

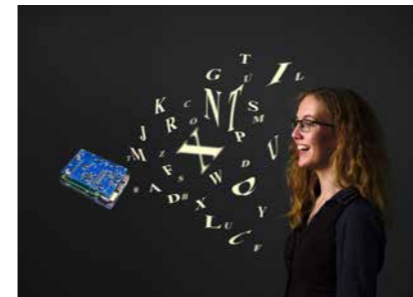


Prekäres Leben im Alter: Hauptsache zurechtkommen | Internationalität der Wissenschaften: Weltläufig und fremdheitsfreundlich | Akustische Sensornetzwerke: Lektionen für Alexa & Co?! | Pflanzliche Molekularbiologie: Bildschöne Monstrositäten | Organische Katalyse: Auf die Ressourcen kommt es an | In memoriam Wolfgang Frühwald



Titel: dpa/Ramon Espelt

Wenn Geldnöte zum Alltag gehören, kann der Ruhestand zur großen Herausforderung werden. Frauen sind von Altersarmut besonders betroffen, wie eine Studie anhand von Fallbeispielen zeigt.



**Editorial**

*Peter Strohschneider*

**Weltläufig und fremdheitsfreundlich** 2  
Anmerkungen zur Internationalität der Wissenschaften im globalen Zeitalter

**Brücken zum bilateralen Dialog** 4  
Wege und Ziele der Science Diplomacy der DFG

**Geistes- und Sozialwissenschaften**

*Irene Götz*

**Hauptsache zurechtkommen** 6  
Ein kulturwissenschaftlicher Blick auf den prekären Alltag von Frauen im Rentenalter

**Ingenieurwissenschaften**

*Reinhold Häb-Umbach*

**Lektionen für Alexa & Co?!** 12  
Wie verbesserte Spracherkennung digitalen Sprachassistenten nutzen kann

**Lebenswissenschaften**

*Kerstin Kaufmann*

**Bildschöne Monstrositäten** 16  
Mechanismen der Blütenentwicklung und ihre evolutionären Hintergründe

**Nachruf**

**Geschliffene Intellektualität, moralische Autorität** 22  
Zum Tode von DFG-Altpräsident Wolfgang Frühwald (1935–2019)

**Naturwissenschaften**

*Lutz Ackermann*

**Auf die Ressourcen kommt es an** 25  
Die Aktivierung von Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen und deren Potenzial

**Leibniz-Preisverleihung 2019**

**Fragen des Vertrauens** 30  
Von Spitzenleistungen, Freiheitsrechten und öffentlicher Wissenschaftskommunikation

**Querschnitt**

**Nachrichten und Berichte aus der DFG** 32

Heinz Maier-Leibnitz-Preise 2019 +++ DFG zu EFI-Jahresgutachten  
+++ Zweites Polish-German Science Meeting in Krakau +++  
Communicator-Preis 2019 an Informatikerin Katharina Anna Zweig

Peter Strohschneider

# Weltläufig und fremdheitsfreundlich

*Grenzüberschreitende Kooperation scheint selbstverständlich für gute Forschung zu sein. Doch worauf gründet sie eigentlich? Müssen in einer polyzentrischen Wissenschaftswelt Freiheit und Verantwortung neu gedacht werden? Und wie lassen sie sich gegen ihre aktuellen Bedrohungen schützen? Anmerkungen zur Internationalität der Wissenschaften im globalen Zeitalter*

Vor mehr als 20 Jahren erschien in der Wochenzeitung DIE ZEIT ein Beitrag, der sich mit den „Nebenwirkungen der Globalisierung“ auf „eine Politik der Freiheit“ befasste. Autor war Ralf Dahrendorf, der neben vielem anderen auch einmal EU-Kommissar für Forschung, Bildung und Wissenschaft in den Jahren 1972 bis 1974 war und neuerdings der Namenspatron eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgelobten Wissenschaftspreises für herausragende Leistungen in europäischen Forschungsprojekten ist. Ihm schienen die riskantesten Nebenwirkungen der Globalisierung in einer „Gefährdung des sozialen Zusammenhalts“ zu liegen, in einer Verschiebung von „Solidarität“ zu „Konkurrenz“ und in einer Zersetzung der „Institutionen der Demokratie durch konsequenzlose Kommunikation zwischen atomisierten Individuen“ unter den Bedingungen „der Anarchie des Internet“, die womöglich eher „autoritären als demokratischen Verfassungen Vorschub leisten“ werde.

Diese Formulierungen von 1997, an – wie Dahrendorf schrieb – „der Schwelle zum autoritären Jahrhundert“, wirken heute bemerkenswert hellichtig, sind doch praktisch alle westlichen Industrie- und Wissenschaftsgesellschaften mit massiven sozialen Spaltungsdynamiken konfrontiert.

Was aber besagen Dahrendorfs Überlegungen für die internationale Forschungszusammenarbeit in einem seinerseits zusehends globaler werdenden Wissenschaftssystem? Müssen auch Freiheit und gesellschaftliche Verantwortung von Forschung global neu gedacht werden? Oder direkter gefragt: Wie verhalten sich die Regulierung von Forschungsbedingungen durch Einzelstaaten und globale

Forschungsnetzwerke zueinander? Und wie der Anspruch auf Selbstverantwortlichkeit der Wissenschaften einerseits und andererseits eine zunehmende Enthemmung, wie sie kürzlich an der Manipulation am menschlichen Genom durch den Chinesen He Jiankui überdeutlich wurde?

Wer sich der Internationalität der Wissenschaften nähert, merkt zunächst schnell, dass sie nicht nur eine Beschreibungskategorie ist, sondern vor allem ein Wertbegriff: Gute Forschung ist international! Dies wiederum gilt nicht allein in dem Sinne, dass wissenschaftliches Wissen nicht national-kulturell gebunden ist. Internationalität ist vielmehr auch auf der sozialen Seite von Forschung ein positiver Wert: Internationale Forschungskooperation ist gut! Ihre Förderung ist deswegen ein Satzungsziel der DFG, deswegen engagiert sie sich unter anderem im Global Research Council.

Internationalität ist derart positiv besetzt, dass wir sie in Wissenschaft und Wissenschaftspolitik oft nicht als Mittel zum Zweck bester Forschung und akademischer Bildung behandeln, sondern als wenn sie selbst ein Zweck wäre: die Zusammenarbeit über Staatsgrenzen hinweg und bei grenzüberschreitenden Forschungsthemen wie Migration oder Biodiversitätsverlust; die Kooperation der in einem Forschungsgebiet jeweils Besten, der länderübergreifende Betrieb großer Forschungsinfrastrukturen; die Vielfalt der in einer Arbeitsgruppe vertretenen Kulturen.

Internationalität ist so sehr ein positiver Wert der Wissenschaften, dass die komplexen Ambivalenzen und Risiken leicht zu übersehen sind, die sie im Zeitalter der Globalisierung begleiten. Auch von denen muss freilich gesprochen werden, wenn wir es ernst mit ihr meinen. Autoritäre Herrschaftsformen scheinen weltweit Aufwind zu haben, und der Neuzuschnitt globaler Machtsphären



Foto: DFG/Ausserhofer

ist im vollen Gange. Auch Forschung und Technologie werden dabei politisch instrumentalisiert.

*Science diplomacy* ist dabei lediglich die eine, die positive Seite solcher Indienstnahme: Internationale Wissenschaftskooperationen können zwischenstaatliche Solidarität befördern.

Doch zugleich ist internationale Wissenschaft, um Dahrendorfs Gegensatzpaar aufzugreifen, ein Mittel der Konkurrenz um Macht, Einflussphären, Standortvorteile. Dabei geht es keineswegs bloß um symbolische Machtdemonstration oder wissenschaftlichen Ideenwettbewerb. Die internationale Konkurrenz von Forschungsstandorten entscheidet sich auch an Forschungsmitteln und technischen Infrastrukturen, an der Höhe von Gehältern oder an den jeweiligen Regulierungen von Forschungsfreiheit, Forschungszwecken und wissenschaftlicher Verantwortung.

Daraus können sich dann Überbietungswettbewerbe ergeben, etwa bei Rechnerkapazitäten oder Gehältern, die auch mit Unterbietungswettbewerben verknüpft sein mögen, zum Beispiel bei forschungsethischen Standards. Dies ist ja auch das Menetekel der gentechnologisch manipulierten chinesischen Zwillinge: eine verantwortungsvergessene, global entgrenzte Forschungskonkurrenz, in der gewinnt, wer am rücksichtslosesten Ethosdumping betreibt. Und das droht übrigens nicht allein auf internationaler, sondern auch schon auf europäischer und nationaler Ebene: Auch innerhalb der Mitgliedstaaten der Europäischen Union gibt es etwa

im Bereich der Embryonenforschung ein klares Gefälle forschungsethischer Rahmensetzungen.

Produktive Überschreitungen der Grenzen des Wissens wie der Grenzen nationaler Forschungssysteme sind also nicht leicht zu unterscheiden von riskanten Entgrenzungen politischer oder ethischer Art. Wir mögen mit Vanevar Bush von *endless frontiers*, von „grenzenloser Wissenschaft“ sprechen, doch Forschung überwindet nicht nur Grenzen, ihr sind als verantwortliche Forschung auch Grenzen gesetzt, die sie nicht verletzen darf. Und sie kann ihrerseits als Mittel politischer, technischer, ökonomischer Grenz- und Durchsetzung in Anspruch genommen werden.

Gleichwohl muss es auch Raum geben für eine Forschung, die nicht sogleich mit der Praxis politischer, gesellschaftlicher, ökonomischer Macht verknüpft ist, sondern zunächst mit theoretischer Neugier und menschlicher Welterkenntnis. Und es ist die Aufgabe der Deutschen Forschungsgemeinschaft, solchen Raum zu gewährleisten. Wissenschaft überhaupt, Forschung im Besonderen, ist eine Distanzkategorie. Sie benötigt um ihrer Leistungskraft willen den kulturellen und intellektuellen Abstand. Sie interessiert sich für das, was ihr unbekannt, also fremd ist und was sie befremdet. Sie ist nicht allein als internationale Wissenschaft fremdenfreundlich, sie ist geradezu prinzipiell fremdheitsfreundlich.

Und darum muss auch die Internationalisierung der Forschung befasst sein mit den und mit dem Fremden und

# Brücken zum bilateralen Dialog

Science Diplomacy: Über wissenschaftliche Kooperationen zu zwischenstaatlicher Solidarität

**W**issenschaftliche Kooperationen, nach strengen Qualitätskriterien ausgewählt und bewilligt, können und sollten von politisch schwierigen Beziehungen abgekoppelt betrachtet und weitergeführt werden. Dies hält den Dialog zwischen Gesellschaften aufrecht, der dann beizeiten auch zur Verbesserung der politischen Beziehungen genutzt werden kann. Eine solche Wissenschaftsdiplomatie betreibt auch die DFG.

Beispiel China: In den Augen der EU ist das Land neuerdings nicht mehr nur ein strategischer Partner, sondern auch ein systemischer Wettbewerber. Doch ungeachtet dieser neuen Perspektive entwickeln sich aufgrund des Vertrauensverhältnisses zwischen der chinesischen NSFC und der DFG die Beziehungen im Bereich der Grundlagenforschung zuverlässig mit stetig steigenden Förderungen

weiter, nicht zuletzt auch wegen des im Jahr 2000 gemeinsam gegründeten Chinesisch-Deutschen Zentrums für Wissenschaftsförderung (CDZ).

Beispiel Russland: Als Reaktion auf die Ukraine-Krise hat die EU seit 2014 Sanktionen gegen die Russische Föderation verhängt. Trotz dieser politischen und diplomatischen Eiszeit gelingt es mithilfe des DFG-Büros in Moskau, die russisch-

deutschen Wissenschaftsbeziehungen stabil zu halten und die Zahl der gemeinsam geförderten Projekte deutlich zu steigern. Neben bewährten Formaten wie den Deutsch-Russischen Nachwuchswochen konnte 2018 auch noch die Zusammenarbeit mit der Staatlichen Universität Moskau (MSU) intensiviert werden.

Oder das Beispiel Japan: Hier geraten insbesondere die Geistes- und Sozialwissenschaften immer mehr unter Rechtfertigungsdruck, da die Regierung einer am Output orientierten Wissenschaft Vorrang gibt. Die DFG versucht mithilfe ihres Büros



Illustration: Bosse und Meinhard Wissenschaftskommunikation

in Tokio Alternativen aufzuzeigen und bietet den Geisteswissenschaftlern in Japan mit einer Reihe von gemeinsam veranstalteten Symposien eine deutlich sichtbare Plattform.

Zwischenstaatliche Kooperation kann mithilfe von wissenschaftlicher Zusammenarbeit aber nicht nur bewahrt, sondern auch aktiv befördert werden. Das zeigt etwa das Beispiel Iran: Nach der Aufhebung der EU-Sanktionen Anfang 2016 konnte die DFG hier erste wissenschaftliche Kontakte verstärken und eine Reihe von gemeinsamen Forschungsprojekten anbahnen.

Unvertrauten; mit den Differenzen von intellektuellen Stilen, Frage- und Problemhorizonten, Erkenntnistraditionen, Institutionengeschichten, Forschungspraktiken – in einem Wort: mit Andersheit, mit Alterität. Eine irritationsbereite, eine die produktive Irritation geradezu suchende Weltläufigkeit – wir sind im Alexander von Humboldt-Jahr! – ist für Forschung konstitutiv. Und diese Weltläufigkeit steckt eigentlich in der Rede von internationaler Wissenschaft.

Wenn wir sie so verstehen, dann ist Internationalität mehr als arbeitsteilige Kollaboration über die Grenzen von Rechts-, Macht- oder Finanzsystemen hinweg. Und dann müssen in dieser Wissenschaft Verantwortung und Freiheit als Voraussetzung von Irritationsbereitschaft und Weltläufigkeit zusammenkommen.

Ohne Freiheit ist die intellektuelle Leistungsfähigkeit von Wissenschaft nicht zu denken, und auch nicht jene Erkenntnis, die in dem Sinne wahrhaft neu ist, dass sie unsere Erwartungen nicht bestätigt, sondern durchbricht: Ohne Freiheit könnte nicht die Rede sein von der Funktionsvielfalt der direkten und indirekten, der manifesten und latenten, der kurzfristigen, mittel- oder langfristigen Wirkungen – Wirkungen, die sich der Erkenntniskraft moderner Wissenschaften verdanken und vermittels derer wir uns in der Überkomplexität unserer Welt überhaupt erst bewegen können. Denn was wüssten wir schon ohne Wissenschaften über die Wahrscheinlichkeiten von Hitzesommern, das Auftreten von Erbkrankheiten, die Geschichte unseres Planeten oder das Funktionieren von Echokammern?

Von derart zentraler Bedeutung ist die Freiheit von Wissenschaft, dass man sie für eine Selbstverständlichkeit

halten könnte. Doch das ist sie nicht. Sie ruht auf einem normativen Fundament, das keineswegs je schon und überall anerkannt wäre, das vielmehr immer neu zu erstreiten ist und dessen praktische Geltung unentwegt reproduziert werden muss. Daran darf in diesem Jahr in der Bundesrepublik mit besonderem Anlass erinnert werden.

**A**m 23. Mai feiert mit dem Grundgesetz auch der Art. 5, Abs. 3 seinen 70. Geburtstag: „Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung.“ Dieses Freiheitsprivileg fasst Forschung nicht instrumentell als Mittel für andere Zwecke, sondern als Ausdruck der *conditio humana*, und es ist konstitutionell gebunden: Wissenschaftsfreiheit muss auch normativ-ethischen Ansprüchen gerecht werden.

An beides darf allerdings nicht nur aus feierlichem Anlass, daran muss auch aus aktuellen Gründen erinnert werden. Denn es kann uns nicht entgehen oder gleichgültig sein, dass Freiheit, Weltläufigkeit und Verantwortlichkeit der Wissenschaften global unter Druck geraten. Sie bilden nämlich eine eigene Zumutung für die an vielen Stellen der Welt Einfluss gewinnenden anti-pluralistischen, national-populistisch-autoritären oder autokratischen Macht- und Wahrheitsansprüche. Die den Wissenschaften eigene Kraft des Befragens und Infragestellens, der kritischen Reflexivität, der Störung und Erweiterung etablierter Kenntnisse und Epistemiken, sie gefährdet ja jene Geschlossenheit von Sozial- und Wissensordnungen, auf denen die Durchsetzungschancen von Populisten und Autokraten beruhen.

