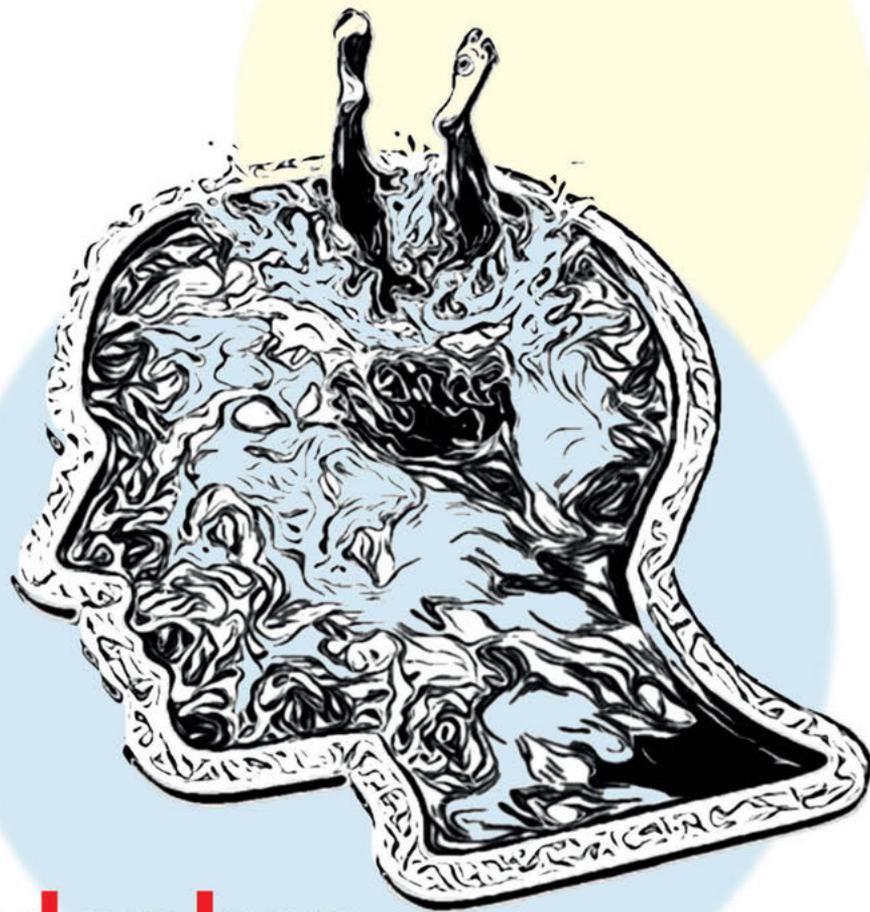


# LABOR JOURNAL

Service-Magazin für Medizin- und Biowissenschaften 7/8-2018

**Forscher-Essays**



**Weiterdenken**

**DER BAUM-MÖRDER**  
Killing in the Name  
of Science

**POPULISMUS**  
Gift für Forschung  
und Demokratie

**CITIZEN SCIENCE**  
Gemeinsam Wissen  
schaffen



ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH

»Science means relevance.«

#### AcademiaNet

Women are seriously underrepresented in key positions within the scientific world. AcademiaNet is a web portal featuring more than 2700 profiles of outstanding female researchers from all disciplines – making it a free and easy tool to increase the number of women in leadership positions in academia.

## INTERVIEW WITH ANNE GLOVER, PRESIDENT OF THE ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH AND FORMER CHIEF SCIENTIFIC ADVISER TO THE PRESIDENT OF THE EUROPEAN COMMISSION

AcademiaNet: Teachers and lecturers influence students' thinking in science. How big an effect do they really have?

Prof Dame Glover: Naturally, you are learning a lot from lecturers and teachers. They are experienced and are the first real scientists you meet. Not just people in books. The classical role models like Marie Curie, etc., are very important too, but they seem very removed. Whereas when you are actually at university and you meet lecturers, then the scientists feel very human: for example, they often have to run off to get the kids or they talk about a party they went to or their holiday plans. They are just normal people and that is what science is about – normal people that do great science.

There seems to have been a growing skepticism towards science in the last couple years. What can the individual scientist do about that?

As scientists, we enjoy a high level of trust. We should regard that as something that is important and that we continuously have to work at. We need to deserve people's trust. That means, when we speak about our research, we must be honest about what we know and what we don't know. We need to be clear when something is a consensus view or when something is still at the development stage. As scientists, we are often measured on impact and that can easily lead to the trap of overstating the importance of our findings. This is dangerous, as we then lose the trust people have in us. We should value that trust and ensure that we keep it by staying honest and true to our findings.

Looking back at your career as a scientist, which advice would you give to young scientists, especially young women, nowadays?

Don't try and do everything on your own. It's a sign of strength to ask for advice or opinions, or to discuss things with people. Don't always choose someone who seems to be like you and do what you are doing. I, for example, wouldn't just speak to another female molecular biologist. I would, for example, speak with a male engineer. Or somebody who works in the industry. Then you get a real breadth of opinions and often different ways of thinking. Our worst enemy is getting into a narrow way of thinking and stopping to look at different possibilities. Simply: talk to different people and appreciate different approaches to what you do. That's really valuable.

*Questions were asked by Sonja Klein for AcademiaNet*

”

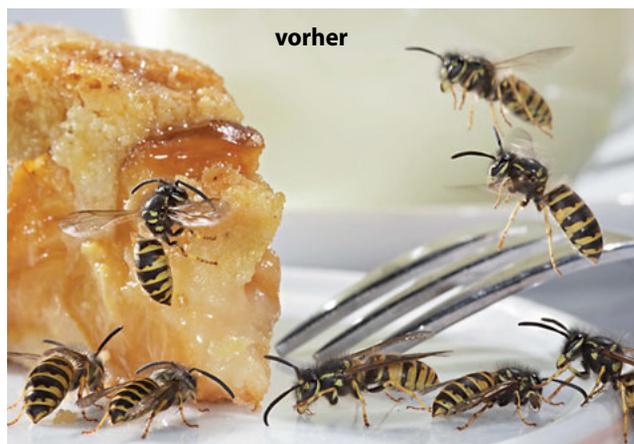


## Neulich in der Redaktion...

... kam der Frühsommer um die Ecke, und mit ihm die ersten wirklich heißen Sonnentage des Jahres. Sofort schrien die Fenster nach einem Putzer. Warum verdreckt eigentlich der Winter immer die Fenster? Oder waren

dieser ersten, herrlichen Sonnentage, brachte er zum Abschied einen Apfelkuchen mit. Selbstgekauft. Einen kleinen, gemütlichen Abschieds-Kaffeeklatsch hatte er im Sinn. Dass alles ganz anders kommen würde, konnte er nicht ahnen.

nach einem Glas Sekt suchten. Zur Not hätten sie auch vergorenes Obst genommen, aber da war nichts. Ach ja, und zu guter Letzt tauchte dann auch noch die zweite Hälfte des Ameisenvolks auf, aber die waren eher zurückhaltend – wegen der Wespen wahrscheinlich.



die Fenster schon letztes Jahr dreckig, und es hat nur keiner gemerkt im Dauerdunkel des Winterhalbjahrs.

Sofort heizten die Sonnenstrahlen unsere Redaktionsräume mächtig auf, und alle Mitarbeiter rissen die Türen und Fenster auf. Wir arbeiten nämlich in einem sogenannten Plus-Energie-Haus. Das bedeutet, dass dieses Haus mehr Energie produziert als es verbraucht. Das gilt leider auch im Sommer.

Türen und Fenster auf – das heißt auch: „Hereinspaziert!“. Solchermaßen eingeladen machten sich die gerade erst geschlüpften Insekten auf den Weg, die Redaktion zu erkunden.

Auch Praktikant P. war vier Wochen lang durch die Redaktion geschwirrt, um sich hier und da niederzulassen und Verlagswissen aufzusaugen. An seinem letzten Tag, einem

chend und schwer getroffen drehte er ab, um sich die Stiche im Bad zu kühlen.

Dort traf er auf Praktikant P., der gerade versuchte, eine Armee Ameisen aus seiner Hose zu schütteln. Gemeinsam schlossen sie sich ein und nahmen den Kampf gegen die Ameisen auf. Währenddessen vertilgte das Wespenvolk gemeinsam mit einer „zufällig“ vorbeischaudenden Horde Stubenfliegen den frei stehenden Kuchen. Nur gestört von einer Gruppe herumtorkelnder Fruchtliegen, die vergeblich

Zu spät entdeckte Reporter Z. den abgestellten Kuchen auf dem Küchentisch. Zu spät rannte er zur Küchenschublade, um ein Stück Frischhaltefolie abzureißen. Zu spät hechtete er zurück zum Kuchen, um ihn damit abzudecken. Die erste Wespe erwischte ihn schon in der Nähe der Schublade, der Rest des Kampfgeschwaders attackierte ihn auf dem Weg zum Tisch. Flu-

Reporter Z. im Bad: „Hast Du Dein Handy dabei?“

„Ja“

„Kannst Du mal einen Kammerjäger googeln, ihn dann anrufen und einen Termin ausmachen. Bitte!“

„Und wie kommen wir hier raus?“

„Na, möglichst schnell.“

Nachricht an die Außenwelt: Vergesst das Insektensterben. Sie leben noch. Sie sind jetzt nur einfach alle hier bei uns.

Ach ja: Die vorliegende Ausgabe von *Laborjournal* konnten wir leider nicht selber machen. Wir mussten warten, bis der Kammerjäger durch war. Zum Glück gibt es kluge und hilfsbereite Wissenschaftler und andere Köpfe, die für uns geschrieben haben. Vielen Dank schon mal – und Grüße aus dem Exil.



# ” Forscher-Essays: Weiterdenken



Eine Spezialausgabe mit Essays von Akteuren aus den Lebenswissenschaften und der Biotech-Industrie.

## ESSAY



- 6 Populismus gegen Wissenschaft / Kai Herfort
- 14 Gefühls Wissen – eine Gefahr für die Demokratie / Ludger Weß
- 19 Die Universität widersetzt sich der „Insider-versus-Outsider“-Hypothese / Simon Zabler
- 26 Präklinische Wirksamkeit? Wen schert's! / Daniel Strech
- 30 Wer Whistleblower nicht schützt, schadet der Wissenschaft / Stephan Rixen

## ESSAY



- 35 Citizen Science – Gemeinsam Wissen schaffen! / Anett Richter, Julia Siebert und Aletta Bonn
- 38 Die gefährliche Macht der Zahlen – Analytics in Wirtschaft und Wissenschaft / Rafael Ball
- 42 Zucht oder Libido Sciendi? Eine Dystopie der Wissenschaftssteuerung / Ulrich Herb
- 46 Brennen für die Wissenschaft / Anna Müllner
- 48 Traumberuf Wissenschaftlerin / Lorenz Adlung
- 52 Was war das Leben? / Claudio Flores Martinez

## ESSAY



- 54 Spin-offs brauchen klare Bekenntnisse / Gunter Festel
- 56 Patentkampf um CRISPR/Cas9 – Europäisches Patentrecht am Scheideweg? / Michael Schneider
- 60 Die Sache mit dem Telefonbuch – oder ist Abstraktion in der Biologie möglich? / Petra Schwillle
- 63 Warum lässt ein Baumliebhaber Bäume verhungern und verdursteten? / Henrik Hartmann
- 66 Molekularbiologische Ingenieurskunst im Nanomaßstab / Friedrich Simmel

## WIRTSCHAFT



- 70 Produktübersicht: Live-Cell-Imaging-Systeme

## SERVICE

- 79 Kongresse
- 83 Fortbildungen
- 85 Vorträge
- 88 Stellenmarkt

## SONSTIGES

- 87 Impressum
- 90 Comic: Die „Lab-Files“ von Chris Schlag

 [www.facebook.de/laborjournal](http://www.facebook.de/laborjournal)

 @Lab\_Journal

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

# Urlaub?

Wir kommen mit!

Info ✓  
Spaß ✓



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

...passt jetzt auch ins  
Smartphone

# Populismus gegen Wissenschaft

VON KAI HERFORT, FREIBURG

*Populisten haben es gerade leicht, die Wissenschaft zu attackieren und mit alternativen Fakten in die Defensive zu zwingen. Ihre stärkste Waffe sind die Sozialen Medien.*

Wie werden Fakten durch Lügen ersetzt? Indem man sie ständig wiederholt. Donald Trump hat in 500 Tagen mehr als 3.200 „misleading claims“ veröffentlicht. Das sind Falsch-aussagen, Halbwahrheiten und Lügen – gezählt und dokumentiert von der *Washington Post*. Manche seiner Statements hat er dabei hundertmal wiederholt. Er erfindet also täglich mehr als sechs neue Unwahrheiten.

Nicht nur in den USA, sondern auch in Deutschland nutzen Populisten die Trump-Methode, um die Wissenschaft und damit die Glaubwürdigkeit ihrer Ergebnisse anzugreifen. Trotz aller Aufregung über diese Attacke stellt sich die Frage: Hat die Wissenschaft vielleicht selbst zu einem Glaubwürdigkeitsverlust beigetragen? Können wir also der Wissenschaft noch vertrauen?

Der Populismus ist eine Entwicklung, kein Zustand. Er gewinnt in Europa, auch in Deutschland, zusehends an Macht. Dabei ist die Methode der Populisten weltweit universell: Sie nutzen Ängste und Unzufriedenheit der Menschen und vereinfachen grob komplexe Probleme der Gesellschaft, um Macht

»Die Methode der Populisten ist weltweit universell. Sie nutzen Ängste und Unzufriedenheit der Menschen, um Macht zu gewinnen.«

zu gewinnen. Wenn etwa die produzierende Industrie des Mittleren Westens der USA kaputt gegangen ist, weil die Konkurrenz aus dem Ausland billiger und besser produziert, werden eben die ausländischen Produkte nicht mehr reingelassen. So sollen die letzten veralteten Fabriken gerettet werden.

Andere drängende Probleme werden kurzum geleugnet, etwa der Klimawandel.

Die angebotenen Lösungen sind schlicht und dem Methodenspektrum der Autokraten entlehnt. Da wird verboten, an der Grenze abgewiesen – notfalls geschossen, entsorgt, ausgemerzt, ausgegrenzt, gerne mit hohen Mauern. Da sind sich Putin, Trump, Orban und Er-

dogan ganz nah – und die AfD, auf dem vermeintlichen Weg zur Macht, eifert ihnen nach.

Zur Vereinfachung und Ausgrenzung gehören notwendigerweise Feinde. Deren Herabsetzung und deren Ausschluss aus dem Kreis der „Guten und Wissenden“ schafft ein Wir-Gefühl und erhebt die *In-Crowd* über die Ausgegrenzten.

Die freie Wissenschaft ist dabei der natürliche Feind des Populismus. Schließlich ist ihr Wesen, zu hinterfragen – auch sich selbst und ihre Methodik. Sie schafft keine Wahrheit, sondern mehrfach belegte und verwertbare Ergebnisse – eben Fakten. Die aufgeklärte Wissenschaft seit Kant ist nichts weiter als eine Methode – und zwar eine enorm erfolgreiche –, um die Natur, auch die menschliche, zu verstehen und zu nutzen.

Verstehen heißt, in bestehende Kategorien unseres Verstandes einzuordnen – angefangen bei Raum und Zeit. Und: Wir können nichts ohne Sprache denken, deshalb bildet sie einen festen Rahmen unseres Verstehens. Aber Sprache verändert sich permanent – und damit moduliert dieser Rahmen folglich auch insgesamt unseren Denkstil. „Man sieht nur, was man weiß“ (Goethe). Wir können das nicht anders, und deshalb verändert sich das ganze System gemeinsam mit der Entwicklung des Menschen.

Zudem beeinflussen auch die verwendeten Messinstrumente unser Verständnis von der Natur. Auch sie verändern sich. Sie erweitern zum einen unser Sehenspektrum, zum anderen begrenzen sie uns durch den eingeschränkten Rahmen ihrer Fähigkeiten. Die resultierenden Fakten, solchermaßen beeinflusst und gefiltert, werden schließlich von der wissenschaftlichen *Community per Peer Review* geprüft. Kommen neue Erkenntnisse hinzu, können sich auch Fakten ändern. *Panta rhei*.

Das Wesen der modernen Wissenschaft steht folglich der populistischen Vereinfachungsmaschinerie diametral entgegen. Und eben dieses Wesen ist auch ein Grund dafür, dass redliche Wissenschaftler ihre Ergebnisse *nicht* schnell mal lauthals als epochalen Triumph ihres großen Geistes auf Facebook posten, um möglichst viele *Likes* zu kassieren.



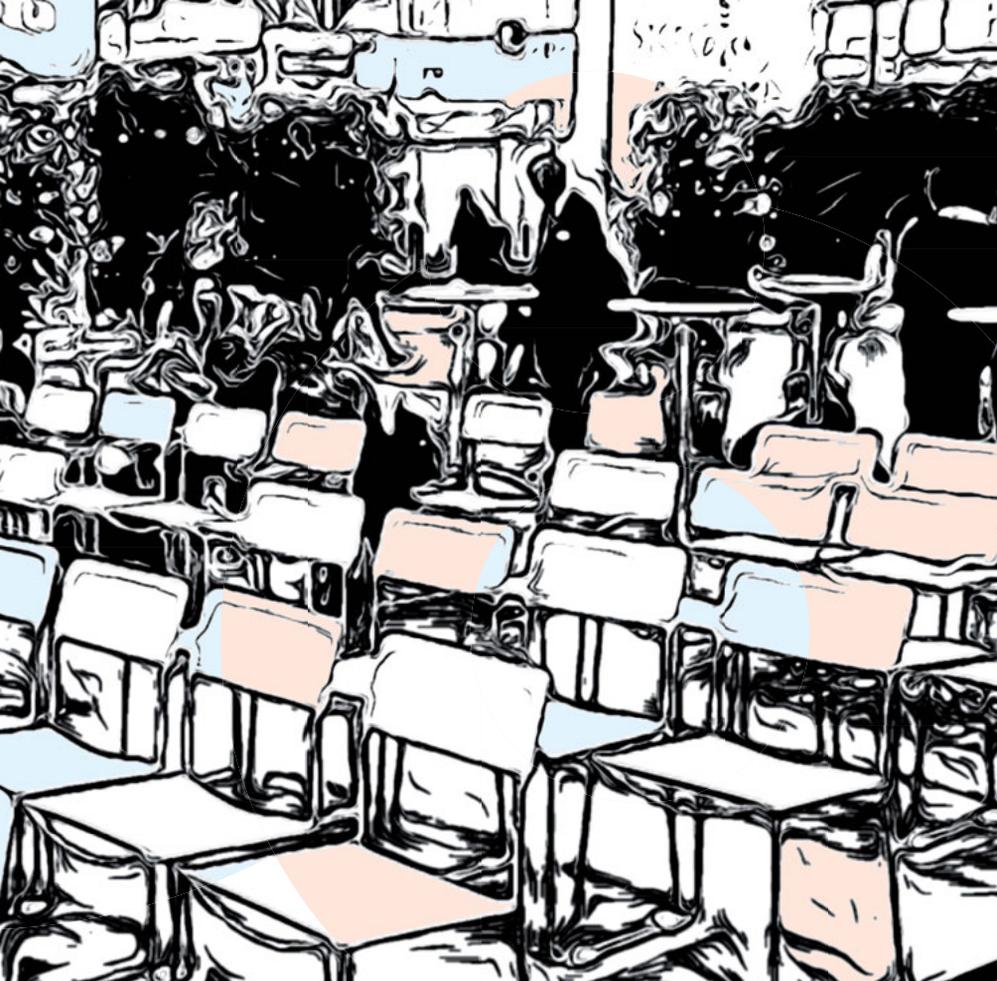
Aber letztlich stört dieses *Wesen* der Wissenschaft die Populisten nur wenig. Vielmehr bremsen es die Wissenschaftler selbst, sich gegen die Attacken der Populisten adäquat zu wehren. Die Fakten selbst sind es, die die Populisten bei ihrer Mission stören. Denn diese sprechen gegen die Populisten. Wenn aber die Fakten nicht auf deren Seite sind, hilft es ih-

»Die Fakten selbst sind es, die die Populisten bei ihrer Mission stören.«

nen eben, die Produzenten der Fakten als unglaubwürdig zu diffamieren. Das ist ein einfaches und bewährtes Mittel seit Jahrhunderten.

Ebenso benutzen die Populisten die Tatsache, dass sich Fakten im Laufe der Zeit ändern, als Beleg für die Unzulänglichkeit und Korruptheit der Wissenschaft. Damit bedienen sie vor allem diejenigen Bevölkerungsteile, die der Wissenschaft ebenfalls nichts (mehr) glauben. Viele Vorkommnisse aus der jüngeren Geschichte der Wissenschaft befeuern dieses Misstrauen. Hier einige Beispiele:

» Jahrzehntelang verhinderte die Tabakindustrie mit bezahlten wissenschaftlichen Studien Gesetze zur Beschränkung des Tabakkonsums. Die beauftragten Forscher täuschten mit ihren manipulierten Studien die Bevölkerung, die Medien und die Politik. Viele tausend Tote später mussten auch die Tabakkonzerne eingestehen, dass Rauchen tötet. Bis



dahin aber hatten sie sich in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts 750 Milliarden (!) Dollar Profit gerettet. Die paar Tausender, die es kostete, die entsprechenden Wissenschaftler zu kaufen, waren gut angelegtes Geld.

» Das gleiche „Spiel“ betreiben Wissenschaftler im Auftrag der Zuckerindustrie ebenfalls seit Jahrzehnten. Erfolgreich bis heute.

» Von „Die Kernkraft ist sicher!“ über „Es gibt nur ein minimales Restrisiko“ bis hin zu den Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima vergingen nur wenige Jahre. Das ist nichts im Vergleich zur Halbwertszeit der dadurch in der Umwelt verteilten Isotope. Und immer noch gibt es viele Wissenschaftler, die das Risiko als kontrollierbar propagieren.

» Jedes Jahr werden neue wissenschaftlich fundierte Diäten erfunden und als Gesundheits-Säue durch das Dorf getrieben. Jedes Jahr wird die Unwirksamkeit von mindestens ebenso vielen Diäten belegt – aber dann eben nicht laut durchs Dorf getrieben.

» Ganz frisch: Die Autoindustrie finanzierte wissenschaftliche Menschen- und Affenversuche zur Wirkung von Stickoxiden.

» Und vergessen wir zum Schluss nicht die Menschenversuche von Forschern in deutschen KZs!

In die Liste gehören weiterhin auch die vielen Fälle von Fälschung oder Manipulation wissenschaftlicher Daten. Gerade zuletzt wurden immer mehr davon aufgedeckt und gelangten in die Öffentlichkeit.

Vielleicht noch mehr Potential, das Vertrauen in die Wissenschaft zu erschüttern, hat das, was man Reproduzierbarkeitskrise nennt.

Inzwischen weiß man, dass sich diese durch viele Wissenschaftsdisziplinen hindurch zieht. Eine enorme Menge an Veröffentlichungen hat statistische Fehler und/oder basiert auf nicht-reproduzierbaren Versuchsergebnissen. Bei einer *Nature*-Umfrage von 2016 haben 70 Prozent der befragten Forscher angegeben, sie hätten mindestens einmal vergeblich versucht, die Ergebnisse anderer zu reproduzieren. Etwa die Hälfte gab an, schon einmal an der Reproduktion der eigenen Ergebnisse gescheitert zu sein.

### »Die Reproduzierbarkeitskrise ist gleichzeitig auch eine Publikationskrise.«

Die Reproduzierbarkeitskrise ist gleichzeitig auch eine Publikationskrise. Reproduzierbarkeit muss für eine Publikation nicht nachgewiesen werden, also fehlt sie oft. Viele Forscher können ihre eigenen Ergebnisse nicht reproduzieren – aber publiziert haben sie sie.

Folglich scheint es, als könne die Wissenschaft sich nicht einmal selber vertrauen.

