch interessanter und erlebnisreicher gestalten? Diese und viele weitere Fragen behandelt das neue Weiterbildungsangebot der Universität Freiburg. Quelle: Museum für Neue Kunst – Städtische Museen Freiburg, Erlebnis Museum, Foto: Theis und Partner*



Ein Museum ist so viel mehr als nur eine Sammlung und ein Ausstellungsort. Ein Museum ist auch ein Lernort. Natürlich gibt es dort Vitrinen, in denen etwa mittelbronzezeitliche Feuersteinfleischnadeln und in Alkohol eingelegte Fische präsentiert werden. Zeigen allein reicht aber nicht, denn das, was dort zu sehen ist, will erklärt, erlebt und organisiert werden. Dafür braucht es jede Menge fachwissenschaftliches, kuratorisches und organisatorisches Know-how. Um Museumsschaffende berufsbegleitend weiterzubilden, entwickelt die Universität Freiburg mit „museOn“ das Konzept für eine Ausbildung, die vor allem im Internet stattfindet und deren Inhalte sich die Studierenden nach ihren persönlichen Interessen frei zusammenstellen können. MuseOn ist ein Projekt der Freiburger Akademie für Museums-, Ausstellungs- und Sammlungswissen, kurz FRAMAS – eines von vielen Beispielen für wissenschaftliche Weiterbildung an der Albert-Ludwigs-Universität.

Gelernt wird bei museOn in acht Themenbereichen mit je fünf Teilmodulen. Die ersten der insgesamt 40 Teilmodule sind bereits online und werden seit Beginn des Sommersemesters 2016 von ausgewählten Probandinnen und Probanden aus der Praxis auf ihre Tauglichkeit hin getestet, darunter die Teilmodule „Objekt und Wissen“, „Museumsethik“, „Digitale Objektdokumentation“ und „Finanzen und Haushalte“. Ab 2018 soll das Weiterbildungsprogramm regulär studierbar sein – ein ehrgeiziger Plan, denn jedes Teilmodul muss erst entwickelt, dann getestet und, falls nötig, angepasst werden.

Dr. Christian Wacker, der wissenschaftliche Projektleiter von museOn, und sein Team sind seit November 2014 damit beschäftigt, das Weiterbildungsangebot auszugestalten. Oder besser: komplett neu zu denken, denn, so Wacker, etwas Vergleichbares gebe es in Europa bislang nicht. Um museOn möglichst passgenau auszugestalten, fragte das Team zunächst systematisch die

## „Die Interaktivität ist uns sehr wichtig“

Erwartungen von Museumsmitarbeiterinnen und -mitarbeitern ab. Heraus kam, dass es diesen weniger um Abschlüsse denn um weiterführende berufliche Qualifikation geht und dass es vor allem flexible, niedrighschwellige Angebote braucht, die sich gut berufsbegleitend studieren lassen. Auch die inhaltlichen Wünsche wurden abgefragt. Daraus gingen die acht Themenbereiche mit ihren Teilmodulen hervor, die von Expertinnen und Experten außerhalb und innerhalb der Universität entwickelt wurden. Bei museOn geht es auch darum, zwischen Universität und Museen zu vermitteln und vermeintliche Gräben zwischen Theorie und Praxis zu überbrücken.

### Skripte, Präsentationen, Filme

Zwei, drei Klicks reichen – und schon befinden sich die Studierenden von museOn im virtuellen Hörsaal, um sich nach Bedarf weiterbilden zu lassen. Die online verfügbaren Lernangebote



*Die Archäologische Sammlung der Albert-Ludwigs-Universität ist ein enger Kooperationspartner der Freiburger Akademie für Museums-, Ausstellungs- und Sammlungswissen (FRAMAS). Foto: Manfred Zahn*

umfassen Skripte, Präsentationen und kurze Filme und sind interaktiv. Viele Beiträge werden von den Mediendidaktikern und -produzenten der Projektgruppe selbst erstellt. „Die Interaktivität ist uns sehr wichtig, schließlich lernt es sich im Austausch mit anderen sehr viel besser“, sagt

### „Etwa 80 Prozent des museOn-Unterrichts ist digital“

Wacker. Innerhalb der Teilmodule gibt es darum jede Menge Online-Meetings, Diskussionsforen und Etherpads, also webbasierte Editoren, die das zeitgleiche Bearbeiten von Texten durch mehrere Teilnehmerinnen und Teilnehmer ermöglichen, und außerdem unterhaltsame Online-Ratespiele zur Aktivierung von Vorwissen. Damit sich keiner in dem Vielerlei an Angeboten verliert, ist jedem Teilmodul ein Studienbrief beigelegt, der nicht nur die wichtigsten Lernziele formuliert, sondern

auch Schritt für Schritt erklärt, wie die Teilnehmer die Online-Inhalte lernen und bearbeiten sollen. Blended Learning, also integriertes Lernen, nennt sich diese Art von Didaktik.