Kaum weniger geraten Freiheit, Verantwortlichkeit und Weltläufigkeit der Wissenschaften (und ihre Produktivkraft!) unter Druck, wo – zuweilen im Verein mit Populisten und Autokratien – ein rein instrumentelles Verständnis Raum greift, das sich Forschung nur denkt als vorhersehbare „Lösung“ von Problemen, die man längst kennt, und das sich zuweilen auch hinter fiskalpolitischen Zwängen, dem Druck „knapper Kassen“ nur versteckt.

Die Forschungspolitik vieler Länder, nicht etwa allein der USA, der neuen brasilianischen Administration oder Japans, gibt Anlass zu solcher Kritik und beeinflusst unsere internationalen Kooperationsmöglichkeiten. Selbst gegenüber der EU und trotz der positiven Entwicklungen des europäischen Forschungsraums ist dieser Hinweis keineswegs überflüssig: Leistungskräftige Forschungssysteme sind nicht hierarchisch-zentralistisch, sondern pluralistisch-heterarchisch angelegt; sie beseitigen Monokulturen, seien sie struktureller oder thematischer Art; sie vermeiden eine Engführung ihrer forschungssteuernden Effekte auf bloß jene „Lösungen“, die wir schon erwarten; sie ermöglichen Freiräume nicht nach Kassenlage, sondern als grundrechtlich garantierte Freiheit.

**E**uropäisierung, Internationalisierung, Globalisierung gestalten, das heißt für die Freiheit von Wissenschaft und Forschung streiten, ihre ethische Verantwortbarkeit gewährleisten, die Vielfalt von Wissenschaftskulturen, Forschungsstilen und Fördersystemen produktiv machen.

Die forschungs- und förderpolitischen Freiräume, die es dafür braucht, sind in der Bundesrepublik größer als in den meisten Staaten dieser Welt und verlässlicher auch als in vielen Wissenschaftsinstitutionen, mit denen wir international gut zusammenarbeiten. Gleichwohl sind wir freilich nicht gefeit vor Frustrationen, ja Misserfolgen unserer Kooperationen auf allen Kontinenten. Manchmal mühen wir uns einfach mit der schieren Undurchdringlichkeit von Bürokratie, zuweilen stehen politische Interessen im Wege, nicht ausgeschlossen auch, dass wir an neuen autoritären Imperialansprüchen schon scheiterten.

Wie dem auch sei: Wie wir mit dem gesellschaftlichen wie politischen und auch mit dem intellektuellen und ethischen Wagnis verantwortungsbewusster Freiheit umgehen in einer globaler und polyzentrisch werdenden Wissenschaftswelt, wie sich die schädlichen „Nebenwirkungen der Globalisierung“ auf eine internationale (auch: Forschungs-) „Politik der Freiheit“ eindämmen ließen und wie Dahrendorfs Prognose eines „autoritären Jahrhunderts“ falsifiziert werden kann, diese Fragen müssen wir intensiv diskutieren. Und sie werden sich schwerlich ein für alle Mal beantworten lassen.

Prof. Dr. Peter Strohschneider

ist Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Irene Götz

# Hauptsache zurechtkommen

Wenig Geld, beengte Wohnverhältnisse, gesundheitliche Probleme: Ein Münchner Forschungsprojekt beleuchtet den prekären Alltag vieler Frauen im Rentenalter aus kulturwissenschaftlicher Sicht.

*Unterwegs am Rande: Gerade Rentnerinnen, die alleinstehend oder verwitwet sind, erleben einen prekären Ruhestand.*

Der Alarmismus seiner Worte war nicht zu überhören: „Wir haben es mit einem armutspolitischen Erdbeben zu tun“, so nannte es Ulrich Schneider, der Leiter des Paritätischen Wohlfahrtsverbandes in Deutschland unter Verweis auf eine aktuelle Sozialstudie. Die Armut bei Neurentnerinnen und Neurentnern wachse signifikant an und habe seit 2006 im Vergleich zu anderen Altersgruppen am stärksten zugenommen. Lange wenig von der Öffentlichkeit beachtet, nehmen Politik und Medien in den letzten Jahren das Thema der alternden Gesellschaft – und insbesondere der Altersarmut – in neuer Weise wahr.

Am Anfang dieses kulturwissenschaftlichen Projekts, das aktuell in eine Buchpublikation mündet („Kein Ruhestand! Wie

Frauen mit Altersarmut umgehen“, Kunstmann-Verlag), stand ein höchst ambivalenter Befund: In den Altenberichten der Bundesregierung ist einerseits die Rede von einer neuen Generation „aktiver“ und „fitter“ älterer Mitbürgerinnen und Mitbürger, die selbst Vorsorgetreffen und sich durch Ehrenämter weiter nützlich machen. So werden auf einem Arbeitsmarkt, der mit Fachkräftemangel kämpft, die „Potenziale des Alters“ als Ressource entdeckt. Doch andererseits ist für immer mehr Ältere die Eigenaktivität über die Renten hinaus weniger eine Frage gesellschaftlichen Engagements als vor allem des Überlebens angesichts ihres „prekären Ruhestands“.

Die Rentenniveaus sind nach einer weiteren Studie des Paritätischen Wohlfahrtsverbandes von

2017 seit Jahren weiter abgesenkt worden, sodass die Armut bei Neurentnerinnen und Neurentnern ab 65 Jahren im Vergleich zu allen anderen Altersgruppen in Deutschland im Zeitraum von 2005 bis 2015 am stärksten gewachsen ist. Flaschensammler und Rentnerinnen, die Regale in Supermärkten einräumen, prägen als neue Sozialfiguren der Altersarmut das Bild der Städte.

Besonders Frauen sind bedroht, wie die Projektstudie zeigt. Die durchschnittliche Rentnerin in Deutschland erhält mit rund 600 Euro nur etwas mehr als die Hälfte der Rente, mit der im Durchschnitt Männer rechnen können. Auch Frauen aus bürgerlichen Milieus bedroht Altersarmut, zumal wenn sie im letzten Lebensdrittel allein übrig bleiben. Frauen leben, statistisch gesehen, länger, pflegen häufig ihre

Hier hat alles seinen Platz: das Wohnzimmer einer Seniorin als Rückzugsraum im Alltag.



Foto: Petra Schweiger

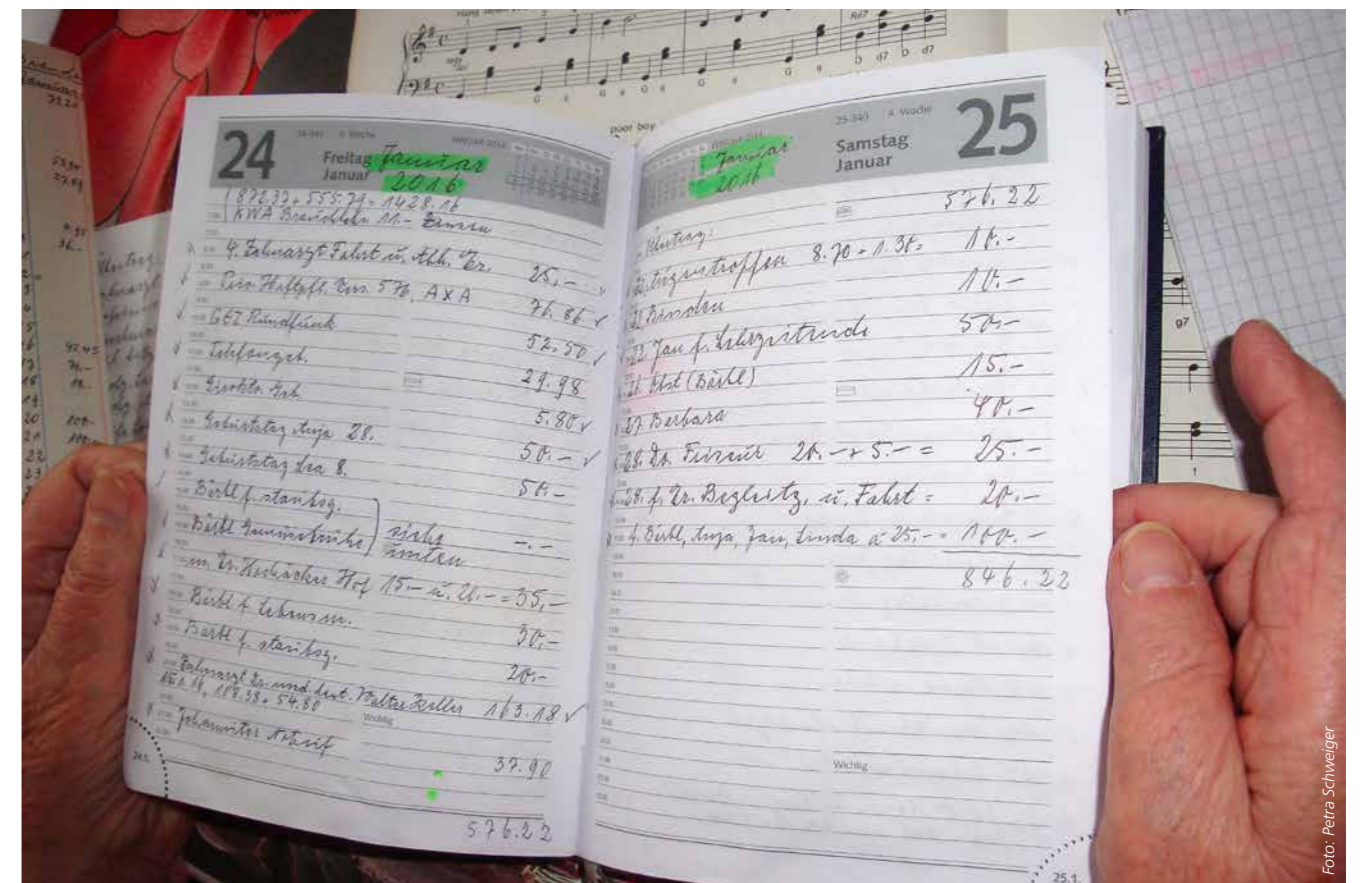


Foto: Petra Schweiger

Penible Buchhaltung: Jede Zusatzausgabe wird notiert, um den Überblick über die schmale Haushaltskasse zu behalten.

Partner, haben aber am Ende selbst keine solche partnerschaftliche Unterstützung zu erwarten.

Die gesellschaftlichen Gründe für die Armutsgefährdung haben vor allem mit den typisch weiblichen Erwerbsbiografien zu tun, die teilweise bis heute wirksam sind, aber auch einer generationenspezifischen Logik folgen: Die heutigen Rentnerinnen wurden in der Adenauer-Zeit mit ihrer restaurativen Familienpolitik nach einem traditionellen Frauenleitbild sozialisiert, das Frauen in einer Ein- oder Einhalbernerfamilie lediglich als Zuverdienerinnen vorsah.

In die Kriegs- und Nachkriegskinder wurde entsprechend bildungsmäßig meist wenig investiert.

Arbeit bis zur Familiengründung, Teilzeitarbeit und Erwerbslücken während der Erziehungszeiten, Reproduktionsarbeit anstatt Erwerbsarbeit – dies sind die Stichworte für die Rentenlücken vieler Frauen. Kommt noch eine Scheidung hinzu, steigt das Risiko von Altersarmut. Auch Alleinerziehende unterliegen, statistisch gesehen, einem deutlich erhöhten Armutsrisiko wie im Übrigen auch Frauen mit Migrationshintergrund.

Auch wenn die spezifisch weiblichen Gefährdungen im Alter, materiell und damit oft auch in psychosozialer Hinsicht prekär – verwundbar – zu sein, seit Langem bekannt sind, so gibt es kaum Studien, die in die Fragilitäten alltäglicher Lebensführung von Rentnerinnen hinein-

leuchten. Wie leben und wirtschaften Frauen in einer teuren Stadt wie München, wenn die durchschnittliche Erwerbsrente kaum für die Finanzierung einer Einzimmerwohnung reicht? Dies war die Ausgangsfrage des DFG-Projekts zum Thema „Prekärer Ruhestand. Arbeit und Lebensführung von Frauen im Rentenalter“, in dem ein Team von empirischen Kulturwissenschaftlerinnen anhand von biografischen Interviews und teilnehmenden Beobachtungen herausarbeitet, wie Frauen im städtischen Umfeld leben und wirtschaften.

Wie bewältigen die Frauen trotz materieller Engpässe und oft auch körperlicher Einschränkungen ihren Alltag? Was unternehmen sie derzeit noch an Zusatzarbeit (zum

Beispiel Minijobs, Selbstständigkeit bis ins hohe Alter, Hilfsdienste für andere)? Welche Strategien des Sparens und Umgangs mit knappen Mitteln entwickeln die Frauen? Und auf welche Unterstützung (Familie, Nachbarn, Kollegen, Ämter) können sie zurückgreifen?

Insbesondere fragte das Team, inwieweit kulturelles Kapital (Wissen, Bildung, Qualifikationen) und soziales Kapital (Netzwerke) das fehlende ökonomische Kapital kompensieren helfen, sodass sich hier je nach Stellung im sozialen Raum und einer unterschiedlichen Verteilung der Kapitalsorten (im Sinne des französischen Soziologen Pierre Bourdieu) Unterschiede ergeben. Und inwieweit spiegeln die Lebensgeschichten, die in die Altersarmut führen, auch gemeinsame gender- und generationspezifische Erfahrungen?

Das Gros der interviewten Frauen war zum Zeitpunkt der Interviews in den Jahren 2013 bis 2017 zwischen 60 und 75 Jahre alt. Die meisten hatten nur um die 1000 Euro im Monat zur Verfügung und konnten kaum auf Ersparnisse oder private Vorsorge zurückgreifen. Ein Großteil war geschieden, wenige waren verwitwet, einzelne hatten neue, aber getrennt wirtschaftende Partner oder Partnerinnen. Die erhobenen rund 50 biografischen Interviews liefern mikroskopische Einblicke in die Lebenswelten und Formen des „Zurechtkommens“ der vom sozialen Abstieg bedrohten Rentnerinnen in München. Die bayerische Landeshauptstadt steht dabei exemplarisch für eine der teuersten Städte Deutschlands. Die Interviewten verweisen auf Praktiken und Haltungen, mit denen materiellem Mangel begegnet wird. Dabei zeigte die Analyse, dass die



Foto: dpa/Sebastian Gollnow

jeweilige Stellung im sozialen Raum mit entsprechend unterschiedlichen Zusammensetzungen von sozialem und kulturellem Kapital (Bourdieu) genauso entscheidend sind für die Entstehung, aber auch Bewältigung von ökonomischem Mangel wie die genderspezifischen und generationalen Dispositionen.

Entscheidend war, inwieweit es den Interviewten auch gesundheitlich (noch) möglich war, mit den begrenzten Ressourcen hauszuhalten, zu sparen, genau vor auszuplanen, die Bestände (sofern überhaupt vorhanden) zu schonen und einzuteilen. Neben dieser nachhaltigen Reproduktion in Knappheit findet gelegentlich auch Produktion, etwa von Tauschartikeln für eine informelle Ökonomie, statt. Allerdings zeigen sich hier bei den

Möglichkeiten, einen Kleidertausch zu organisieren oder Do-it-yourself-Geschenke herzustellen, die sozialen Unterschiede.

Um zum Beispiel Stoffe für das Nähen von Kleidung erstehen und lagern zu können, müssen gewisse Mittel und Raum vorhanden sein. Das generations- und genderspezifische Wissen aus einer auf Sparsamkeit und Wiederverwertung basierenden Nachkriegsökonomie und hausfrauliche Fertigkeiten wie Kochen und Nähen zeigten sich hier überdies als entscheidendes kulturelles Kapital. Haushalten zu müssen betrifft meist das gesamte Alltagsleben, den Besitz, die Kleidung und Wohngegenstände und besonders die eigenen Kräfte, die als oft auch knappes Gut sorgfältig investiert und gepflegt werden müssen.

Wenn solches kulturelles Kapital und die unterstützenden Netzwerke fehlen, verbuchten die Interviewten dieses Sich-laufend-einschränken-müssen als Dauerstress. Es ging dabei ums Überleben, wenn etwa große Einschränkungen beim Essen und der Kleidung hingenommen werden müssen, und das Heizen auf ein Zimmer beschränkt wird. In solchen Fällen wurden Hobbies aufgegeben, Abonnements von Zeitungen gekündigt. Auf „unnötige“ Fahrten mit dem öffentlichen Nahverkehr wird verzichtet: Sozialkontakte lassen sich häufig nicht mehr pflegen.