Wundert es da, wenn viele Menschen es gut finden, wenn Populisten wissenschaftliche Erkenntnisse wie den Klimawandel oder die Erfolge von Impfungen einfach beiseite wischen wie einen Vogelschiss? Wundert es, wenn von Lügenwissenschaftlern oder Expertengeschwätz gesprochen wird und viele zustimmend nicken? Sind wir selber schuld? Sind

die Fälle von Versagen innerhalb der Wissenschaftsgeschichte der Auslöser für die vermeintliche Wissenschaftsfeindlichkeit wachsender Bevölkerungsgruppen? War das Fass einfach voll, und ist jetzt übergelaufen? Können wir uns einfach auf das kurze Gedächtnis der Menschen verlassen? Und in einem Jahr werden uns wieder alle lieb haben?

Leider nicht.

Denn die meisten Wissenschaftskeptiker sind inzwischen in die Echoblasen der Sozialen Medien abgetaucht. Presse, Fernsehen und inzwischen sogar die klassische Webseite werden oft nicht mehr als Informationsquelle genutzt – und entfallen somit als Medium zur Meinungsbildung. Wissenschaftler, die ihren Elfenbeinturm verlassen, um sich mit Wissenschaftskeptikern auseinanderzusetzen, erreichen diese nur äußerst mühsam – wenn überhaupt.

Die Attacke gegen die Wissenschaft findet aber zunehmend in den Sozialen Medien statt. Dort wird sie initiiert und befeuert von Populisten. Aber wie ist es möglich, dass sich so viele Menschen aus dem öffentlichen Diskurs verabschieden? Und vor allem: Wer sind die? Ist das die ohnehin bildungsferne Unterschicht? Oder gab es unter uns vielleicht schon immer die 15 Prozent, die wissenschafts- und intellektuellenfeindlich sind? Impfgegner, Homöopathen, Flach-Erdler, Chem-Trailer, Esoteriker? So viele, und wir haben's nicht gemerkt?

Wohl kaum. Die Wähler von AfD, Putin und Trump sind eben nicht ausschließlich ungebildet und auch nicht überwiegend Bewohner obengenannter Parallelwelten. Es sind Wissenschaftler dabei, Anwälte, Lehrer.

Hier also fünf Thesen zur Motivation dieser Menschen, den Populisten zu folgen:

#### » 1. Ohnmacht

Ob Große Koalition, Rot-Grün oder Schwarz-Gelb: Eigentlich haben wir keine Wahl mehr. Alle Parteien und deren Protagonisten bilden nur den politischen Arm des bestehenden Wirtschaftssystems. Oberstes Ziel ist es, dessen Wachstum zu generieren oder noch zu steigern. Wird das erreicht, geht es – als Sekundäreffekt – auch den Bürgern gut. Wird dies nicht erreicht oder gibt es Pannen, wie etwa bei einer Wirtschaftskrise, wechselt der politische Arm in den Krisenmodus. Um dann Wachstum wiederherzustellen, wird auch schon mal ins Sozialsystem eingegriffen.

Es ist egal, wen wir wählen: Es siegt stets das, was wir ohnehin bisher schon hatten.

#### » 2. Unzufriedenheit

Seit Jahren erfahren die Bürger, wie gut es uns in diesem unseren Land geht. Allerdings gibt es eine kleine Schicht, der es überproportional gut und stetig zunehmend noch besser geht, während der Rest auf der Strecke bleibt. Seit Jahren geht diese Kurve auseinander. Auch wenn es die meisten sel- »



» ber nicht trifft: Sie sehen, dass es trotz des Reichtums auf der einen Seite Armut auf der anderen Seite gibt. Die meisten Bürger aber sind irgendwo mittendrin zwischen Armut und Reichtum. Diesen winkt die Armut bisweilen drohend von der einen Seite herüber – und das führt zu:

» 3. Angst

Angst vor sozialem Abstieg. Mit dieser Angst lebt der „untere“ Teil unserer Gesellschaft schon immer. Der Weg vom einfachen Angestellten über den Leiharbeiter und den Aufstocker bis hin zum Hartz-4-Empfänger ist kurz und meist irreversibel. Diese Bedrohung der Existenz hat schon immer zu Ausschlägen im Wahlverhalten geführt.

Neu dazugekommen ist die Bedrohung der Mittelschicht durch die kommende, nächste technologische Revolution – durch künstliche Intelligenz. Die bedroht tatsächlich Berufe, die bisher als sicher und unentbehrlich galten, und das wird sich schon bald auswirken. Anwälte, Mediziner, Ingenieure – ja, und Journalisten – sind hier nur einige wenige Beispiele. Auf der Webseite *Job-Futurobot* können Sie ihren Beruf eingeben und bekommen dann die Wahrscheinlichkeit genannt, mit der Ihr Job demnächst von einem Roboter übernommen wird.

Wieder einmal wird technologischer Fortschritt also womöglich Arbeitsplätze vernichten. Die Menschen wissen ja schon, wie's läuft:

Die dampfgetriebenen Webstühle verdrängten einst die Weber, Roboter verdrängten die Fließbandarbeiter, der Internethandel verdrängt den Einzelhandel. Effizienz und Produktivitätsoptimierung sind die Ziele, denen sich unsere Gesellschaft letztlich immer wieder anpassen muss. Und allzu oft wird die Wissenschaft zum Sündenbock für die Negativ-Auswirkungen des technologischen Fortschritts gemacht. Schließlich entsteht dieser doch erst mit der Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnis.

Vielen ist diese permanente Reise auf den Schienen des technischen Fortschritts daher unheimlich, zumal sie nicht wirklich ahnen können, wohin es eigentlich geht. Sie wünschen sich einen Zustand zurück, in dem sie einst aufgewachsen sind – in dem die wirtschaftlichen Zusammenhänge für sie noch halbwegs überschaubar

waren, ebenso wie ihre sozialen Verhältnisse eindeutig und sicher zu sein schienen. Eine imaginäre Idylle.

Dieses Sehnen nach einem alten, gesicherten Zustand führt letztlich auch zur:

» 4. Fremdenfeindlichkeit

Die meisten Anhänger der Populisten haben gar nichts gegen Ausländer, viele wollen nur nicht noch mehr von ihnen in ihrer Nähe haben. Viele dieser Menschen haben beispielsweise Nachbarn mit türkischer oder italienischer Abstammung, mit denen sie schon aufgewachsen sind. Und vielleicht endet sogar ihr eigener Nachname mit -olski, oder sie sind seit Jahren mit einem Marokkaner befreundet. Alles kein Problem, man lebte ja auch bisher ganz gut zusammen.

Es geht meistens nicht um Hautfarbe und Herkunft. Es geht um *neu, ungewohnt* und *fremd*. Menschen, die sich in einer sich rasant verändernden Welt unwohl und in ihrer wirtschaftlichen Existenz bedroht fühlen – wenn auch oft nur diffus –, sind eben gerne mal xenophob. Sie erleben vielleicht, dass es in ihrer Nähe Orte gibt, an denen kaum noch Deutsch gesprochen wird – etwa in Kindergärten oder Schulen. Sie hören von Straftaten, begangen von Migrant\*innen, und sehen dadurch ihre Frauen oder Kinder bedroht. Was hilft da die Kriminalstatistik, die behauptet, sie seien heute genau so sicher wie früher auch? Sie se-

hen, dass ihre Gemeinde viel Geld für Flüchtlingsunterkünfte ausgibt – und gleichzeitig die Schule ihrer Kinder dem Verfall überlassen wird. Die Fremden haben andere Umgangsformen, sind oft anders gekleidet, ignorieren vielleicht Freiheitsrechte, zum Beispiel die Frauenrechte – kurzum: Sie stören das bisher Gewohnte und bieten sich als Ursache für alle möglichen gesellschaftlichen Probleme an.

Diese oft nur unterschwellige Ablehnung

»Die Fremden stören das bisher Gewohnte und bieten sich als Ursache für alle möglichen gesellschaftlichen Probleme an.«

des Neuen und des Fremden herauszulocken, die verschiedenen Richtungen des Unwohlseins zu bündeln und sie zum Aufschrei, gar zur Tat zu transformieren – das allerdings ist das Handwerk der Populisten. Sie versprechen eine Rückkehr in eine vermeintliche Idylle, manche wollen dabei sogar zurück bis in die späten 30er-Jahre.

Und diese „Reise zurück“ möchten nicht nur Menschen aus den bildungsfernen Schichten antreten – nein, da möchte auch so mancher Akademiker mit. Hören Sie sich mal um.

» 5. Überforderung

Man kennt sich nicht mehr aus. Oder kennen sich jetzt alle aus? Beides. Ist Cholesterin jetzt gut oder schlecht? Letztes Jahr sollten wir uns noch gegen Grippe impfen lassen, dieses Jahr wieder eher nicht. Ist jetzt das CO<sub>2</sub> schlecht oder das NO<sub>2</sub>? Wie war das noch mit dem Methan? Die Welt wird immer komplexer.

Wir erwarten von allen Menschen Grundkenntnisse in Mathematik, Physik, Biologie, Chemie und Informatik. Wo soll das herkommen? Viele Menschen haben es aufgegeben, alles verstehen zu wollen. Gleichzeitig haben sie ihren Medienkonsum verändert. Früher saßen sie schon mal einen Abend lang vorm Fernseher. Da sind sie dann vielleicht – wenn auch manchmal nur aus Versehen – bei einem politischen Magazin, einer Talkshow oder einem Naturfilm gelandet. Manche haben morgens sogar Zeitung gelesen.

Für die meisten jedoch gibt es inzwischen nur noch das Internet. Im Internet kann man sich zwar grundsätzlich auch alles erklären lassen, muss aber dafür selbst aktiv werden und auf seriösen Seiten nach Fakten suchen.

Bei vielen Menschen nimmt mit wachsender Komplexität der Umwelt die Neugier auf ebendiese ab. Sie verlassen sich lieber auf ihr Gefühl. Andere wiederum glauben, sie wären durch ihr Internetwissen selber zum Experten geworden: Patienten erklären ihren Ärzten, welche Krankheit sie haben und wollen einfach nur schnell das Rezept abholen. »

invitrogen

Let's get to the science

Translate insights into discoveries



Conjugated antibodies



Cell health



Flow RNA



Everyday essentials



Flow cytometry instrument

**Analyze single cells like never before**

The Invitrogen™ Attune™ NxT Flow Cytometer and Invitrogen™ reagents are engineered to deliver reliable, discovery-driving results faster, more efficiently, and without the limitations of yesterday's methods. Together, they are a powerful solution that flexes to fit your needs, paving the way for your next research breakthrough.

To find out more, go to [thermofisher.com/flow](https://thermofisher.com/flow)

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures. © 2018 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified. COL22505 0418

» Kunden erzählen Handwerkern und Architekten, wie sie zu arbeiten hätten.

Dem eigenen Gefühl zu trauen, oder auch der Meinung von Menschen, denen man vertraut – das ist zunächst einmal gar nicht gefährlich. Schließlich folgen die meisten Menschen bei unklarer Faktenlage ihrer Intuition und liegen damit oft richtig. Wenn sich das aber mit einem tiefen und von außen bestärkten Unwohlsein gegenüber dem Neuen und Fremden mischt, wird es problematisch. Und wenn das dann auch den Vorbehalt gegen die Wissenschaft einschließt, wenn sie also der wissenschaftsfeindlichen Propaganda von Populisten aufsitzen und nur noch deren Protagonisten vertrauen, wird das Ganze explosiv. Dann haben alternative Fakten und repetitive Lügen Einfluss bekommen.

#### » 6. Vertrauensverlust

Seit den sechziger Jahren ist es ein Hobby der Deutschen, Autoritäten vom Sockel zu schubsen: Polizisten, Lehrer, Ärzte, natürlich Politiker, Journalisten – und jetzt Wissenschaftler. Eigentlich ist auch das nichts Schlechtes, müssen die Gestoßenen dann doch erstmal beweisen, warum sie auf dem Sockel saßen – und haben so die Chance, vielleicht wieder darauf gehoben zu werden, wie etwa die Ärzte und die Polizisten.

Gesellschaftlich brisant aber ist der Vertrauensverlust in Politik und Presse. Politikern traut man eigentlich gar nicht mehr über

den Weg. Ihnen unterstellt man gerne, von der Wirtschaft gekauft zu sein oder sonstige Partikularinteressen zu vertreten. Jede Diätenhöhung wird mit einem Aufschrei der Enttäuschung beantwortet. Politiker befeuern die Aversion gegen sie selbst auch noch, indem sie gerne viel und lange reden, ohne dabei etwas zu sagen, indem sie nicht zuhören, was an-

### »Gesellschaftlich brisant aber ist der Vertrauensverlust in Politik und Presse.«

dere sagen, und indem sie ihr Fähnchen nach dem Wind der letzten Umfrage hängen. Letztlich unterstellt man ihnen den bloßen Machterhalt als oberste Triebkraft.

Die Presse – montags in Dresden auch „Lügenpresse“ genannt – hat sicher viele Fehler gemacht, auch in den letzten Jahren. Man denke nur an die Berichterstattungen zur „Kölner Silvesternacht“ oder über den Amoklauf 2016 in einem Münchner Einkaufszentrum, wo vor-

schnell der Eindruck eines Terroranschlages erzeugt wurde. Immer wieder gerne erinnern wir uns auch an die Hitler-Tagebücher. Und „Bild lügt“ war eine beliebte Parole in den 70ern. Die Liste der Fälle, in denen sich die Presse instrumentalisieren ließ, ist lang und alt. Es war also schon immer ein Schlachtfeld.

Die Populisten jedoch unterstellen den klassischen Medien, Staatsorgane zu sein und unbequeme Tatsachen und Kritik an der politischen Kaste medial zu unterdrücken. Sicher, jeder hat schon einmal die Erfahrung gemacht, dass in den Medien etwas anders dargestellt worden ist, als man es selber erlebt hat. Für die Populisten ist es daher leicht, dies zu verallgemeinern und den klassischen Medien pauschal Verlogenheit vorzuwerfen. Sie haben damit das Ohnmachtsgefühl der Verunsicherten getroffen und ihnen auch gleich die Schuldigen genannt. Das ist primitiv, aber wirkungsvoll. Genau das ist Populismus.

Die Attacke gegen die Wissenschaft fällt also auf einen fruchtbaren Boden. Zumal die Skepsis ihr gegenüber auch zunehmend durch Fehlverhalten von Wis-

senschaftlern beflügelt wird. Den Rest gibt vielen Menschen dann die wachsende Komplexität von Umwelt, Technik und Gesellschaft. Sie ziehen sich zurück und lassen sich lieber in die Echoblasen der Sozialen Medien fallen. Und siehe da, dort wird die Welt plötzlich wieder überschaubarer und das eigene Bauchgefühl bestätigt. Und das Beste daran: Den anderen, die man dort trifft, geht es genau so. Endlich kann man sich unbehelligt von intellektuellen Klugscheißern mit Gleichdenkenden austauschen. Und man erfährt Dinge, die von der politischen Kaste und ihren Medien offensichtlich verschwiegen werden.

Die Sozialen Medien sind folglich mit Kern des Problems.

Für Facebook und Co. sind die User die Ware, oder besser die Daten der User. Die werden an die Wirtschaft verschachert. Das ist ihr Geschäftsmodell. Ohne Daten kein Gewinn. Um das Ganze zu optimieren, werden Beschleuniger eingebaut. Nur mit vielen Likes und Followern kommt man überhaupt an die Oberfläche des Benutzer-Sumpfs. Und wer viele Likes und Follower hat, bekommt noch mehr davon, weil die „Posts“ dadurch mehr Reichweite bekommen. Das heißt, der Weg nach oben ist selbstbeschleunigend. Viral. Das ist

### »Verstärkt von Bots und Trollen lassen sich so Lügen und Propaganda im Schneeballsystem verbreiten.«

nicht zufällig so, sondern natürlich gewollt. Gut für die Werbung. Gut für Facebook und Co.

Die Populisten – ob an der Macht wie Ungarns Orban oder noch daran arbeitend wie die Protagonisten der AfD – haben dieses Prinzip längst als ideale Propaganda- und Desinformations-Maschine entdeckt. Verstärkt von Bots und Trollen lassen sich so Lügen und Propaganda im Schneeballsystem verbreiten. Allzu oft treffen sie damit zielsicher Menschen, die das bereitwillig aufnehmen.

Übrigens: Ein weiterer Beschleuniger von Inhalten ist natürlich – neben knalligen oder provokanten Fotos und Videos – die Sprache. Je krasser, desto erfolgreicher. Je beleidigender und verletzend, desto mehr Aufmerksamkeit. Und weil man sich ja unter Gleichgesinnten bewegt, wähnt man sich auch sicher vor den Konsequenzen, die daraus normalerweise entstehen würden. Leider tritt das auch meistens so ein.

Die Sozialen Medien sind die Mauer, hinter die sich die Unzufriedenen, die Ohnmächtigen, die Ängstlichen, Fremdenfeindlichen und Überforderten zurückgezogen haben. Dort werden sie bestärkt und ver- »





# Die BMG LABTECH All Stars

Innovative, leistungsstarke Mikroplatten-Reader für jeden Assay

»Wir haben vier BMG LABTECH Mikroplatten-Reader, die alle intensiv genutzt werden. Die Reader sind **smart, zuverlässig** und helfen dabei unsere strategischen Unternehmensziele zu erreichen. Das Supportteam und die Serviceingenieure sind absolut **großartig!** Danke BMG!«

*Hayley M Saunders, LifeArc, Stevenage, UK*

Treffen Sie uns auf der MIPTEC  
in Basel vom 11. - 14. September!

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

 Made in Germany

© 2018 All rights reserved. All logos and trademarks are the property of BMG LABTECH.

  
**BMG LABTECH**  
The Microplate Reader Company

» sorgt von Populisten, Wissenschaftsskeptikern und Verschwörungstheoretikern. Jeder Versuch, diese Mauer zu durchbrechen, wird als antidemokratische Zensur verteufelt. Eine Möglichkeit, mit gleichen Mitteln in den Sozi-

»Propaganda im Facebook-Stil und freie Wissenschaft schließen sich aus.«

alen Medien zu konkurrenzen, gibt es zumindest für die Wissenschaft nicht. Propaganda im Facebook-Stil und freie Wissenschaft schließen sich aus – sowohl vom Wesen her, als auch was ihre transportablen Inhalte anbelangt.

Rumms, die Tür ist zu – und wir bekommen da keinen Fuß mehr rein. Jedenfalls nicht so einfach.

Gibt es überhaupt Auswege?

Einfach nur weiterhin auf den üblichen Kanälen Fakten zu präsentieren, wird nicht viel ändern – selbst wenn da hinsichtlich Qualität und Frequenz noch viel Luft nach oben ist. Aber darin nachlassen sollte man eben auch nicht, im Gegenteil. Aufgeklärte und offene Mitglieder unserer Gesellschaft haben schließlich weiterhin ein Recht auf Transparenz und Information.

Die Anstrengungen, den Elfenbeinturm zu verlassen, müssen fortgesetzt und intensiviert werden. Wissenschaft muss sich erklären, auch den Bildungsfernen. Sie muss sich überdies mit den gesellschaftlichen Folgen auseinandersetzen. Und sich der Kritik stellen.

Eine Entflechtung von Wirtschaft und Forschung tut Not. Wenn die Wirtschaft die freie Wissenschaft fördern will, kann sie dies mit einem zentralen Fonds tun, dessen Mittel dann von einem unabhängigen Gremium verteilt werden. Mit der gängigen Praxis, einschließlich der Drittmittelfinanzierung, wird bei Teilen der Öffentlichkeit immer der Verdacht der gekauften Forschung hängen bleiben. Nicht immer zu unrecht, wie wir gesehen haben.

Eine Entflechtung würde die Wissenschaft an dieser Flanke weniger angreifbar machen. Ebenso würde die vom Grundgesetz garan-

tierte Freiheit der Forschung an dieser Stelle etwas weniger angeknabbert. Doch momentan scheint es so, wie es ist, von der Politik gewollt und von den Wissenschaftlern willfährig hingenommen.

Müssen Wissenschaftler überdies geschickter sein in der Kommunikation mit Wissenschaftsskeptikern? Inzwischen tauchen vermehrt Ratgeber zum Umgang mit ihnen auf. Man solle sie beispielsweise nicht sofort mit Fakten konfrontieren, die ihr Weltbild in Frage stellen. Der sogenannte *Backfire*-Effekt führe dazu, dass die Angesprochenen dann ganz dicht machen. Also erstmal die Gefühlslage ausloten, warum jemand wütend oder enttäuscht ist, dann Mitgefühl zeigen – und am Schluss vielleicht ein Argument so platzieren, dass es auch Wirkung zeigt. Geduldig sein und einfühlsam. Oder auch *Framing* anwenden – eine geschickte Begriffswahl lenkt die Gefühle des Publikums in eine bestimmte Richtung.

Einmischen kann man sich auch direkt in der Höhle des Löwen. *#ichbinhier* ist eine preisgekrönte und absolut seriöse Facebook-Gruppe, die genau das tut. Ihre Mitglieder gehen gezielt auf Facebook-Seiten, die Schmähungen, Beleidigungen



und Hasskommentare enthalten. Sie teilen diese Seiten mit anderen Gruppenmitgliedern von *#ichbinhier*. Sie schreiben dann sachliche und respektvolle Kommentare auf den Hass-Seiten. Diese Kommentare werden dann wiederum von möglichst vielen Gruppenmitgliedern *ge-liked*. Das setzt ein Zeichen, brems die Selbstbeschleunigung und verdünnt Hass und Lügen auf Facebook. Schauen Sie mal rein. Nebeneffekt: Sie erfahren einmal hautnah, was man über Ihren Beruf so denkt.

Es gibt auch radikalere Vorschläge: Das Internet abschaffen (Schlecky Silberstein). Alle sollen ihren *Social-Media-Account* löschen (Jaron Lanier). Oder auch: Ein neues Internet schaffen, ohne Soziale Medien. Dann könnte das alte Internet auf seine Echoblasen reduziert weiter existieren – bis es irgendwann in-

formationsmäßig austrocknet und/oder sich vor allgemeiner Langeweile von selbst erübrigt.

Das Problem all dieser Vorschläge: Sie alle brauchen Zeit für ihre Umsetzung. Viel zu viel Zeit! Wir können nicht warten, bis sich der populistische Sumpf hier häuslich eingerichtet hat oder sich weiter ausbreitet und die Regierung übernimmt. Wir müssen Europa retten. Jetzt. Wir müssen den Klimawandel stoppen. Jetzt.

Eines können wir jedenfalls sofort tun: Uns einmischen, Mut zeigen und uns in die Diskussionen stürzen – auch im Internet. Und: Wir sollten den Populismus in unseren Familien sowie unter unseren Kollegen und Freunden zum Thema machen. Professoren sollten mit Studenten über das Wesen von Wissenschaft reden. Ihnen darlegen, dass Wissenschaft nur in einer demokratischen Gesellschaft auch wirklich frei und damit produktiv ist – und dass das weltweit gesehen keine Selbstverständlichkeit ist. Ihnen die Gefahr des Po-

pulismus für die Wissenschaft vor Augen führen. Beispiele nennen: USA, Türkei, Ungarn. Kurz gesagt: Wir sollten Freunde, Familie und Kollegen zu politischem Denken und Handeln ermutigen – und selbst mit gutem Beispiel vorangehen.

Und? Was war jetzt eigentlich mit der Eingangsfrage: Kann man der Wissenschaft noch vertrauen?

Antwort: Wir können der Wissenschaft nicht *nicht* vertrauen. Würden wir ihr nicht vertrauen, lebten wir noch auf Bäumen und würden uns gegenseitig lausen.

Wir müssen unterscheiden zwischen Wissenschaft und Wissenschaftlern. Das eine ist ei-

Zum Autor

**Kai Herfort** studierte Biologie in Freiburg. Er ist Gründer, Herausgeber und Verleger des Laborjournals. Er hat sämtliche Titelbilder entworfen und tritt in jüngster Zeit auch als Autor auf.

ne Methode, die anderen dagegen sind Menschen. Und alle Menschen machen Fehler: Einige fälschen, manche lassen sich kaufen, nur wenige haben den Mut, sich gegen ein Unrechtsregime im eigenen Land aufzulehnen. Sie sind eben wie alle anderen Menschen auch.