„Etwa 80 Prozent des museOn-Unterrichts ist digital“, sagt Wacker. „Analog wird nur dann unterrichtet, wenn es einen Mehrwert für die Teilnehmer gibt.“ Letzteres betrifft etwa die Einführungsveranstaltung sowie Lerneinheiten in echten Ausstellungsräumen. Allerdings werden auch Veranstaltungen wie diese danach häufig im Internet intensiv diskutiert und nachbereitet. So tragen zum Beispiel die Teilnehmer des Kurses „Szenografie und Raum“ nach einer Museums-exkursion online zusammen, was ihnen in der Rückschau alles durch den Kopf geht: „Gewachsene Unordnung“ schreibt eine Teilnehmerin über das Historische Museum Basel/Schweiz. Und eine zweite äußert sich über das in Weil am Rhein stehende Vitra Design Museum: „Die Objekte



brauchen keine Inszenierung, sie sprechen für sich.“ Eindrücke, Meinungen, Inhalte werden auf der Lernplattform immer wieder hin- und hergeschoben. Und freilich fließt auch das, was sich online tut, in die Bewertung mit ein.

### Zertifikat oder Diplom

Apropos Bewertung: Zwei Abschlussvarianten sind mit museOn möglich – die kleine Variante mit zehn Teilmodulen in zwei Themenbereichen ist das Certificate of Advanced Studies (CAS), die große mit dreißig Teilmodulen in sechs Themenbereichen das Diploma of Advanced Studies (DAS). Wer die kurze Variante studiert, braucht ein Semester, wer das Diplom ansteuert, zwei bis drei Semester.

Warum es ein Konzept wie museOn braucht? Dazu Wacker: „An deutschen Hochschulen gibt es für die Arbeit im Museum keine berufsbegleitende Ausbildungsstruktur.“ Heißt: Die meisten Museumsmitarbeiter sind eigentlich Fachwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, haben also

beispielsweise Archäologie, Volkskunde oder Kunstgeschichte studiert, und landen dann über ein Volontariat im Museum. Ein anderer Weg dorthin führt über ein Studium der Museumskunde oder Museumswissenschaften. Allerdings, so Wacker, würden diese Fächer nur grundständig angeboten. Vielen Museumsmitarbeitern fehle es darum an Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Weiterbildung.

Damit das nicht so bleibt, haben die Albert-Ludwigs-Universität und die Stadt Freiburg die FRAMAS gegründet, die innerhalb der Universität eng mit den Archäologischen Wissenschaften, der Archäologischen Sammlung, dem Kunstgeschichtlichen Institut und anderen Bereichen der Philosophischen Fakultät kooperiert. Beteiligt sind außerdem regionale und überregionale Museen und Verbände – allen voran die Städtischen Museen in Freiburg, die Fondation Beyeler in Riehen/Schweiz und der Museumsverband Baden-Württemberg. Außerdem wird museOn durch „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschulen“, ein Programm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, mit 1,2 Millionen Euro gefördert – zunächst für eine Laufzeit von dreieinhalb Jahren.

Wacker und sein Team wollen aber weitermachen. „Wir hoffen auf eine Verlängerung, denn wir planen, das Weiterbildungsprogramm nicht nur um einen Master of Advanced Studies zu erweitern, sondern es auch zu internationalisieren.“

[www.museon.uni-freiburg.de](http://www.museon.uni-freiburg.de)



**Dr. Christian Wacker** ist Altertumswissenschaftler und Sporthistoriker. Promoviert wurde er 1996 an der Universität Würzburg mit einer Arbeit über „Das Gymnasium in Olympia“. Bevor Wacker 2005 die Leitung des Deutschen Sport & Olympia Museums in Köln übernahm, war er unter anderem Lektor, Mitarbeiter im Marketing eines Fachverlags und Ausstellungsorganisator für das Olympia-Skistadion von Garmisch-Partenkirchen. Weiter arbeitete er für den Münchner Audioguide-Entwickler soundgarden audioguidance GmbH als Kultur- und Sales-Manager. Nach seiner Kölner Zeit baute er in Doha/Katar das neue Sportmuseum auf. Seit November 2014 ist er wissenschaftlicher Projektleiter der Freiburger Akademie für Museums-, Ausstellungs- und Sammlungswissen (FRAMAS).

Foto: Thomas Kunz

### Zum Weiterlesen

Lord, G. D. / Blankenberg, N. (2015): Cities, museums and soft power. Washington, D.C.

MacDonald, S. (Hrsg.) (2011): A companion to museum studies. Chichester et al. (= Blackwell Companions in Cultural Studies 12).

Korff, G. (2007<sup>2</sup>): Museumsdinge: deponieren – exponieren. Köln/Weimar/Wien.



*Gespräche auf Augenhöhe zwischen Arzt und Patientin: Studierende lernen unter anderem mithilfe von Filmen, was die Arbeit auf der Palliativstation ausmacht.*

# Filme als Lehrmittel

Videos veranschaulichen den Alltag und das persönliche Erleben von Patienten auf der Palliativstation

*von Petra Völzing*

## „In seinem Erleben ist der Patient der Experte und der Arzt der Laie“

In der Palliativstation des Universitätsklinikums Freiburg gehören Grenzsituationen zum Alltag. Auch wenn zwei Drittel der Patientinnen und Patienten wieder von der Station entlassen werden: Die Begrenztheit des Lebens, Ängste und Unsicherheiten sind Themen, mit denen diejenigen umgehen müssen, die diese Menschen betreuen. Nicht nur die Linderung von Schmerzen ist wichtig, auch psychosoziale und spirituelle Bedürfnisse müssen berücksichtigt werden.