Erwerbsarbeit zur Vergrößerung der materiellen Ressourcen und sozialen Netzwerke ist nur bedingt über das Rentenalter hinaus möglich. Doch müssen manche weiterarbeiten, sei es im Minijob,

*Aus den eigenen vier Wänden herauszukommen, ist auch für ältere, in ihrer Mobilität eingeschränkte Menschen wichtig. Häufig verbinden sich damit auch Gemeinschaftserfahrungen, an denen es im Alltag oft mangelt.*

als Leihgroßmutter, Vorsitzende eines Tauschrings, Seniorenbegleiterin oder irgendwo im Bereich der Carearbeit. Ehrenämter werden als begehrter Zusatzverdienst wahrgenommen.

Altersarmut bleibt ein großes Tabu, Scham und Schuldgefühle, nicht selbst für sich gesorgt zu haben, verhindern vielfach, dass sich die Älteren Hilfe bei den Ämtern holen. Insbesondere auch ihren Familien wollen Betroffene „nicht zur Last fallen“. Hier greift ein einschlägiger öffentlicher Moraldiskurs von der „Altenlast“.

Zu den Sorgen im „prekären Ruhestand“ gehören die Angst vor Krankheitskosten oder das häufig geäußerte Drohszenario, wegen Miet- oder Nebenkostenerhöhungen aus der Wohnung ausziehen zu müssen.

In den Interviews zeigten sich Frauen, die trotz ihrer Vulnerabilität und situativer Deprimiertheit und Sorge – wenn wieder eine Mieterhöhung kam oder der Minijob nicht mehr zu bewältigen war – doch auch Zufriedenheit und Anpassungsstrategien an das Alter entwickelt haben. Freilich reflektierten sie darüber, dass diese angesichts des fortschreitenden Alters fragil erscheinen und ihre Zukunft, zumal ohne materielle Spielräume, ungesichert ist.

Im Alter verstärken sich soziale Unterschiede und Geschlechtsunterschiede, Einkommensunterschiede, Bildungsunterschiede und Unterschiede in Quantität und Qualität

sozialer Netzwerke. Sogar für einen qualifizierteren Minijob – Tendenz der über 65-jährigen Minijobberinnen und -jobber steigend – oder das Ehrenamt sind Qualifikationen und Beziehungen mehr als hilfreich. Die Gefahr von Altersarmut nimmt entsprechend zu bei schlechter Qualifizierung, geringen Zeiten der Berufstätigkeit, wenigen regelmäßigen Kontakten zu Kindern und Familie oder Fehlen eines Freundeskreises. Insgesamt machen es die biografischen Interviews plastisch: Rentenalter, Arbeiter- und Migrationshintergrund, weibliches Geschlecht sowie Singlehaushalte können als besonders armutsgefährdende Faktoren gelten, und sogar Frauen aus dem Bürgertum bleiben prinzipiell nicht verschont. Altersarmut bleibt ein Thema in Deutschland beziehungsweise ist viel zu spät als Problemfeld politisch entdeckt worden.



Foto: © Robert Häbas

#### Prof. Dr. Irene Götz

ist Professorin für Empirische Kulturwissenschaft und Europäische Ethnologie an der LMU München.

Adresse: LMU München, Oettingenstr. 67, 80538 München

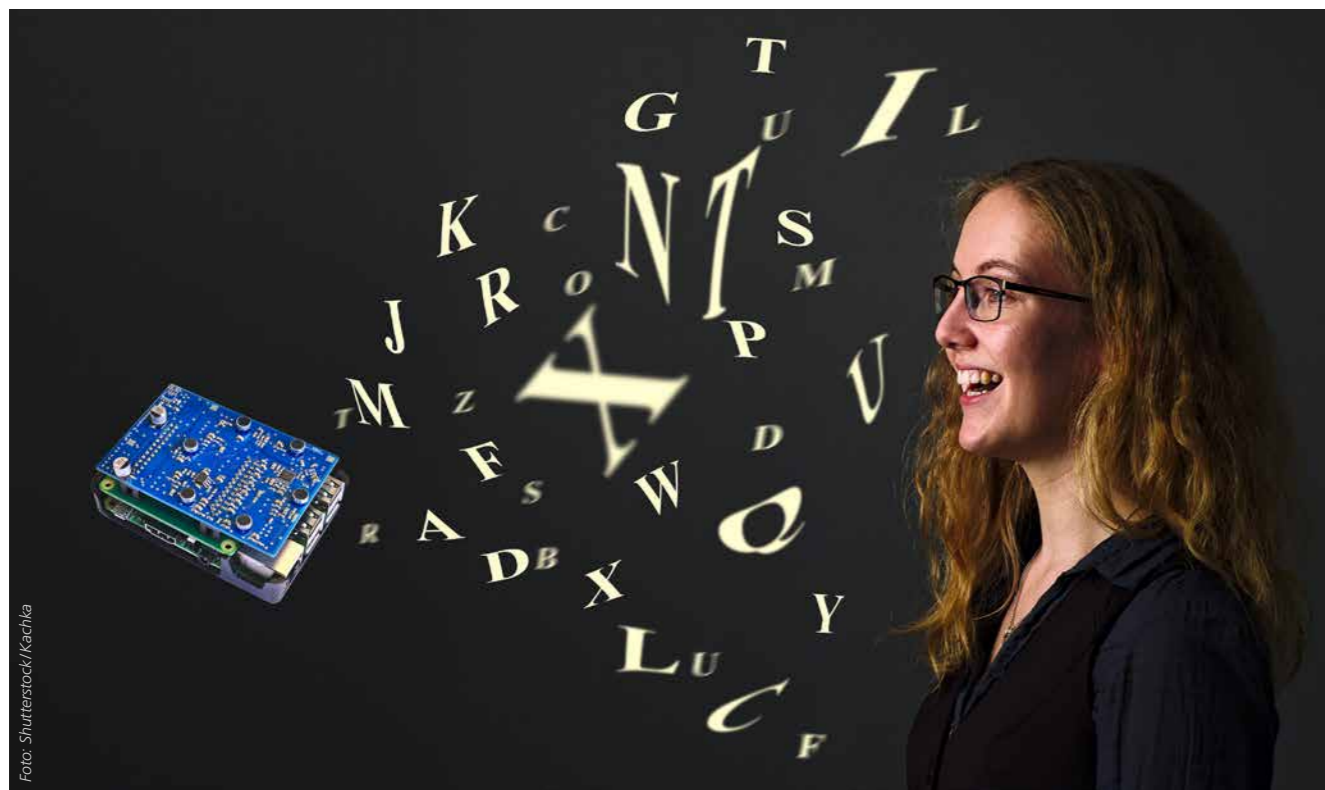
DFG-Projekt im Rahmen der Einzelförderung der DFG.

Irene Götz ist Herausgeberin des Sachbuchs „Kein Ruhestand! Wie Frauen mit Altersarmut umgehen“. Verlag Antje Kunstmann, 1. Auflage 2019, ISBN 978-3-95614-292-5, 20 Euro.

[www.ekwee.uni-muenchen.de/forschung/forsch\\_projekte/laufende-forschungsprojekte/prekaerer-ruhestand](http://www.ekwee.uni-muenchen.de/forschung/forsch_projekte/laufende-forschungsprojekte/prekaerer-ruhestand)



## Reinhold Häb-Umbach



## Lektionen für Alexa & Co?!

Wenn akustische Signalverarbeitung mit automatisiertem Lernen verknüpft wird: Nachrichtentechniker arbeiten mit mehreren Mikrofonen und tiefen neuronalen Netzen an besserer Spracherkennung unter widrigsten Bedingungen. Von solchen Sensornetzwerken könnten langfristig auch digitale Sprachassistenten profitieren.

Apples „Siri“, Amazons „Alexa“ oder andere smarte Alltagshelfer und -begleiter sind inzwischen fast allgegenwärtig. Digitale Assistenten, die über Sprachbefehle bedient werden, haben in den letzten Jahren einen nicht für möglich gehaltenen Siegeszug angetreten. Sie reagieren bekanntlich „aufs Wort“ und spielen zum Beispiel die vorher angewählte Musik ab, führen Einkaufslisten oder beantworten Fragen.

Mittlerweile gibt es Zehntausende sogenannter Skills, die Auf-

gaben übernehmen können – sei es nun das Hochdrehen der Heizung oder das Herunterlassen der Fensterjalousien im „smart home“. Voraussetzung ist neben dem Sprachbefehl nur, dass das Gerät oder die Anwendung an das Internet oder an das Heimnetzwerk angebunden sind.

Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung sowie neue Technologien haben dafür die Wege bereitet. Die Forschung an Spracherkennungssystemen, also an Computerprogrammen, die menschliche Sprache in eine maschinenlesbare

Darstellung umsetzen können, begann in den 1960er-Jahren. Vieles blieb aber damals erfolglos. Die entwickelten Systeme konnten zwar einige Dutzend Einzelwörtern erkennen, allerdings nur unter Labor-

*Oben: Was der Mensch kommuniziert, wird als „Sprachsignal-Wolke“ von einer leistungsfähigen Mikrofonanlage aufgezeichnet. Rechts: ein „akustischer Sensorknoten“, bestehend aus einer mehrkanaligen Mikrofongruppe und einem Minirechner mit Funkmodul.*

bedingungen, das heißt in ungestörten Umgebungen. Dies lag einerseits an dem begrenzten Wissen in diesem neuen Forschungsgebiet, aber andererseits auch an den begrenzten technischen Möglichkeiten vor 50 Jahren.

Dann ein Sprung: Ab Mitte der 1980er-Jahre fanden Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung Einzug in die automatische Spracherkennung und verbesserten die Erkennungsleistung maßgeblich. Die ersten kommerziellen Systeme, die Fließtext mit praktisch unbegrenztem Vokabular erkennen konnten, wurden in den 1990er-Jahren auf den Markt gebracht. Es waren Spezialsysteme für dedizierte Anwendungen im professionellen Umfeld, etwa zur Verschriftlichung von medizinischen Befunden. Denn nur wenn die Anwendung klar umrissen war, konnten die Systeme eine einigermaßen zufriedenstellende Sprachverarbeitung erreichen.

Es sollten weitere 20 Jahre bis zu einem neuen Durchbruch vergehen. Zu Beginn der 2010er-Jahre fanden die „tiefen neuronalen Netze“ Ein-

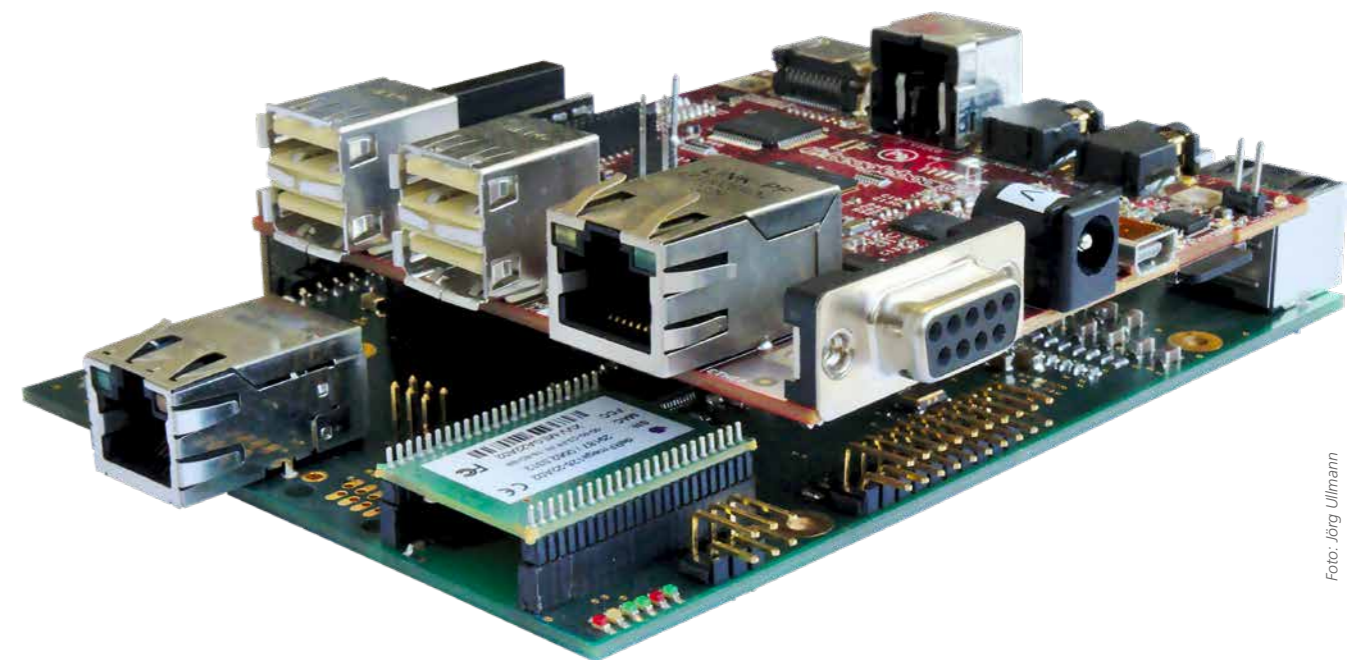
zug in die Sprachverarbeitung. Mit dieser als „deep learning“ bezeichneten Technik konnte die Erkennungsleistung deutlich gesteigert werden. So berichteten beispielsweise Forscher von Microsoft und IBM im Jahr 2017, dass sie „human parity“ erreicht hätten: Der Computer könne gesprochene Sprache mit der gleichen Wortfehlerrate erkennen wie ein Mensch.

Dabei ist das Konzept der künstlichen neuronalen Netze zunächst denkbar einfach, und die eingesetzten Lernalgorithmen sind seit Mitte der 1980er-Jahre bekannt. Das Netz besteht im Wesentlichen aus der Hintereinanderschaltung von Schichten, in denen jeweils eine Multiplikation von Eingangszahlenwerten mit aus Trainingsdaten gelernten Zahlen, den sogenannten Gewichten, erfolgt und die Resultate aufsummiert werden. Auf das Ergebnis wird anschließend eine Nichtlinearität angewendet und die resultierende Größe an die nächste Schicht weitergereicht. Bei den heute verwendeten tiefen Netzen

kann die Anzahl der Schichten groß sein und inzwischen mehrere Hundert betragen.

Beim Lernen, dem „Training“ des Netzes, geht es darum, die Gewichte aus Trainingsdaten zu bestimmen. Sie bestehen aus Sprachaufnahmen samt den zugehörigen Texten. Legt man das erste Element an den Eingang und das zweite als Trainingsziel an den Ausgang des Netzes, werden die Gewichte so bestimmt, dass sie für ein gegebenes Audiosignal am Eingang den Text am Ausgang möglichst gut vorhersagen. Anschließend kann das Netz dann beliebige Spracheingaben transkribieren und in Text umsetzen.

Wenn die grundlegenden Algorithmen schon in den 1980er-Jahren bekannt waren, wieso kam es erst so viel später zu diesem Durchbruch? Wesentliche Erfolgsfaktoren waren die eminent höhere Leistungsfähigkeit heutiger Computer und die verfügbaren, durchaus gigantischen Sprachdatenmengen. Sie umfassen mehr als 1000 Stunden gesprochener Sprache. Erst auf dieser Grundlage



wurde das Trainieren tiefer Netze technisch möglich.

Der Durchbruch bei tiefen neuronalen Netzen motivierte auch zu Anwendungen im Konsumbereich. Hierbei war der digitale Assistent „Siri“ auf den Apple iPhones ein Vorreiter. Bis zu „Alexa“ oder ähnlichen Geräten, die im Wohnzimmer stehen und aus der Ferne bedient werden, war es jedoch ein langer Weg. Denn bei den komplexen Anwendungen war die gewünschte Spracherkennung aus zwei Gründen ungleich schwieriger: Zum einen kann das Sprachsignal durch Raumhall und andere Signalquellen im Raum (wie Nebengeräusche des Fernsehens) gestört werden, zum anderen muss die Bedienung vollständig über Sprache erfolgen. Eine Bedienung mithilfe Tastatur oder berührungsempfindlichem Bildschirm ist nicht mehr möglich.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor war der Einsatz von Mikrofon-

gruppen statt nur eines Mikrofons. Damit lässt sich eine „Richtkeule“ auf die Sprachsignale der Zielperson ausrichten, wobei Signale aus anderen Raumrichtungen unterdrückt werden. Eine solche Ausnutzung räumlicher Information ist mit einem einzelnen Mikrofon nicht möglich.