Aber Wissenschaftler sind wegen ihrer allgemein hohen Bildung und auch wegen des enormen Aufwandes, den die Gesellschaft für ihre Ausbildung unternimmt, mit einer besonderen Verantwortung belegt. Politik, Medien und das Fördersystem üben dementsprechend großen Druck auf sie aus, schnell, viel und vor allem verwertbar zu publizieren. Das basiert auf dem Irrglauben, dass sich die Effizienz von Forschung durch Druck und marktwirtschaftliche Finanzierungs- und Regulierungsmethoden erhöhen lässt. Das Gegenteil ist der Fall.

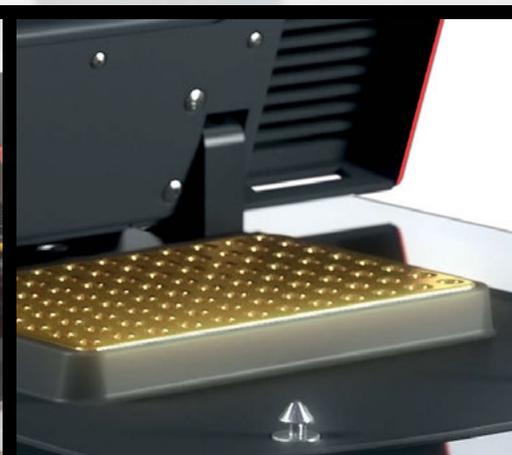
Und: Die Menschen, die eigentlich als Gelehrte in unserer Gesellschaft große und neutrale Autoritäten darstellen sollten – diese Menschen versinken tagtäglich im Bürokratenwust des Antrags- und Verwaltungswesens. Der Gelehrte ist eine bedrohte Art. Diese Art zu retten, könnte auch helfen, dem Populismus Paroli zu bieten: Indem Gelehrte den Menschen nämlich als Kristallisationspunkte des Vertrauens und der Weisheit zur Verfügung stünden – hochgeachtet und bewundert.

## Zum Weiterlesen

- » Philipp Sarasin: *Fakten und Wissen in der Postmoderne*, [www.bpb.de](http://www.bpb.de)
- » Christian Kreiß: *Gekaufte Tatsachen: Lobbyismus in der Forschung*, [www.bpb.de](http://www.bpb.de)
- » Peter Strohschneider: *Über Wissenschaft in Zeiten des Populismus*, [www.dfg.de](http://www.dfg.de)
- » Joachim Müller-Jung: *Die weltentrückten Wissenschaftler*, [www.faz.net](http://www.faz.net)
- » Wissenschaftsbarometer, [www.wissenschaft-im-dialog.de](http://www.wissenschaft-im-dialog.de)
- » Detlef Buchsbaum: *Vom Aberglauben zum Wissenschaftsglauben*, [www.heise.de](http://www.heise.de)
- » Klaus Benesch: *Wissenschaft im Zeitalter des Antiprofessionalismus*, [www.heise.de](http://www.heise.de)
- » Matthias Plüss: *So verschaffen Sie sich gehör*, *Horizonte* Nr. 117, Schweizerischer Nationalfonds – Akademien Schweiz
- » Nic Ulmi: *Mit Unsicherheiten leben lernen; ebenda*

## qTOWER<sup>3</sup> Produktfamilie

Your Way of qPCR



## Your Way of qPCR qTOWER<sup>3</sup> Produktfamilie

- Patentiertes, faseroptisches System für ideale Real-Time PCR Signale
- Unerreichte Temperaturhomogenität im Probenblock
- Erweiterbares Filtermodulsystem für maximale Flexibilität
- qPCRsoft-Paket für komfortable Steuerung und Bedienung

[www.analytik-jena.de](http://www.analytik-jena.de)

**analytikjena**  
An Endress+Hauser Company

ESSAY



Foto: iStock / Csaba Toth  
(bearbeitet)



# Gefühltes Wissen – eine Gefahr für die Demokratie

VON LUDGER WEß, HAMBURG

*Fast über Nacht verwandelten sich im letzten Jahr tausende Menschen in Experten für Toxikologie, Epidemiologie und Co. Sie alle glaubten zu wissen, dass und warum Glyphosat verboten werden muss. Es spielte keine Rolle, für was sie das Herbizid fälschlicherweise hielten – was zählte, waren die Gefühle. Der Populismus vergiftet das politische Klima und die Gesellschaft. Was sind die Konsequenzen?*

Es ist gut, sich von Zeit zu Zeit daran zu erinnern, dass unsere Demokratie auf den zentralen Elementen Vernunft und Wissen sowie der Überzeugung beruht, dass die Menschen nur so von Vorurteilen und Aberglauben befreit werden können. Das war im allergrößten Teil der Menschheitsgeschichte nicht selbstverständlich. Zwar ist auch heute noch jeder Mensch frei, an Magie, Götter und Hexen, Seelenwanderung oder Astrologie zu glauben und sein Leben danach auszurichten, aber die gesellschaftliche und staatliche Ordnung beruht nicht auf Glauben, sondern auf überprüfbaren Fakten und der Anwendung von Vernunft. Das gilt auch dann, wenn lautstarke Minderheiten etwas anderes einfordern, etwa die Behandlung der biblischen Schöpfungslehre im Biologieunterricht.

Aus diesem Grund gilt auch, dass alle Entscheidungen über Fragen, die die Sicherheit und Gesundheit von Mensch und Umwelt betreffen, nach wissenschaftlichen Kriterien getroffen werden. Neue Technologien, Arzneien oder Chemikalien beurteilen wir anhand von überprüfbaren Fakten und nicht durch Auspendeln, anekdotische Evidenz oder Berufung auf Glaubenssätze („Der Mensch darf nicht Gott spielen!“). Die Risikobewertung beruht dabei auf der Sammlung und Sichtung aller vorhandenen Forschungsergebnisse sowie Daten und dient anschließend der Politik für Entscheidungen über das Management etwa vorhandener Risiken.

Doch das Prinzip, nachprüfbar Fakten und verfügbares Wissen zur Grundlage von Entscheidungen und öffentlicher Ausgaben zu machen, erodiert in Europa mit erstaunlicher Geschwindigkeit. Je mehr unsere Gesellschaft durch Technik und Wissenschaft dominiert und damit komplexer wird, umso größer wird offenbar die Sehnsucht nach einfachen Erklärungen. Orientierungspunkt ist heute die „Natur“, „Naturbelassene Nahrung“, „Naturheilkunde“ und das „natürliche Durchmachen von Kinderkrankheiten“ sind Trumpf. Natur ist für viele Menschen die sanfte und bessere Alternative zu den „Chemiekeulen“ aus den Labors der Weißkittel, die den Atomen unnatürliche Bindungen aufzwingen und damit Stoffe erschaffen, die „die Natur“ nicht kennt und deshalb nicht verträgt.

Wissenschaftlich-medizinische Expertise und Fachinstitutionen gelten in der öffentlichen Meinung immer weniger; selbsternannten Experten, die wissenschaftliche Erkenntnisse oder sogar Naturgesetze in Zweifel ziehen und einfache, „natürliche“ Lösungen anbieten, wird immer mehr Gehör geschenkt, nicht nur in den Medien. EU-Bürger erhalten inzwischen Steuermittel, um sich zum Astrologen umschulen zu lassen. Krankenkassen erstatten Therapien, denen jeder Evidenznachweis fehlt. Universitäten und Hochschulen bieten Lehrveranstaltungen und Studiengänge in Geomantie, Homöopathie und biodynamischer Landwirtschaft an, bei der zum >>

## Exome

## Unlimited

**100x Coverage on-target for 299,- €\***

- Sequencing technology: NovaSeq 6000
- Sequencing mode: PE150
- Exome protocol: Twist Human Core Exome (Twist Bioscience)
- Data provided: Raw data (FASTQ files)
- Turnaround time: 4 to 6 weeks



Valid between June 16<sup>th</sup> and September 28<sup>th</sup> 2018.  
Sample shipping until October 31<sup>st</sup> 2018.

[www.cegat.com/exomeunlimited](http://www.cegat.com/exomeunlimited)

CeGaT GmbH  
Paul-Ehrlich-Str. 23  
72076 Tübingen  
Germany

Email: [ngs@cegat.de](mailto:ngs@cegat.de)

» Beispiel die Aussaat nach der Konstellation von Mond und Planeten erfolgt. Allein in Deutschland gibt es weit mehr als ein Dutzend Hochschulen mit pseudowissenschaftlichen Lehr- und Forschungsangeboten. Vor kurzem wurde sogar bekannt, dass ein öffentlicher Bau in einer europäischen Hauptstadt mit Steuermitteln „energetisch entstört“ wurde.

Verschwendung von Steuermitteln für derlei Unsinn ist schlimm. Wesentlich schädlicher – weil demokratiefeindlich – wiegt jedoch die mit dieser Abwendung von Wissenschaft einhergehende Aufweichung von wissenschaftlicher Beratung und Bewertung neuer Technologien. Organisationen ohne jede demokratische Legitimierung, aber mit einer klaren Agenda gegen Industrie, Forschung und Welthandel mischen sich ein. Sie nutzen die Skepsis und Aversion in der Bevölkerung, schüren sie und erwecken den Eindruck, noch nie in der Geschichte der Menschheit sei es schlimmer

ergien und Alzheimer, über Krebs bis Z wie Zika-Virus, das als Folge gentechnischer Eingriffe in die Natur ausgegeben wird. Scharlatane und Ablasshändler stehen dem verunsicherten Publikum mit Rat und Tat zur Seite. Manche verkaufen Diäten, Nahrungsergänzungsmittel und Pseudokuren, andere – meist assoziiert mit der Öko-Industrie – propagieren Bioprodukte („gesünder für Mensch und Umwelt!“) und sammeln Spenden ein, um „Monstern“, der Agrochemie und den „Tierquälern“ in Forschung und Landwirtschaft den Garaus zu machen. Die PayPal-Überweisung an Greenpeace und die Unterschrift unter eine *Campaign*-Petition vermitteln Bürgern dabei das Gefühl, etwas Gutes getan zu haben. So konnten populistische Kampagnen erschreckende Erfolge erzielen.

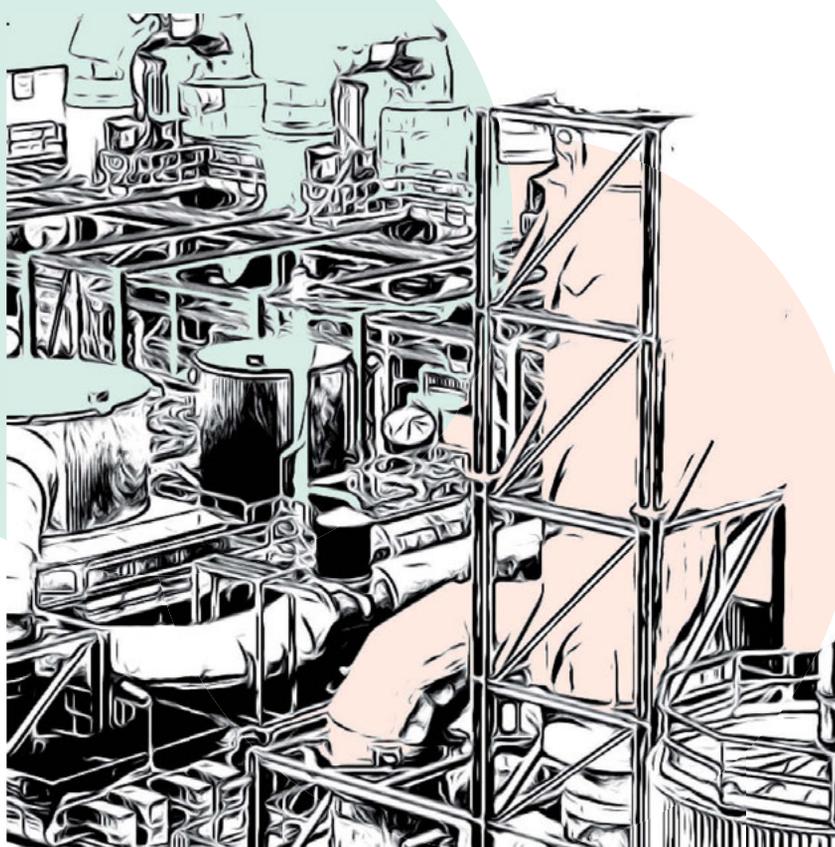
Beispiele gibt es genug: Unter dem Trommelfeuer von Vereinen wie Greenpeace oder *Friends of the Earth*, die niemand gewählt oder

ratung auf die wissenschaftliche Evidenz gestützt und die Erforschung und Anwendung moderner Methoden der Pflanzenzucht unterstützt. Das trug ihr den Vorwurf ein, ein U-Boot der „Gen-Industrie“ zu sein und führte zu massiven Protesten international agierender Vereine, die Gentechnik ablehnen.

»Die gesellschaftliche Ordnung beruht nicht auf Glauben, sondern auf überprüfbaren Fakten und der Vernunft.«

Deren vehemente Opposition gegen „Genmanipulation“ hat darüber hinaus zu einer einmaligen Situation geführt: Zahlreiche „Genpflanzen“ (als ob nicht alle Pflanzen Gene hätten!) sind in Europa zugelassen, dürfen aber dennoch in den meisten Mitgliedsländern nicht angebaut werden. Die wissenschaftliche Bewertung durch die zuständigen Einrichtungen der EU hat bei allen bislang zur Zulassung eingereichten Pflanzen klar ergeben, dass Anbau und Konsum für Mensch und Umwelt sicher und unbedenklich sind – mehr noch: Ihr Anbau brächte erhebliche ökologische und gesundheitliche Vorteile. Die Kolben des so genannten Bt-Maises etwa, der selektiv Fressfeinde schädigt, sind signifikant weniger von Schimmel befallen, dessen Produkte gesundheitsgefährdend sind. Und allein der Anbau dieses insektenresistenten Maises könnte das Ausbringen Tausenden Tonnen Insektizide einsparen und damit Milliarden von Insekten in Europa vor dem Tod bewahren. Dennoch ist der Mais bei den Organisationen, die doch Gesundheit und Umwelt schützen wollen, verhasst. Der Grund: Die Insektenresistenz geht auf Industrieforschung zurück und wird als Symbol für eine Landwirtschaft genommen, die von den Aktivisten in Bausch und Boden abgelehnt wird. Hinzu kommen religiöse und sinnfreie Begründungen: Gentechnik sei „unnatürlich“ (dabei nutzt Gentechnik natürlich vorkommende Mechanismen), ein „Eingriff in die Schöpfung“ (was auf nahezu alle menschlichen Tätigkeiten zutrifft und impliziert, dass es einen Gott gibt, der die Natur geschaffen hat und seither verwaltet) und die Gentechnik-Pflanzen seien „nicht rückholbar“ (was auch auf alle durch konventionelle Zucht geschaffene Pflanzen zutrifft).

Da es für das Anbauverbot keine wissenschaftlichen Argumente gibt, hat die EU unter dem Druck der Populisten eine „Opt-Out“-Regelung geschaffen, die es einzelnen Mitgliedsstaaten ermöglicht, den Anbau auf ihrem Territorium aus „sozioökonomischen, landwirt-



um die Umwelt und die Gesundheit der Menschen bestellt gewesen. Schuld sind in diesem Narrativ Kapitalismus, Industrie und Welthandel, die den Planeten rücksichtslos vergiften und Umwelt und Nahrung vollständig „chemisiert“ haben. Hierin liegt angeblich die Ursache für alle Leiden – von A wie Autismus, All-

beauftragt hat, die sich selbst aber als „Vertretung der Zivilgesellschaft“ apostrophieren und über Millionenetas für Werbung und Agitation verfügen, knickte die EU-Kommission 2014 ein und schaffte die Position des EU-*Chief-Scientific-Advisors* (CSA) ersatzlos ab. Der Grund: Die amtierende Ann Glover hatte sich in ihrer Be-

schaftspolitischen oder kulturellen“ Gründen zu untersagen. Damit wurde das nahezu vollständige Ende der Anwendung von Gentechnik in der Landwirtschaft in Europa besiegelt.

Beispiellos war auch die eingangs erwähnte Kampagne gegen die Wiederzulassung des Herbizids Glyphosat, das bereits vier Jahrzehnte angewandt wurde, ohne dass es dagegen irgendwelche Widerstände gegeben hätte. Geschürt wurde sie von weltweit etwa fünfzig Aktivisten, die den „Kampf gegen Glyphosat“ als Kraftprobe begriffen, um der konventionellen Landwirtschaft ein wichtiges Produktionsmittel zu nehmen und den Anbau der verhassten Glyphosat-resistenten „Gensoja“ endlich stoppen zu können. Diesem überschaubaren Kreis gelang es, den Entscheidungsprozess der EU mehr als zwei Jahre zu blockieren und führte schließlich dazu, dass die Zulassung nur um fünf Jahre verlängert wurde.

Dabei war die Meinung der *Scientific Community* eindeutig: Glyphosat ist bei sachgerechter Anwendung sicher, umweltverträglich und im Vergleich zu anderen Methoden der Unkrautentfernung schonender für Böden und Bodenlebewesen.

Den Aktivisten gelang es, den wissenschaftlichen Bewertungsprozess als von der Industrie gekapert darzustellen. Mehr noch, respektierte europäische Einrichtungen wie

»Wissenschaftlich-medizinische Expertise gilt in der öffentlichen Meinung immer weniger.«

die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), die Europäische Chemikalienagentur (ECHA) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) denunzierten sie als gekauft und beschuldigten sie des Plagiats von Industriestudien. BfR-Mitarbeiter erhielten daraufhin Morddrohungen, leitende Beamte benötigten Personenschutz und der EFSA wurde eine Briefbombe zugeschickt. Im Verein mit grünen Politikern boten die Glyphosat-Gegner Gegenexperten auf, deren Alternativstudien sich auf zweifelhafte Methoden und dubiose Finanzierungsquellen stützen, darunter Stiftungen und Handelsketten des Biolandbaus sowie ein Homöopathie-Hersteller, der praktischerweise Mittel zur „Entgiftung“ von Pflanzenschutzmittelrückständen in der Nahrung verkauft.

Eine Petition, die dank großer medialer Begleitung schließlich etwas mehr als eine Million Unterschriften „gegen Glyphosat“ zusammenbrachte, erweckte den Eindruck, dass die große Mehrheit der Europäer eine Zulassungs-

verlängerung ablehnte. Tatsächlich machten aber die Unterzeichner nicht einmal ein halbes Prozent der europäischen Bevölkerung aus.

Als am Ende der Vorwurf in sich zusammenbrach, Glyphosat sei womöglich Schuld an einer angeblich weltweit rasch steigenden Zahl von Krebsfällen, wurde Glyphosat zum „Artenkiller“ apostrophiert – ungeachtet der Tatsache, dass jede Form von Landwirtschaft und Gartenbau ebenso wie der Bau von Straßen und Siedlungshäuschen Biodiversität vernichtet. Wenn die Futterpflanze fehlt, ist das zugehörige Insekt nicht mehr da, ganz unabhängig davon, ob diese Pflanze mit der Hand, mit dem Pflug, durch Glyphosat oder durch Zubetonieren entfernt wurde.

Wer meint, schlimmer könne es kaum noch kommen, sollte ein Urteil des Europäischen Gerichtshofs studieren, das im Januar 2018 erging. In dem Fall ging es um den Zusammenhang zwischen einer Impfung und dem Ausbruch der Autoimmunerkrankung Multiple Sklerose. Der beklagte Pharmahersteller wies den unterstellten Zusammenhang zurück und berief sich unter anderem auf die medizinisch bekannte Tatsache, dass dem Ausbruch einer Multiplen Sklerose jahre- bis jahrzehntelange Krankheitsprozesse vorausgehen und die Erkrankung nicht durch ein singuläres Ereignis plötzlich ausgelöst werden kann. Das Gericht urteilte jedoch, „ein ursächlicher Zusammenhang könne bei nicht vorhandenem wissenschaftlichem Konsens durch ein Bündel ernsthafter, klarer und übereinstimmender Indizien bewiesen werden.“ Hierzu rechnete es die zeitliche Nähe zwischen dem Ereignis – also der Impfung – und dem Auftreten der Krankheit, aber auch fehlende Vorerkrankungen. Es verurteilte das Pharmaunternehmen zu Schadenersatz.

Manche Juristen sind der Auffassung, das Urteil sei auch auf andere unterstellte Zusammenhänge anwendbar – etwa dem Verzehr Pestizid-belasteter Nahrung auch unterhalb zulässiger Grenzwerte und einer Krebserkrankung. Stimmt diese Auffassung, kann es in Zukunft nicht mehr notwendig sein, wissenschaftlich zu belegen, dass eine Erkrankung durch einen bestimmten Stoff verursacht wurde, um Schadenersatz oder Verbote zu erstreiten. Man muss den Zusammenhang nur hinreichend glaubhaft machen, etwa durch zeitliche Nähe und/oder fehlende Vorerkrankungen und Risikofaktoren: *post hoc, ergo propter hoc*.

Aufrütteln sollte auch, dass unlängst eine Anti-Gentechnikvereinigung in den Stand eines offiziellen Beraters der Bundesregierung erhoben wurde. Der von einem ehemaligen *Greenpeace-Campaigner* gegründete Münchener Verein, in dem eine Handvoll Men- »

# NOW A TRUSTED GLOBAL BIOSCIENCES BRAND SERVES YOU FROM EUROPEAN WAREHOUSE!



For Life is Precious

Microbiology  
Animal Cell Culture  
Plant Tissue Culture  
Molecular Biology

HiMedia Laboratories GmbH

Marie-Curie-Str. 3,  
64683 Einhausen, Germany  
Email : infoeu@himedialabs.com  
atrehan@himedialabs.com

Tel : +49 6251 989 24 26

HiMediaLaboratories™  
www.himedialabs.com



... expect only quality from us™



» schen zumeist ehrenamtlich arbeitet, hat zahlreiche Auftragsgutachten für grüne Politiker und Biolandbauvereinigungen, aber nicht eine wissenschaftliche Publikation zum Themenkomplex Gentechnik, Pflanzenzucht oder *Genome Editing* vorzuweisen. Dennoch wurde ihm Aufbau und Leitung einer „Fachstelle Gentechnik und Umwelt“ übertragen, die gemeinsam mit einem „Beirat aus zivilgesellschaftlichen Organisationen“ aktuelle wissenschaftliche und regulatorische Entwicklungen für das

»So handeln sonst nur Sekten, die sich im Besitz absoluter Wahrheiten glauben.«

Bundesumweltministerium beziehungsweise das Bundesamt für Naturschutz beobachten und analysieren soll. Als „unabhängige (!) Clearingstelle“ soll die Fachstelle dabei auf Entscheidungsprozesse, etwa hinsichtlich der Regulierung der neuen Gentechnikverfahren, auf die Zulassungspraxis der Behörden oder auf Forschungsprojekte Einfluss nehmen. Eine ablehnende Haltung allen neuen Technologien gegenüber wird schon durch die Zusammensetzung des Beirats garantiert. Ihm gehören ausnahmslos Organisationen an, die mehrheitlich der Biolandbau-Lobby zuzurechnen sind, und die ohne Ausnahme bereits seit Jahren gegen die neuen Züchtungstechniken protestieren. Da es technisch unmöglich sein wird, zwischen einer neuen Pflanzensorte, die durch *Genome Editing* gezüchtet wurde und einer, die durch konventionelle Mutation entstand, zu unterscheiden, plädieren sie für ein totales Verbot dieser Technik. Damit nicht genug: Fernziel ist es, der Landwirtschaft nur noch die Verwendung von Saatgut aus zertifizierten Ökosaatgutbetrieben zu erlauben. Einige der Beiratsmitgliedsorganisationen propagieren schon seit geraumer Zeit die Abkehr von

als „unnatürlich“ empfundenen Hybridsorten und von Sorten, die aus Mutationszucht hervorgegangen sind.