Diese besonderen Umstände auch Studierenden nahezubringen ist in vielerlei Hinsicht eine Herausforderung. Zunächst gibt es rein logistische Grenzen: „Wir haben zehn Betten und ungefähr 350 Studierende“, sagt Prof. Dr. Gerhild Becker, Ärztliche Direktorin der Klinik für Palliativmedizin. Allein dies zeige schon die Grenzen auf, die dem „Bedside-Teaching“ gesetzt seien. Hinzu kommt: „Die Menschen sind sehr krank. Das macht es immer schwer vorhersehbar, wann ein Patient überhaupt in der Lage ist, mit Studierenden zu sprechen.“ Die Rücksicht auf die Patienten steht in der Palliativklinik immer an erster Stelle. Zugleich erlaubt der eng getaktete Studienplan der Studierenden jedoch keine Patientenbesuche auf Abruf.

### Rundgang durch die Station

Angesichts dieser schwierigen Situation haben Gerhild Becker und die Erziehungswissenschaftlerin Bettina Couné zum Wintersemester 2015/16 ein didaktisches Konzept entwickelt, das Vorlesungen und Präsenzseminare mit E-Learning-Modulen, die Teile des Lernens vor Ort ersetzen, verzahnt. Das Besondere: In das Online-Modul sind Filmsequenzen integriert, in denen sowohl Patienten als auch Ärzte und weitere Mitarbeiter zu Wort kommen. Im Einführungsfilm macht eine Studentin mit der geschäftsführenden Oberärztin Dr. Karin Jaroslawski einen Rundgang durch die Palliativstation. Dabei stellt die Studentin Fragen, die aus ihrer Sicht – und damit aus der Sicht derjenigen, die den Film ansehen – wichtig sind und von der Oberärztin beantwortet werden. Ein anderer Film zeigt eine Teambesprechung, in der auf jeden einzelnen Patienten eingegangen wird.

Solche Besprechungen sind ein Herzstück des Palliativbereichs. Dort arbeiten Ärzte, Physiotherapeuten, Psychologen und Seelsorger mit dem Patienten, um gemeinsam das Beste für ihn zu erreichen. Das geht nur über gelungene Kommunikation. Die Filme geben den Studierenden wichtige Einblicke in die Abläufe der Palliativklinik.

Einen besonderen Stellenwert haben Filme, in denen die Patienten über ihr Erleben berichten. „In seinem Erleben ist der Patient der Experte und der Arzt der Laie“, sagt Becker. Nur wenige Patienten sind aufgrund ihrer Erkrankung in der Lage, dieses Erleben zu schildern, und falls doch, dann kaum auf Abruf, wenn Studierende auf der Station sind. Deshalb sind diese Filme für die Studierenden eine wertvolle Ressource, die sie bei Bedarf nutzen können.

### Wertvolle Erfahrungen weitergeben

In einem Film schildert eine Patientin mit Amyotropher Lateralsklerose (ALS), einer Erkrankung des Nervensystems, ihr persönliches Erleben. Ihr Sprachvermögen war zum Zeitpunkt der Aufnahmen bereits stark beeinträchtigt. Diese Aufnahmen entsprechend viel Zeit in Anspruch – Zeit, die Studierende beim Bedside-Teaching nicht haben. Aber gerade solche Patienten können den Studierenden viele wertvolle Erfahrungen vermitteln. Die ALS-Patientin empfand es als besonders schlimm, nicht verstanden zu werden. „Es ist ein tiefgreifendes Gefühl von Entmündigung“, erklärt Becker. Viele Patienten würden dies leidvoll erfahren, weil für sie zum Beispiel ungefragt Dinge übernommen würden, die sie eigentlich noch selbst machen könnten. „In diesem Fall ist es für die Filmaufnahmen ein großes Glück gewesen, dass sich eine Patientin dazu bereit erklärt hat, die in der Lage war, dieses Erleben so zu vermitteln, dass die Studierenden es leicht nachvollziehen können“, betont Becker. Das sei beim Bedside-Teaching nicht immer gegeben.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Klinikalltags wird ebenfalls durch einen Film vermittelt: der Ablauf einer Visite. Es ist zu sehen, wie sehr in



*Diese Patientin kam mit einer schweren neuro-muskulären Erkrankung auf die Palliativstation. In den Lehrfilmen erzählt sie unter anderem von ihren Erfahrungen mit dem Gesundheitssystem und von den Quellen, aus denen sie Kraft schöpft.*



*Mittagsbesprechung im Team (oben), Rundgang durch die Station mit Oberärztin Karin Jaroslawski (links), Visite beim Patienten (rechts) : Die Filme geben Studierenden wichtige Einblicke in die Abläufe der Palliativklinik. Fotos: Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Palliativmedizin*

der Palliativmedizin darauf geachtet wird, dass die Begegnung mit dem Patienten auf Augenhöhe stattfindet. Die Ärztin setzt sich ans Bett und hört ihm zu. Kein Durchrauschen des Chefarztes, der sich mit seiner Entourage über den Menschen im Bett anstatt mit ihm unterhält.