Zuverlässige Spracherkennung bei entfernten Mikrofonen ist ein Forschungsthema an der Universität Paderborn. Gefördert mit Mitteln der DFG wurden klassische Methoden der „Sensorarraytechnik“ mit neuronalen Netzen verknüpft, um die Spracherkennung und -verarbeitung auch in stark gestörten Umgebungen zu verbessern. Den Erfolg dieses Ansatzes belegen internationale Vergleichstests und die Tatsache, dass führende Forschergruppen weltweit mittlerweile den Ansatz übernommen haben und nun ihrerseits weiterentwickeln.

Vielleicht kann ein einprägsames Bild helfen, den regulierenden Effekt der Signalverarbeitung auf die Mustererkennung mit neuronalen Netzen zu erläutern: Ein neuronales Netz zur Spracherkennung benötigt Trainingsdaten aus repräsentativen Erkennungssituationen. Vergleichbar mit einem Schrotgewehr wird das System mit Sprachdaten gefüttert, respektive Schrotkugeln. Das geschieht in der Hoffnung, dass in einer Anwendung die konkrete Erkennungssituation dabei ist, das heißt, dass bei einem Schuss auf das Ziel eine der Schrotkugeln wohl treffen wird. Mithilfe der Signalverarbeitung macht man das Gewehr zielsicherer, man benötigt nach und nach nicht mehr so viele Schrotkugeln, um das Ziel zu treffen.

Die geschickte Verknüpfung von klassischer Signalverarbeitung und neuronalen Netzen birgt Vorteile gegenüber einer Lösung, die rein auf neuronale Netze setzt. Sie er-

laubt es, Vorwissen über eine Problemstellung einzubringen, benötigt weniger Trainingsdaten und Rechenleistung und erlaubt schließlich eine bessere Interpretation der Verarbeitungsschritte im Vergleich zu der „black box“-Lösung eines neuronalen Netzes. Wenn es um die Verbesserung der Sprachverarbeitung geht, etwa die Enthaltung eines Signals oder die Trennung eines Gemischs mehrerer Sprecher, zeigt sich dieser hybride Ansatz als erfolgreich.

Worin liegt die Zukunft der digitalen Assistenten? Mittlerweile ist es nicht unüblich, in einem Haushalt mehr als einen intelligenten Lautsprecher anzutreffen. Da jedes Smartphone mit mindestens einem Mikrofon ausgestattet ist und auch viele andere Geräte mittlerweile über ein Mikrofon verfügen (zum Beispiel die Fernbedienung des Fernsehers), liegt die Frage nahe, ob mit diesen verteilten Mikrofonen nicht eine viel bessere Signalerfassung möglich ist als mit dem einen Gerät, das irgendwo im Raum steht. Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass sich eines der Mikrofone in der Nähe des Sprechers befindet.

Solche Szenarien sind im Blick der DFG-Forschungsgruppe „Akustische Sensornetzwerke“, die Kommunikations-, Signalverarbeitungs- und Mustererkennungsaspekte von Netzwerken verteilter Mikrofone erforscht. Andere großflächigere Anwendungen im außerhäuslichen Bereich sind beispielsweise die akustische Überwachung von Lärmschutzvorgaben oder von Artenschutzreservaten. Eine wichtige Rolle spielen dabei auch Überlegungen zum Schutz der Privatsphäre. Ein Stichwort ist hierbei „Privacy by Design“: Bereits bei der Signalerfassung wird, wiederum mithilfe



Wie kann ein Smartphone noch leistungsfähiger gemacht werden? Die Verbesserung von Sprachaufnahmen auch bei Störgeräuschen ist zum Beispiel ein Ansatzpunkt.

neuronaler Netze, das Signal so stark komprimiert, dass nur noch die Zielanwendung realisierbar ist (zum Beispiel die Erkennung von Vogelstimmen).

Sind die digitalen Assistenten, die auch gerne als „intelligente Lautsprecher“ bezeichnet werden, denn nun intelligent? Mitnichten, wie das Gedankenexperiment des chinesischen Zimmers des Philosophen John Searle aufzeigt. Hierbei stellt man sich einen geschlossenen Raum vor, in dem ein Mensch, der keinerlei Chinesisch versteht, in chinesischer Schrift gestellte Fragen anhand einer in seiner Muttersprache verfassten Anleitung in chinesischer Schrift sinnvoll beantwortet: Durch einen Schlitz wird ihm ein Zettel mit einer in Chinesisch verfassten Frage hereingereicht. In einer großen Tabelle sucht er die ihm dargereichten Zeichen und findet als Tabelleneintrag diejenigen Zeichen, die er als Antwort herausreichen soll. Personen außerhalb des Raums fol-

gern aus den Ergebnissen, dass der Mensch in dem Raum Chinesisch beherrscht, obwohl das nicht der Fall ist. Algorithmen oder kompetente Geräte, allein und für sich betrachtet, sind nicht intelligent, aber sie können „intelligent“ eingesetzt und genutzt werden.



**Prof. Dr. Reinhold Häb-Umbach** ist Inhaber des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik an der Universität Paderborn und Sprecher der DFG-Forschungsgruppe „Akustische Sensornetzwerke“.

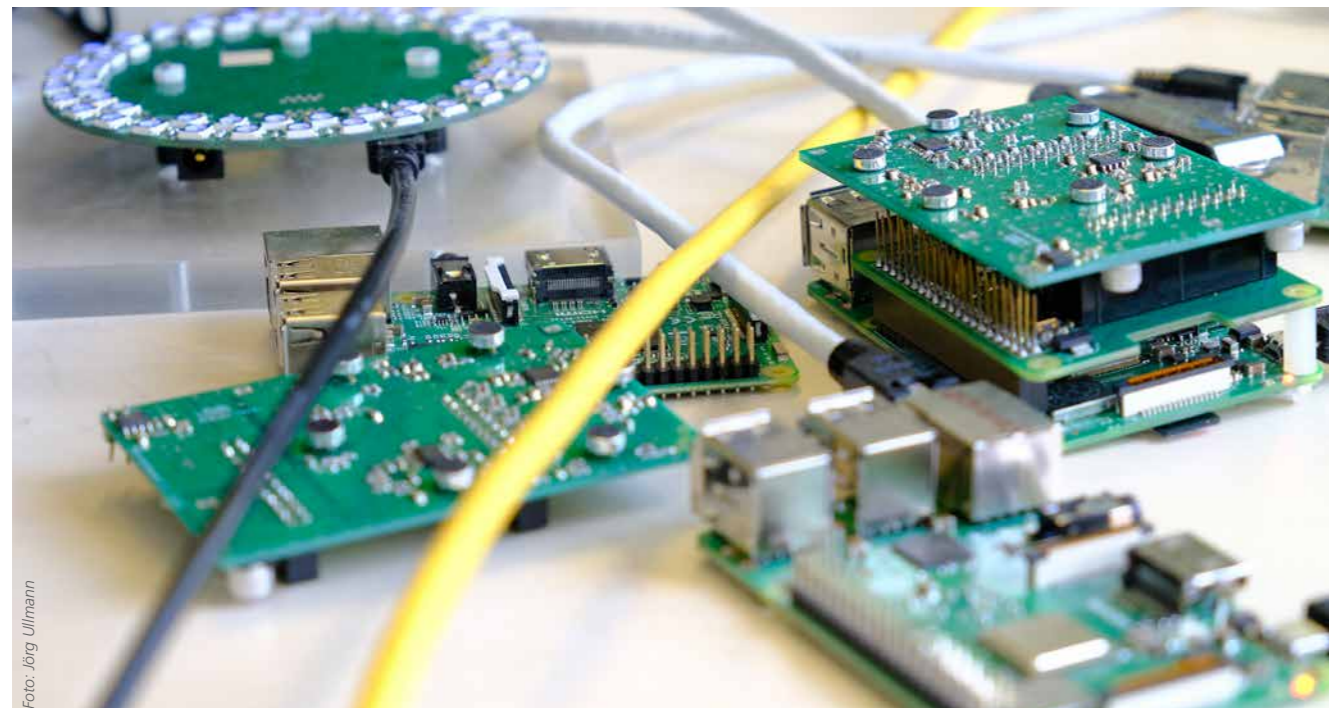
Adresse: Universität Paderborn, Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik (EIM), Institut für Elektrotechnik und Informationstechnik, Warburger Straße 100, 33098 Paderborn

DFG-Förderung in der Einzelförderung und im Rahmen der Forschungsgruppe „Akustische Sensornetzwerke“.

[www.uni-paderborn.de/asn](http://www.uni-paderborn.de/asn)



Labora Aufbau in der Nachrichtentechnik, mit dessen Hilfe eine neu entwickelte mehrkanalige Mikrofongruppe ausgetestet wird.





Kerstin Kaufmann



Johann Wolfgang von Goethes „durchgewachsene Rose“.  
In Auftrag gegebenes Aquarell zur Metamorphose der Pflanzen,  
vermutlich um 1790 durch einen Schüler der Weimarer Zeichenschule angefertigt.

# Bildschöne Monstrositäten

Gefüllte Blüten sind das Ergebnis eines Kampfes von Genen, die die Entwicklung verschiedenster Strukturen und Organe aktivieren oder bremsen. Molekularbiologen interessieren sich besonders für Mutanten, um Rückschlüsse auf die Mechanismen der Blütenentwicklung und ihren evolutionären Ursprung zu gewinnen. Das führt näher an den hochkomplexen „regulatorischen Code“ der Blüten heran.

Ob die Rose des kleinen Prinzen, die sprechenden Feuerlilien, denen Alice im Wunderland begegnet, oder auch die Mondblume des Herrn Ribblestone – Blumen begleiten und beflügeln die menschliche Fantasie. Sie sind Teil der menschlichen Kulturgeschichte, schon im alten Ägypten spiegelte sich die Liebe zu Blüten und Blumengärten in Poesie und religiösen Ritualen wider. Blüten bilden aber auch die Grundlage für die sexuelle Reproduktion und Fruchtentwicklung in Pflanzen, und sind damit u. a. wichtig für die menschliche Ernährung und für die Kulturpflanzenzüchtung.

In der griechischen Antike bildeten die Werke des Theophrastus (372–288 v. Chr.), einem Schüler Aristoteles', den Beginn des wissenschaftlichen Interesses an den Geheimnissen der Blüten und ihrer Formenvielfalt. Dieser beschrieb auch die „hundertblättrige Rose“ –

denn die Liebe zu Pflanzen führte zur Vermehrung besonderer Blumen in der Antike, darunter Rosen mit „gefüllten Blüten“, also mit mehr Kronblättern.

Gerade solche besonderen Formen weckten im 17. und 18. Jahrhundert das Interesse der Botaniker, die versuchten, Ordnung in diese morphologische Vielfalt zu bringen. Der Embryologe Caspar Friedrich Wolff postulierte 1768, dass Laubblätter wie auch alle Blütenorgane – also Kelch-, Kron-, Staub- und Fruchtblätter – einen gemeinsamen entwicklungsbiologischen Ursprung haben. Inspiriert durch seine Italienreise (1786–1788) erlangte die Idee, dass Laubblätter und Blütenorgane miteinander verwandt sind, durch Johann Wolfgang von Goethes „Metamorphose der Pflanzen“ größere Bekanntheit. Insbesondere die „durchgewachsene Rose“, bei der aus einer gefüllten Blüte eine

neue Blüte auswächst, bringt Goethe als Beispiel für seine Theorie an. Im 20. Jahrhundert wurden dann die „geheimen Verwandtschaften“ oder „Homologien“ (Übereinstimmungen) verschiedener Blütenorgane auch als Evidenz für ihren gemeinsamen evolutionären Ursprung anerkannt.

Während einige Blütenmutanten beliebt bei Gartenfreunden sind, wecken andere nur die Neugier der Forscher. Beschreibungen von veränderten Blüten, sogenannten Monstrositäten, wurden im 19. Jahrhundert populär. Doch erst mit dem Einzug moderner genetischer und molekularbiologischer Methoden konnten ihre Geheimnisse gelüftet werden. Hier rückten wieder die gefüllten Blüten in den Fokus der Forscher, dieses Mal in den Modellpflanzen Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) und Löwenmäulchen (*Antirrhinum majus*).

Bei gefüllten Blüten sind die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane (Staub- und Fruchtblätter) durch Kron- und Kelchblätter ersetzt. Ähnliche – wenn auch optisch weniger attraktive – Mutanten zeigen Umwandlungen in Staub- und Fruchtblätter. In „homöotischen Mutanten“, also Mutanten, in denen bestimmte Blütenorgantypen durch andere ersetzt sind, sind in der Regel nur einzelne Entwicklungskontrollgene defekt. Damit sind die „Monster“, von denen einige seit Jahrtausenden die Gartenliebhaber begeistern, nichts weiter als Mutanten in einzelnen der etwa 30 000 Gene in pflanzlichen Genomen.

Die grundlegende regulatorische Funktion dieser speziellen Gene ist zwischen verschiedenen Pflanzenarten relativ konserviert, obwohl Aussehen, Anzahl und Größe der

*Arabidopsis thaliana* inflorescencias: Hier ist der oberste Bereich eines noch schirmtraubigen Blütenstands mit den vierzähligen Blüten zu sehen.



Foto: Wiki Commons/Alberto Salguero



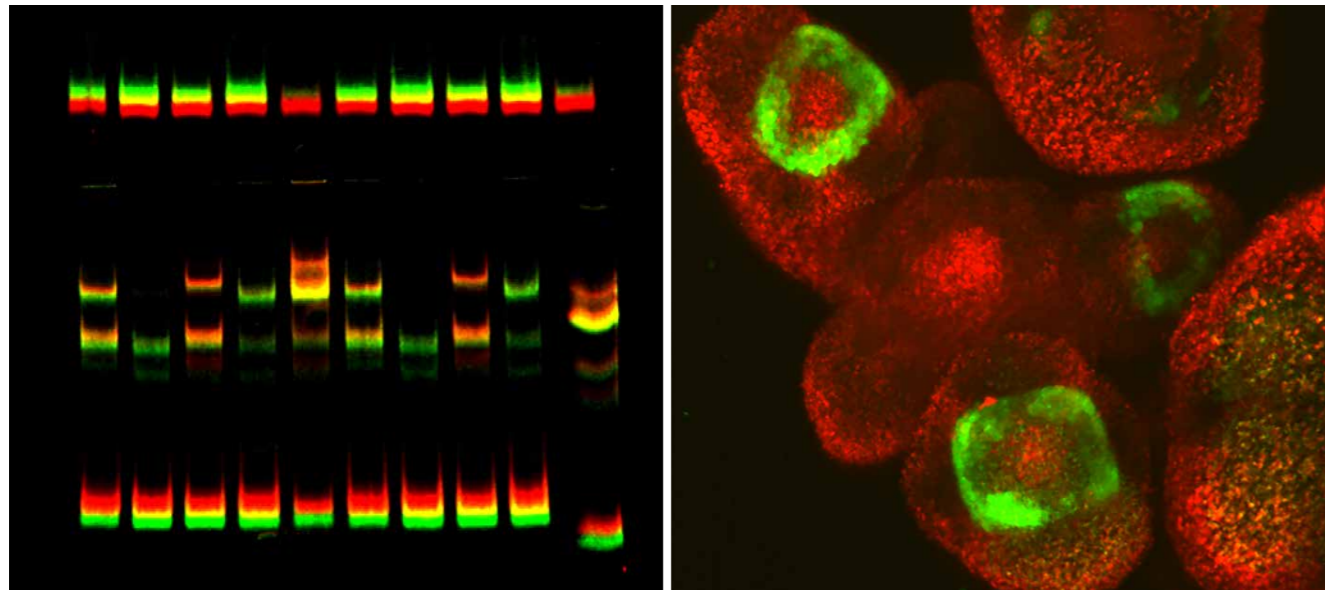
Versuchspflanzen im Gewächshaus: Die Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) ist ein beliebter Modellorganismus; die verschiedenen Pflanzen sind durch farbige Schildchen gekennzeichnet.