Das Modell sehen Aktivisten als ersten Schritt auf dem Weg in ein verändertes Zulassungsverfahren, bei dem Studienergebnisse der Industrie nicht mehr berücksichtigt werden sollen. Stattdessen sollen Firmen, die neue Pflanzenschutzmittel, Chemikalien und so weiter auf den Markt bringen wollen, in einen Fonds einzahlen, mit dessen Mitteln „zivilgesellschaftliche Organisationen“ Studien durchführen, die über die Zulassung entscheiden.

Gegenwehr gibt es kaum noch, zumal – wie das Verhalten der meisten Parteien im Fall Gentechnik oder Glyphosat gezeigt hat – von der Politik keine Unterstützung zu erwarten ist. Handelsketten haben sich längst arrangiert. Rewe International AG überweist den Aktivisten von Global2000 (der österreichischen Schwesterorganisation des Bunds für Umwelt und Naturschutz Deutschland, BUND) schon seit 2003 Jahr für Jahr größere Summen; 2013 waren es 600.000 Euro, etwa ein Drittel des damaligen Global2000-Budgets. Für das Geld sind 15 „Agrarexperten“ der Lobbyverei-

»Für die Demokratie ist das ein schlechtes Zeichen.«

nigung damit beschäftigt, das Obst- und Gemüseangebot von Rewe nach Global2000-Kriterien zu kontrollieren. Auch die Caritas, die sich gegen Gentechnik und konventionelle Landwirtschaft positioniert, darf bei Rewe mitmischen. Andere Handelsketten arbeiten mit *Greenpeace* oder dem *World Wide Fund For Nature* (WWF) zusammen. Molkereien erklären ihre Milchprodukte, ebenfalls in bezahlter Zusammenarbeit mit Aktivisten, für „gentechnikfrei“, obwohl es bislang keine gentechnisch veränderten Rinder gibt. Die Kooperationen verhelfen den Aktivisten zu erheblichen Einnahmen und stellen gleichzeitig sicher, dass die Unternehmen nicht mit Kampagnen überzogen werden; die Kosten zahlen Landwirte, Lieferanten und Verbraucher.

Große Saatguthersteller wiederum arbeiten weiter mit modernen Methoden der Pflanzenzucht, einschließlich Gentechnik und *Genome Editing*, haben aber Europa als Markt längst aufgegeben. Sie verzichten in der EU nicht nur auf Zulassungsanträge, sondern auch auf Freisetzungsexperimente, nachdem Aktivisten unter dem Motto „Gendreck weg!“ regelmäßig Versuchsfelder und Gewächshäuser zerstörten und dafür bei den Gerichten wiederholt viel Verständnis fanden.

Wer die sozialen Medien verfolgt, kann derzeit beobachten, wie selbstsicher vor allem grüne Politiker gegenüber Pflanzenforschern auftreten, die sich nach zaghaften Überlegungen des neuen Grünen-Vorstands, die bisherige Ablehnung von Gentechnik und *Genome Editing* zu überprüfen, Hoffnungen auf eine Debatte machten. Doch die findet nicht statt. Einladungen in die Institute werden brüsk abgelehnt. Forscher, die *Genome Editing* oder Gentechnik befürworten, müssen erleben, dass ihnen grüne (ex-)Parlamentarierinnen übers Maul fahren („Und Sie wollen Wissenschaftler sein?“) und ihnen unterstellen, käuflich oder gewissenlos zu sein. Besonders hartnäckige Frager oder Forscher, die Mythen und Pseudostudien widersprechen, sehen sich infamen Unterstellungen ausgesetzt („Sind Sie rechtsextremistisch?“) und werden kurzerhand gesperrt. So handeln sonst nur Sekten, die sich im Besitz absoluter Wahrheiten glauben.

Für die Demokratie ist das ein schlechtes Zeichen. Wenn solche Kräfte die Oberhand gewinnen, wird bald auch in anderen Bereichen nicht mehr nach Vernunft und Wissen, sondern nach Emotion und gefühlten Wahrheiten entschieden. Das treibt nicht nur Forscher ins Exil, sondern legt die Axt an die Grundfesten einer demokratischen Gesellschaft, die ohne Vernunft und Wissen nicht möglich ist.

## Zum Autor

**Ludger Weiß** studierte Biologie sowie Chemie an der Uni Münster und arbeitete anschließend als Molekularbiologe an der Uni Bremen. In den Achtzigerjahren begann er regelmäßig als Wissenschaftsjournalist zu schreiben. Weiß ist auch Romanautor.



# Die Universität widersetzt sich der „Insider-versus-Outsider“-Hypothese

VON SIMON ZABLER, WÜRZBURG

*Einige Wirtschaftswissenschaftler reduzieren den Arbeitsmarkt auf einen Interessenskonflikt zwischen Angestellten (Insidern) und Arbeitsuchenden (Outsidern). Das ist viel zu kurz gedacht und auf Universitäten bezogen schlichtweg falsch, widerspricht Simon Zabler diesen neoliberalen Thesen.*

„Brauchen unsere Unis grundlegende Personal- und Gesetzesreformen?“ Je mehr Quellen ich zu dieser Frage finde, desto deutlicher wird mir: es gibt keine „zwei Lager“, von denen eines für, das andere gegen einen bestimmten Satz an Reformen ist. Vielmehr mischen sich die Meinungen: Es gibt Kritiker, wie mich, die vor allem an den Regelwerken und an der Hochschulpolitik des Bundes Anstoß nehmen. Wir erkennen die Uni-Verwaltung und die Landesregierung aber an und unterstützen diese nach allen Kräften. Und es gibt die Hardliner, für die „jede Verwaltungsstelle eine verlorene Stelle für die Kernaufgaben“ ist, und die fordern, alles außer der „reinen Forschung und Lehre“ aus dem Körper der Hochschule zu entfernen.

Immer wieder tauchen in der öffentlichen Diskussion auch „Bewertungskriterien“ auf: Effizienz, Qualität auf der positiven, Verschwendung und Mittelmaß auf der negativen Seite. Diese Kriterien werden jedoch nur selten klar definiert, geschweige denn nachvollziehbar beziffert – und sind deshalb wenig hilfreich für sachliche Argumentationen. Eines ist jedoch sicher: Die Diskussion um „Reformen“ an unseren Unis ist in vollem Gange – politisch, wirtschaftlich und gesellschaftlich (zu sehen auch bei den „Marches of Science“).

Wie edel die Beweggründe, wie hochtrabend die Argumente auch sein mögen, am Ende dreht sich der Diskurs oft um zwei Kernmodelle: 1. Die „autonome Uni“, wie sie von der Hochschulrektorenkonferenz HRK gefordert wird (ja, der Horst Hippler, bei dem ich selbst vor 18 Jahren Quantenchemie gehört habe); und 2. Der Status quo: unsere „klassische Uni“, ein mehr oder weniger selbstverwalteter Appendix unserer Landesregierungen.

Und da ist noch das Centrum für Hochschulentwicklung CHE, finanziert über Stiftungen unserer großen privaten Verlagshäuser. Das CHE „bespaßt“ uns seit 1994 regelmäßig mit dem „Ranking“ unserer Hochschulen, deren zukünftige Studierendenzahlen das CHE praktischerweise auch gleich prognostiziert. Die Stiftung

setzt sich unstrittig für „Fundraising an deutschen Unis“, „verschärften Wettbewerb unter deutschen Hochschulen“, „kooperative Promotionen“, und „Studiengebühren jeder Art“ ein\*.

»Das CHE „bespaßt“ uns regelmäßig mit dem „Ranking“ unserer Hochschulen, deren zukünftige Studierendenzahlen das CHE praktischerweise auch gleich prognostiziert.«

Bemerkenswert ungeniert: Das CHE bewertet praktischerweise auch verschiedene Banken, die uns Studienkredite vergeben.

Hierzu ist mir der Abschied einer sehr gelungenen Rede von Wolfgang Lieb vom 21.09.2015 in die Hände gefallen. Lieb war 1996 bis 2000 Staatssekretär im Wissenschafts-

ministerium NRW und hat dort selbst strittige Reformen eingeführt. Heute urteilt er vernichtend über die Motive des CHE und seines verstorbenen Gründers Reinhard Mohn, ehemals Vorstand der Bertelsmann Stiftung. Auch verweist Lieb (zu Recht) auf die informelle Allianz zwischen HRK und CHE, die oft unisono ihre reformatorischen Lösungskonzepte an Hochschulen und Länder ausgeben.

Laut Lieb ist die autonome Hochschule ein „Wolf im Schafspelz“. Verbirgt sich hinter „Unabhängigkeit und solider Grundfinanzierung“ doch die „Hidden Agenda“ nach „Deregulierung der Beschäftigungsstruktur“ und nach „Öffnung unserer Unis für privates Kapital“. Jeder ist aufgefordert, sich selbst ein Bild zu machen und die Entschließung der HRK vom 3.5.2011 zu lesen. Mein Fazit lautet: Lieb hat vermutlich recht. Die HRK fordert „Finanzautonomie“ und würde es den Unis somit ermöglichen, Studiengebühren in beliebiger Höhe zu erheben, ohne sich dabei um die Einwände der Landesregierungen und deren Wähler zu kümmern. Die Unis könnten „private Kredite aufnehmen“. Die Anstellung und Besoldung von Uni-Beschäftigten würde „flexibilisiert“ werden, um „Versorgungslasten“ zu verringern. Vor allem soll unsere Uni eine neue, starke Leitung bekommen, die „Entscheidungsprozesse effizienter“ macht. Also doch: Uni als *Corporate Business* mit CEO und „vielleicht auch mit Aktionären“, wie das CHE in einer Pressemitteilung in der *Frankfurter Rundschau* vom 12./13. Dezember 2015 frohlockt. Das Mitspracherecht, welches Professoren, Wissenschaftler und nichtwissenschaftliche Mitarbeiter dann noch gegenüber diesem Uni-CEO haben, beschränkt sich wirklich nur noch auf „Forschung und Lehre“. Auch die Länder müssten sich folglich aus den (finanziellen) Angelegenheiten ihrer Unis und deren „*New Public Management*“ ganz heraus halten.

Damit läge Deutschland ganz auf EU-Kurs. Wer sich für Arbeit oder Studium an einer autonomen Uni interessiert, muss nicht weit reisen. Die »



» 2007 von Nikolas Sarkozy und seiner Kultusministerin Valerie Pécresse eingeführte „loi relative aux libertés et responsabilités des universités“, kurz LRU, ist quasi eine Eins-zu-Eins Vorlage für die autonome Universität, welche die HRK fordert. Die LRU ist, trotz massiver landesweiter Proteste und Streiks, die sich über fast zwei Jahre hinzogen und teils dramatische Züge annahmen (Polizeigewalt et cetera) seit über zehn Jahren in Frankreich in Kraft und leistet ihren Beitrag zur Umwandlung der frei zugänglichen, kostenlosen Hochschule für alle Bevölkerungsschichten zurück zu einem hyperstilisierten Elitecampus für Kinder aus gutem Hause. Den freien Zugang zur Uni hat die Regierung Macron mit ihrer „loi relative à l'orientation et à la réussite étudiante“, kurz ORE, faktisch ab-

„Higher education reforms have been on the agenda of Western European countries for 25 years. They all promote the ‚organizational turn‘ of universities to be rebuilt as autonomous, internally integrated, goal-oriented and accountable organizations. It (knowledge-based economy) enhanced the new idea that the ‚value for money‘ of investments in education and research should be measured by their returns in terms of employment and innovation, with the logical implication to link education supply with the needs of the economic system.“

Die Strategie von Lisbon und die von EU und OECD 2012 verabschiedete Agenda 2020, die deren Fort-

Staaten die NPM wieder ab! Nach Fragmentierung und dem Wachsen von reinen One-Purpose-Institutionen wünscht man sich wieder „mehr Freiheit“).

Bei diesen Berichten über Reformen kommen Vergleiche mit radikalen, volkswirtschaftlichen „Reformen“ in den Sinn, wie sie in Europa seit den 1980ern vollzogen wurden: Allesamt von einer irregeleiteten Politik durchgepeitscht und von einer ideologischen Wirtschaftsschule zelebriert. Diese Reformen haben, wie zuvor und bis heute in Lateinamerika, in der ehemaligen Sowjetunion und in Asien ausnahmslos katastrophale, irreversible Schäden in den betroffenen Volkswirtschaften und ein tiefes Trauma in der Bevölkerung hinterlassen. Deutschland hat mit der Agenda 2010 seine Rechnung für unsere rückhaltlose Unterstützung dieses weltweiten, kapitalistischen Raubzugs erhalten, wenn auch Angestellte der Uni bisher wenig zu leiden hatten.

Dennoch, oder gerade deshalb, bleibt unser Land ein großer „Hafen“ für diese „Raubritter und Wirtschaftsideologen“ des 21. Jahrhunderts, zum Beispiel am Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW GmbH) in Mannheim, oder am Institut für Weltwirtschaft (IfW) in Kiel und dem Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB gGmbH).

Ein besonders lauter Prediger der sogenannten „Chicagoer Schule“ ist Friedrich Heinemann (ZEW GmbH), der in der FAZ „Historische Beispiele für erfolgreiche(!) Reformen“ nennt, welche die Bürokratie wieder mit Schwung aus den Krisen herausgeholt haben: Die Zerschlagung der englischen Gewerkschaften durch Margaret Thatcher in der 1980ern; der Sozial-

abbau in Schweden in den 1990ern (hier sei bemerkt, dass zum Glück der Schweden die 1993er Reformen der Lindbeck-Kommission nur teilweise durchgesetzt und der rechtsliberalen Politik in der Wahl von 1994 eine klare Absage erteilt wurde, siehe *The Nordic Welfare State in Three Eras* von J. Kananen); und die Agenda 2010, deren fatale irreversible Rolle bei der Deregulierung der deutschen Arbeits- und Sozialgesetze uns mittlerweile allen schmerzlich bewusst ist.

Man könnte die Agenda 2010 und die von Schröder und Riester eingesetzte Hartz-Kommission für moderne Dienstleistungen am Arbeitsmarkt als eine Neuauflage der Lindbeck-Kommission deuten – im Gegensatz zu Schweden wurde der 343-seitige Backstein an Empfehlungen der Hartz-Kommission jedoch vollständig und ohne große Proteste seitens der Opposition umgesetzt. Schröder hatte auch aus der schwedischen Erfahrung gelernt und wartete mit der „Verkündung“ der Agenda ab, bis sein Kabinett wiedergewählt worden war

geschafft. Die Leute sollen schließlich „nicht glauben, dass die Uni eine Lösung für jedermann ist“.

Frankreich ist nicht alleine. Lise Degn schreibt in ihrer Abhandlung über die Dänischen Reformen: „...the European higher education sector is changing [...] looking at the studies of change in this particular sector indicates that the pace and scope of change processes in the higher education systems of Europe [...] has probably never been greater [...] higher education reform is most often explained with reference to the increasing need for efficiency, effectiveness and competitiveness, and linked to the emergence of the Knowledge Economy concept. [...] a distinct wave of reform which [...] generally characterized by ideas of autonomy in exchange for accountability, strategic capacity, flexibility as well as competitiveness and strategic positioning. These reform ideas are often described as New Public Management (NPM) ideas...“

Und Catherine Paradeise schreibt in *European Higher Education at the Crossroad* (2012):

setzung ist, haben Europas Universitäten, und damit unser aller Alltag, auf den Kurs gebracht, der unsere akademische Arbeit nach ihrem „Nutzen für die Wirtschaft“ bemisst.

Dem NPM stand die Uni, als Bildungsstätte des demokratischen Wohlfahrtsstaates, entgegen! Also wurde sie abgewertet und stigmatisiert: reine Wissensvermittlung, „nutze nichts“ gegen steigende Arbeitslosenzahlen und den

»Die „Marke Uni“ wurde umgekrepelt, und zwar nach den Vorstellungen der Wirtschaft.«

Mangel an Innovation. Die „Marke Uni“ wurde umgekrepelt, und zwar nach den Vorstellungen der Wirtschaft. Die strikte Trennung von Lehre und Forschung, sowie die explosionsartige Ausbreitung hochdotierter strategischer Förderprogramme für letztere verdanken wir dem Wandel jener Zeit. (Heute lehnen viele



– wenn auch der Bericht schon vor den Wahlen 2002 vorlag.

Heinemann gehört jenen Wirtschaftstheoretikern an, die sich alljährlich gegenseitig den Alfred-Nobel-Gedächtnispreis (nicht der Nobelpreis!) verleihen, und in einer Art „Popkultur der Weltwirtschaft“ weltweite „Krisen und erfolgreiche Reformen“ zelebrieren. Die Thesen dieser neoliberalen Ideologen stammen von den Stars dieser Popkultur, Assar Lindbeck von der Universität Stockholm und Milton Friedman von der *University of Chicago* ab.

Ich musste mich selbst vom Zusammenhang zwischen Heinemann und dieser radikalen Strömung überzeugen, nur um sicher zu gehen, dass meine Behauptungen nicht in Übertreibung ausarten. Leider traf meine Vermutung zu.

Für seine „Agenda 2030“ (hat nichts zu tun mit der Agenda 2030 der UN) schlussfolgert Friedrich Heinemann (SFU-Studie 2012): „Die hier durchgeführten Analysen deuten darauf hin, dass es um die Durchsetzbarkeit einer ‚Agenda2030‘ derzeit insgesamt nicht gut bestellt ist. [...] Deutschland sei inzwischen ökonomisch fast schon unverwundbar. Diese Perception lässt die Bereitschaft zu unbequemen Veränderungen schwinden oder sogar die Ver-

*suchung wachsen, einige der erfolgreichen Reformen wieder umzukehren. Während ökonomische Krisen Reformen normalerweise beschleunigen („never waste a good crisis“), gilt dieser Zusammenhang derzeit nicht für Deutschland und die Finanz- und Schuldenkrise. [...] Außerdem dürften die mit der Finanz- und Schuldenkrise verbundenen Gefühle einer ungerechten Behandlung des deutschen Steuerzahlers die Reformbereitschaft noch weiter dämpfen. Die Krisen haben mit ihren Rettungs- und Konjunkturpaketen zudem einen neuen Glauben an den Staat als Lenker der Wirtschaft mit sich gebracht und den Glauben in die Leistungsfähigkeit von Märkten erschüttert. All dies stellt heute ein Handicap für Reformen dar, die [...] auf Marktsteuerung, Eigenverantwortung und Deregulierung – etwa im Bereich der Arbeitsmärkte – setzen.“*

All dies schreibt Heinemann in aufrichtigem Bedauern – und schwenkt danach aus mit Ideen,...

- » um den Reformstau zu bekämpfen;
- » um die Wahrnehmung der Unverwundbarkeit zu korrigieren;
- » um den Reformdruck dauerhaft zu erhöhen;
- » um Wirtschaftsthemen in den allgemeinbildenden Schulen und Journalisten-Ausbil-

dungen zu intensivieren (Stichwort ökonomische Bildung, denn wir sind nur „zu dumm für Reformen“);

» um die Wahlprogramme der wichtigsten Parteien (vor der Bundestagswahl) durch unabhängige Institutionen wie die Deutsche Bundesbank und den Sachverständigenrat analysieren zu lassen (er zitiert das holländische CPB als Positivbeispiel).

Ja, richtig. Heinemann wünscht sich, dass die Bundesbank (wahrscheinlich auch die EZB und der IWF) die Parteiprogramme unserer demokratischen Parteien vor der Wahl Korrektur liest, damit kein Quatsch darin steht, der die ersehnten Reformen behindern oder gar umkehren könnte. Man könnte Heinemanns Wunsch auch so interpretieren: Öffentliche Diskussionen über wirtschaftliche Reformen in Deutschland sollen gar nicht mehr im Rahmen einer Wahl stattfinden können (diese sind nämlich unnötig, wenn in allen Parteiprogrammen vor dem Wahlkampf schon Konsens herrscht). Ideologisch ist diese Haltung deswegen, weil sie *in ultimo* den totalen Rückzug des Staates und der gewählten Volksvertreter aus (volks-)wirtschaftlichen Themen und Finanzen fordert.

Heinemann wünscht sich den Zusammenbruch unserer deutschen sozia- »

# F · S · T<sup>®</sup>

FINE SCIENCE TOOLS

## ADVANCING THE FIELD OF RESEARCH

- Scissors
- Forceps
- Rongeurs
- Hemostats
- Bone Instruments
- Probes & Hooks
- Retractors
- Animal Identification
- Surgical & Laboratory Equipment
- Feeding Needles
- Needles & Needle Holders
- Scalpels & Knives
- Instrument Care & Sterilization
- Spatulae & Spoons
- Pins & Holders
- Wound Closure
- Surgical Plates
- Magnifiers
- Clamps
- And Much More



FINE SURGICAL INSTRUMENTS FOR RESEARCH™

VISIT US AT [FINESCIENCE.DE](http://FINESCIENCE.DE) OR CALL +49 (0) 6221 90 50 50

» In der Marktwirtschaft nicht explizit, aber es gibt zu, dass „[...] auch wenn die Bundesrepublik Deutschland derzeit über ein kurzfristig ungefährdetes Top-Rating verfügt, könnte dies durch die [...] Garantie- und Transferbeanspruchung im Rahmen der European Financial Stability Facility (EFSF) und des European Stability Mechanism (ESM) über kurz oder lang gefährdet werden. [...] Eine deutsche Schuldenkrise würde endgültig zum fiskalischen Kollaps der Eurozone führen.“

Und dieser wäre wiederum beziehungsweise paradoxerweise gut für die ach so ersehnten Reformen, weil... „Die Anhänglichkeit an die vertrauten Bedingungen des Status quo wird erst dann erschüttert, wenn die Hinweise auf dessen Unzulänglichkeiten so überwältigend werden, dass man ihnen nicht länger ausweichen kann. In diesem psychologischen Zusammenhang ist die so genannte ‚Krisenhypothese‘ verankert, wonach weitreichende Reformen zu meist nur im Zusammenhang mit schwerwiegenden Krisen gelingen.“

Dieser Abschnitt stammt eins zu eins aus Milton Friedmann's *Capitalism and Freedom*, und seine Intention erklärt sich deshalb selbst. Die Befürworter der Europäischen Schuldenbremse sind also Gegner des Stabilitätspakts und auf der Suche nach der nächsten großen Eurokrise, um weitere unbequeme Reformen durchzupfeitschen? Man darf gespannt sein, auf die kommenden Jahre in der Euro-Zone...

Im Aufsatz „*Is the Welfare State Self-destructive? A Study of Government Benefit Morale*“ (2007) stellt sich Heinemann Seite an Seite mit der *Insider-Outsider*-Hypothese von Asser Lindbeck (IIES) und Denis Snower (IfW) (siehe Lindbeck and Snower *Insiders versus Outsiders*). Deren empirische „Beobachtung“: Die *Insider* (Angestellte) leben über ihren Verhältnissen (*push wages above market-clearing level*) während die *Outsider* (Arbeitsuchende) für weit weniger Geld arbeiten würden, aber dennoch arbeitslos bleiben, weil die (*turnover*) Kosten für das Entlassen (*firing*) der *Insider* und das Einarbeiten (*training*) der *Outsider* diese (Gehalts-)Differenz übersteigen.

Dieses minimalistische Szenario, welches sowohl die Dynamik als auch die Eigeninteressen der Arbeitgeber vernachlässigt, reicht den Autoren, um zu begründen, dass Arbeitslosigkeit etwas Naturgegebenes sei. Drei Gründe für die Stagnation des Austauschs von *Insidern* durch *Outsider* werden aufgeführt: 1. Der gesetzliche Mindestlohn; 2. der bedingte Produktivitätsabfall; und 3. würden die *Insider* ihre Grenze verteidigen und die *Outsider* draußen halten (hieraus begründen die Autoren die Existenz von Gewerkschaften).