#### **Langsamkeit aushalten lernen**

Medizinstudierende durchlaufen die Palliativmedizin in zwei Lerneinheiten im ersten und im fünften Semester. Zum Lehrplan gehört zunächst eine Grundlagenvorlesung, es folgen das E-Learning-Modul und dann ein Präsenzseminar. Die Videos stehen im Rahmen des E-Learning-Moduls auf dem Programm. „Mithilfe der Filme können die Studierenden auf mehreren Ebenen lernen“, sagt Becker. Es ist ein Lernen am Modell, in dem die Studierenden ein konkretes Thema bearbeiten und zugleich ein Empfinden dafür

entwickeln können, wie wichtig die eigene innere Haltung beim Führen eines Gesprächs mit sehr kranken Menschen ist. Becker nennt weitere Vorteile: „Die Studierenden sind heute vor allem aus den Medien ein ganz anderes Tempo gewohnt. Bei der ALS-Patientin bekommen sie ein Gefühl dafür vermittelt, dass Abläufe sehr viel Zeit brauchen können. Sie müssen Langsamkeit aushalten lernen.“

Diese Form des Lernens kann für Studierende belastend sein, weil es um die Auseinandersetzung mit Leiden und Sterben geht, während sie vor allem helfen und heilen wollen. „Wir haben von manchen die Rückmeldung bekommen, dass es ihnen nicht leichtfällt, das alleine durchzuarbeiten“, sagt Couné. In gewisser Weise sei das auch gut so: Die Studierenden müssten schließlich herausfinden, ob sie sich den Herausforderungen der Palliativmedizin gewachsen fühlen.

Zum Abschluss des Online-Moduls müssen alle Studierenden einen Multiple-Choice-Test absolvieren. „Diese Vorgehensweise ist wichtig, denn wir brauchen den Nachweis, dass sich die Studierenden die Grundlagen für das folgende Seminar erarbeitet haben“, sagt Couné.

### Direkt aus dem Arbeitsalltag

„Insgesamt ist es natürlich wichtig, dass die Studierenden mit dem, was sie mit den Filmen lernen, nicht alleingelassen werden“, resümiert die Erziehungswissenschaftlerin. Deshalb wird das auf das E-Learning-Modul folgende Seminar für die Reflexion und Einordnung dessen genutzt, was sie im Selbststudium erarbeitet haben. Auch Karin Jaroslawski ist beim Seminar mit dabei. „Sie berichtet sozusagen direkt aus dem Arbeitsalltag“, sagt Becker. Die erfahrene Oberärztin beantwortet brennende Fragen, die die Filme aufgeworfen haben, und ermöglicht Studierenden, mit Patienten direkt in Kontakt zu kommen.

## „Die Filme zeigen im Grunde den Kristallisationskern eines Themas“

Die Filme werden von einem kleinen Team um den Medientechnologen Matthias Weis gedreht. „Wir versuchen, die Technik so unauffällig wie möglich zu halten“, erzählt Becker, denn man wolle die Patienten so wenig wie möglich zusätzlich belasten. Dafür werden kleinere technische Schwächen, zum Beispiel Störgeräusche, die sich auch durch eine aufwendige Nachbearbeitung nicht beseitigen lassen, in Kauf genommen. Zumeist entsteht sehr viel Filmmaterial, von dem letztendlich nur kleine Ausschnitte für die Online-Module verwendet werden. „Die Filme zeigen im Grunde den Kristallisationskern eines Themas, mit dem sich die Studierenden beschäftigen“, sagt Becker. Schön sei im Übrigen, dass die beteiligten Patienten es als gewinnbringend empfinden, über ihre Situation sprechen und damit etwas zur Ausbildung junger Medizinerinnen und Mediziner beitragen zu können.

[www.palliativecare.uni-freiburg.de](http://www.palliativecare.uni-freiburg.de)



**Prof. Dr. Gerhild Becker** hat Medizin, Evangelische Theologie, Caritaswissenschaft, Medizinische Ethik und Palliative Care studiert. 1997 wurde sie an der Universität Freiburg in Medizin promoviert, 2007 habilitiert. Seit 2012 ist sie Inhaberin der Professur für Palliativmedizin – der ersten in Baden-Württemberg – und Ärztliche Direktorin der Klinik für Palliativmedizin am Universitätsklinikum Freiburg. Seit 2013 ist sie zudem als Pfarrerin im Ehrenamt in der Badischen Landeskirche tätig. Beckers Forschungsgruppe befasst sich mit den Themen Versorgungsforschung, Symptomkontrolle, Schmerztherapie, Patientenautonomie, Umgang mit Sterben und Tod, Trauer, Spiritualität, Lebensqualität und Outcome-Forschung.