Blütenorgane zwischen den Arten variieren. Das heißt: Werden verwandte homöotische Gene in verschiedenen Arten ausgeschaltet, führt das zu vergleichbaren Organumwandlungen in der Blüte. So konnte die Forschung an Modellpflanzen ein wichtiges Modell der Spezifizierung von Blütenorganen aufzeigen, das sogenannte ABC-Modell. Es ist im Prinzip auf alle Blütenpflanzen – seien es nun Gräser, Pappeln oder Sonnenblumen – übertragbar. Auch einige evolutionäre Veränderungen im Blütenbau, zum Beispiel die Ausbildung von kronblattartigen Organen anstelle von Kelchblättern in Tulpen, lassen sich durch einfache Anpassungen im Modell erklären. Das ABC-Modell erlangte Bekanntheit durch eine Publikation in „Nature“ aus dem Jahr 1991 von Enrico Coen und Elliot Meyerowitz, zwei Pio-

nieren auf dem Gebiet der pflanzlichen Entwicklungsgenetik. Nach diesem Modell interagieren drei Klassen von regulatorischen Genen auf kombinatorische Weise, um die vier verschiedenen Organtypen in der Blüte auszubilden. Verliert eines dieser Gene durch eine Mutation seine Funktion, so übernehmen die noch intakten Genklassen die Spezifizierung der entsprechenden Organe, die dann aber entsprechend ihrer Funktion durch einen anderen Organtyp ersetzt sind. Beispielsweise bestimmen B- und C-Funktionsgene zusammen Staubblätter, C-Funktionsgene allein dagegen Fruchtblätter. Sind B-Funktionsgene mutiert, so entsteht beispielsweise anstelle von Staubblättern ein zusätzlicher Ring von Fruchtblättern in der Blüte. Dieses Modell kann grundlegende Mechanismen der Blütenentwicklung beschreiben,

aber kann es auch Goethes Theorie belegen, nach der alle Blütenblätter einem Laubblatt entsprechen?

Werden mehrere homöotische Genklassen gleichzeitig ausgeschaltet, entstehen tatsächlich laubblattähnliche Organe. Zu Beginn des neuen Jahrtausends wurde eine neue Klasse homöotischer Gene entdeckt, deren Mutation zur Ausbildung von Laubblättern anstelle von Blütenorganen führte. Obwohl diese „Monster“ reproduktiv nicht erfolgreich sind, stellen sie für Forscher einen echten Schatz dar. So konnten mit deren Hilfe nicht nur lang postulierte „geheime Verwandtschaftsverhältnisse“ zwischen pflanzlichen Organen aufgeklärt werden. Es eröffneten sich auch erste Einblicke in die molekularen Mechanismen, die dem unterschiedlichen Aussehen der verschie-



Fotos: AG Kaufmann

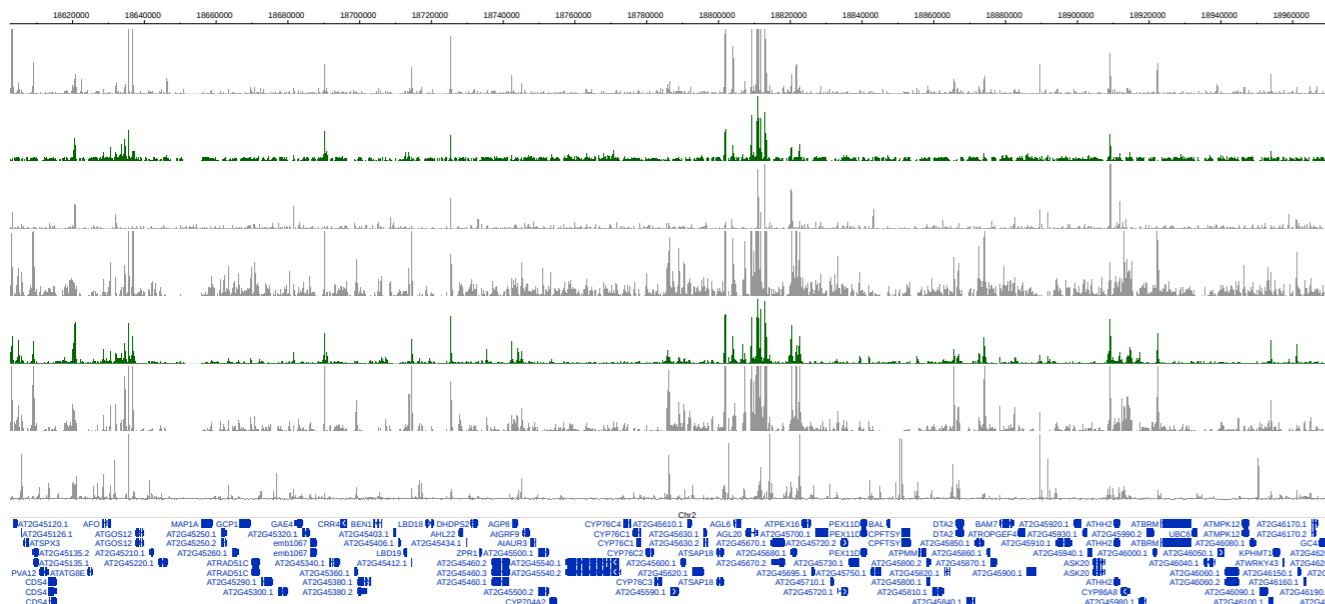
Links: DNA-Bindestudien von floral homöotischen Transkriptionsfaktoren – ein EMSA-Experiment. Rechts: Expression eines floral homöotischen Proteins als GFP-Fusion (grün) in jungen, pflanzlichen Bildungsgeweben.

denen Organe und ihrer Funktion zugrunde liegen. Diese molekularen Mechanismen wurden 2001 in einem Modell zusammengefasst, postuliert vom Pflanzengenetiker und Evolutionsbiologen Guenter Theissen vom Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln (heute Professor an der FSU Jena). Nach diesem Modell können Blütenorgane also tatsächlich als „modifi-

zierte“ Laubblätter betrachtet werden, und Goethes „Metamorphose der Pflanzen“ rückte in den Fokus Theissens und seiner Forscherkollegen. Also wie gelingt es nun eigentlich der Pflanze, aus undifferenzierten Stammzellen verschiedene Arten von Organen zu schaffen – abhängig davon, wann und wo genau in der Pflanze sich diese

Organe entwickeln? Oder anders gefragt: Wie werden Entwicklungsprozesse durch homöotische Gene auf molekularer Ebene gesteuert? Alle homöotischen Gene kodieren für sogenannte Transkriptionsfaktoren, die organspezifisch miteinander wechselwirken können. Transkriptionsfaktoren sind Proteine, die die Aktivität anderer Gene aktivieren oder hemmen können. Unsere Ar-

Lebensprozesse im Kleinen: Ausschnitt aus einer genomischen Karte mit Bindepungsprofilen von homöotischen Transkriptionsfaktoren.



Grafik: AG Kaufmann



Foto: AG Kaufmann

Blühender Arabidopsis-Mutant mit „Blumenkohl“-Phänotyp.

beiten und die von anderen Forschern konnten zeigen, dass diese Transkriptionsfaktoren Tausende von Bindestellen im Genom haben, wovon zumindest einige Hundert direkten Einfluss auf die Aktivität von Genen ausüben. Und tatsächlich finden sich unter ihren Zielgenen viele Vertreter, die Funktionen in der Bestimmung der Morphologie von Blattorganen haben, beispielsweise Gene, die die Organpolarität, die Bildung von Härchen oder das Organwachstum (und damit die Organgröße) kontrollieren. Diese Gene werden dann in ihrer Aktivität so verändert, dass anstelle von Laubblättern Blütenorgane entstehen.

Andere Zielgene wiederum sind nur in der Blütenentwicklung aktiv, beispielsweise solche, die für die Ausbildung von Pollen benötigt werden. Allerdings steht die Analyse der Zielnetzwerke homöotischer Transkriptionsfaktoren noch am Anfang. Wir beginnen gerade erst zu verstehen, wie genau die Funktion einzelner homöotischer Genklassen zustande kommt, wie genau sich also die Entwicklung eines Staubblatts von der eines Kronblatts auf molekularer Ebene unterscheidet, und wie genau die Bindestellen im Genom des Zellkerns erkannt werden. Mithilfe von neuen Technologien und interdisziplinären Ansätzen wird es aber eines Tages möglich sein, den „regulatorischen Code“ zu verstehen, der im Genom die Entwicklung und Ausprägung verschiedener Organe in Pflanzen verschlüsselt.

Aber warum muss man das alles eigentlich wissen? Ist es nicht alles nur verträumte Spielerei, die Schönheit der „Monster“ im Garten und ihrer wilden Verwandten zu verstehen? Keineswegs ist dieses Wissen „nutzlos“! So sind Blüten doch unverzichtbar für die Fortpflanzung der Pflanzen und damit auch für die Bildung von Samen und Früchten, einer wichtigen Nahrungsgrundlage des Menschen. Beispielsweise beruht der Blumenkohl auf nichts weiter als einer Mutation in Entwicklungskontrollgenen, sodass sich in dieser Pflanze die „Meristeme“ (Bildungsgewebe, das man als „Gemüse“ isst) nur sehr verzögert zu Blütenorganen differenzieren.

Darüber hinaus gibt es faszinierende Parallelen in Entwicklungsprozessen von Pflanzen und Tieren; auch in Tieren gibt es „homöotische Mutanten“, beispielsweise Fruchtfliegen mit Beinen anstelle von Fühlern. Zwar sind homöotische Gene in Pflanzen und Tieren unabhängig im Zuge der Evolution entstanden, allerdings sind sie in beiden Systemen essenziell für die Entwicklung und Differenzierung von „Bauplänen“ und Organen.

Letztendlich ergibt sich eine große gemeinsame Frage, die sowohl Forscher als auch Gartenliebhaber faszinieren kann: Wie entwickeln sich komplexe, vielfältige Organismen aus einzelnen befruchteten Eizellen und wie konnten sie im Laufe der Evolution entstehen? Das wird die Forscher verschiedener Disziplinen noch lange beschäftigen.



Prof. Dr. Kerstin Kaufmann leitet den Lehrstuhl für Pflanzliche Zell- und Molekularbiologie an der HU Berlin.

Adresse: Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Biologie, Lehrstuhl für Pflanzliche Zell- und Molekularbiologie, Philippsstraße 11–13, 10115 Berlin

Das Projekt „Molekulare Basis der Funktion von Pionier-Transkriptionsfaktoren in der Blütenentwicklung“ unterstützt die DFG in der Einzelförderung.

www2.hu-berlin.de/biologie/flower



Marco Finetti

# Mit geschliffener Intellektualität und moralischer Autorität

Wolfgang Frühwald, DFG-Präsident (1992–1997), ist Mitte Januar mit 83 Jahren gestorben

Gesehen hatte man Wolfgang Frühwald in all der Zeit nach seiner Präsidentschaft nur noch selten bei der DFG und auf deren großen Empfängen und Preisverleihungen, und in den letzten Jahren gar nicht mehr. Die nicht immer stabile Gesundheit mochte ein Grund dafür gewesen sein, ebenso die Bescheidenheit, die Frühwald schon immer ausgezeichnet hatte und die ihn nun vielleicht davon abhielt, nach Bonn, Berlin oder an andere Schauplätze der Wissenschaftspolitik und Forschungsförderung zu reisen.

Und dann natürlich, dass die Eintracht früherer Zeiten doch weiter angeknackst war, nachdem es Anfang des neuen Jahrtausends im Streit um die Forschung an humanen embryonalen Stammzellen und ihre Förderung fast zum Bruch gekommen war zwischen dem Altpräsidenten und „seiner“ DFG. Mit Zorn in der Stimme hatte Frühwald damals den aus seiner Sicht „rein biologisch-medizinisch und juristisch argumentierenden“ Pro-Stammzellen-Kurs seines Nachfolgers, des Genforschers Ernst-Ludwig Winnacker (und seines Vorgängers, des Zoologen Hubert Markl, der nun an der Spitze der Max-Planck-Gesellschaft stand), gegeißelt und ihm eine unbedingte „philosophisch-ethische Stimme“ entgegengestellt. Zwar hatte man danach wieder Frieden geschlossen, doch etwas war geblieben.

Nun ist Wolfgang Frühwald gestorben, am 18. Januar 2019, im Al-



ter von 83 Jahren. Wer danach die Nachrufe auf ihn las oder mit Freunden und Weggefährten sprach, dem begegnete Frühwald nicht immer in erster Linie als Präsident der DFG (mit dem sich die eigenen, später einsetzenden Begegnungen verbanden). Nicht, dass er nicht auch im Präsidentenamt Großes geleistet und entsprechenden Eindruck hinterlassen hätte oder dass die Jahre seiner Präsidentschaft

nicht viele Gelegenheiten, aber auch Notwendigkeiten dafür mit sich gebracht hätten.

Doch noch stärker und lebendiger ist der am 2. August 1935 in Augsburg als Spross einer Eisenbahnerfamilie geborene Frühwald vielen in einer anderen Rolle in Erinnerung geblieben: als herausragender Gelehrter und begnadeter akademischer Lehrer auf dem Gebiet der Neueren Deutschen

Literaturwissenschaft. Viele Vertreterinnen und Vertreter seines Faches führte er in mehr als 35 Jahren universitären Wirkens an die Professuren und Lehrstühle heran, ganze Scharen späterer Feuilletonisten, Oberstudienräte und Kulturschaffende aller Art zog er in den Bann der deutschen Romantik und des Biedermeier, und das auch, als nichts unzeitgemäßer hätte scheinen können und gerne schon einmal die „Marxistischen Gruppen“ in den Hörsaal drängten, wo der Herr Professor ihnen mit mal strenger, mal milder Ironie begegnete, wie es jetzt einer der Dabeigewesenen erinnerte.

Germanistik, Geschichte, Geografie und Philosophie hatte Frühwald an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München studiert, an der er 1961 in, wohlgerneht, Mittlerer Deutscher Literaturwissenschaft auch promoviert wurde und sich 1969 habilitierte, Letzteres mit einem DFG-Stipendium, was die erste von vielen Verbindungen war. Vor allem mit seinen Studien zu Clemens Brentano und Adalbert Stifter und den von ihm herausgegebenen Werk- und Briefausgaben beider Autoren machte Frühwald sich international rasch einen Namen. Auf sie beschränkt blieb er freilich nicht: Großes Interesse hatte er etwa auch für den Linksrevolutionär Ernst Toller wie überhaupt für die Autoren der deutschsprachigen Emigration nach 1933.

1974 erhielt Frühwald seinen Lehrstuhl an der LMU, den er bis zu seiner Emeritierung 2003 innehaben sollte. Zuvor brachten ihn seine universitären Wanderjahre weit herum, im München der späten 1960er-Jahre, in Bochum, Erlangen-Nürnberg, Münster und vor allem ab 1970 als junger ordentlicher Professor an der noch jüngeren Universität Trier-Kaiserslautern kam er mit manchen produktiven Reformbemühungen in



Integration als Herzensangelegenheit: In Wolfgang Frühwalds DFG-Amtszeit fiel die erste Jahresversammlung in den neuen Bundesländern – 1994 in Halle (Saale).

Berührung, an die er später an der LMU als Dekan und Prorektor, aber auch im Wissenschaftsrat anknüpfte.

In Trier auch begann dann Frühwalds Engagement in der wissenschaftlichen Selbstverwaltung und speziell in der DFG, das sich rasch ausweitete: Ab 1972 kümmerte er sich hier um die Förderung der Germanistischen Forschung, für die damals eine eigene Senatskommission eingerichtet worden war; 1976 bis 1984 war er als gewählter Fachgutachter tätig, 1980 bis 1984 auch als Vorsitzender des damaligen Fachausschusses Sprach- und Literaturwissenschaften, ab 1986 dann im Senat und Hauptausschuss.

So war Wolfgang Frühwald vielleicht tatsächlich „so gut vorbereitet wie noch keiner seiner Vorgänger“ – wie Nina Grunenberg in der ZEIT schrieb –, als er im Juli 1991 als Nachfolger von Hubert Markl zum siebten Präsidenten der DFG seit deren Neugründung 1951 gewählt wurde.

Was die zweite Amtszeit des Zoologen Markl geprägt hatte, prägte auch die erste des Germanisten Frühwald: die Wiedervereinigung, die der größten Forschungsförderorganisation des Landes eine rapide Zunahme der Förderanträge, nicht nur aus dem Osten,

bescherte, die ihren neuen Präsidenten alsbald für erheblich mehr Haushaltsmittel streiten ließ – mit deutlichen Warnungen vor dem drohenden Qualitätsverfall in Wissenschaft und Forschung, mit guten und geschickt genutzten Verbindungen bis ins Bonner Kanzleramt, und doch nicht immer nur von Erfolg gekrönt.

Die weitere Integration der ostdeutschen Wissenschaft in die DFG war für Frühwald eines der wichtigsten Anliegen, vorangetrieben etwa durch die „Innovationskollegs“ und versinnbildlicht in der ersten DFG-Jahresversammlung in den neuen Bundesländern in Halle 1994, auf der Frühwald für eine zweite Amtsperiode wiedergewählt wurde.