Man kann die Agenda 2010 und den Hartz-Bericht als einzige Abhandlung darüber verstehen, den Gradienten zwischen *Insidern* und *Outsidern* zu reduzieren – indem:



1. der gesetzliche (Arbeits-)Schutz der *Insider* auf ein Minimum reduziert wird; 2. der Druck auf die *Outsider* maximiert wird, um die *Insider* auf dem Arbeitsmarkt zu unterbieten (Abbau und Beschränkung von sozialer Unterstützung für Arbeitsuchende, sowie deren soziale Ausgrenzung und Stigmatisierung); und 3. Mög-

»*Ideologisch ist diese Haltung deswegen, weil sie in ultimo den totalen Rückzug des Staates und der gewählten Volksvertreter aus (volks-)wirtschaftlichen Themen und Finanzen fordert.*«

lichkeiten für Arbeitgeber geschaffen werden, ihre Austauschkosten zu minimieren – zum Beispiel, indem sie teure *Insider* entlassen und neue *Outsider* anstellen, jedoch zu weit weniger sozialen Arbeitsverträgen und ohne gewerkschaftliche Vertretungen.

Lindbeck und Snower schlagen auch ganz unverblümt vor, die *Insider* unter Druck zu setzen und, wenn sie kündigen, mit einer *Exit-Fee* zu bestrafen, die das Unternehmen für die Neuanstellung der *Outsider* kompensiert. All das, um die *Market Power* von *Insidern* und *Outsidern* auf denselben Level, nämlich Null, zu bringen. Heinemann schreibt hierzu „[...] support systems for the unemployed are less costly if people see it as their obligation to care for

themselves or attach a ‚stigma‘ to the acceptance of benefits.“

Also müssen sich Arbeitsuchende nur genug dafür schämen, dass sie dem Staat auf der Tasche liegen, und die Anzahl der Bewerbungen steigt. Eine sehr zynische Logik, besonders wenn Zitate von Heinemann in der Diskussion um Gesetzesreformen für unsere Unis auftauchen. Für manch einen ist die Uni die letzte Bastion des Wohlfahrtsstaates. Ich möchte die Unis deshalb als Beispiel nehmen, um zu zeigen, dass die *Insider-versus-Outsider* (IvO)-Hypothese zumindest im Falle öffentlicher Institutionen wie der Uni gänzlich falsch ist.

Man müsste schmunzeln, wenn es nicht so ernst wäre. Als Bruno Amable (Paris I) 2013 versucht, die *Insider-Outsider*-Hypothese durch empirische Untersuchungen zu überprüfen, kommt er zu einem ernüchternden Ergebnis. Grundlage der Studie war eine nationale Befragung zum *Contrat de Travail Unique* (CTU), einem flexibleren Arbeitsvertrag, der die „Spaltung“ zwischen unbefristeten und befristeten Stellen aufhebt, fast ohne soziale Sicherheit beginnt und Arbeitsunfähigkeits-, Kündigungsschutz und Rentenansprüche dann progressiv mit den Jahren der Beschäftigung zulässt.

Die Arbeitshypothese der Studie war, dass *Insider*, besonders unbefristete Angestellte und Beamte sich großtätig gegen den CTU stellen würden, wohingegen *Outsider* (arbeitslose und prekäre Angestellte) pro CTU seien: „Beyond the theoretical and empirical problems associated with the definition and identificati-

on of insiders and outsiders, the results of the various estimations do not bring an overwhelming support for the insider/outsider theories. Positive attitudes towards the CTU come mostly from individuals that would broadly be defined as insiders: they are wealthy, senior, have medium or high education/skill levels or responsibility positions in the public or the private sector, they are confident about their employability or are not likely to be affected themselves by any labour market reform (they are retired for instance). These characteristics identify groups close to the Right electorate. Indeed, Left voters express a dislike of the CTU and more generally, the differentiation of pro- and anti-CTU can be analysed in relation with a certain number of opinions that define a broad Left/Right cleavage: the danger that European integration could represent for the welfare state, the willingness to work of the unemployed, etc. These findings are compatible with the fact that the proposition of a CTU has been carried by Right or Centre-Right parties so far."

Keine Überraschung: Der Wunsch nach einem „liberaleren“ Arbeitsmarkt korreliert mit der rechts-politischen Gesinnung der Befragten (und all den üblen Vorurteilen über Beamte und Arbeitslose, die damit einhergehen), hingegen weit weniger mit dem eigenen Anstellungsverhältnis.

Deshalb werden Arbeitsmarktreformen auch vorwiegend von Mitte-Rechts-Parteien (zu denen zählen natürlich auch die französische PS und die deutsche SPD) beworben. Aber Bruno Amable gibt noch nicht auf: „Some elements of the insider/outsider theories receive some support in the data. For instance, individuals that have an insider partner tend to have negative opinions of the CTU. Also, some groups that can be defined as outsiders do support the CTU: possibly the unemployed but above all the personal services workers. This group cannot be considered as an outsider group according to the employment status, but other definitions of the outsider status such as those of Häusermann & Schwander would have that group classified among the outsiders. However, characterisations in terms of insiders or outsiders, whether based on the

employment status or defined such as in Häusermann & Schwander are not precise enough to identify the groups favourable to a labour market liberalisation reform such as the CTU."

Es ist sehr selbstentlarvend, wenn man eine Berufsgruppe, die in Deutschland beinahe fünf Prozent der Arbeitnehmer ausmacht, zu *Outsidern* erklärt, in der Hoffnung, eine Grundlage für die *Insider-Outsider*-Hypothese zu finden. Laut *skillspanorama.cedefop.europa.eu* haben *Personal Service Workers* (PSW) einen Hauptschulabschluss oder die mittlere Reife: Kassierer, Frisöre, Haushälter, Fahrer, Köche, Angestellte in der Gastronomie, Tier-

pfleger, Reisebegleiter. Selbst wenn man all diese mit unseren Arbeitslosen „in einen Topf wirft“, findet Amable keine Anzeichen dafür, dass die *Insider-Outsider* Hypothese der Realität entspricht. Wohl aber würden die PSW den CTU ihren derzeitigen prekären Arbeitsverhältnissen vorziehen (wie vermutlich jede bessere Anstellung).

Ich habe mich auch beim Lesen des Aufsatzes des verstorbenen Axel Brennicke (*Laborjournal* 1-2/2015 „Unis brauchen Druck“) gefragt, ob es Sinn macht, Uni-Angestellte und Beamte in die zwei Lager: „Forscher und Lehrer“ einerseits und in „Verwalter und Bü- >>

**Julabo**  
THE TEMPERATURE CONTROL COMPANY

# PRESTO™ W55

## Höchstleistung für anspruchsvolle Temperieraufgaben

JULABO PRESTO W55 steht für Bestleistung bei dynamischen Temperiersystemen. In einem Temperaturbereich von -55 °C bis +250 °C bietet er höchste Heiz- und Kälteleistungen gepaart mit einer kraftvollen und wartungsfreien Pumpe.

Unsere Experten beraten Sie gerne und finden die optimale Lösung für Ihre Anwendung.

Informationen zu PRESTO Modellen:  
[www.julabo.com](http://www.julabo.com)

**50 YEARS**  
1967 - 2017

JULABO GmbH  
Gerhard-Juchheim-Strasse 1  
77960 Seelbach / Germany  
Tel. +49 (0) 7823 51-0

» rokraten“ andererseits zu trennen? Sicherlich nicht, selbst die HRK gesteht der Univerwaltung ihre lebenswichtige Rolle für den operativen Betrieb von Forschung und Lehre zu, und betont wie wichtig es ist, dass Wissenschaftler und Verwalter Hand in Hand arbeiten.

Denke ich an meinen eigenen Alltag fallen mir spontan folgende Verwaltungsorgane an meiner Universität ein: Personalstelle, Lohnstelle, Bauverantwortliche, Sicherheit-, Arbeits- und Tierschutz, Reisestelle, Präsidium, Öffentlichkeitsarbeit, Juristische Vertretung der Uni und natürlich das Rechenzentrum. Erscheinen mir diese Organe nutzlos und möchte ich sie abschaffen?... Nein!

Die lokale Verwaltung meiner Fakultät? Prüfungsamt, Dekanat, Studiendekanat... Nein, ich kann mir meinen Job ohne diese (manchmal doch sehr grantigen) Kollegen nicht vorstellen. Wer soll sich denn sonst um Einschreibung der Studierenden, deren Modul- und Prüfungsplan, die Akkreditierung der einzelnen Bachelor und Master-Studiengänge beim Kultusministerium sowie um die ordentlichen Verfahren zur Promotion und Habilitation an der Fakultät kümmern? Ich? Nein!

Auch Studentenwerk und Mensa möchte ich nicht missen. Die Uni-Bibliothek mit Bibliothekaren und Bibliothekarinnen? Ja, das sind schon eine Menge Menschen, die es braucht, um eine gute Uni gerade mal so am Laufen zu halten und Jahr für Jahr mehrere Tausende von jungen Studierenden durch ein Bildungssystem zu führen, welches ihnen einen international hoch anerkannten Abschluss ermöglicht.

Die meisten wissenschaftlichen Stellen an der Uni sind befristet. Der weitere Karriereweg unserer Ehemaligen definiert sich an deren erfolgreicher Ausbildung (unser Teil) und an der persönlichen Erfolgsstatistik beim Publizieren von Aufsätzen und Einwerben von Forschungs-Drittmitteln (deren Teil). Das ist kein Zuckerschlecken für unseren Nachwuchs und auch kein Elfenbeinturm, wenn es denn jemals einer gewesen ist. Der stetige Austausch von



*Insidern* durch *Outsider* ist an der Uni die Norm und nicht die Ausnahme. Es ist gerechtfertigt, die Frage zu stellen: Wenn an den Unis alte kontinuierlich durch neue Mitarbeiter ausgetauscht werden, warum interessieren sich die

»Der stetige Austausch von *Insidern* durch *Outsider* ist an der Uni die Norm und nicht die Ausnahme.«

Vertreter der *Insider-versus-Outsider*-Hypothese denn überhaupt nicht für die Entwicklungen von Finanzen und Beschäftigung in klassischen Hochschulen?

Die Antwort liegt auf der Hand: Obwohl sich am Beispiel klassischer Hochschulen ein realitätstreuere Entwicklungsmodell konstruieren und die *lvO*-Hypothese überprüfen ließe, schließt doch eine Tatsache das Interesse unserer Wirtschafts-„Wissenschaftler“ von vorne herein aus: Der kontinuierliche Austausch von Absolventen und Abgängern durch neue Studenten im Erstsemester bis zu Wissenschaftlern/Postdocs ist Garant für den seit Jahrhunderten erfolgreich andauernden Wissenstransfer von Hochschulen untereinander und in die Bevölkerung. Er generiert weder Profit noch Kapitalbewegungen in einem Maßstab, den die Herren bei ZEW oder IfW interessieren würde. Der Wissenstransfer ist kapitalneutral, für unser Land und unser aller Leben jedoch enorm wichtig. Dennoch oder genau deshalb gilt er bei den Finanzinstitutionen

Europas und der Welt als „retardiert“, „antiquiert“ und „überflüssig“, in jedem Fall als stark „reformüberfällig“.

Erstaunlicherweise haben CHE und HRK in Einklang mit ZEW und BMBF seit den 1990ern genau das Gegenteil dessen gefordert, was die *Insider-versus-Outsider*-Hypothese sagt: Sie haben die progressive Erhebung von Studiengebühren verlangt. Diese erschweren jedoch offensichtlich den Eintritt von Neuzugängen an die Unis, müssen die meisten doch erst damit klarkommen, ihr Studium auf Kredit zu finanzieren. Natürlich dürfen 500.000 neue Studierende pro Jahr trotzdem nicht in den Genuss eines kostenlosen Studiums kommen, würde das doch ihren Glauben an den „Vater Staat“ stärken! Und Studiengebühren sind nur der erste Schritt, diesen Glauben zu zerbrechen; der zweite wären harsche Kürzungen in der universitären Verwaltung und Lehre. Geld, welches die Länder so sparen, müsste von den Unis durch noch höhere Studiengebühren gedeckt werden, bis irgendwann die gesamten, oder zumindest substantielle Teile unserer Hochschulen durch Privatverschuldung der Studierenden finanziert sind. Als „Garnierung“ kommt hinzu, dass Bund und CHE die Länder zu diesen Einsparungen drängen, mit dem derzeit populären Argument der (öffentlichen) „Schuldenbremse“.

Fazit: Es ist gut, dass es in Deutschland und in Europa überall zu heftigen Debatten über eine „neue Identität“ unserer Unis kommt – und dass alte Formen der „*Academic Governance*“ kritisch hinterfragt werden. Unsere Landesregierungen machen sich nicht selten lächerlich, wenn sie mit Subventionen für die Hochschulbildung Wählerstimmen erkaufen wollen. Auch die vom Bund verfassten Richtlinien (Hochschulrahmengesetz, Bundesreisekostengesetz, Tarifvertrag Öffentlicher Dienst) verdienen Kritik an ihrem Realitätsbezug. Damit diese Kritik aber gehört wird, braucht es ein geschlossenes Auftreten seitens der Uni-Angestellten und -Beamten. Und wie viele von uns sind Mitglied bei der GEW oder bei Verdi? Vielleicht zwei von fünfzig? Und die zwei sind wahrscheinlich aus der Not (Mobbing, Krankheit) eingetreten – und weil sie sich am Arbeitsplatz allein gefühlt haben.

Auch hier ist die *Insider-versus-Outsider*-Hypothese falsch. Unsere zufriedenen Angestellten treten gerade nicht in die Gewerkschaft ein, verlassen gemeinschaftliche Organisationsformen sogar, weil sie sich in Sicherheit wiegen und keine Notwendigkeit in weiteren, teuren Schutzmaßnahmen sehen. Dadurch bleiben die Transferkosten konstant gering und die Barriere für „Reformen“ dünn. Deshalb sollten wir aber nicht anfangen, „unser

## Zum Autor

**Simon Zabler** ist Postdoc am Lehrstuhl für Röntgenmikroskopie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Zabler studierte in Karlsruhe und Grenoble Physik und hat sowohl einen deutschen Abschluss als Diplom-Physiker als auch einen französischen als Diplôme Ingenieur d'INPG.

eigenes Haus anzuzünden“, und zum Beispiel fordern, dass die Uni-Verwaltung ausgehöhlt, der Hochschulzugang privatisiert und mehr „Druck auf die Insider“ ausgeübt wird. Auch hierzu gibt der neue französische Präsident Emmanuel Macron leider ein nur allzu erschreckendes Beispiel ab: „Les principales victimes de l'impuissance des trente dernières années à sortir du chômage de masse, ce sont les jeunes et les moins qualifiés. Depuis plus de trente ans, le chômage des jeunes n'est jamais descendu sous les 15%. Il est proche de 25% aujourd'hui. [...] Le système français protège très bien les „insiders“, ceux qui bénéficient d'un contrat stable, mais c'est au prix de l'exclusion complète des autres (les plus jeunes, les moins qualifiés).“

Macron, eng mit dem Institut Montaigne verbunden, hat sich vor seiner Präsidentschaftswahl mehr um Firmenfusionen und Steuergeschenke für große Unternehmen gekümmert. In Sachen Universität schlägt sein Herz ganz nach dem „US-amerikanischen Vorbild“, womit er die zwei Prozent Elitehochschulen in der Neuen Welt meint. Macron kommt

offenbar nicht auf die Idee, dass der bessere Zugang zu Bildung (inklusive Hochschulbildung) die Hilfe wäre, die „die Jungen“ und die „am wenigsten Qualifizierten“ bräuchten, um eine Perspektive jenseits der Arbeitslosigkeit

---

»Deshalb sollten wir aber nicht anfangen, „unser eigenes Haus anzuzünden“, und zum Beispiel fordern, dass die Uni-Verwaltung ausgehöhlt, Hochschulzugang privatisiert und mehr „Druck auf die Insider“ ausgeübt wird.«

---

keit zu haben. Er sieht nicht, dass der Abbau öffentlicher Stellen, besonders im Bildungssektor, und die Deregulierung der Wirtschaft gerade zu der hohen Jugendarbeitslosigkeit geführt haben und treibt die Jugend weiter in diese hinein.

Die US-amerikanischen Hochschulen sollten uns eine Warnung sein, kein Vorbild. Oder, um es mit Worten des Norwegers Tom Christensen (University Oslo), einer Koryphäe auf dem Gebiet öffentliche Institutionen, zu sagen: „Public sector organizations are imperative for societies across the globe. They are primarily different from private sector organizations in terms of philosophy, core values, goals, leadership, effects, outcomes and reform. The scope of public sector activity is also fundamentally different to that of the private sector. Public sector organizations are multi-functional, political, more influenced to external as well as internal pressures, legislation and governmental regulations. They are inherently more complex and bureaucratic by nature.“

Also – seien wir mutig, seien wir anders! Und lassen wir uns nicht einreden, eine Uni lasse sich führen wie ein Unternehmen und brauche nur jemanden der „richtig durchgreift“. Solche Äußerungen zeigen nur eines: Wer sie äußert, hat keinen blassen Schimmer, wie unsere Unis funktionieren!

## Weiterlesen:

- » Wolfgang Lieb, AG Alternative Wirtschaftspolitik, Tagung Berlin 19.05.2015 „Öffentlich vor Privat – Die Zukunft der gesellschaftlichen Daseinsvorsorge“, nachzulesen auf NachDenkSeiten: <http://www.nachdenkseiten.de/?p=27623>
- » Zareh Asatryan, Friedrich Heinemann and Hans Pitlik (2016) *Reforming the Public Administration: The Role of Crisis and the Power of Bureaucracy*, Discussion Paper No. 15-049.
- » Zareh Asatryan et al. (2016), *Public sector reform: How the EU budget is used to encourage it*. Study, ZEW-Gutachten und Forschungsberichte, ISBN 978-92-823-9860-9, <http://dx.doi.org/10.2861/804296>
- » Petra Giebisch, Markus Langer (2005), *Erste Eindrücke zum Stand des Hochschulfundraising in Deutschland*, Arbeitspapier CHE und Die Zeit. Nr. 68
- » Thimo von Stuckrad, Christian Berthold, Tim Neuvians (2017), *Auf dem Hochplateau der Studiennachfrage: Kein Tal in Sicht! Modellrechnungen zur Entwicklung der Studienanfängerzahlen bis zum Jahr 2050*, CHE AP Nr. 203
- » Stellungnahme CHE zum Gesetzentwurf der Fraktion der SPD „Gesetz zur Gebührenfreiheit der Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen –

*Gebührenfreiheitsgesetz (Gesetz zur Änderung des Gesetzes über die Hochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen)“ – Drucksache 17/85*

» Ulrich Müller, *Verlockende Börsengeschäfte: Studieren an der Humboldt AG? Hochschulen könnten vom Kapitalmarkt profitieren*. Frankfurter Rundschau vom 12./13. Dezember 2015, S. 11

» Lise Degn and Mads P. Sørenseni, *From collegial governance to conduct of conduct – Danish universities set free in the service of the state*.

» Catherine Paradeise (2012), *Tools and Implementation for a New Governance of Universities: Understanding Variability Between and Within Countries Between the Bologna Process and National Reforms*, in A. Curaj et al. (eds.), *European Higher Education at the Crossroads*: 573 DOI 10.1007/978-94-007-3937-6\_31, Springer Science&Business

» Friedrich Heinemann (2015), *Reformträges Griechenland – Gefangen in der Bürokratiefalle*, FAZ vom 03. November 2015.

» Lindbeck A. and Snower D. J., 1988, *The insider-outsider theory of employment and unemployment*, Cambridge, MIT Press.

» Friedrich Heinemann, Tanja Hennighausen, Christoph Schröder (2012) *Der Weg zu einer „Agenda 2030“ Reformen zwischen objektiver Notwendigkeit*

und individueller Verweigerung, Hrsg. Stiftung Familienunternehmen.

» Heinemann, Friedrich Working Paper *Is the Welfare State Self-destructive? A Study of Government Benefit Morale* ZEW Discussion Papers, No. 07-029

» Emmanuel Macron : *le grand entretien*, Le Point du 31 août 2017

» Bruno Amable, *Who wants the contrat de travail unique? Social support for labour market flexibilisation in France* (University of Paris I, CEPREMAP, Institut Universitaire de France) 2013.

» IMF, 2003. „Unemployment and Labor Market Institutions: Why Reforms Pay Off,“ *World Economic Outlook*, April, pp. 129-150.

---

\* ... Der [...]Gesetzentwurf der Fraktion der SPD, der sich im Kern auf [...] „Die Erhebung jeglicher Art von Studiengebühren durch das Land oder die staatlich finanzierten Hochschulen in Nordrhein-Westfalen findet nicht statt“ in § 5 Abs. 1 des geltenden Hochschulgesetzes beschränkt, ist aus Sicht des CHE abzulehnen. Der Vollständigkeit halber sei gesagt, dass die CHE die Ablehnung im weiteren Verlauf differenziert und sich z.B. gegen das Baden-Württembergische Modell von Studiengebühren (für Ausländer) ausspricht.

# Präklinische Wirksamkeit? Wen schert's!

VON DANIEL STRECH, BERLIN

Als Professor für Medizinethik durfte Daniel Strech mit seinen Kollegen kürzlich einen Blick in die Antragsdokumente für frühe klinische Forschung werfen – und stellte dabei Erstaunliches fest: Sicherheit und Wirksamkeit scheinen niemanden zu kümmern.



Stellen Sie sich vor, nach zehn Jahren nervenaufreibender Zeit-, Personal- und Kosten-intensiver Laborforschung (*in vitro*, *in silico* und *in vivo*) zur Wirksamkeit und Sicherheit einer neuen therapeutischen Intervention interessiert sich im Vorfeld der ersten Testung am Menschen offenbar niemand dafür. Jedenfalls nicht für die Wirksamkeit. Kann das sein? Vielleicht nicht immer und nicht genau so. Aber erstaunlich ist schon, was wir jüngst festgestellt haben, als wir einen Blick in die Antragsdokumente für frühe klinische Forschung zu neuen Arzneimitteln werfen durften.

Doch zunächst einige Schritte zurück. Ein Großteil der Laborforschung wird durchgeführt, um besser begründen zu können, dass bestimmte neue therapeutische Ansätze wirksam und sicher sein können. Mit „besser begründen“ kann keine perfekte Begründung gemeint sein. Es geht um eine „ausreichende“ oder „bestmögliche“ Begründung.

Im Grunde ist die Frage danach, wann die präklinische Laborforschung *ausreichend* für die Begründung klinischer Testungen ist, der Dreh- und Angelpunkt translationaler Forschung. Diese Klärungsprozesse sind eine Wissenschaft an sich; eine extrem komplexe, aber dadurch auch extrem spannende, faszinierende Aufgabe. Die Klärung muss unwei-

gerlich stark auf den Einzelfall bezogen sein [1]. Man muss sich mit den Spezifika der chemischen Verbindung auskennen, den relevanten Targets und Biomarkern, den Tiermodellen, der Pharmakokinetik, Toxikologie, Pharmakodynamik und vielem mehr. Aber die Frage, ob und wann genau die Laborforschung *ausreichend* ist, kann man mit diesem biologischen Spezialwissen allein nicht beantworten.

Es geht ergänzend um die Frage, ob und wann genau der aus der Laborforschung zur Verfügung stehende *Body of Evidence* eine *ausreichend* gute Prädiktion erlaubt für die Wirksamkeit und Sicherheit in der Anwendung beim Menschen. Diese Prädiktion auf der Basis präklinischer Forschung ist niemals perfekt – sonst benötigt man keine klinische Forschung mehr. Sie ist sogar meist stark eingeschränkt, weil Tiermodelle nur begrenzt prädiktiv sind. Aber Prädiktion muss in irgendeiner Form möglich sein – sonst benötigt man keine präklinische Forschung mehr, weder *in vitro*, noch *in silico* oder *in vivo*.