Fotos: Universitätsklinikum Freiburg



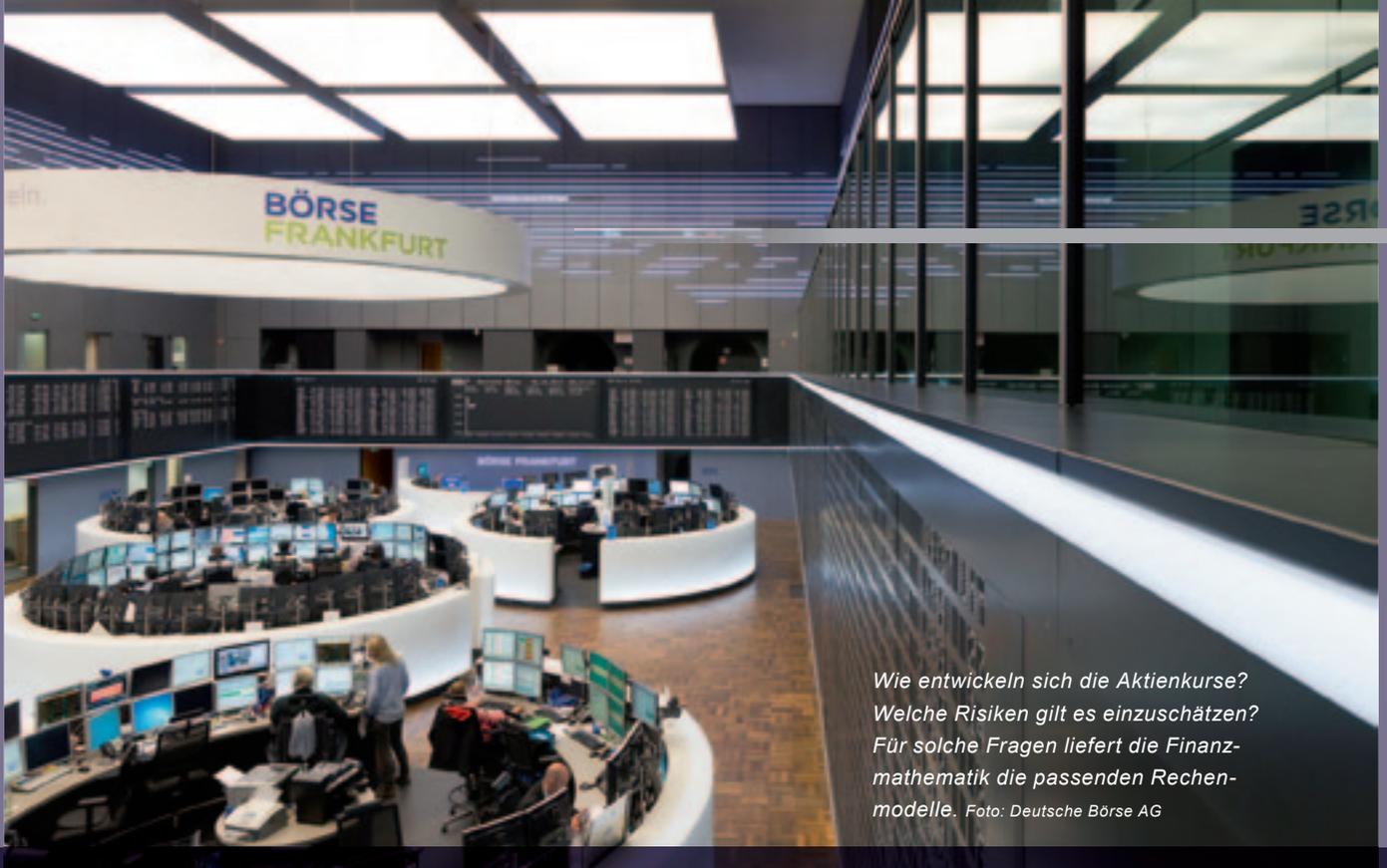
**Bettina Couné** hat Erziehungswissenschaft und Sprachwissenschaft an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg studiert. Sie ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Klinik für Palliativmedizin mit dem Schwerpunkt Lernen und Lehre in der Aus-, Fort- und Weiterbildung. Als Studiengangskoordinatorin organisiert sie die Umsetzung und Weiterentwicklung des weiterbildenden Masterstudiengangs Palliative Care, der seit 2010 als Blended-Learning-Programm für Berufstätige angeboten wird. Darüber hinaus entwickelt sie didaktische und medien-didaktische Konzepte für verschiedene Weiterbildungskurse sowie die grundständige Lehre.

### Zum Weiterlesen

Gaupp, R./Körner, M./Fabry, G. (2016): Effects of a case-based interactive e-learning course on knowledge and attitudes about patient safety: a quasi-experimental study with third-year medical students. In: BMC Medical Education 16, S. 172. doi: 10.1186/s12909-016-0691-4

Meffert, C./Stöbel, U./Körner, M. et al. (2015): Perceptions of a good death among German medical students. In: Death Studies 9/5, S. 307–315. doi: 10.1080/07481187.2014.951496

Periyakoil, V. S./Basaviah, P. (2013): The flipped classroom paradigm for teaching palliative care skills. In: Virtual Mentor 15/12, S. 1034–1037. doi: 10.1001/virtualmentor.2013.15.12.medu1-1312



*Wie entwickeln sich die Aktienkurse?  
Welche Risiken gilt es einzuschätzen?  
Für solche Fragen liefert die Finanz-  
mathematik die passenden Rechen-  
modelle. Foto: Deutsche Börse AG*

# „Finance“ aus der Praxisperspektive

Masterstudierende erarbeiten in einem Seminar Lösungen für Fragen von Geldinstituten und Anlageberatern

von Verena Adt

Economics meet mathematics, genauer: Finanzmarktexperten und Finanzmathematiker arbeiten Hand in Hand. Wenn es gilt, die Entwicklung von Finanzmärkten zu analysieren, Kursentwicklungen zu beobachten und Risiken einzuschätzen, ist die Finanzmarktforschung auf Rechenmodelle aus der Mathematik angewiesen. Auf diesem Gebiet sind insbesondere die Werkzeuge der Stochastik gefragt, die sich mit Zufall und Wahrscheinlichkeiten beschäftigt und es ermöglicht, trotz der Unwägbarkeiten des Zufalls präzise Aussagen zu treffen.