Die folgenden drei Jahre brachten für die DFG und ihren Präsidenten eine Reihe neuer Herausforderungen und auch Betätigungsfelder; Stichworte dieser zweiten Amtszeit waren die neuen Großgeräteinitiativen und die Geisteswissenschaftlichen Zentren oder die einsetzende Digitalisierung wissenschaftlicher Bibliotheken. Auf internationalem Gebiet brachte Frühwald neben der europäischen Forschungszusammenarbeit die trilaterale deutsch-israelisch-palästin-

sische Kooperation und eine Intensivierung der deutsch-chinesischen Wissenschaftsbeziehungen voran.

Es waren dies auch die Jahre der vielleicht größten, auch persönlichen Bewährungsproben: Als der bis heute größte Fälschungsfall in der deutschen Wissenschaft ans Licht kam, der nicht zuletzt DFG-geförderte Forschung betraf, war der Präsident sichtlich erschüttert. Und als die von ihm persönlich in Auftrag gegebene erste Studie zur Geschichte der Förderorganisation im Nationalsozialismus weit hinter den Erwartungen zurückblieb, war Frühwald die Enttäuschung darüber bei der Buchpräsentation vor der Presse ins Gesicht geschrieben.

Aus beidem vermochten Frühwald und die DFG jedoch Positives zu schaffen: Auf die Fälschungen folgten die maßstabsetzenden „Empfehlungen zur Sicherung guter wissenschaftlichen Praxis“, und die NS-Vergangenheit wurde durch eine unabhängige Forschungsgruppe in bis heute mehr als 20 Studien detailliert aufgearbeitet.

Am stärksten gefordert wurden die DFG und ihr Präsident freilich durch den rasanten wissenschaftlichen Fort-

schritt jener Jahre, der vor allem in der Biologie, der Genforschung und der Medizin immer wieder die Frage nach den damit verbundenen Möglichkeiten und, mehr noch, Grenzen aufwarf. Die DFG entsprach dem mit der Einrichtung einer Senatskommission für Grundsatzfragen der Genforschung und etlichen Stellungnahmen zur Bioethik, darunter einer klaren Absage an das Klonen von Menschen – und Frühwald zeigte auch hier einen Rigorismus, der tiefsten ethischen Überzeugungen entsprang, aber auch ans Harte und Verhärtete ging.

Als der DFG-Präsident Ende 1997 aus dem Amt verabschiedet wurde, betonte der damalige Bundeskanzler Helmut Kohl, Frühwald habe „in einer Zeit dramatischer Veränderung an einer zentralen Schnittstelle von Wissenschaft, Politik und Gesellschaft Großes bewirkt“. Frühwald kehrte danach zunächst an die LMU zurück, um seine Studien zu Goethe weiterzuführen, engagierte sich bald jedoch wieder im Wissenschaftssystem. 1999 gehörte er zu den Gründern der International University Bremen, der heutigen Jacobs University, im selben Jahr

wählte ihn die Alexander von Humboldt-Stiftung zu ihrem Präsidenten, als der er sich bis 2007 engagiert und für eine weltoffene und tolerante Wissenschaft stritt.

National und international mit zahlreichen Ehrendoktorwürden und Auszeichnungen geehrt und hoch anerkannt, lebte Wolfgang Frühwald danach bis zu seinem Tod mit seiner Frau in seiner Heimatstadt, in der sich immer am wohlsten gefühlt hatte und wo er nun auch im Familien- und Freundeskreis beigesetzt wurde.

Auf die Nachricht von Frühwalds Tod sagte der heutige DFG-Präsident Peter Strohschneider: „In gesellschaftlich und wissenschaftlich besonders gestaltungsoffenen Jahren hat Wolfgang Frühwald mit geschliffener Intellektualität und konzeptioneller Gestaltungskraft, mit besonderem ethischem Anspruch und ebensolcher Autorität und mit seiner Gabe der persönlichen Zugewandtheit die Geschicke der DFG und mit ihr der Wissenschaft in Deutschland gestaltet.“

Seine Überzeugung, dass Grundlage aller Forschungsarbeit die wissenschaftliche Persönlichkeit sei, seine rigorosen Appelle an die Verantwortung der Wissenschaft und aller in ihr Tätigen und seine stete Mahnung, sorgfältig zu unterscheiden zwischen dem, was gemacht werden könne, und dem, was gemacht werden dürfe oder solle – sie können unverändert als Richtschnur einer verantwortlichen Forschung gelten, auch heute, da die Wissenschaften immer schneller und massiver in immer neue Bereiche des Wissens mit allen damit verbundenen Chancen und Risiken eindringen.“

#### Marco Finetti

schrab ab 1992 zunächst als Journalist über die DFG und Wolfgang Frühwald, nach seinem Wechsel zur DFG 2007 ist er heute deren Pressesprecher und Chefredakteur der „forschung“.

*Verabschiedung mit Bundeskanzler: Wolfgang Frühwald und seine Frau Viktoria zusammen mit Helmut Kohl, Frühwalds Nachfolger Ernst-Ludwig Winnacker (rechts) und dem damaligen DFG-Generalsekretär Reinhard Grunwald (links) Ende 1997 in der Bonner Redoute.*



Foto: DFG/Querbach

Lutz Ackermann

# Auf die Ressourcen kommt es an

Organische Katalyse: Die Aktivierung der allgegenwärtigen, aber reaktionsträgen Kohlenstoff-Wasserstoff-Bindungen hat sich zur umweltschonenden Alternative zu traditionellen Verfahren der molekularen Synthese entwickelt. Mit ihr lassen sich toxische Nebenprodukte gezielt minimieren und neue Wirkstoffe entwickeln, die auch der Kunststoffsynthese oder Medikamentenentwicklung zugutekommen können.

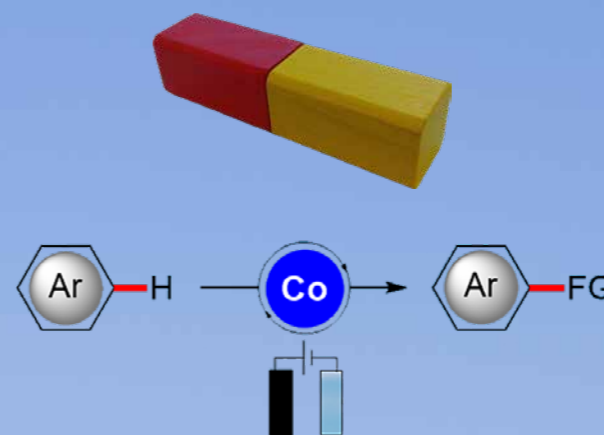


Foto: Shutterstock, Montage: Herling

Waschpulver, koffeinfreier Kaffee, Smartphones oder Antikrebsmedikamente – die Chemie ist aus dem Alltag nicht wegzudenken! Trotz oder wegen ihrer grundlegenden Bedeutung definiert sich die moderne Chemie als Wissenschaft nicht primär durch fruchtbare Wechselwirkungen mit ihren Schwesterdisziplinen Physik, Biologie und Medizin. Insbesondere das Werkzeug der molekularen Synthese ermöglicht erst, zum Beispiel Polymere, Pflanzenschutzmittel oder Medikamente herzustellen. So liefert die „Synthesechemie“ etwa auch den Zugang zu organischen Leuchtdioden (englisch: organic light emitting diodes, OLED) und legt das Fundament für die Ernährung und Gesundheit einer stetig wachsenden Weltbevölkerung.

Die in diesem Sinne unverzichtbare Rolle und Bedeutung der Chemie spiegelt sich auch darin wider, dass sie als einzige Naturwissenschaft einen der größten Industrie-

bereiche, die chemische Industrie, bedient. Doch trotz ihrer zentralen Position und enormer Errungenschaften wird die Chemie in breiten Teilen unserer Gesellschaft nicht nur positiv wahrgenommen. Ganz im Gegenteil dominiert ein eher negatives Bild, das durch große und bedauerliche Chemieunfälle des vergangenen Jahrhunderts geprägt wurde.

Während diese hoffentlich der Vergangenheit angehören, ist die Effizienz der Synthesechemie weiterhin nicht ausgereift. Insbesondere kann die Umweltbilanz durch die Bildung unerwünschter, teils toxischer Nebenprodukte auch heutzutage noch erheblich belastet sein. Dies sollte im Sinne einer ressourcenschonenden, nachhaltigen Chemie möglichst vermieden werden.

Das lässt sich an einem aktuellen Beispiel veranschaulichen: Eine besonders leistungsstarke Methode zur modernen Herstellung organischer Moleküle ist die sogenannte

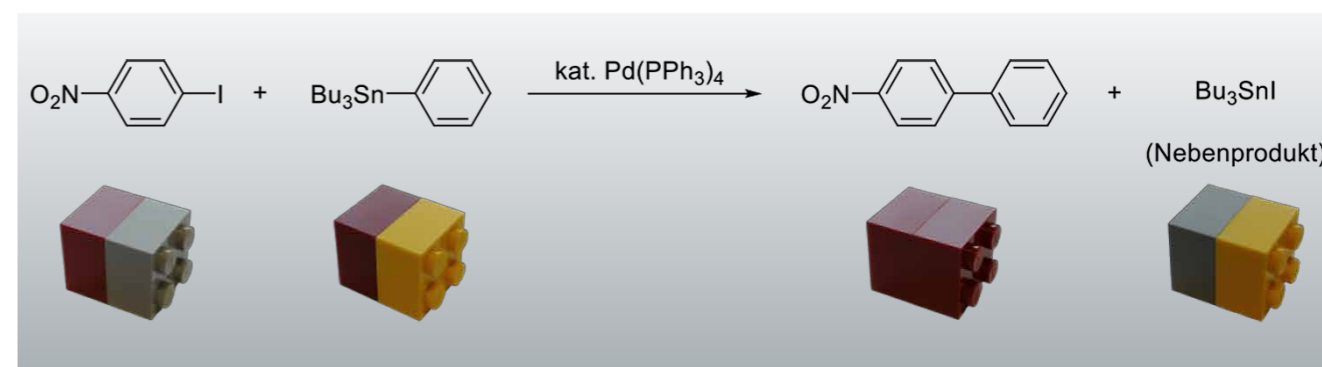
palladiumkatalysierte Kreuzkupplung. Diese wird auch für die Synthese von Pflanzenschutzmitteln, OLEDs und Medikamente verwendet. Hierbei koppelt ein löslicher Palladiumkomplex selektiv zwei organische Moleküle. Die Selektivität – und damit auch Leistungsstärke – dieser Kreuzkupplungen wird durch das Vorliegen zweier zueinander komplementärer sogenannter funktioneller Gruppen in den jeweiligen Substraten gewährleistet. Dies kann im Bild eines molekularen LEGO illustriert werden (siehe nebenstehendes Schema 1), wobei die funktionellen Gruppen als Noppen beziehungsweise Aussparungen an LEGO-Steinen verstanden werden.

Durch Kreuzkupplungen konnten große Fortschritte hinsichtlich der molekularen Architektur von Funktionsmaterialien und Wirkstoffen erzielt werden. So ist es auch wenig verwunderlich, dass die Pionierarbeiten in diesem wichtigen

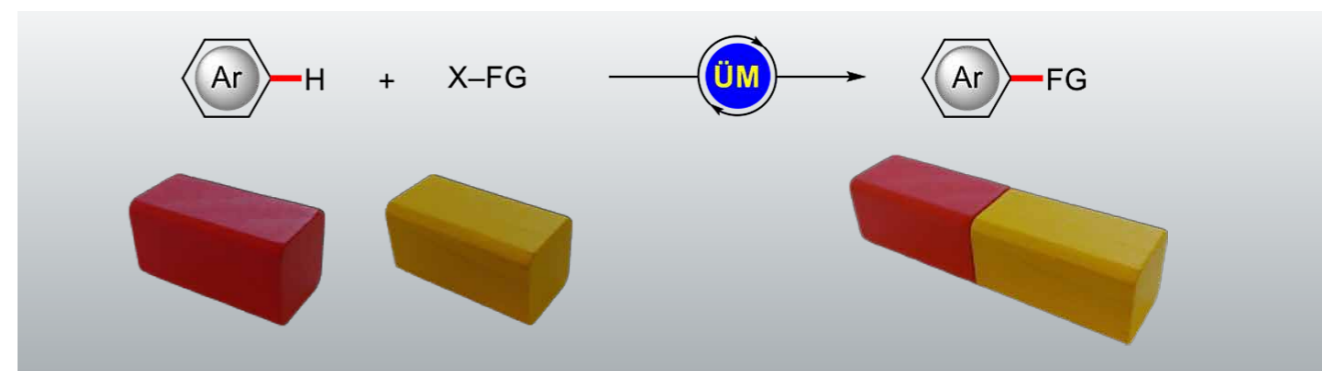
*Palladiumkatalysierte Kreuzkupplungen zeigen ein großes Potenzial im Bereich der Synthesechemie.*



Foto: AG Ackermann



Oben: Die palladiumkatalysierte Kreuzkupplung ebnet den Weg zu Funktionsmaterialien und Wirkstoffen, liefert aber unerwünschte, häufig toxische Nebenprodukte (Schema 1). Im Gegensatz hierzu erlaubt die C-H-Aktivierung deren ressourcenschonende Herstellung. Unten: Elektrokatalytische C-H-Aktivierungen sollen zukünftig dazu beitragen, die nachhaltige Nutzung alternativer Energieformen wie zum Beispiel der Windkraft (Schema 2) zu verbessern.



Modelle: AG Ackermann

Wissenschaftsgebiet mit dem Nobelpreis für Chemie 2010 an die Forscher Richard Heck, Akira Suzuki und Ei-ichi Negishi gewürdigt wurden. Trotz dieser beispiellosen Errungenschaften müssen jedoch die „präfunktionalisierten Startmaterialien“, die jeweiligen LEGO-Bausteine, zunächst selbst über aufwendige mehrstufige Synthesewege hergestellt werden. Zusätzlich werden in den eigentlichen Kupplungen in demselben Umfang, in dem das Produkt gebildet wird, auch unerwünschte, zum Teil toxische Nebenprodukte erhalten. Nachteil ist: Diese müssen im industriellen Maßstab aufwendig entsorgt werden.

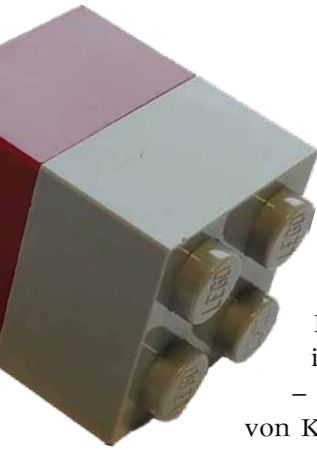
Darüber hinaus werden in jeder Syntheseoperation große Mengen an toxischen organischen Lösungs-

mitteln eingesetzt, die im Zweifelsfall am Ende der Synthese häufig sogar verbrannt werden müssen. Als umweltschonendere Alternative versucht unsere Arbeitsgruppe, die mehrstufigen Synthesen und den Einsatz präfunktionalisierter Substrate, also der LEGO-Bausteine, zu vermeiden. Unsere Strategie basiert hier auf der direkten Umsetzung der weit verbreiteten Kohlenstoff-Wasserstoff(C-H)-Bindungen (siehe Schema 2).

Der Vorteil ist, dass C-H-Bindungen bereits in einfach zugänglichen organischen Molekülen, nicht nur in Erdöl und Erdgas, vorkommen. Allerdings sind diese chemischen Bindungen äußerst reaktionsträge, sodass spezielle

Metallverbindungen zu ihrer Umsetzung – häufig spricht man von Aktivierung – eingesetzt werden müssen. Hierbei spielen insbesondere Komplexe der Übergangsmetalle eine wichtige Rolle, da sie selbst stabile C-H-Bindungen spalten können.

Der Vorteil ist aber zugleich auch ein Problem, weil die relevanten organischen Moleküle zu viele C-H-Bindungen mit ähnlicher Stärke aufweisen. Dies führt vielfach zu einer geringen Selektivität. Um zum Bild der LEGO-Bausteine zurückzukehren, wird versucht, LEGO-Bausteine ohne Noppen und Aussparungen miteinander zu koppeln. Es ist also so, als ob einfache Holzbauklötze miteinander verbunden werden sollen. Dies gelingt



im Kinderzimmer nur schwer, in der Chemie aber durch Verbindungen bestimmter Übergangsmetalle. Diese können selbst in geringen Mengen – man spricht dann von Katalysatoren – C–H-Bindungen aktivieren.

Auf diesem Wege gelang es, die sogenannte Positionselektivität an unterschiedlichsten Molekülen mit neuen Ruthenium-Katalysatoren zu kontrollieren. Diese C–H-Aktivierungsstrategie ist sogar so robust, dass sie in Gegenwart von Luftsauerstoff oder Wasser realisiert werden kann. Dies ist bemerkenswert, da die hierbei gebildeten metallorganischen Verbindungen normalerweise bevorzugt mit Sauerstoff und Wasser reagieren.