Die an translationaler Forschung beteiligten Akteure (unter anderem Studienärzte, Sponsoren und Behörden) müssen beurteilen (können), ob die Laborforschung A) die wichtigen Fragen in einem bestimmten therapeutischen Bereich adressiert hat und B) wie gut die

Prädiktion durch diesen *Body of Evidence* ist. Auf dieser Basis wird dann eine Nutzen-Schaden-Bewertung durchgeführt, bevor es in die erste Testung am Menschen geht.

Nun wäre zu erwarten, dass es trotz aller Spezifika für einzelne therapeutische Gebiete doch einige, über die Jahrzehnte erarbeitete, allgemeine Standards gäbe zu der Frage, wie man das *Ausreichende* der Präklinik begründet. An welchen Orientierungspunkten sollen die Forschenden, Sponsoren und Behörden diese Entscheidung festmachen? Wie sehen Fallbeispiele aus, die als Vorbilder verwendet werden können?

Standardlehrbücher zur Entdeckung und Entwicklung von Arzneimitteln helfen bei der Beantwortung dieser Kernfrage nicht. Es gibt viele Kapitel, die beschreiben, wie man Laborforschung durchführt. Und es gibt viele Kapitel dazu, wie man klinische Forschung durchführt. Aber es gibt keine Kapitel, die beschreiben, wie man trotz aller Komplexität bestmöglich und für andere nachvollziehbar entscheidet, wann ein präklinischer *Body of Evidence* *ausreichend* oder *gut genug* ist, um den Schritt in die klinische Forschung zu wagen. Ein typisches „Black Box“-Phänomen?

Auch andere Quellen helfen hier nicht weiter. Die Deklaration von Helsinki [2], das Arz-

neimittelgesetz (AMG) und weitere Leitlinien zur Forschungsethik [3] fordern explizit eine Nutzen-Schaden-Abwägung im Vorfeld von Phase-I/II-Studien auf der Basis von Tierforschung. Aber eine Hilfestellung dazu, wie die Tierstudien als *ausreichend* oder *nicht ausreichend* zu bewerten sind, findet sich dort ebenfalls nicht. Auch ein Blick in die vielen Leitlinien der Regulierungsbehörden wie EMA (Europäische Arzneimittel-Agentur) und FDA (*Food and Drug Administration*) bleibt ergebnislos. Es gibt im Übrigen auch keine Beiträge, die rechtfertigen oder erklären könnten, warum es diese Leitlinien oder Standards nicht gibt. Also vielleicht ist es gar keine „Black Box“ sondern sogar ein „Blind Spot“?

Man könnte das vielleicht verstehen, wenn einfach alles gut läuft, wenn der Erfolg die Mittel heiligt, sprich wenn die meisten präklinischen Wirksamkeitsstudien offensichtlich gut voraussagen, was im klinischen Versuch zu erwarten ist. Aber genau das scheint ja eben nicht zu funktionieren. Im Gegenteil, hier liegt ein zentrales Problem der translationalen Forschung. Nur circa zehn Prozent der Arzneimittel, die als präklinisch „ausreichend-getestet“ befunden und klinisch getestet wurden, werden schlussendlich auf dem Markt zugelassen [4]. Der allergrößte Teil der Fehlschläge scheidet an fehlender Wirksamkeit [4].

In den letzten fünf Jahren wurde dieses Translationsproblem zunehmend auf die mangelnde „Vertrauenswürdigkeit“ der präklinischen Daten zurückgeführt [5, 6]. Mit „vertrauenswürdig“ sind dabei Aspekte wie Validität, Reliabilität und Publikationsbias gemeint. Der *Body of Evidence* aus der Laborforschung kann zwar alle wichtigen Fragen adressiert haben, aber dies mit Studiendesigns,

die ein zu hohes Verzerrungs- beziehungsweise Bias-Potential haben. Um das Bias-Risiko zu reduzieren, wird allgemein empfohlen (nicht nur in der Laborforschung), Maßnahmen zu ergreifen wie Fallzahlberechnung, Randomisierung und Verblindung bei der *Outcome*-Erhebung. Je näher man der klinischen Translation kommt, umso wichtiger wird die Verwendung der oben genannten Maßnahmen, die insgesamt in ein *confirmatorisches* Studiendesign münden sollten [7, 8]. Für die Frage, ob ein bestimmter *Body of Evidence ausreichend* ist, wäre die Frage nach der Glaubwürdigkeit der Studien natürlich genauso wichtig wie die Frage nach den Ergebnissen dieser Studien [9].

»Vielleicht existieren ja zwei Parallelwelten der Laborforschung?«

Interessanterweise haben insbesondere Vertreter der forschenden Arzneimittelhersteller in zwei viel diskutierten Beiträgen in Frage gestellt, ob man die aus den akademischen Laboren heraus publizierten Tierstudien zur Wirksamkeit eines potentiell effektiven Arzneimittels überhaupt für die Begründung von klinischen Studien verwenden sollte [5, 6].

Ihre Skepsis gilt nicht dem grundsätzlichen Bedarf an Tierstudien. Beide Beiträge halten Tierstudien für essentiell in der Arzneimittelentwicklung. Ihnen geht es um unzureichende Studiendesigns und die Vermutung einer verzerrten Publikation von vorrangig positiven, erwünschten Studienergebnissen. Die

drei Vertreter von Bayer *Health Care* betonen in ihrem Beitrag das sehr geringe Vertrauen in die Daten aus akademischen Laboren und sagen, dass dies eine „*unspoken rule among early-stage venture capital firms*“ sei [6]. Sie stellen explizit fest, dass für die zentralen Entscheidungen darüber, ob die Präklinik *ausreichend* ist oder nicht, zwei Dinge notwendig sind: „*in-depth biological understanding of a target*“ und „*confirmatory validation studies*“ [6]. Viele weitere Expertenbeiträge der letzten Jahre haben die Bedeutung *confirmatorischer* Studiendesigns in der präklinischen Tierforschung betont [7, 8]. Und viele *Meta-Research*-Projekte zur akademischen Tierforschung zeigen, dass zum einen kaum über Fallzahlplanung, Randomisierung oder Verblindung berichtet wird [10, 11] und dass zum anderen ein starker Verdacht auf Publikationsbias besteht [12, 13].

An dieser Stelle könnte der Beitrag enden und fordern, dass es Leitlinien und Lehrbuchkapitel zu diesem Thema bedarf. Insbesondere die Regulierungsbehörden wie EMA und FDA sollten Mindestanforderungen an *confirmatorische* Studiendesigns für die präklinische Wirksamkeit erarbeiten.

Aber etwas bleibt doch merkwürdig. Der riesige Tanker der klinischen Arzneimittelforschung steht ja nicht im Dock und wird dort seit den beiden Beiträgen aus den Reihen von Bayer *Health Care* und Amgen repariert. Er befindet sich weiter auf hoher See. Zwar bemängeln die Vertreter der Arzneimittelhersteller die Studiendesigns akademischer Tierstudien. Aber auf welcher Begründungsbasis beruht dann die aktuelle klinische Forschung? Und warum beklagen sich die Regulierungsbehörden und Ethikkommissionen nicht darüber, dass der *Body of Evidence* insbe- »



**Special Offer**  
Amount per Aliquot: 5mg,  
Purity 95%, HPLC purified

**Buy one get two**  
Promotion code:  
**LJ/8/18**

**Find more peptides in our web shop!**

peptides & elephants GmbH  
Neuendorfstraße 20b • 16761 Hennigsdorf  
Phone +49 (0) 33 02 20 22 00 0  
[www.peptides.de](http://www.peptides.de)

**in stock: Immunity, Viral, Neurology, Cell Permeable and Penetrating-Peptides**

Name	Sequence	Order#	Price (€)
CMV pp65 (495-503)	NLVPMVATV	EP01480	50,00 €
EBNA-1 Protein (562-570)	FMVFLQTHI	EP04510	50,00 €
EBV BMLF-1 (HLA-A*0201) 280-288	GLCTLVAML	EP07604	50,00 €
EBV EBNA-3A (HLA-B*0702) 379-387	RPPIFIRRL	EP05817	50,00 €
EBV EBNA-3A (HLA-B*0801) 325-333	FLRGRAYGL	EP06163	50,00 €
EBV LMP2 (HLA-A*2402) 131-139	PYLFWLAAI	EP05807	50,00 €
gp100 (HLA-A*0201)	YLEPGPVTA	EP07871	50,00 €
HIV pol (HLA-A*0201)	ILKEPVHGV	EP08035	50,00 €
HPV 16 E7 (H-2 Db) 49-57	RAHYNIVTF	EP07741	50,00 €
HPV-EBNA1	HPVGEADYFEY	EP08274	50,00 €
IE-1 316-324	ILEETSVML	EP06999	50,00 €
MART-1 (HLA-A*0201)	ELAGILITV	EP05754	50,00 €
MOG-Peptid (35-55)	MEVGYRSPFSRVVHLYRNGK	EP02036	210,00 €
FLAG-Peptid	DYKDDDDK	EP01741	50,00 €
3x FLAG Peptid	DYKDDDDK-DYKDDDDK-DYKDDDDK	EP07918	230,00 €
[beta]-Amyloid (1-40), rat	DAEFGHDSGFVRHQKLVFFAEDVGSNKGAIIGLMVGGVV	EP10059	700,00 €

» sondern auf der Seite der Studienvolidität nicht *ausreichend* ist, um frühe klinische Studien angemessen zu begründen? Vielleicht existieren ja zwei Parallelwelten der Laborforschung? Einmal die akademische, in *peer-reviewed Journals* publizierte Welt, der die forschenden Arzneimittelhersteller (und Regulierungsinstanzen?) eh nicht trauen und eine zweite *in-house* Tierforschung der privaten Unternehmen und CROs (*Contract Research Organizations*), die von den Studiendesigns konfirmatorisch angelegt sind? Denn warum sollten forschende Arzneimittelhersteller Millionen von Euro für klinische Arzneimittel-

»Das Fehlen „negativer“ präklinischer Wirksamkeitsstudien wirft die Frage auf, ob diese bewusst nicht berichtet wurden.«

programme ausgeben auf der Basis von Tierstudien, von denen sie ja selber sagen, dass sie nicht vertrauenswürdig sind und zu der hohen Fehlerrate beitragen? Wenn man also den präklinischen *Body of Evidence* betrachtet, der am Ende von den privaten Sponsoren klinischer Forschung in Antragsdokumenten (sogenannte „*Investigator Brochures*“) zusammengefasst wird und den Regulierungsbehörden und Ethikkommissionen vorgelegt wird, dann sieht die Welt dort eventuell ganz anders aus? Das würde auch erklären, warum sich die Regulierungsbehörden und Ethikkommissionen bislang gar nicht in die Debatte einschaltet haben.

Deshalb haben wir uns sehr dafür interessiert, einen Blick in eben jene Antragsdokumente zu werfen, die auf der Basis von Daten aus der Laborforschung – in der Regel Tierfor-

schung – begründen, warum eine klinische Studie durch eine Behörde wie dem BfArM (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte) oder dem Paul-Ehrlich-Institut bewilligt werden sollte. Dank dreier deutscher Ethikkommissionen haben wir Zugang zu einem nicht weiter vorselektierten *Sample* der letzten 109 vor Ort geprüften *Investigator Brochures* zu Phase-I/II-Arzneimittelstudien erhalten. Wir haben diese Dokumente nach allen präklinischen Wirksamkeitsstudien (PKWS) durchsucht und konnten am Ende 708 davon zusammenstellen. Ich stelle im Folgenden drei zentrale Ergebnisse vor, eine ausführlichere Methoden- und Ergebnisdarstellung findet sich in [14].

Erstens, wurden nur für elf Prozent der 708 PKWS eine Referenz zu einer öffentlich zugänglichen Publikation angegeben. Viele Expertinnen und Experten aus der Arzneimittelentwicklung finden das nicht verwunderlich, weil es sich bei den PKWS ja im Grunde um ein Geschäftsgeheimnis handele. Wobei aus der Perspektive der Tierforschungsethik alle Ergebnisse aus Tierstudien zeitnah publiziert werden sollten; aber das ist ein anderes Thema. Für die Begutachtung klinischer Studien heißt dieser Befund jedoch, dass sich Behörden und Ethikkommissionen nicht einfach auf vorausgegangene *Peer-Reviews* von Fachzeitschriften verlassen können. Bevor die Behörden die Ergebnisse der PKWS bewerten, müssen sie zunächst selber deren Qualität beziehungsweise Glaubwürdigkeit prüfen.

Das führt uns zum zweiten Ergebnis: Für keine der 708 PKWS wurde in den *Investigator Brochures* eine Fallzahlberechnung oder eine verblindete Erhebung der *Outcomes* berichtet. Nur für fünf Prozent aller PKWS wurde eine Randomisierung beschrieben. Sogar die Fallzahl verwendeter Tiere wurde nur für 25 Prozent der PKWS dargestellt. Für die Studien, die eine Fallzahl berichteten, lag der Mittelwert getesteter Tiere pro Studienarm bei  $n=8$ .

Natürlich konnten wir nur die Praxis des *Reportings* in den *Investigator Brochures* untersuchen. Vielleicht wurden Fallzahlberechnungen, Verblindung und Randomisierung viel häufiger oder sogar immer angewendet, nur halt nicht berichtet? Man weiß es nicht, wenn man nur die *Investigator Brochure* vorliegen hat. Auf der Informationsbasis der *Investigator Brochures* können Behörden und Ethikkommissionen aber beim besten Willen nicht prüfen, ob die präklinische Laborforschung *ausreichend* für die Begründung der geplanten klinischen Studie ist.

Der dritte Befund unserer Auswertung ist das fast vollständige Fehlen von PKWS mit „negativem“ Ergebnis, also Studien, die nicht den erwünschten Effekt zeigen. Über achtzig Prozent aller 109 *Investigator Brochures* berichteten nur positive PKWS. Wiederum mag ein-

gewendet werden, dass auch dies nicht verwunderlich ist, denn warum sollte jemand eine klinische Studie durchführen und finanzieren wollen, wenn die entsprechende präklinische Forschung negativ war? Aber hier lohnt ein zweiter und dritter Blick. Zum einen benötigen wir „negative“ präklinische Studien, um das „*Window of Opportunity*“ besser einschätzen zu können: Bei welcher Dosierung, zu welchem Zeitpunkt der Erkrankung oder mit welcher Applikationsart stellen sich die erwünschten Effekte ein und wann nicht mehr? Oder wirkt es einfach immer? Zum anderen muss allein aus Gründen des Zufalls in einer *insgesamt* erfolgreichen Medikamentenentwicklung ab und an mal eine PKWS negativ ausgefallen sein. Das können ja „falsch negative“ Befunde sein. Aber bei einer Fallzahl von im Mittel acht Tieren pro Gruppe, ist es allein aus statistischen Überlegungen sehr unwahrscheinlich, dass immer nur das „richtig positive“ Ergebnis ermittelt wurde. Das Fehlen „negativer“ PKWS wirft zumindest die Frage auf, ob diese bewusst nicht berichtet wurden. Ausgehend von einer investigativen Studie des *BMJ* wurde zu diesem Thema jüngst ein spannender Essay verfasst [15].

»Ein Vertreter der US-Gesundheitsbehörde NIH fand unsere Ergebnisse „incredibly alarming“.«

Ich komme zum Ende. Die oben erfolgte Schlussfolgerung, dass Regulierungsinstanzen Mindestforderungen an *ausreichende* präklinische Wirksamkeitsstudien für die klinische Translation erarbeiten sollten, bleibt bestehen. Nach unseren neuen Erkenntnissen zur Informationsqualität in *Investigator Brochures* müsste man ergänzend empfehlen, dass in den Antragsdokumenten ausführlicher über die Studiendesigns der PKWS berichtet wird. Erst dann können nicht nur die Sponsoren, sondern auch die Studienärztinnen und -ärzte, die Behörden und Ethikkommissionen nachvollziehen, ob diese PKWS *ausreichend* sind. Wären zudem in *Investigator Brochures* nur solche PKWS erlaubt, die prospektiv registriert wurden, ließe sich in Zukunft sogar klären, ob es tatsächlich nur positive PKWS gibt [16, 17].

Aber auch mit diesen allgemeinen Empfehlungen bleiben viele Fragen offen. Warum ist die aktuelle Situation so wie sie ist? Warum dulden die Studienärztinnen und -ärzte (*Principal Investigators*) von Phase-I/II-Studien die völlig unzureichende Informationsqualität zur präklinischen Wirksamkeit, die doch die klinische Studie erst begründen soll? Studienärztinnen und -ärzte sollten ihre Patientinnen und Patienten nicht in klinische Studien

## Zum Autor

**Daniel Strech** studierte Medizin und Philosophie unter anderem in Düsseldorf. Seit 2014 war Strech Professor für Medizinethik an der Medizinischen Hochschule Hannover. Am 1. Juni 2018 trat er die neue Professur für Translationale Bioethik an der Charité – Universitätsmedizin Berlin an. Strech übernimmt außerdem am Berliner Institut für Gesundheitsforschung eine Arbeitsgruppe am QUEST Center for Transforming Biomedical Research.

einschließen, die nicht *ausreichend* begründet sind. Warum dulden die unabhängigen Behörden und Ethikkommissionen diese Situation? Eine mögliche Antwort wäre, dass Studienärztinnen und -ärzte sowie Regulierungsinstanzen den Arzneimittelherstellern in zumindest diesem Punkt vollständig vertrauen. Warum sollten Arzneimittelhersteller auch teure klinische Studien durchführen, die nicht *ausreichend* begründet sind beziehungsweise besser begründet werden müssten? Diese Antwort wäre möglich, aber nicht angemessen. Denn wofür gibt es unabhängige Instanzen, wenn sie nicht prüfen, ob die klinische Studie überhaupt Sinn ergibt?

Aber die Fragen gehen noch weiter. Bedeutet das fehlende *Reporting* zu Fallzahlberechnung, Verblindung und Randomisierung, dass diese Maßnahmen zur Erhöhung der Glaubwürdigkeit tatsächlich in den meisten Fällen nicht angewendet wurden? Warum bauen die forschenden Arzneimittelhersteller auf dieser *nicht ausreichenden* Datenbasis ihre millionenschweren klinischen Forschungsprogramme auf? Sie wissen doch selber (zumindest als „*unspoken rule*“, siehe oben), dass man solchen Studien nicht trauen sollte. Solange wir keinen Zugang zu den Studienpro-

tokollen von den *in-house* PKWS haben, die in *Investigator Brochures* berichtet werden, solange werden wir nicht genau wissen, wie *ausreichend* die präklinische Forschung wirklich ist.

In Reaktion auf unsere Ergebnisse der *Investigator-Brochures*-Auswertung, hat *Science* einige *Key-Stakeholder* der translationalen Forschung gefragt, wieso die Situation so ist wie sie ist [18]. Die FDA wollte sich dazu nicht äußern. Ein Vertreter der US-Gesundheitsbehörde NIH (*National Institutes of Health*) fand die Ergebnisse „*incredibly alarming*“. Ein internationaler Experte für frühe klinische Forschung und „*Novel Therapy Development*“ sagte wortwörtlich, dass Tierexperi-

mente eben schlechte Prädiktoren sind und dass man sich deshalb gar nicht auf die präklinischen Informationen in den *Investigator Brochures* konzentrieren, sondern einfach noch mehr direkte Translation in die klinische Forschung machen sollte [18]. Präklinische Wirksamkeit? Wen schert's!



## Referenzen

- [1] Narayanan G, Salmikangas P, Schneider CK, Galli MC, Trouvin JH, Flory E, Cossu G, Ovelgonne H: *Clinical development of Gene therapy needs a tailored approach: A regulatory perspective from the EU. Hum Gene Ther Clin Dev* 2014.
- [2] World Medical Association: *Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, Fortaleza*. In.; 2013.
- [3] CIOMS: *International Ethical Guidelines for Health-Related Research Involving Human Subjects*. Geneva: Council for International Organizations of Medical Sciences; 2016.
- [4] Hay M, Thomas DW, Craighead JL, Economides C, Rosenthal J: *Clinical development success rates for investigational drugs. Nat Biotechnol* 2014, 32(1):40-51.
- [5] Begley CG, Ellis LM: *Drug development: Raise standards for preclinical cancer research. Nature* 2012, 483(7391):531-533.
- [6] Prinz F, Schlange T, Asadullah K: *Believe it or not: how much can we rely on published data on potential drug*

*targets? Nat Rev Drug Discov* 2011, 10(9):712.

- [7] Kimmelman J, Mogil JS, Dirnagl U: *Distinguishing between exploratory and confirmatory preclinical research will improve translation. PLoS biology* 2014, 12(5):e1001863.
- [8] Mogil JS, Macleod MR: *No publication without confirmation. Nature* 2017, 542(7642):409-411.
- [9] Kimmelman J, Federico C: *Consider drug efficacy before first-in-human trials. Nature* 2017, 542(7639):25-27.
- [10] Vogt L, Reichlin TS, Nathues C, Wurbel H: *Authorization of Animal Experiments Is Based on Confidence Rather than Evidence of Scientific Rigor. PLoS biology* 2016, 14(12):e2000598.
- [11] Macleod MR, Lawson McLean A, Kyriakopoulou A, Serghiou S, de Wilde A, Sherratt N, Hirst T, Hemblade R, Bahor Z, Nunes-Fonseca C et al: *Risk of Bias in Reports of In Vivo Research: A Focus for Improvement. PLoS biology* 2015, 13(10):e1002273.
- [12] Sena ES, van der Worp HB, Bath PM, Howells DW, Macleod MR: *Publication bias in reports of animal stroke studies leads to major overstatement of efficacy.*

*PLoS biology* 2010, 8(3):e1000344.

- [13] ter Riet G, Korevaar DA, Leenaars M, Sterk PJ, Van Noorden CJ, Bouter LM, Lutter R, Elferink RP, Hooft L: *Publication bias in laboratory animal research: a survey on magnitude, drivers, consequences and potential solutions. PLoS One* 2012, 7(9):e43404.
- [14] Wieschowski S, Chin WWL, Federico C, Sievers S, Kimmelman J, Strech D: *Preclinical efficacy studies in investigator brochures: Do they enable risk-benefit assessment? PLoS biology* 2018, 16(4):e2004879.
- [15] Cohen D: *Oxford vaccine study highlights pick and mix approach to preclinical research. BMJ* 2018, 360:j5845.
- [16] Wieschowski S, Silva DS, Strech D: *Animal Study Registries: Results from a Stakeholder Analysis on Potential Strengths, Weaknesses, Facilitators, and Barriers. PLoS biology* 2016, 14(11):e2000391.
- [17] Kimmelman J, Anderson JA: *Should preclinical studies be registered? Nat Biotechnol* 2012, 30(6):488-489.
- [18] Yasinski E: *Study questions animal efficacy data behind trials. Science* 2018, 360(6385):142.

# Wer Whistleblower nicht schützt, schadet der Wissenschaft

VON STEPHAN RIXEN, BAYREUTH

*Der Sprecher des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingesetzten Gremiums „Ombudsman für die Wissenschaft“ fordert einen angstfreien Umgang mit dem Thema „Whistleblowing“.*



Das Thema „Whistleblower in der Wissenschaft“ ruft, je nachdem, mit wem man spricht, ambivalente Reaktionen hervor. Der vertrauliche oder gar anonyme Hinweis auf mögliches wissenschaftliches Fehlverhalten führt – so befürchten die einen – in den Abgrund von übler Nachrede und Verleumdung, aus dem die beschuldigte Person selbst dann nicht mehr herauskomme, wenn an den Vorwürfen nichts dran sei. Für andere ist Whistleblowing das Allheilmittel gegen einen vermeintlich systemisch gestörten Wissenschaftsbetrieb, dem der Wille zu ernsthafter Selbstregulierung fehle. Für die Letzteren sind Whistleblower die letzten Ritter der wissenschaftlichen Redlichkeit. Für die Ersteren sind sie Desperados destruktiver Denunziationsucht.