Ungeachtet dieser thematischen Nachbarschaft ist es ein Novum, dass eine Professorin und ein Professor der Freiburger Universität, die an der Schnittstelle von Volkswirtschaftslehre (VWL) und Mathematik lehren und forschen, ein fachübergreifendes Forschungsseminar für Masterstudierende

gestartet haben. „Das gab es so bisher nicht“, erklären Eva-Maria Lütkebohmert-Holtz, Professorin für Quantitative Finanzmarktforschung am Institut für Allgemeine Wirtschaftsforschung, und Thorsten Schmidt, Professor für Mathematische Stochastik am Mathematischen Institut.

## **Gemischte Teams**

Neu ist, dass Studierende der Volkswirtschaftslehre und Mathematik in diesem Seminar gemischte Teams bilden, um in vier Monaten gemeinsam Lösungen für Fragen aus der Finanzwirtschaft zu erarbeiten. Neu ist ferner, dass die Arbeitsthemen nicht von den Professoren vorgegeben werden, sondern von Banken, Versicherungen und Vermögensberatern. „Unsere Studierenden klagten oft über mangelnden Praxisbezug, auch wenn wir unsere Fallbeispiele unmittelbar aus der Praxis

abgeleitet haben“, sagt Lütkebohmert-Holtz. Und die Finanzmathematik sei zwar praxisnah, werde aber theoretisch vermittelt, ergänzt Schmidt. Ihr Seminar „Finance aus der Praxisperspektive“, das im Sommersemester 2016 erstmals stattfand, ist indessen Praxis pur. Die Arbeit dreht sich um Fragen, die sich Geldinstitute und Anlageberater täglich stellen: Wie ist die Kreditwürdigkeit von Bankkundinnen und -kunden möglichst genau einzuschätzen? Wie lässt sich ein Kapitalanlageportfolio zusammenstellen, das Sicherheiten über Jahrzehnte gewährleistet? Wie können Konstruktionsfehler in börsennotierten Investmentfonds identifiziert und beseitigt werden? Für die Lösungsvorschläge besteht bei den Seminarpartnern aus der Finanzindustrie konkreter Bedarf.

### Regelmäßige Fortschrittsberichte

Auch der feste Zeitrahmen ist praxiskonform. Mindestens 10 bis 15 Arbeitsstunden pro Woche wenden die Seminarteilnehmerinnen und -teilnehmer für ihr Projekt auf, und sie treffen sich zu wöchentlichen Arbeitssitzungen. In regelmäßigen Abständen berichten die Teams den industriellen Partnern über ihre Fortschritte. Am Ende des Seminars steht eine umfassende Schlusspräsentation bei der jeweiligen Partnerfirma. „Wir verlangen einen hohen Arbeitseinsatz von den Studierenden“, erläutert Schmidt. Auch der Betreuungsaufwand vonseiten der Dozenten sei erheblich. Neben den Professoren sind in den Fachabteilungen zwei Doktoranden zur Unterstützung der Studierendenteams eingesetzt, und die beteiligten Firmen stellen Personal zur praktischen Betreuung der jeweiligen Projektgruppe ab.

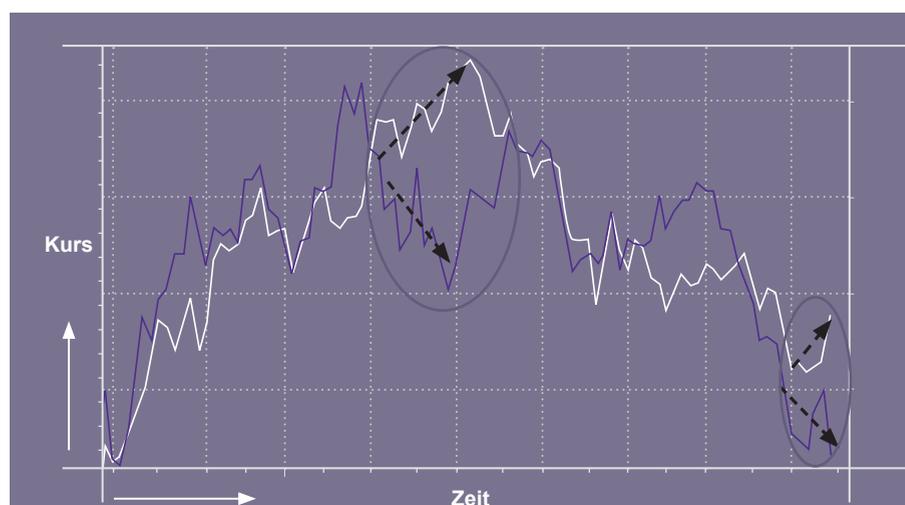
Der enge Praxisbezug habe auf die Studierenden stark motivierend gewirkt, stellten Lütkebohmert-Holtz und Schmidt im Verlauf des ersten Seminars fest. Von 20 Studierenden, die sich angemeldet hätten, sei nur einer abgesprungen. Alle anderen hätten ihr Projekt mit hohem Engagement durchgezogen. Schmidt beobachtete bei ihnen eine „sehr steile Lernkurve“. Als Erstes hätten VWL- und Mathematikstudierende lernen müssen, sich über die Fachgrenzen hinweg miteinander zu verständigen. Dann mussten sie sich mit den Anforderungen einer gut gestylten und vorgetragenen Präsentation für die Industrie vertraut machen – eine Schlüsselkompetenz für das künftige Berufsleben. Schließlich mussten die Studierenden auch üben, im Team konstruktive Kritik zu äußern. „Das ist ihnen anfangs ziemlich schwergefallen“, sagt Schmidt. „Aber auch da gab es eine steile Lernkurve.“