Insgesamt wird durch die C–H-Aktivierung nicht allein die Umweltbilanz der Synthese maßgeblich verbessert, sondern auch deren Kosteneffizienz. Aus diesem Grund erfreut sich die C–H-Aktivierung auch eines großen Interesses bei Anwendern in der Chemischen und Pharmazeutischen Industrie, wo sie bereits im industriellen Umfeld genutzt wird.

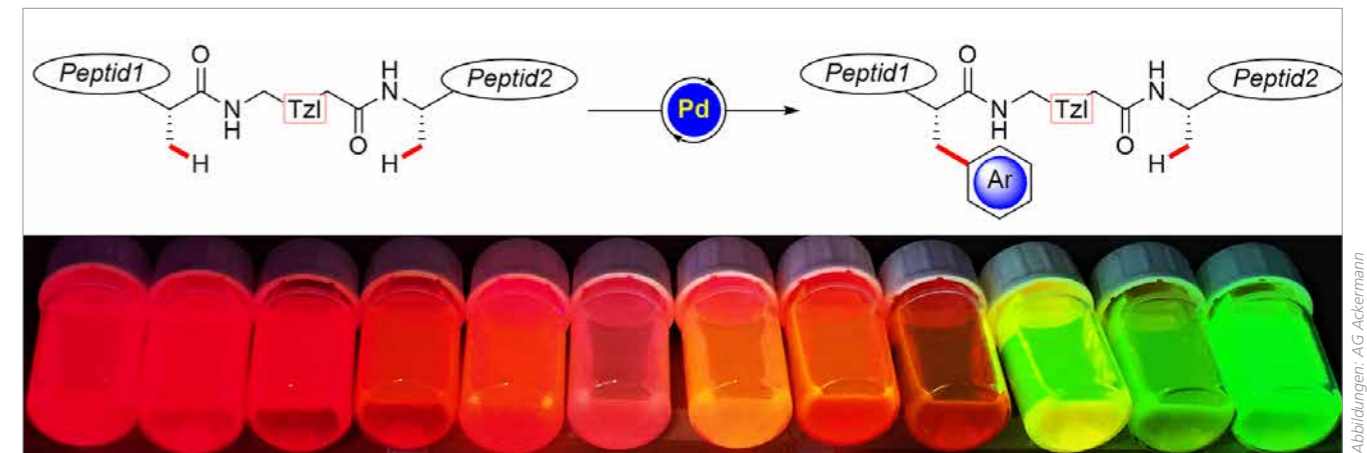
Die Anwendungsmöglichkeiten dieser C–H-Aktivierungsstrategie sind aber nicht auf die umweltfreundliche Herstellung im großen Maßstab beschränkt. Vielmehr birgt die C–H-Aktivierung auch großes Potenzial für die Entwicklung komplett neuer Wirkstoffe. Bislang wurden C–H-Aktivierungen hauptsächlich durch Verbindungen der Übergangsmetalle Palladium, Iridium, Rhodium

und Ruthenium realisiert. Bedauerlicherweise ist das natürliche Vorkommen dieser kostbaren Metalle äußerst gering. Aus diesem Grund entwickelten wir in den vergangenen Jahren auch maßgeschneiderte Katalysatoren unedler Metalle für die C–H-Aktivierung. Hierbei erwiesen sich zunächst Verbindungen mit Nickel und Kobalt als wegweisend. Die Nachhaltigkeit der Strategie konnte zusätzlich durch den Einsatz von Verbindungen des Kupfers, Mangans und Eisens verbessert werden. Diese Metalle sind nicht nur preiswerter, sondern sie sind auch weniger toxisch. Sie kommen sogar im menschlichen Körper in essenziellen Enzymen vor. So wurde das Methodenarsenal der modernen Synthesechemie im Sinne einer ressourcenschonenden „Grünen Chemie“ nachhaltig befruchtet.

Teambesprechung: Lutz Ackermann diskutiert im Labor mit seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Studienergebnisse.



Foto: DFG/Ausehofer



Abbildungen: AG Ackermann

Die C–H-Aktivierung kann für die selektive Fluoreszenzmarkierung von Biopolymeren wie Peptiden genutzt werden.

Die Aktivierung reaktionsträger C–H-Bindungen erfordert bislang meist drastische Bedingungen. So benötigen sie häufig sehr hohe Reaktionstemperaturen oder toxische Metalle als Oxidationsmittel. Um diese Limitierungen zu überwinden, erwies sich der Einsatz alternativer Energieformen als zielführend. So konnte unser Team sichtbares Licht für kupferkatalysierte C–H-Funktionalisierungen nutzen. Nun gelingen diese anspruchsvollen Reaktionen bereits bei Umgebungstemperatur. In einem hierzu komplementären Ansatz kann Elektrizität genutzt werden. Hier beschrieben wir oxidative C–H-Umsetzungen mit anwenderfreundlichen Kobaltkatalysatoren, sodass umweltbelastende Metalloxidationsmittel durch Strom ersetzt werden können. Dies können zukünftig auch ganz im Sinne einer Grünen Chemie Wind- und Sonnenenergie sein.

Um den grünen Charakter der C–H-Aktivierung weiter zu steigern, sind nachwachsende Rohstoffe in den Fokus gerückt. So konnte gezeigt werden, dass erneuerbare Lösungsmittel für

C–H-Aktivierungen prinzipiell genutzt werden können. Diese können aus pflanzlicher Cellulose als nachwachsender Biomasse gewonnen werden. Darüber hinaus werden Methoden entwickelt und genutzt, mit denen die Katalysatoren wieder zurückgewonnen und recycelt werden. Dies gelang insbesondere durch den Einsatz fester, unlöslicher Katalysatoren. Diese sogenannten heterogenen Katalysatoren lassen sich nun mehrfach in C–H-Aktivierungen einsetzen, was wiederum die Nachhaltigkeit der Strategie untermauert.

Alles in allem: Die C–H-Aktivierung hat sich als umweltschonende Alternative zu traditionellen Verfahren der molekularen Synthese etabliert. Hierdurch kann die Bildung unerwünschter, toxischer Nebenprodukte gezielt minimiert werden, sodass die Nachhaltigkeit der molekularen Synthese nachdrücklich verbessert wird. Die entwickelten Methoden inspirieren weltweit akademische Gruppen, haben aber

auch große Bedeutung für die industrielle Anwendung – von der Kunststoffsynthese bis hin zur Medikamentenentwicklung. Diese Aspekte verdeutlichen das enorme Potenzial der ressourcenschonenden C–H-Aktivierung hin zu einer umweltfreundlichen, ja Grünen Chemie.

Diese und weitere Aspekte der C–H-Aktivierung werden im Team Ackermann zukünftig durch den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der DFG gefördert.



**Prof. Dr. Lutz Ackermann** lehrt Organische Chemie an der Georg-August-Universität in Göttingen.

Adresse: Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Organische und Biomolekulare Chemie, Tammannstraße 2, 37077 Göttingen

2017 erhielt Prof. Dr. Ackermann den Gottfried Wilhelm Leibniz-Preis der DFG; zur C–H-Aktivierung arbeitet er auch in Projekten der Einzelförderung.

[www.ackermann.chemie.uni-goettingen.de](http://www.ackermann.chemie.uni-goettingen.de)



## Rembert Unterstell



Foto: DFG/Ausserhofer

## Fragen des Vertrauens

Fachliche Spitzenleistungen, verbriefte Freiheitsrechte der Forschung, Chancen und Grenzen der öffentlichen Wissenschaftskommunikation: Leibniz-Preisverleihung 2019 in Berlin

Originelle Fragen zu stellen, mag ein Erfolgsfaktor für exzellente Forschung sein, aber auch Festivitäten in *academia* profitieren davon, wenn erwartbare Zeremonien und Rhetoriken von grundlegenden Nachfragen zur Selbstvergewisserung begleitet werden. So wieder zu sehen bei der diesjährigen Verleihung der Leibniz-Preise der DFG am 13. März in Berlin.

Wie sprechen eigentlich die Wissenschaften nach innen und außen von ihren Ergebnissen? Und welche Erwartungen und Bedürfnissen kann die Wissenschaft mit ihrer Kommunikation in Öffentlichkeit und Medien tatsächlich erfüllen? DFG-Präsident Prof. Dr. Peter Strohschneider war es spürbar ein Anliegen, sich diesen Fragen zu nähern – und die zehn

Preisträgerinnen und Preisträger des wichtigsten deutschen Forschungsförderpreises sowie die etwa 300 Gäste aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft dabei mitzunehmen.

Sein Ansatzpunkt: Da sich die Wissensproduktion in allen Forschungszweigen im Zeichen dynamischer Spezialisierung vollziehe, gebe es keine Wissenschaft ohne Fachsprache. Strohschneider: „So partikular wissenschaftliches Wissen ist, so spezialistisch sind seine Produktions- und Ausdrucksformen. Forschung braucht zu speichern und das Fachgespräch zu ermöglichen. Und doch redeten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur mit ihresgleichen. „Seit dem Heureka! des Archimedes von Syrakus

sind die wissenschaftliche Erkenntnis und ihre öffentliche Kundgabe eng verknüpft.“

Von der Frage nach den „Gelingensbedingungen für eine solche öffentliche Wissenschaftskommunikation“ war es für den DFG-Präsidenten dann nicht allzu weit zur aktuellen Feinstaubdebatte, in der „pseudowissenschaftliches Wissen zum Medienhype hochgejazzt wurde, während zugleich ein Verkehrsminister dies dazu benutzte, verlässliche wissenschaftliche Kenntnisse zu delegitimieren, weil sie ihm politisch nicht passen“. In den strukturellen Interessenkonflikten im Dreieck aus Forschung, Massenmedien und Politik gebe es „schwierige wechselseitige Übersetzungsleistungen“, die „mit erheblichen Risiken von

Missverstehen und politischer Instrumentalisierung einhergehen.“

Wissenschaft zu kommunizieren bedeute, „Spezialsprachliches in Allgemeinsprache zu übersetzen“, so Strohschneider. Dabei dürfe es nicht nur um Erkenntnisse und Entdeckungen an sich gehen – auch und vor allem die „Wege des Entdeckens“ müssten transparent gemacht werden.

Das Stichwort „Transparenz“ nahm Bundesforschungsministerin Anja Karliczek in ihrem Grußwort gern auf, bevor sie anlässlich des 70. Geburtstags des Grundgesetzes auf die verbrieften Freiheitsrechte von Wissenschaft und Forschung blickte.

Dieser allgemeine Freiheitsanspruch, gepaart mit einem individuellen Freiraumversprechen, sehe sie im Leibniz-Preis verkörpert. Mit Blick auf den Forschungsstandort Deutschland unterstrich Karliczek die Bedeutung eines christlich geprägten Menschenbildes. „Dieses Menschenbild kann uns Kompass und Anker sein in der wissenschaftsethischen und gesellschaftspolitischen Debatte, die wir angesichts der technologischen und wissenschaftlichen Revolutionen des 21. Jahrhunderts führen müssen.“

Der gegenwärtige Vertrauensverlust in Wissenschaft und Forschung sei auch eine Gefahr für das demokratische Gemeinwesen, so Karliczek. Dagegen brauche es eine „gemeinsame Verantwortung von Wissenschaft, Gesellschaft, Journalismus und Politik“ – und eine Wissenschaft, die den Dialog suche und sich einmische.

Wissenschaft in gesellschaftlicher Verantwortung – das war auch der Bezugsrahmen für die Bremer Wissenschaftssenatorin und GWK-Vorsitzende Prof. Dr. Eva Quante-Brandt, die vor allem die Habenseiten der Wissenschaftspolitik bilanzierte: die Erfolge bei Gleichstellung und Chancengleichheit, die Impulskraft

Links: Gruppenbild vor der Preisverleihung in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Rechts oben: Bundesministerin Anja Karliczek, die GWK-Vorsitzende Eva Quante-Brandt (links) und DFG-Präsident Peter Strohschneider. Ganz unten: Sami Haddadin erhält den Leibniz-Preis; er sprach später auch die Dankesworte im Namen aller Ausgezeichneten.

der Wissenschaftspakte und der Exzellenzstrategie. Nun gelte es, für den „langfristigen Substanzerhalt“ die Investitionen von Bund und Ländern in Forschung und Entwicklung bis 2025 auf 3,5 Prozent des Bruttoinlandsprodukts zu steigern.

So eingestimmt konnten dann, in kurzen Fotofilmen jeweils vorgestellt und vom DFG-Präsidenten laudiert, die Preise entgegennehmen: Prof. Dr.-Ing. Sami Haddadin, Robotik, Technische Universität München; Prof. Dr. Rupert Huber, Experimentelle Physik, Universität Regensburg; Prof. Dr. Andreas Reckwitz, Soziologie, Europa-Universität Viadrina, Frankfurt/Oder; Prof. Dr. Hans-Reimer Rodewald, Immunologie, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Heidelberg; Dr. Melina Schuh, Zellbiologie, Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie (Karl-Friedrich-Bonhoeffer-Institut), Göttingen; Prof. Dr. Brenda Schulman, Biochemie, Max-Planck-Institut für Biochemie (MPIB), Martinsried; Prof. Dr. Ayelet Shachar, Rechts- und Politikwissenschaften, Max-Planck-Institut zur Erforschung multireligiöser und multiethnischer Gesellschaften, Göttingen; Prof. Dr. Michèle Tertilt, Wirtschaftswissenschaften, Universität Mannheim; Prof. Dr. Wolfgang Wernsdorfer, Experimentelle Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), und Prof. Dr.-Ing. Matthias Wessling, Chemische Verfahrenstechnik, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule



Foto: DFG/Ausserhofer

Aachen und Leibniz-Institut für Interaktive Materialien (DWI), Aachen.

In seinen Dankesworten im Namen aller Preisträger erinnerte Sami Haddadin an den Universalgelehrten Leibniz, der früh erkannt habe, dass die Steigerung der maschinellen Intelligenz möglich, aber eine im kreativen Sinne denkende Maschine unmöglich sei. Bei aller Begeisterung für Innovationen durch die Vernetzung von Maschinen, nicht nur in seinem Fach, sollte das nicht vergessen werden.

**Dr. Rembert Unterstell** ist Chef vom Dienst der „forschung“.





Fotos: privat / Webseiten der Universitäten

# Herausragende Leistungen und hohes Potenzial

Heinz Maier-Leibnitz-Preise 2019: Drei Forscherinnen und sieben Forscher erhalten wichtigsten deutschen Nachwuchspreis / Anerkennung und Ansporn für die weitere wissenschaftliche Karriere / Verleihung am 28. Mai in Berlin

Drei Wissenschaftlerinnen und sieben Wissenschaftler erhalten in diesem Jahr den Heinz Maier-Leibnitz-Preis und damit die wichtigste Auszeichnung für den wissenschaftlichen Nachwuchs in Deutschland. Das hat ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung eingesetzter Auswahlausschuss im Februar in Bonn beschlossen. Die Preisträgerinnen und Preisträger erhalten die mit je 20 000 Euro dotierte Auszeichnung am 28. Mai in Berlin.

Die Heinz Maier-Leibnitz-Preise 2019 gehen an:

- Stefan Cihan Aykut, Soziologie, Universität Hamburg
- Karl Bringmann, Theoretische Informatik, Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken
- Fabian Dielmann, Anorganische Molekülchemie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Jonathan F. Donges, Statistische Physik und Klimaforschung, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
- Knut Drescher, Mikrobiologie und Biophysik, Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie, Marburg
- Stefanie Gänger, Neuere und Neueste Geschichte, Universität zu Köln
- Nicolas Perkowski, Wahrscheinlichkeitstheorie, Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig, und Humboldt-Universität zu Berlin
- Uta Reinöhl, Allgemeine Sprachwissenschaft, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

- Thimoteus Speer, Nephrologie, Universität des Saarlandes
- Nina Henriette Uhlenhaut, Experimentelle Endokrinologie, Helmholtz Zentrum München

Seit 1977 wird der Heinz Maier-Leibnitz-Preis jährlich an hervorragende Forscherinnen und Forscher verliehen, die sich in einem frühen Stadium ihrer wissenschaftlichen Laufbahn befinden und noch keine unbefristete Professur innehaben.