Das klingt zugespitzt, aber wer mit Verantwortlichen auf der Leitungsebene in Universitäten oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen spricht, dem können durchaus eher skeptische Einschätzungen über

den Nutzen des Whistleblowing begegnen. Das ist nicht ganz unverständlich, denn aus der Sicht der Verantwortlichen einer Universität oder einer anderen Forschungseinrichtung ist Whistleblowing in erster Linie ein Thema des Krisenmanagements. Weil es bei den Vorwürfen in aller Regel nicht um *Peanuts* geht, landet die betroffene Institution im akuten Alarmzustand: Die Rechtsaufsicht im zuständigen Wissenschaftsministerium stellt Fragen; alle möglichen Räte und Beiräte sind (auch um den eigenen Ruf) besorgt; die Gruppendynamik in Arbeitsgruppen, Fachbereichen, akademischen Senaten und Studierendenvertretungen kommt in Fahrt – und in den Medien äußern sich wahre und bislang unbekannte Experten, die natürlich immer schon wussten, dass etwas faul ist und harte Konsequenzen fordern. Ist die Krise dann irgendwann und irgendwie bewältigt und hat man die mediale Beobachtung halbwegs überlebt, schlägt die Stunde der Ankündigungen, alles besser

und anders zu machen. Sie werden dann mehr oder weniger beherzigt beziehungsweise konsequent umgesetzt.

Leider wird jedoch die Frage, wieso die Krise gerade durch einen Whistleblower ausgelöst worden ist, meistens nicht gestellt. Die naheliegende Frage müsste doch sein: Wieso ist uns das Problem nicht ohne Whistleblower aufgefallen?

Nun gibt es keinen Grund, Whistleblower heiligzusprechen. Der Zellbiologe Sven Hendrix etwa war falschen Anschuldigungen ausgesetzt – er weiß also, wovon er spricht, wenn er die folgende Whistleblower-Typologie entwirft [1]: Nur „*honestly concerned PhD students or colleagues*“, so Hendrix, „*deserve to be protected without reservation*“. Die zweite Gruppe bilden „*angry (ex-)colleagues*“, welche die Karriere eines Wissenschaftlers oder einer Wissenschaftlerin beschädigen wollen, weil sie sich schlecht behandelt fühlen. Sie sind entweder tatsächlich überzeugt, dass er oder sie

sich wissenschaftlich inkorrekt verhalten hat – oder sie wissen gar durchaus, dass das nicht der Fall ist. Hier zwischen falscher Anschuldigung und berechtigtem Vorwurf zu unterscheiden, scheint besonders schwierig. Eine dritte Gruppe, die „Machiavellisten“, sind jene, die aus politischen, sehr persönlichen oder anderen Gründen möglicherweise nur halb-gare Verdächtigungen mit gezielter Vernichtungsabsicht aufblasen und gewillt sind, „to ruin the reputation of a scientist“. „These persons intentionally abuse the whistleblower status.“ Überdies gibt es laut Hendrix noch eine vierte Gruppe, die „crazy people“, die er folgendermaßen charakterisiert: „Sometimes a psychiatric problem cannot be excluded but only clinically trained psychiatrists are able to judge this. Characteristic behaviors are personal insults, multiple accusing emails to a broad audience including journal editors, colleagues, the press and/or politicians – sometimes over long periods as well as numerous accusations based on various ‘suspicious’ elements of a publication or stalking behavior.“

Dies ist keine trennscharfe Typologie, aber eine, die – immerhin – das Feld der Whistleblower-„Typen“ etwas strukturiert. Wer die Realität des Whistleblowings kennt, weiß, dass gelegentlich – sagen wir – Grenzgängerinnen und Grenzgänger am Werke sind, deren Verhalten bei allem Verständnis schwer nachzuvollziehen ist. Man sollte allerdings aufpassen, nicht zu viele für „crazy“ zu erklären. Das wäre ein sicheres Indiz dafür, sich die Sache zu einfach zu machen. Hendrix will selbst bei „angry (ex-)colleagues“ und „crazy people“ nicht ausschließen, dass die Anschuldigungen tragfähig sind. Auch aufgrund zweifelhafter Absichten kann Wahres zutage treten.

Damit stellt sich die schwierige Aufgabe, Motivlagen so aufzuhellen, dass erkennbar wird, ob eine unlautere Schädigungsabsicht verfolgt wird oder nicht. Zusammen mit dem Amsterdamer Epidemiologen Lex Bouter, der zu den weltweit führenden Experten auf dem Gebiet der *Research Integrity* gehört,

»Besonders schwierig scheint es, zwischen falscher Anschuldigung und berechtigtem Vorwurf zu unterscheiden.«

hat Hendrix ein Vorgehen empfohlen, das auch das Interesse der angeschuldigten Person im Blick hat. Fasst man ihre Vorschläge zusammen, dann empfehlen Bouter und Hendrix [2] – ähnlich wie vor ihnen schon Gunsalus [3] – allen Whistleblowern skrupulöse Selbstkritik und das Einholen einer *Second Opinion*; außerdem sollten sie vorgesehene Verfahren nutzen.

Auch wenn sie es nicht so deutlich sagen: Bouter und Hendrix halten nichts von einem direkten Gang in die Öffentlichkeit, wie er heutzutage auf Portalen wie *PubPeer* oder *Retraction Watch* leicht umzusetzen ist. Vielleicht muss man selbst einmal Opfer einer Falschbeschuldigung gewesen sein, um zu begreifen, dass solche Portale ein zweischneidiges Schwert sein können.

Das Problem dieser Vorschläge ist: *PubPeer*, *Retraction Watch* und andere internetbasierte Veröffentlichungsorte gäbe es vermutlich nicht, wenn die Verfahren, auf die Bouter und Hendrix bauen, tatsächlich zur Zufriedenheit derer funktionieren würden, die Vorwür-

fe wissenschaftlichen Fehlverhaltens äußern. Wer verhindern will, dass diese Portale zum Pranger werden, der Unschuldige trifft, wird nicht umhinkönnen, die Verfahren an Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen, die sich mit Vorwürfen wissenschaftlichen Fehlverhaltens beschäftigen, zu professionalisieren. Wenn das unterbleibt, darf sich niemand wundern, dass Whistleblowing mit breiter Streuung in der Öffentlichkeit praktiziert wird. Eine Forschungseinrichtung, die von einem öffentlichen Whistleblowing betroffen ist, sollte zügig prüfen, ob die internen Verfahren verbesserungsbedürftig sind.

Dass das Thema „Gute wissenschaftliche Praxis“ (GWP) bzw. „Wissenschaftliche Integrität“ trotz guter Ansätze in vielen Einrichtungen immer noch stiefmütterlich behandelt wird, hat mit dem zu tun, was ich das „Schiedsrichter-Vorurteil“ nennen möchte. Die Schiedsrichterleistung interessiert eigentlich nur, wenn es zu umstrittenen Entscheidungen kommt: nicht gegebene „klare“ Elfmeter, aberkannte Tore wegen eines „zu Unrecht“ angenommenen Abseits, und so weiter. Im Zentrum des Publikumsinteresses steht das, was die beiden Teams auf dem Spielfeld anstellen. Schiedsrichter gelten schnell als Störfaktoren, die vom Eigentlichen, dem Spiel, ablenken – es schlimmstenfalls sogar „kaputt pfeifen“.

Was hierbei übersehen wird, ist, dass das „Eigentliche“, das Spiel, von einem gleichsam unsichtbar immer mitlaufenden Regelnetz gesteuert wird, das dem Fußballspiel erst seine Gestalt gibt. Das Fußballspiel ist ohne die Spielregeln als Möglichkeitsbedingung eines hoffentlich ansehnlichen, mitreißenden Spiels gar nicht vorstellbar. Mögen alle Fußballer die Spielregeln auch mehr oder minder gut >>

30%  
OFF

ICE-CHALTI PRIESÄ FÜR DÄ SUMMÄR!

Im Juli und August alles im  
Biosynth EU Outlet Store  
30% günstiger.

Zum Beispiel: BCIP, NBT, DTE, DTT, IPTG, Tetracycline, PMSF, X-beta-D-glucoside, Bromothymol blue, Neutral Red, Coelenterazine, Luciferin, Spermidine, Dodecyl maltoside (DDM), Octylglucoside (OG), Octyl thioglucoside (OTG), Digitonin, ...

BIOSYNTH®  
CHEMISTRY & BIOLOGY

» kennen, müssen die Regeln doch von Zeit zu Zeit durch einen neutralen Dritten, einen Schiedsrichter beziehungsweise eine Schiedsrichterin, in Erinnerung gerufen werden. Sie machen beim Auftreten eines Regelverstößes mit einem performativen Akt die Relevanz der Regel sichtbar: „[I]t is [...] of fundamental importance that justice should not only be done, but should manifestly and undoubtedly be seen to be done“, so die berühmte Einsicht des englischen Lord Chief Justice Gordon Hewart [4]. Deshalb müssen Ombudspersonen, Fehlverhaltenskommissionen und die Verantwortlichen einer Forschungseinrichtung auch mal die rote Karte zücken. Fairplay fällt nicht vom Himmel, sondern muss mit sehr irdischen Mitteln gegen diejenigen durchgesetzt werden, die nichts von Fairplay halten. Das gilt im Sport wie in der Wissenschaft, die als kompetitive Veranstaltung mehr Ähnlichkeiten mit dem Teamsport aufweist, als dem Forschungspersonal mitunter bewusst sein mag.

Wer sich mit GWP befasst, ist also kein moralisierender *Low Performer*, der es in der „eigentlichen“ Wissenschaft nicht hingekriegt hat. Es sind vielmehr die, die begriffen haben, dass auch die Wissenschaft von einem Regelnetz durchwirkt wird, das zu ihr selbst gehört. GWP-Regeln sind konstitutives Element der Wissenschaft, wie die Fußballregeln zum Fußballspiel gehören. Nur wer diese – im Kern:

wissenschaftstheoretische – Einsicht verinnerlicht hat, begreift den Sinn aller Anstrengungen, sich mit den GWP-Regeln zu befassen [5].

Und übrigens: Die gelegentlich zu hörende Unterstellung, wer sich mit GWP befasst, beschäftige sich nicht mit dem „Eigentlichen“ der Wissenschaft, sei also in Wahrheit gar kein

---

»Nur wer Wissenschaft von innen kennt, weiß, worum es bei guter wissenschaftlicher Praxis geht.«

---

richtiger Wissenschaftler, passt nicht zur Empirie. Wer den Lebenslauf vieler Ombudspersonen betrachtet, dürfte ob der wegweisenden Publikationen, der Stipendien, Preise und Drittmittel-geförderten Forschungsprojekte, die da im Laufe des Lebens angesammelt wurden, ins Staunen geraten. Auch das belegt: Nur wer die Wissenschaft von innen, also aus der Forschungspraxis bestens kennt, weiß, wovon er oder sie spricht, wenn es um die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis geht.

Damit wissenschaftliche Integrität entsteht und lebendig bleibt, muss jede Forschungseinrichtung für Maßnahmen sorgen, die gewährleisten, dass GWP-Regeln nicht nur eingehalten, sondern dauerhaft im Bewusstsein der Forschenden präsent bleiben [6]. Notwendig ist „GWP-Compliance“, die zum Beispiel auch den Schutz von Whistleblowern und betroffenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sichert. Der Begriff „Compliance“

steht für ein Set aufeinander abgestimmter Maßnahmen, die gewährleisten sollen, dass Regeln, aber auch die sie fundierenden Prinzipien eingehalten beziehungsweise internalisiert werden. *Compliance* wird meistens mit Wirtschaftsunternehmen assoziiert, gilt aber letztlich für jede Organisation, die sicherstellen will, dass die maßgeblichen normativen Erwartungen nicht nur auf dem Papier bestehen, sondern tatsächlich eingelöst werden.

Was bedeutet das konkret? Hier einige Überlegungen mit exemplarischem Blick auf die Universitäten, die für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen entsprechend gelten:

» *GWP ist Leitungsaufgabe*: Nur wenn die Leitungsebene es sich zu eigen macht, wird dem Thema „GWP“ auch bei der Profilentwicklung der Einrichtung die gebotene Beachtung geschenkt. Die Leitung – der Präsident, die Rektorin – muss eine Vorstellung davon haben, dass es nicht genügt, GWP-Regeln auf der Homepage zu veröffentlichen und ansonsten bloß passiv-wohlwollend hinter dem Thema zu stehen.

» *GWP ist eine Herausforderung für die Personalentwicklung*: Bei der Suche nach Präsidentinnen oder Rektoren könnten die zuständigen Gremien, wie etwa Hochschulräte, die Kandidatinnen oder Kandidaten fragen, was sie zum Thema GWP zu sagen haben. Wer hier nur heiße Luft produziert oder meint, die Medien würden Einzelfälle aufbauschen, lässt Zweifel an der Eignung entstehen. GWP lässt sich als Teil derjenigen Eignung, Leistung und Befähigung abbilden (Artikel 33 Absatz 2 des Grundgesetzes), die auch den Zugang zum Professorinnen- beziehungsweise Professorenamt



steuern. Deshalb sollte bei Stellenausschreibungen oder Berufungen schon in Ausschreibungstexten darauf hingewiesen werden, dass der Bewerber oder die Bewerberin mit GWP-Fragen vertraut sein muss. Ähnlich wie bei der Lehre ist zu erwarten, dass dies – je mehr es in Stellenausschreibungen gefordert wird – zu einem Bedarf an Fortbildungen führen wird, über die es dann Nachweise gibt, die einer Bewerbung beigelegt werden können. Natürlich können Zertifikate und dergleichen wissenschaftliche Integrität nicht garantieren, aber Fortbildungen schaffen Problembewusstsein.

» *GWP muss einen festen Platz im Studium haben:* Nach Angaben des Wissenschaftsrats bilden über 40 Prozent der Hochschulen im Grundstudium nicht zur GWP aus [7]. Die Weichen müssen zu Beginn des Studiums gestellt werden. Im Laufe des (Promotions-)Studiums kann das Thema vertieft werden. Graduiertenzentren und strukturierte Doktorandenprogramme sollten zur Selbstverständlichkeit werden. Wie groß die Chancen sind, insbesondere Professorinnen und Professoren für das Thema zu interessieren, die ihren Berufsweg und ihre Lehrangebote bislang erfolgreich am Thema vorbeigelenkt haben, ist schwer abzuschätzen. Aber auch hier kann es

Anlässe geben, sich vertieft mit dem Thema zu befassen. Kursangebote sollten vor allem vor Ort installiert werden, damit die Hürde, sich fortzubilden, möglichst niedrig ausfällt.

» *GWP sollte bei der hochschulpolitischen Steuerung wichtiger werden:* Dass GWP und wissenschaftliche Integrität im Universitätsalltag noch präsenter werden, könnte durch entsprechende Vorgaben in den Hochschulgesetzen, aber auch in den Zielvereinbarungen („GWP-Zielvereinbarung“) befördert wer-

»*Gute wissenschaftliche Praxis muss einen festen Platz im Studium haben.*«

den. Die DFG, aber auch andere Förderinstitutionen könnten die Anforderungen indirekt erhöhen, indem sie die Förderung von Projekten von anspruchsvollen GWP-Vorkehrungen – die zunächst definiert werden müssten – vor Ort abhängig machen. Die Unterschrift auf dem Förderantrag, mit der versichert wird, man werde sich an die Regeln der GWP halten, kann zumindest bisher auch nur gut ge-

meinte Symbolik sein. Von strengeren Vorgaben beispielsweise der DFG würde ein Sogeffekt ausgehen, dem sich keine Universität, die Fördergelder bekommen will, entziehen können wird.

» *GWP braucht ein bundesweites Monitoring und mehr Forschung:* Verlässliches empirisches Wissen über GWP beziehungsweise wissenschaftliches Fehlverhalten in Deutschland gibt es in Ansätzen durchaus [8], aber es ist ausbaufähig. Vertiefende Disziplin-spezifische ebenso wie fächerübergreifende Forschung ist dringend geboten, um den verbreiteten, sehr subjektiven Einschätzungen etwas entgegenzusetzen zu können. Ergänzend zu Forschungsprojekten sollten die hochschulpolitisch Verantwortlichen in Bund und Ländern ein GWP-Monitoring initiieren, um die Entwicklungen beziehungsweise Veränderungen im Bereich GWP besser nachverfolgen zu können. Auf dieser Basis ließe sich auch vor Ort besser gegensteuern und gestalten.

Zur GWP-Compliance gehört ein differenzierter Umgang mit dem Thema „Whistleblowing“. Da gibt es in der Tat noch einiges zu tun. In der DFG-Denkschrift zur „Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ [9] heißt es: „Die Anzeige des Whistleblowers hat in »



## SIE SIND DOCH KEIN ROBOTER...

### BEFREIEN SIE SICH VOM ROUTINE-PIPETTIEREN

# INTEGRA

#### ASSIST PLUS automatisiert Mehrkanalpipetten

Automatische Verdünnungsreihen, Reagenzzugaben und Probenummertaggierungen sind damit für jedes Labor **erschwinglich**. Kompatibel mit INTEGRAs elektronischen 4- bis 16-Kanalpipetten, liefert konsistente Pipettierergebnisse und entlastet Ihre Hände.





VIAFLO - elektronische Pipetten



VOYAGER - Pipetten mit einstellbarem Spitzenabstand

[www.integra-biosciences.com](http://www.integra-biosciences.com)

» gutem Glauben zu erfolgen [...]. Vorwürfe dürfen nicht ungeprüft und ohne hinreichende Kenntnis der Fakten erhoben werden.“ Wie diese Prüfung gelingt, an welchen Kriterien sie sich orientiert, und wann von einer hinreichenden Kenntnis der Fakten auszugehen ist, wird nicht erläutert. Nötig sind praktikable Indikatoren und Vorgehensweisen zur Ermittlung der Glaubwürdigkeit. Dazu braucht es Erfahrungen, die zu Erfahrungssätzen ver-

### »Angesichts der Trägheit von Menschen und Institutionen werden Whistleblower immer nötig sein.«

ichtet werden und die diejenigen weiterentwickeln, die sich in Ombudsstellen, Fehlverhaltenskommissionen oder an anderer Stelle mit Hinweisgeberinnen und Hinweisgebern beschäftigen.

So lassen sich manche Vorwürfe zum Beispiel unabhängig davon überprüfen, ob die Identität des Whistleblowers bekannt ist. Es wäre daher ein Fehlschluss anzunehmen, Anonymität spreche zwingend für Unglaubwürdigkeit. Wenn eine Universität auf eine Publikation eines bei ihr tätigen Forschers hingewiesen wird, in der (angeblich) Western Blots gefälscht wurden, ist dies in aller Regel überprüfbar, ohne dass die Person, die den Hinweis gegeben hat, bekannt sein muss. Auch bei Plagiaten lässt sich häufig anhand des Textes eine Bewertung abgeben. Anders kann das bei vertrackten Autorenschafts-Konflikten sein, wenn darüber gestritten wird, wer wem wann zugesagt hat, sie oder er dürfe Mitautorin beziehungsweise Mitautor sein.

Eine an vergleichsweise objektiven Daten ansetzende Überprüfung ist bei Vorwürfen, die sich auf menschliche Interaktionen

beziehen, kaum möglich. Wo es offensichtlich „menschelt“ und dies Folgen für die Bewertung des Verhaltens haben kann, muss die Identität des Whistleblowers bekannt sein – zwar nicht allen Mitgliedern einer Ombudsstelle, aber doch zumindest einem. Dass die Person nur einem Mitglied bekannt ist, optimiert den Vertraulichkeitsschutz, ohne die Überprüfung der Glaubwürdigkeit zu verunmöglichen. Dass der persönliche Eindruck je nach Vorwurf und sonstiger Beweislage sehr wichtig sein kann, liegt auf der Hand.

Darüber, wie im Einzelnen angemessen mit Whistleblowern umgegangen werden kann, sollte es einen aktiven Erfahrungsaustausch der Ombudspersonen und Fehlverhaltenskommissionen geben. Sie verfügen über unzählige Erfahrungen, die als *Good* oder *Best Practice* helfen können, die eigene Praxis vor Ort zu reflektieren. Auf dem Symposium der Ombudspersonen, welches das Gremium „Ombudsman für die Wissenschaft“ im Februar 2018 in Berlin veranstaltete, wurde immer wieder der Wunsch geäußert, entsprechende Foren des Erfahrungsaustauschs zu installieren. Ombudspersonen, so die Idee, könnten sich regelmäßig treffen und sich unter anderem über ihre Erfahrungen mit Whistleblowern austauschen – natürlich anonymisiert. Hierbei ginge es nicht um eine Standardisierung oder gar Uniformisierung „von oben“, sondern darum, in moderierter Form das eigene Erfahrungswissen anderen zur Verfügung zu stellen. Diese Art der unspektakulären Professionalisierung wäre ein wichtiger Baustein, um das Thema „Whistleblowing“ zu entdämonisieren.

Diejenigen Whistleblower, die dem Wissenschaftsbetrieb mit großem Misstrauen begegnen und nur Totalopposition für das Richtige halten, müssen sich fragen, ob diese Anti-Haltung auf Dauer wirklich weiterhilft. Wer den Internet-Pranger undifferenziert nutzt und leider auch Unschuldige trifft, spielt letztlich denen in die Hände, die das Whistleblowing generell ablehnen und meist auch nicht viel von der ganzen Debatte über GWP und *Research Integrity* halten.

Angesichts der Trägheit von Menschen und Institutionen werden Whistleblower immer nötig sein. Die Redlichen unter ihnen, es sind die meisten, haben Schutz verdient, und zwar gerade die, die als Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler vielfach ihre Existenz aufs Spiel setzen. Ich habe die Hoffnung, dass Whistleblower weniger zu tun haben werden, je mehr wir in der Wissenschaft Hinweisen auf Unregelmäßigkeiten ohne falsche Rücksichten nachgehen, je mehr wir also – angefangen bei den Leitungsebenen – nicht nur von einer Kultur der wissenschaftlichen Integrität reden, sondern sie folgenreich leben.

## Referenzen

- [1] Hendrix S. 2014. *What to do when you are falsely accused of scientific fraud?* <https://www.smartsciencecareer.com/falsely-accused/> [letzter Abruf am 10.06.2018].
- [2] Bouter, L.M., Hendrix, S. 2017. *Both Whistleblowers and the Scientists They Accuse Are Vulnerable and Deserve Protection. Accountability in Research.* 24:6. 359-366.
- [3] Gunsalus, C. K. 1998. *How to Blow the Whistle and Still Have a Career Afterwards. Science and Engineering Ethics.* 4:1. 51-64.
- [4] Hewart, G. 1924. *R v Sussex Justices, Ex parte McCarthy* ([1924] 1 KB 256, [1923] All ER Rep 233). [www.bailii.org](http://www.bailii.org) [Homepage des British and Irish Legal Information Institute, letzter Abruf am 10.06.2018].
- [5] Reydon, T. 2015. *Plagiate als Professionalisierungsproblem. Zitat, Paraphrase, Plagiat: Wissenschaft zwischen guter Praxis und Fehlverhalten.* hrsgg. v. Lahusen, C., Marksches, C. Campus Verlag. Frankfurt/New York. 293-304.
- [6] Rixen, S. 2018. *Wissenschaftliche Integrität als Aufgabe der Universitäten. Perspektiven des Wissenschaftsintegritätsrechts. Gedächtnisschrift für Arndt Schmehl, hrsgg. von Spieker gen. Döhmann, I., Wallrabenstein, A., Durner, W., Reimer, F., Duncker & Humblot.* Berlin (im Erscheinen).
- [7] Wissenschaftsrat. 2015. *Empfehlungen zu wissenschaftlicher Integrität, Positionspapier.* [www.wissenschaftsrat.de](http://www.wissenschaftsrat.de) [letzter Abruf am 10.06.2018].
- [8] Krempkow, R. 2016. *Wissenschaftliche Integrität, Drittmittel und Qualität in der Wissenschaft – empirische Befunde. Qualität in der Wissenschaft (QiW) – Zeitschrift für Qualitätsentwicklung in Forschung, Studium und Administration.* 10:2. 46-52.
- [9] Deutsche Forschungsgemeinschaft. 2013. *Denkschrift „Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“.* Ergänzte Auflage 2013. <http://www.dfg.de/> [letzter Abruf am 10.06.2018]

## Zum Autor

**Stephan Rixen** ist seit 2010 Professor für Verfassungs- und Verwaltungsrecht mit einem Schwerpunkt im Gesundheitsrecht an der Universität Bayreuth. Seit 2015 gehört er dem vierköpfigen DFG-Gremium „Ombudsman für die Wissenschaft“ an, das bei Konflikten hinsichtlich „guter wissenschaftlicher Praxis“ berät und vermittelt; seit 2016 ist er Sprecher des Gremiums. Im Jahr 2017 war es mit 106 Anfragen befasst.