Mit vier Teams und vier Projekten von drei Partnerunternehmen aus der Finanzwirtschaft startete das Seminar. Eines der Teams untersuchte verschiedene Tests, mit denen Banken die Wahrscheinlichkeit eines Kreditausfalls bei Kunden abschätzen. Die 2006 verschärften Eigenkapitalvorschriften zwingen die Institute, ihre internen Ratingverfahren, die letztendlich für die Bemessung ihrer Eigenkapitalrücklagen ausschlaggebend sind, zu verbessern. Die Studierenden prüften vier gängige Verfahren und identifizierten deren jeweilige Schwächen. Dabei stellten sie beispielsweise fest, dass Kreditausfälle bei unterschiedlichen Kunden in den bestehenden Testverfahren traditio-

nell als voneinander isolierte Vorfälle betrachtet werden, während sie in der Realität durchaus miteinander zusammenhängen können, zum Beispiel, wenn die Ausfälle konjunkturelle Ursachen haben. Abschließend entwickelte das Team Vorschläge für ein Testverfahren, das keine der in den vier gängigen Modellen gefundenen Schwächen aufweist.

Eine andere Gruppe entwickelte eine Handelsstrategie auf der Basis von Aktienpaaren, Aktien-drillings sowie börsengehandelten Investmentfonds,

## „Wir verlangen einen hohen Arbeitseinsatz von den Studierenden“



Strategie mit Erfolgsaussicht: Wenn zwei Aktienkurse langfristig parallel verlaufen, aber kurzfristig von diesem Trend abweichen, kann ein Anleger dies ausnutzen, indem er die unterbewertete Aktie kauft und die überbewertete verkauft. Passen sich die Kurse nach einiger Zeit wieder dem langfristigen Trend an, führt dies zu Gewinnen für den Anleger.

Quelle: Abteilung für Quantitative Finanzmarktforschung, Grafik: Kathrin Jachmann

so genannten Exchange Traded Funds (ETF). Die Strategie basiert auf kointegrierten Aktien, also Wertpapieren, die in ihrer Kursentwicklung langfristige statistische Zusammenhänge aufweisen. Das Studierendenteam erarbeitete einen Algorithmus, der eine Vielzahl unterschiedlicher Aktien statistisch auf solche Zusammenhänge untersucht und auf dieser Grundlage Aktienpaare vorschlägt, die für eine Börsenstrategie mit dem Ziel, kurzfristige Kursverzerrungen beim Aktienhandel auszunutzen, geeignet sind. Wenn zwei Aktienkurse beispielsweise langfristig parallel verlaufen, kurzfristig aber von diesem Trend abweichen, können Anlegerinnen und Anleger dies ausnutzen, indem sie die unterbewertete Aktie kaufen und die überbewertete verkaufen. Passen sich die Kurse nach einiger Zeit wieder dem langfristigen Trend an, führt dies zu Gewinnen für den Anleger. Zur Überprüfung seines Modells setzte das Team ein Backtestingverfahren ein, mit dem festgestellt wird, ob eine Handelsstrategie in der Vergangenheit profitabel gewesen wäre und somit für die Zukunft infrage kommt.

Ihrer Forschung konnten die Masterstudierenden in weitreichender Unabhängigkeit nachgehen. Im Seminar seien sie gegenüber den Industriepartnern freier, als sie es beispielsweise als Praktikantinnen und Praktikanten bei denselben Firmen wären, erläutert Schmidt. Für eine Reihe von Teilnehmern des berufsorientierten Seminars stellte das erfolgreich abgeschlossene Projekt zugleich eine erste Kontaktaufnahme mit einem möglichen Arbeitgeber dar. Alle konnten durch die praxisorientierte Teamarbeit konkrete Erfahrungen in der künftigen Berufswelt sammeln.

Lütkebohmert-Holtz und Schmidt sind mit den von ihren Studierenden erarbeiteten Resultaten „sehr zufrieden“. Das Seminar soll im Wintersemester 2017/18 wieder angeboten werden. Die Universität Freiburg hat „Finance aus der Praxisperspektive“ schon in der Vorbereitungsphase im Sommer 2015 mit ihrem Lehrentwicklungspreis Instructional Development Award (IDA) ausgezeichnet. Die mit der Auszeichnung verbundenen 70.000 Euro können von der Seminarleitung flexibel eingesetzt werden, zum Beispiel zur Einstellung von wissenschaftlichen Hilfskräften oder zur Finanzierung von Vertretungen, um zeitliche Freiräume für die Seminarbetreuung zu gewinnen.