Der Preis dient als Anerkennung und zugleich als Ansporn, ihre wissenschaftliche Laufbahn eigenständig und gradlinig fortzusetzen. Benannt ist er seit 1980 nach dem Atomphysiker und früheren DFG-Präsidenten Heinz Maier-Leibnitz, in dessen Amtszeit (1973–1979) er erstmals vergeben wurde. Der Heinz Maier-Leibnitz-Preis gilt als der wichtigste Preis zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Deutschland.

Für die diesjährige Preisrunde waren insgesamt 129 Forscherinnen und Forscher aus allen Fachgebieten vorgeschlagen worden. Die Auswahl traf der zuständige Ausschuss unter dem Vorsitz der DFG-Vizepräsidentin und Mathematikerin Prof. Dr. Marlis Hochbruck.

[www.dfg.de/pm/2019\\_04](http://www.dfg.de/pm/2019_04)  
[www.dfg.de/maier-leibnitz-preis](http://www.dfg.de/maier-leibnitz-preis)



## Hoher Stellenwert für Grundlagenforschung

DFG zum Jahresgutachten der Expertenkommission für Forschung und Innovation (EFI)

Die von der Bundesregierung eingesetzte Expertenkommission für Forschung und Innovation (EFI) hat sich in ihrem Ende Februar vorgelegten Jahresgutachten 2019 ausführlich mit den "Förderstrukturen in der Grundlagenforschung und Publikationen im internationalen Vergleich" mit Akzent auf die DFG befasst.

Die DFG begrüßt den damit von der Kommission zum Ausdruck gebrachten besonderen Stellenwert der Grundlagenforschung für die Leistungs- und Innovationsfähigkeit Deutschlands im internationalen Wettbewerb.

Die ausführliche Beschreibung und Kommentierung der Fördermittel und -strukturen der Deutschen Forschungsgemeinschaft in dem Gutachten wird dabei der prägenden Rolle der DFG als größter Förderorganisation im Bereich der universitären Grundlagenforschung und als zentraler Selbstverwaltungsorganisation für die Wissenschaft in Deutschland in vieler Hinsicht gerecht.

Die auf dieser Grundlage formulierten Schlussfolgerungen werden von der DFG in zentralen Punkten begrüßt und unterstützt. Dies betrifft etwa die Empfehlung, die Förderung der internationalen Zusammenarbeit in der Forschung weiter zu steigern, sowie das positive Votum von EFI zu einer Erhöhung der DFG-Programmpauschale von derzeit 22 auf 30 Prozent, wie sie bereits im Koalitionsvertrag der Bundesregierung perspektivisch vorgesehen ist.

Andere Aussagen des Gutachtens wären aus Sicht der DFG allerdings noch differenzierter zu betrachten. Beim Verhältnis von Einzelförderung und Verbundförderung sieht die DFG ihre

Aufgabe darin, die legitimen Interessen der unterschiedlichen Akteure in der Wissenschaft angemessen zu berücksichtigen. Hierbei hat die Förderung der besten Köpfe hohe Bedeutung, nicht weniger aber auch das Interesse der Hochschulen an strukturbildenden Maßnahmen oder an wissenschaftspolitischen Initiativen, die etwa zur Einrichtung der Exzellenzinitiative und der aktuellen Exzellenzstrategie geführt haben.

Die DFG sieht die deutsche Forschung im internationalen Vergleich mit ganz unterschiedlich strukturierten Wissenschafts- und Finanzierungssystemen, die sehr weitgehend die Unterschiedlichkeit der Aufgaben und Leistungen von Einrichtungen der Forschungsförderung bestimmen.

[www.dfg.de/pm/2019\\_05](http://www.dfg.de/pm/2019_05)

## Polish-German Science Meeting

Produktiver Austausch zu Exzellenzprogrammen

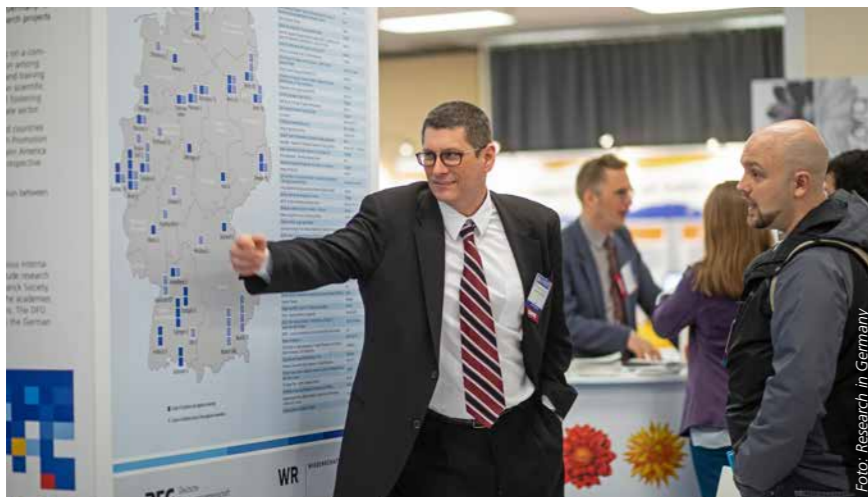


Das Zweite Polish-German Science Meeting fand auf Einladung der Foundation for Polish Science (FNP), des polnischen National Science Centres (NCN) und der DFG Ende Februar 2019 in Krakau statt. Es wurde vom NCN in den neuen Räumen seiner Geschäftsstelle organisiert.

Die rund 40 Vertreterinnen und Vertreter nahezu aller Wissenschafts-

organisationen beider Länder sowohl auf Vorstands- als auch auf Arbeitsebene diskutierten über Exzellenzprogramme, Science Diplomacy sowie aktuelle Entwicklungen im europäischen Forschungsraum. Das Treffen wurde mit einem Abendempfang im Deutschen Generalkonsulat Krakau feierlich eröffnet. Das Dritte Polish-German Science Meeting ist für 2020 in Deutschland geplant.

**Sichtbarkeit des deutschen Forschungsstandorts bei der AAAS-Jahrestagung 2019 in Washington, DC:** Dazu gehörte ein vom DAAD gemeinsam mit dem DFG-Büro Nordamerika organisierter „Research in Germany“-Stand (unser Foto) als Anlauf- und Beratungsstelle „for all things German“ ebenso wie der Besuch von DFG-Präsident Peter Strohschneider Mitte Februar anlässlich der Tagung zu Konsultationen und Kontaktgesprächen in der US-Bundeshauptstadt.



## Aus der Förderung

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft richtet **sechs neue Forschungsgruppen (FOR)** ein. Dies beschloss der Hauptausschuss der DFG auf Empfehlung des Senats in Bonn. Die bewilligten Forschungsthemen reichen von Resilienz in Religion und Spiritualität über Adaptive Polymergele bis zum Zytomegalievirus.

Die neuen Verbände erhalten für zunächst drei Jahre insgesamt rund 18 Millionen Euro inklusive einer 22-prozentigen Programmpauschale für indirekte Kosten aus den Projekten. Die Förderdauer beträgt in der Regel zweimal drei Jahre. Im Ganzen fördert die DFG damit zurzeit 168 Forschungsgruppen, zehn Klinische Forschungsgruppen und zwölf Kolleg-Forschungsgruppen.

[www.dfg.de/pm/2019\\_09](http://www.dfg.de/pm/2019_09)

Der DFG-Senat hat auf seiner Frühjahrssitzung in Bonn **14 neue Schwerpunktprogramme (SPP)** für das Jahr 2020 eingerichtet. Die neuen Verbände, die aus 50 eingereichten Initiativen ausgewählt wurden, erhalten für zunächst drei Jahre insgesamt rund 85 Millionen Euro. Hinzu kommt eine 22-prozentige Programmpauschale für indirekte Kosten aus den Projekten.

Das bewilligte Themenspektrum reicht von Digitalisierung der Arbeitswelten über Nano Security bis zu zufälligen geometrischen Systemen. Auch die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist ein zentrales Element der SPP, darüber hinaus weisen alle neuen Verbände ein Gleichstellungskonzept auf. Schwerpunktprogramme werden für sechs Jahre gefördert. Aktuell befinden sich insgesamt 97 SPP in der Förderung.

[www.dfg.de/pm/2019\\_10](http://www.dfg.de/pm/2019_10)

## Communicator-Preis an Katharina Anna Zweig

Informatikerin erhält Auszeichnung für engagierte Kommunikation zu Entwicklung, Einsatz und gesellschaftlichen Auswirkungen von Algorithmen / Verleihung am 1. Juli in Rostock

Der Communicator-Preis der DFG und des Stifterverbandes geht in diesem Jahr an die Informatikerin Prof. Dr. Katharina Anna Zweig. Die Wissenschaftlerin von der Technischen Universität Kaiserslautern erhält die mit 50 000 Euro dotierte Auszeichnung für die engagierte und vielseitige Kommunikation zu den ethischen, politischen und gesellschaftlichen Implikationen von Algorithmen und deren Einsatz.

Die Jury des Communicator-Preises würdigte bei ihrer Entscheidung die kritische Handschrift und vernetzende Ausrichtung von Katharina Anna Zweigs Wissenschaftskommunikation. Mit einer gut durchdachten Kommunikationsstrategie und einer großen Breite an Formaten und Kanälen gelinge es Zweig, sehr unterschiedliche Zielgruppen mit dieser komplexen und zugleich gesellschaftlich hoch relevanten Thematik in Berührung zu bringen. Sie versuche nicht nur, Einblick in die Entwicklung und den Einsatz von Algorithmen zu ermöglichen, sondern vor allem auch eine differenzierte Debatte über ihren Einsatz zu erreichen. Zweig betreibe ihre Aktivitäten in überaus engagierter Weise, um den medialen und öffentlichen Dialog über die digitale Transformation und deren gesellschaftliche Folgen voranzutreiben.

Nach einem Doppelstudium der Biochemie und der Bioinformatik in Tübingen, Postdoc-Studien zur Ana-

lyse komplexer Netzwerke in Budapest und Heidelberg, ging sie 2012 an die TU Kaiserslautern und leitet am dortigen Fachbereich Informatik das Algorithm Accountability Lab. Hier schuf sie den deutschlandweit ersten



(„(Ohne) Schlüssel und Schloss – Chancen und Risiken von Big Data“, Kaiserslautern 2018). Zusammen mit Journalisten hat sie die Bürgerinitiative und Plattform „Algorithm Watch“ (<https://algorithmwatch.org>) mit dem Ziel gegründet, die Öffentlichkeit über die Wirkungsweise von Algorithmen aufzuklären, diese gemeinsam zu beobachten (zu „watchen“) sowie an einer sinnvollen Regulierung von algorithmischen Entscheidungssystemen mitzuwirken. Das Projekt und seine Initiatoren erhielten 2018 die Theodor-Heuss-Medaille.

Der „Communicator-Preis – Wissenschaftspreis des Stifterverbandes“ wird seit dem Jahr 2000 verliehen und gilt als der wichtigste seiner Art in Deutschland. Verliehen wird der Communicator-Preis 2019 im Rahmen der Jahresversammlung der DFG am 1. Juli 2019 in Rostock.

[www.dfg.de/communicator-preis](http://www.dfg.de/communicator-preis)

**Korrektur:** In *forschung* 04/2018 wurde im Artikel „Netzwerk des Überlebens“ (Prof. Dr. Patrick Rössler, Prof. em. Dr. Magdalena Droste und Dr. Anke Blümm) eine falsche Projektadresse genannt. Die korrekte Adresse lautet: Universität Erfurt, Lehrstuhl für Empirische Kommunikationsforschung und Methoden, Nordhäuser Straße 63, 99089 Erfurt. Wir bitten, dieses Versehen zu entschuldigen.

## Die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ist die größte Forschungsförderorganisation und die zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft in Deutschland. Nach ihrer Satzung hat sie den Auftrag, „die Wissenschaft in allen ihren Zweigen zu fördern“.

Mit einem jährlichen Etat von inzwischen rund 3,2 Milliarden Euro finanziert und koordiniert die DFG in ihren zahlreichen Programmen rund 32 000 Forschungsvorhaben einzelner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie von Forschungsverbänden an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Dabei liegt der Schwerpunkt in allen Wissenschaftsbereichen in der Grundlagenforschung.

Alle Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland können bei der DFG Anträge auf Förderung stellen. Die Anträge werden nach den Kriterien der wissenschaftlichen Qualität und Originalität von Gutachterinnen und Gutachtern bewertet und den Fachkollegen vorgelegt, die für vier Jahre von den Forscherinnen und Forschern in Deutschland gewählt werden.

Weitere Informationen im Internet unter [www.dfg.de](http://www.dfg.de)

Die besondere Aufmerksamkeit der DFG gilt der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, der Gleichstellung in der Wissenschaft sowie den wissenschaftlichen Beziehungen zum Ausland. Zudem finanziert und initiiert sie Maßnahmen zum Ausbau des wissenschaftlichen Bibliothekswesens, von Rechenzentren und zum Einsatz von Großgeräten in der Forschung. Eine weitere zentrale Aufgabe ist die Beratung von Parlamenten und Behörden in wissenschaftlichen Fragen. Zusammen mit dem Wissenschaftsrat führt die DFG auch die Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder zur Stärkung der Spitzenforschung an Hochschulen durch.

Zu den derzeit 96 Mitgliedern der DFG zählen vor allem Universitäten, außeruniversitäre Forschungsorganisationen wie die Max-Planck-Gesellschaft, die Leibniz-Gemeinschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft, Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren sowie wissenschaftliche Akademien. Ihre Mittel erhält die DFG zum größten Teil von Bund und Ländern, hinzu kommt eine Zuwendung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

## Impressum

Herausgegeben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG); „forschung“ erscheint vierteljährlich beim WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Postfach 10 11 61, 69541 Weinheim; Jahresbezugspreise siehe Wiley Online Library; [http://ordering.onlinelibrary.wiley.com/subs.asp?ref=1522-2357&doi=10.1002/\(ISSN\)1522-2357](http://ordering.onlinelibrary.wiley.com/subs.asp?ref=1522-2357&doi=10.1002/(ISSN)1522-2357)

Redaktionsanschrift: DFG, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Kennedyallee 40, 53175 Bonn, Tel. +49 228 885-1, Fax +49 228 885-2180, E-Mail: [redaktionforschung@dfg.de](mailto:redaktionforschung@dfg.de); Internet: [www.dfg.de](http://www.dfg.de)

Redaktion: Marco Finetti (fine; Chefredakteur, v.i.S.d.P.); Dr. Rembert Unterstell (RU; Chef vom Dienst)  
Lektorat: Stephanie Henseler, Inken Kiupel; Mitarbeit: Benedikt Bastong (bb), Magdalena Schaeffer (schae)  
Grundlayout: Tim Wübben/DFG; besscom, Berlin; Produktionslayout: Olaf Herling, Tim Wübben  
Redaktionsassistent: Mingo Jarree

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei (BUB); gedruckt auf Inapa Oxygen silk, gestrichenes Recycling-Papier mit halbmatter Oberfläche aus 100% Altpapier, FSC Recycled.

ISSN 0172-1518



Freiheitsversprechen unter Druck?! Kunst und Wissenschaft sind frei – so steht es seit 1949 im Grundgesetz. Und doch werden inzwischen hier und dort und zunehmend Kunstwerke aus Museen entfernt, literarische Werke umgeschrieben und Ergebnisse der Forschung negiert. Wie steht es also tatsächlich um die Kunst- und Wissenschaftsfreiheit? Welche Bedeutung hat sie für uns? Wo gerät sie in Konflikte? Und warum ist es wichtig, dass wir sie schützen? Darüber sprach Anfang April in Bonn ein hochkarätiges Podium miteinander und mit dem Publikum beim jüngsten science-on-Talk. Da dieser inzwischen fünfte Diskussionsabend in der gemeinsamen Veranstaltungsreihe der DFG und der Bundeskunsthalle just stattfand, als diese Ausgabe der „forschung“ auf dem Weg in den Druck war, können wir erst im kommenden Heft darüber berichten. Auch dann passt es freilich noch in die Zeit, war der science-on-Abend doch Teil einer ganzjährigen Kampagne der Allianz der Wissenschaftsorganisationen zum 70. Geburtstag des Grundgesetzes. In einer Vielzahl von Veranstaltungen, Reden, Debatten und Meinungsbeiträgen will die Wissenschaft damit die Erfolgsgeschichte, die Chancen, aber auch die Gefährdungen der Wissenschaftsfreiheit in den Blick rücken – getreu dem Kampagnenmotto „Freiheit ist unser System. Gemeinsam für die Wissenschaft“. Wer mehr wissen oder mitmachen will, findet unter [www.wissenschaftsfreiheit.de](http://www.wissenschaftsfreiheit.de) ausführliche Informationen.