[www.pr.uni-freiburg.de/go/finance](http://www.pr.uni-freiburg.de/go/finance)



*Schlüsselkompetenz für Studierende: Eine Präsentation bei der jeweiligen Partnerfirma steht am Ende des Seminars.*

*Foto: contrastwerkstatt/fotolia*



**Prof. Dr. Eva-Maria Lütkebohmert-Holtz**

*hat Mathematik an den Universitäten Bonn und Toronto/Kanada studiert und wurde 2004 in Bonn promoviert. 2005 wechselte sie als Research Analyst zur Deutschen Bundesbank. 2006 wurde sie zur Juniorprofessorin der Universität Bonn ernannt, bevor sie 2009 an die Wirtschafts- und Verhaltenswissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg wechselte und dort die Nachwuchsforschergruppe „Financial Mathematics: Pricing of Risks in Incomplete Markets“ leitete. 2013 wurde sie zur Professorin für Quantitative Finanzmarktforschung an der Universität Freiburg ernannt. Ihr Forschungsinteresse gilt insbesondere der Modellierung von Kredit- und Liquiditätsrisiken, der Bewertung und dem Hedgen von Finanzderivaten sowie der Quantifizierung von Modellrisiken.*

*Fotos: Klaus Polkowski*



**Prof. Dr. Thorsten Schmidt**

*hat Mathematik an der Universität Gießen studiert und sich schon früh für das damals noch junge Forschungsgebiet Finanzmathematik interessiert. Nach Praktika bei Banken in Frankfurt und London/England wurde er 2003 in Gießen promoviert und im Anschluss als Juniorprofessor an die Universität Leipzig berufen. 2008 wechselte er an die Technische Universität Chemnitz, wo er die Erforschung von Strom- und Gasmärkten zu einem neuen Forschungsschwerpunkt machte. 2015 wurde er auf die Professur für Mathematische Stochastik an der Universität Freiburg berufen, wo er sich seither besonders mit Modellrisiken und fundamentalen Fragestellungen der Finanzmathematik befasst.*

### Zum Weiterlesen

Liang, G./Lütkebohmert, E./Xiao, Y. (2014): A multi period bank run model for liquidity risk. In: Review of Finance 18/2, S. 803–842. doi: 10.1093/rof/rft016

Schmidt, T. (2014): Catastrophe insurance modelled with shot-noise processes. In: Risks 2/1, S. 3–24. doi: 10.3390/risks2010003

## Impressum

uni'wissen, das Forschungsmagazin  
der Universität Freiburg, erscheint zweimal jährlich.

### Herausgeber

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg,  
der Rektor, Prof. Dr. Hans-Jochen Schiewer

### Verantwortlich für den Inhalt

Rudolf-Werner Dreier,  
Leiter Öffentlichkeitsarbeit und Beziehungsmanagement

### Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Jürgen Bauhus, Forstwissenschaften  
Prof. Dr. Ralf von den Hoff, Archäologie  
Prof. Dr. Gunther Neuhaus, Prorektor für Forschung, Biologie  
Prof. Dr. Sabine Rospert, Medizin  
Prof. Dr. Margit Zacharias, Prorektorin für Innovation  
und Technologietransfer, Mikrosystemtechnik

### Redaktion

Nicolas Scherger (verantwortlicher Redakteur),  
Rimma Gerenstein, Yvonne Troll

### Anschrift der Redaktion

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Albert-Ludwigs-Universität  
Fahnenbergplatz, 79085 Freiburg  
Telefon 0761/203-4301  
Fax 0761/203-4278  
E-Mail [uniwissen@pr.uni-freiburg.de](mailto:uniwissen@pr.uni-freiburg.de)

### Auflage

9.000 Exemplare

### Gestaltung, Layout

Kathrin Jachmann

### Fotos Titelseite:

Hans Peter/Warner Bros. Records, Patrick Seeger,  
Maksym Yemelyanov, keki, 12ee12 (alle fotolia)

### Anzeigen

Gregor Kroschel  
Telefon 0761/203-4986  
[gregor.kroschel@zv.uni-freiburg.de](mailto:gregor.kroschel@zv.uni-freiburg.de)

### Druck und Herstellung

Hofmann Druck, Emmendingen

### Vertrieb

Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit und  
Beziehungsmanagement

### Jahresabonnement

Euro 6,-  
Für Mitglieder der Universität ist der Bezug  
von uni'wissen kostenlos.

ISSN 2194-8054

© Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung des Verlags oder der Redaktion wieder. Die Redaktion behält sich vor, eingesandte Artikel zu redigieren und zu kürzen.

uni'wissen erscheint online unter  
[www.wissen.uni-freiburg.de](http://www.wissen.uni-freiburg.de)



Presse- und Öffentlichkeitsarbeit  
Albert-Ludwigs-Universität  
Fahnenbergplatz, 79098 Freiburg  
Telefon 0761/203-4301  
Fax 0761/203-4278  
E-Mail [uniwissen@pr.uni-freiburg.de](mailto:uniwissen@pr.uni-freiburg.de)  
[www.wissen.uni-freiburg.de](http://www.wissen.uni-freiburg.de)