## Danksagung

Ich danke Hjördis Czesnick, Saskia Welde und Fanny Oehme von der Geschäftsstelle des „Ombudsman für die Wissenschaft“, Berlin, für kritische Lektüre, Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge.

# Citizen Science – Gemeinsam Wissen schaffen!

VON ANETT RICHTER, JULIA SIEBERT UND ALETTA BONN; LEIPZIG

*Wissenschaft und Gesellschaft können durch die Einbindung engagierter Bürgerinnen und Bürger in Forschungsprojekte profitieren. Die Wissenschaft muss sich aber dafür öffnen.*

Im August 2017 gingen beim „March for Science“ weltweit mehr als 1,3 Millionen Menschen für die Freiheit der Wissenschaft auf die Straße. Ein Zeichen für die Bedeutung von Wissenschaft *für* und *in* der Gesellschaft! Umfragen in Deutschland belegen, dass sich mehr als ein Drittel aller Befragten gerne an einem Forschungsprojekt beteiligen möchten – meist aber nicht wissen wie. Auch in der Wissenschaft werden die Stimmen lauter, dass zur Lösung drängender Fragen der Gesellschaft die Beteiligung von gesellschaftlichen Akteuren und ihre Expertise benötigt wird.

Andererseits werden inzwischen vielerorts wissenschaftliche Fakten angezweifelt und die Relevanz der Forschung in Frage gestellt. Diese scheinbar mangelnde Relevanz, fehlende Glaubwürdigkeit und Integrität stehen möglicherweise exemplarisch für das kriselnde Verhältnis von Wissenschaft, Gesellschaft und Politik. Es gilt die zentrale Frage zu klären, wie es gelingen kann, Wissenschaft (wieder) näher zu den Menschen zu bringen – und gleichzeitig die Zusammenarbeit mit der Gesellschaft als Innovationspotenzial für die Wissenschaft zu erkennen.

*„Forschung und Gesellschaft [haben sich] auseinander gelebt [...], und die Krisen und Herausforderungen heute zeigen, dass wir völlig neue Wege gehen müssen.“* (GEWISS online-Umfrage zur Konsultation der *Citizen Science Strategie 2020* für Deutschland)

*Citizen Science* – die aktive Mitwirkung von Bürgerinnen und Bürgern in der Forschung – kann hier tatsächlich neue Wege ermöglichen. Über den Weg des gemeinsamen Schaffens wissenschaftlicher Erkenntnis gepaart mit *Learning-by-Doing* kann der Wissenschaftskepsis und dem Informationsdefizit entgegengetreten werden. Mittels Öffnung zum Dialog und der Entwicklung innovativer Formate für gemeinschaftliches Arbeiten kann Wissenschaft einen Weg in den öffentlichen Raum finden, und eine Annäherung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft gelingen.

Das Potenzial von *Citizen Science* wird in Wissenschaft und Politik in Deutschland bereits seit einigen Jahren diskutiert. Dazu wurde 2016 das Grünbuch für die *Citizen Science Stra-* »



» *ategie 2020* entwickelt – unter Beteiligung von bundesweit über 700 Mitwirkenden aus mehr als 350 Organisationen, wissenschaftlichen Einrichtungen, Fachgesellschaften, Vereinen, Verbänden und Stiftungen sowie vielen Einzelpersonen. Das Grünbuch stellt zehn Themenfelder mit spezifischen Handlungsoptionen und Maßnahmen vor, wie *Citizen Science* in Deutschland durch Stärkung bestehender und Etablierung neuer Strukturen sowie Integration bestehender Konzepte in Wissenschaft, Politik und gesellschaftliche Prozesse gestärkt werden sollte. Nun gilt es vom Grünbuch zum Weißbuch und zu einer breiten Umsetzung bis 2020 zu gelangen.

Es besteht weitgehend Konsens darüber, dass wissenschaftliche Erkenntnisse und Daten aus *Citizen Science*-Projekten die Wissenschaft vielfach bereichern: Wissenschaft profitiert von der Öffnung zu *Citizen Science* durch den Erwerb zu-

sätzlicher Perspektiven und Expertisen sowie durch die Möglichkeit zu großskaligen Datenerhebungen. Die Aufnahme neuer Sichtweisen kann dabei auch zu einer stärkeren gesellschaftlichen Relevanz und nachhaltigem Einfluss von Forschung führen.

»Wir sollten darüber nachdenken, wie sich die Menschen in die Wissenschaft einbringen können«

Auch bestehen kaum Zweifel, dass *Citizen Science* einen Mehrwert für die Gesellschaft erzielt. Teilnehmende erweitern zum Beispiel ihr Wissen über Natur, Technik und Geschichte – und lernen dabei gleichzeitig wie Wissenschaft funktioniert (*Scientific Literacy*). Durch aktive Beteiligung und *Learning-by-Doing* können wissenschaftliche Daten und Ergebnisse besser eingeschätzt werden. Auch die Grenzen wissenschaftlicher Methoden und Erkenntnisse werden nachvollziehbarer. Außerdem kann im Rahmen des gesellschaftlichen Wandels eine stärkere Handlungskompetenz für Akteure erworben werden, indem eigenständig Probleme identifiziert, bearbeitet und analysiert werden.

„... die Öffentlichkeit aus der Position eines Zuschauers [...] befreien und sie zu einem genuinen Wissensproduzenten [...] machen.“ – „Citizen Science ist ein wichtiger Baustein zur Lösung von schwierigen Problemen – hier ist das Potenzial von vielen Ideen gefragt, um auch die richtigen Fragen zu stellen.“ (GEWISS online-Umfrage zur Konsultation der *Citizen Science Strategie 2020* für Deutschland)

Die Idee einer gemeinsamen Generierung von Wissen ist indes keineswegs neu. Seit Jahrzehnten profitiert etwa die Umweltforschung vom ehrenamtlichen Engagement der Bürgerinnen und Bürger. Unser Wissen über die Flora und Fauna basiert zu über achtzig Prozent auf ehrenamtlich erworbenem Wissen. Traditionelle Methoden, wie die Zählungen von Tieren und Pflanzen entlang von Transekten, in Kombination mit neuen Technologien wie Apps und mobi-

len Sensoren ermöglichen die erfolgreiche Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an der Arterfassung und dem *Monitoring* von Umweltparametern zur Messung von beispielsweise Licht, Lärm, Luftschadstoffen oder Umweltchemikalien.

Die Tradition dieser langjährigen Zusammenarbeit von naturforschenden oder auch historischen Vereinen und Fachgesellschaften mit Universitäten und Forschungsmuseen hat maßgeblich zum gegenwärtigen Kenntnisstand in der Wissenschaft beigetragen. Sie reicht von der Erforschung der Insektenwelt (siehe etwa [www.inaturalist.org](http://www.inaturalist.org)) über die Erschließung, Digitalisierung und Auswertung geschichtlicher oder kunsthistorischer Quellen ([www.landschaft-im-wandel.de](http://www.landschaft-im-wandel.de)) bis hin zur Entdeckung neuer Galaxien in den Tiefen des Universums ([www.galaxyzoo.org](http://www.galaxyzoo.org)).

Die Spannweite der Möglichkeiten von *Citizen Science* wird folglich in den unterschiedlichsten Disziplinen ausgelotet. Mehr noch: Verschiedene Projekte, wie etwa *Comparative Genomics* ([www.phylo.cs.mcgill.ca](http://www.phylo.cs.mcgill.ca)) oder auch einige in der Physik beheimatete *Citizen Science*-Projekte (*Quantum Moves*: [www.scienceathome.org/games/quantum-moves](http://www.scienceathome.org/games/quantum-moves), *Higgs Hunter*: [www.higgshunters.org](http://www.higgshunters.org)) zeigen, dass es sich hierbei um kein Phänomen einzelner Disziplinen handelt, sondern dass sich *Citizen Science* vielmehr Fächer- und Disziplinen-übergreifend in der Wissenschaftslandschaft etablieren kann. Beteiligungsformen von Bürgerinnen und Bürgern reichen dabei von der Datenerfassung zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen bis hin zur Implementierung von Ergebnissen auf regionaler Ebene.

Angesichts dieser Möglichkeiten scheint es die weniger zielführende Frage zu sein, wie wir die Wissenschaft näher zu den Menschen bringen können. Vielmehr sollten wir darüber nachdenken, wie sich die Menschen in der Wissenschaft einbringen können! *Citizen Science* bietet hierzu optimale Möglichkeiten für ein entsprechendes Engagement. Und allmählich erhält *Citizen Science* tatsächlich einen festen Platz in der Wissenschaft, wo sie als umfassender Ansatz in der wissenschaftlichen Praxis Innovationen im Design, der Durchführung und der Publikation der Ergebnisse bewirken kann.

„Wir wollen den Dialog von Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Gesellschaft intensivieren, neue Beteiligungsformen unter Einbeziehung der Zivilgesellschaft erproben ...“ (Koalitionsvertrag CDU/ CSU / SPD 2018)

Im letzten Jahr erregte beispielsweise die Studie des Krefelder Entomologischen Vereins zu Fluginsekten einiges Aufsehen. Hier konnte das langfristige und beharrliche Engagement von Freiwilligen über 25 Jahre hinweg an manchen Orten einen dramatischen Rückgang der Biomasse von Fluginsekten um 75 Prozent zei-



gen. Ein Weckruf! Ohne diese eigenständige und unermüdete Arbeit im Ehrenamt gäbe es diese Daten nicht. Nun ist es an der Zeit für ein *Upscaling!* Sowohl der Biodiversitätsforschung, als auch des Forschungsformats.

Die Krefelder Studie hat dazu beigetragen, dass die Bundesregierung sich nun im Koalitionsvertrag das Ziel gesetzt hat, ein Zentrum für Biodiversitäts-Monitoring zu schaffen und dabei Expertise aus der Gesellschaft zu integrieren. Die Aufgabe ist erfreulicherweise gleich zwei Ministerien zugeschrieben, mit Verantwortlichkeiten beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) und beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Die ressortübergreifenden Gespräche sind sehr zu begrüßen. Doch es wäre schön, zugleich eine enge Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) anzustreben, um das Potenzial für die Beteiligung von Akteuren der Zivilgesellschaft in der Forschung zu stärken – und so einen zukunftsfähigen Beitrag für Innovationen in der Wissenschaft für und mit der Gesellschaft zu leisten.

Dabei geht es sowohl um die Zusammenarbeit mit Ehrenamtlichen mit hoher fachlicher Expertise, zum Beispiel aus naturhistorischen Fachgesellschaften („Spitzensport“) – als auch um moderne Einstiegsformate für *Beginner* und weniger Fachkundige in der Biodiversitätsforschung durch attraktive Beteiligungsprojekte („Breitensport“). Dies könnte durch die Zusammenarbeit von zivilgesellschaftli-

chen Organisationen oder etwa Museen, Botanischen Gärten oder Landes-Akademien mit wissenschaftlichen Organisationen geschehen. Dabei sollten die Projekte stets Sorge tragen, dem wissenschaftlichen Anspruch von *Citizen Science* gerecht zu werden, um über die – ebenso wichtige – Bildungsarbeit hinaus neue Erkenntnisse zu generieren.

---

### »Citizen Science hat das Potenzial, unsere Wissenschaftskultur nachhaltig zu verändern.«

---

Kritiker befürchten oft, dass die wissenschaftliche Datenqualität unzureichend sein könnte. Dabei ist die Qualitätskontrolle das tägliche Brot jeder wissenschaftlichen Arbeit, so auch in *Citizen Science*. Es bedarf geeigneter Mechanismen für passendes Forschungsdesign, vorgeschaltete Trainings, intelligente Automatisierungen von Metadatenaufnahmen während der Erfassungen – sowie für nachgestellte Datenkuration und Kommunikation von Unsicherheiten, um Daten von „gewöhnlicher“ Qualität zu erhalten. Außerdem werden gezielt moderne statistische Methoden weiterentwickelt, um mit Daten unterschiedlicher Genauigkeit zu arbeiten.

Neben guter Datenkuration und -analyse braucht man aber auch eine gute Datenarchivierung, Kommunikation und Visualisierung der Ergebnisse für alle Beteiligten. Dieser Aufwand ist nötig für eine gute, moderne Zusammenarbeit von Forschenden aus wissenschaftlichen Institutionen und Gesellschaft und sollte durch eine angemessene Förderung gestärkt werden. Dies schließt auch die Finanzierung von Koordinatoren und Koordinatorinnen wie auch von Infrastrukturen im Ehrenamt und in der Wissenschaft mit ein, um auf hohem Niveau anspruchsvoll zusammenarbeiten zu können.

*Citizen Science* hat das Potenzial, unsere Wissenschaftskultur nachhaltig zu verändern – es ist durchaus ein mutiger, innovativer Schritt für die Wissenschaft. Es gilt, die gesellschaftliche Funktion und die Verantwortung der Wissenschaft zu stärken und den Diskurs von Wissenschaft und Gesellschaft zu unterstützen. Bürgerinnen und Bürger werden als Partner verstanden, die Wissenschaft in Teilen aktiv mitgestalten, eigene Fragen einbringen, Forschungsfragen kritisch schärfen und validieren – und somit den Prozess der Erkenntnisgewinnung konstruktiv mitgestalten. Auf diese Weise wird nicht nur ein passives Verständnis von Wissenschaft gefördert, sondern ein aktiver Zugang geschaffen, der gleichzeitig eine Anerkennung und Förderung des ehrenamtlichen Engagements darstellt. Gelingt

ein solcher Dialog auf Augenhöhe, kann dies zu einer Kultur der Wertschätzung der unterschiedlichen Perspektiven, Wissensbereiche und Fähigkeiten beitragen.

Des Weiteren kann durch Teilhabe die Möglichkeit zur Mitsprache und Gestaltung in einer demokratischen Gesellschaft sensibilisiert werden – und somit auch zur Übernahme von Verantwortung führen (*Empowerment*). Gesellschaftliche und politische Umsetzung kann umso eher gelingen, wenn gesellschaftliche Akteure von Anfang an den Forschungsprozess mit ihrem (Erfahrungs-)Wissen mitgestalten und begleiten. Dies trifft auch auf die Wissenschaft zu, wo die Implementierung von Ergebnissen umso besser durch aktive Teilhabe an ihr erfolgen kann.

*Citizen Science* als Chance sehen, hierzu braucht es Lust und Mut zur Innovation von beiden Seiten – *Citizen* und *Science*!

---

## Referenz

Bonn, A., Richter, A., Vohland, K., Pettibone, L., Brandt, M., Feldmann, R., Goebel, C., Grefe, C., Hecker, S., Hennen, L., Hofer, H., Kiefer, S., Klotz, S., Kluttig, T., Krause, J., Küsel, K., Liedtke, C., Mahla, A., Neumeier, V., Premke-Kraus, M., Rillig, M.C., Röller, O., Schäffler, L., Schmalzbauer, B., Schneidewind, U., Schumann, A., Settele, J., Tochtermann, K., Tockner, K., Vogel, J., Volkman, W., von Unger, H., Walter, D., Weisskopf, M., Wirth, C., Witt, T., Wolst, D. & Ziegler, D. (2016) *Grünbuch Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland*. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Deutsches Zentrum für Integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Leipzig; Museum für Naturkunde, Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung – MfN, Berlin-Brandenburgisches Institut für Biodiversitätsforschung (BBIB), Berlin. [http://www.buergerschaft-fenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss-gruenbuch\\_citizen\\_science\\_strategie.pdf](http://www.buergerschaft-fenwissen.de/sites/default/files/assets/dokumente/gewiss-gruenbuch_citizen_science_strategie.pdf).

---

## Erklärvideos zu Citizen Science:

- » <https://www.youtube.com/watch?v=cE1kpXLkGbo&t=23s>
- » <https://www.youtube.com/watch?v=49Ho7ut-Dhl&t=4s>

## Zu den Autorinnen

**Anett Richter** arbeitet als promovierte Ökologin am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und dem Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv) und koordiniert die Entwicklung des Grünbuchs *Citizen Science Strategie 2020 für Deutschland*.

**Julia Siebert** ist Doktorandin an der Universität Leipzig und am Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv).

**Aletta Bonn** ist Professorin und Leiterin des Departments für Ökosystemleistungen am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ und der Friedrich-Schiller-Universität Jena im Rahmen des Deutschen Zentrums für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv).

# Die gefährliche Macht der Zahlen – Analytics in Wirtschaft und Wissenschaft

VON RAFAEL BALL, ZÜRICH

*Ratings und Rankings stammen aus demselben Holz – meint der Bibliothekar Rafael Ball und fordert die Wissenschaft auf zu handeln: Denn nur sie selbst kann sich aus der Abhängigkeit der bibliometrischen Analysesysteme ziehen.*

Das einstige Vorzeigeunternehmen *Cambridge Analytica* hat vor wenigen Wochen Konkurs angemeldet. Zu stark war das *Big-Data*- und *Analytics*-Unternehmen in den US-amerikanischen Wahlkampf um die Präsidentschaft involviert. Und zu stark waren die Verflechtungen von *Cambridge Analytica* mit dem Internet- und Datengiganten *Facebook*. Dass die Unternehmensleitung und führende Mitarbeiter von *Cambridge Analytica* längst wieder am Aufbau eines neuen Daten-Analyseunternehmens arbeiten, verwundert dagegen niemanden.

Zweites Beispiel: Die US-amerikanische Ratingagentur *Standard & Poor's* hat kurz nach Bekanntgabe der geplanten italienischen Regierungsmannschaft eine Abwertung des Landes fast auf Ramsch-Niveau angedroht.

Die Welt in der wir heute leben und die der ehemalige Schweizer Bundesrat Kaspar Villiger 2017 als eine „Durcheinanderwelt“ bezeichnet hat, ist vor allem durch eine Quantifizierungseuphorie charakterisiert. Der ubiquitäre Einsatz von Zahlen und die Übertragung quantitativer Parameter in numerische, leicht vergleichbare Zahlenangaben ist zwar keine Erfindung der digitalen Zeit. Doch die Quantifizierung ist seit der Digitalisierung und den damit einherge-

henden Möglichkeiten, unvorstellbare Datenmengen in kürzester Zeit zu prozessieren, zu einem „echten“ Thema mutiert und geradezu entfesselt worden. So kommt es nicht von ungefähr, dass in weiten Teilen von Wirtschaft, Politik und Wissenschaft weniger auf die tatsächlichen Ergebnisse, Qualitäten, Prozesse und Urteile geschaut wird. Als eigentliches Ergebnis politischen, wirtschaftlichen oder wissenschaftlichen Handelns wird vielmehr de-

*»In weiten Teilen von Wirtschaft, Politik und Wissenschaft wird weniger auf die tatsächlichen Qualitäten geschaut.«*

ren Analyse und Wahrnehmung gesehen. Aus dem Anspruch „Being Good“ ist längst die Parole „Looking Good“ geworden. Und das könnte sich für die Wissenschaft, deren Anspruch es (hoffentlich) noch immer ist, ihre eigene Arbeit an der Objektivität und Wahrheitsfindung auszurichten und nicht an externen Bedingungen, als fatal erweisen.

Doch von Anfang an...

1792 entstand in den USA an der New Yorker *Wall Street* erstmals ein regelmäßiger Handel durch 24 Broker und mit ihm der Bedarf einer Bewertung der gehandelten Anleihen und Aktien. Kleine Ein-Mann-Unternehmen gaben Auskünfte über die Sicherheit von Krediten und Anleihen. Sie blieben aber unbedeutend.

Erst die Erschließung Nordamerikas durch die Eisenbahn im 19. Jahrhundert ließ die Börse zu einer bedeutenden Größe werden. Die Investition in die boomende Eisenbahnindustrie war ein beliebtes Spekulationsobjekt für Anleger. Börsenschwankungen und ein anschließender Börsencrash 1837 führten zum Bedarf und der Nachfrage nach Bewertungen zur Finanzlage und Geschäftsentwicklung der beteiligten Unternehmen. Es schlug die Zeit der ersten Ratingagenturen. Zu komplex waren die wirtschaftlichen Strukturen und Verhältnisse der Unternehmen, zu aufwendig war es

für die Investoren, Geschäftsberichte und Unternehmensergebnisse zu analysieren und zu vergleichen, um diese als Basis für die Entscheidungen des Investments zu verwenden. Auch das Vertrauen in das Insiderwissen von Investmentbanken war nicht ausreichend. Schnell entstand der Wunsch nach unabhängigen Bonitätsanalysen von Schuldnern.

Ratingagenturen sind hier eingesprungen und haben sich mit der gesamten Bewertung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit von Unternehmen und Staaten unabkömmlich gemacht. Zusammen mit einer staatlichen Akkreditierung und einer sehr engen Zulassungspraxis war das Monopol der Ratingagenturen gesichert. Bis heute bestimmen nur drei Ratingagenturen die Geschicke der globalen Wirtschafts- und Finanzinvestitionen – nämlich *Standard & Poor's*, *Moody's* und *Fitch*. Sie beherrschen 95 Prozent des Marktes.

Interessanterweise enthielten die frühen Reports der Ratingagenturen noch keine Wertungen, ihre Aussagen bezogen sich noch nicht auf die Zukunft, sondern bestanden nur in der Aufbereitung der Daten und Zahlen aus der Vergangenheit. Gedacht war das aufbereitete Datenmaterial als Ersatz für das ausführliche Selbststudium der Unternehmenszahlen und deren Angaben. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts entstanden immer mehr statistische Publikationen und Reports durch die Ratingagenturen. 1923 wurde von „Standard Statistics“ (dem Vorläufer von *Standard & Poor's*) ein Index mit 223 Aktien entwickelt und eine Metrik mit der noch heute verwendeten Bewertungsskala von „AAA“ bis „D“ eingeführt.

Die Benennungsmacht geht dabei aus von der Vereinfachung der qualitativen Rahmenbedingungen und Grundlagen von Unternehmen und Staaten sowie deren Übersetzung in simple Zahlen und Noten. Schnell und unkompliziert kann so ein interessierter Investor entscheiden, ob er in ein Unternehmen oder einen Staat (beziehungsweise dessen Anleihen) mit der entsprechenden Note investiert oder aber nicht.

Bei Unternehmen und Staaten wird durch die Benennungsmacht der Notenindikatoren

## Zum Autor

**Rafael Ball** absolvierte eine postgraduale Ausbildung zum wissenschaftlichen Bibliothekar. Seit 2015 ist er promovierter Biologe und Wirtschaftshistoriker Direktor der ETH-Bibliothek in Zürich; zuvor war er der Direktor der Universitätsbibliothek in Regensburg. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Bibliothek der Zukunft, Wissenschaftskommunikation und die Rolle des gedruckten Buches im digitalen Zeitalter.



der Ratingagenturen aber gleichzeitig ein strategisches Verhalten verursacht. Denn wer eine gute Benotung durch die Ratingagentur braucht (und das brauchen alle), akzeptiert die von den Ratingagenturen als gut, wirtschaftlich erfolgreich und sinnvoll benannten Prozesse und Strukturen im Unternehmen. Nur dann besteht die Chance auf ein positives Rating durch die Agentur. Es gibt unzählige Beispiele von großen, global agierenden Unternehmen, die ihre Firmenstruktur, Governance und Managementprozesse den Vorgaben der Ratingagenturen angepasst haben. Auch Staaten ordnen sich den Kriterien der Agenturen unter. Jüngste Beispiele sind Griechenland und Italien.

Ihre Benennungsmacht haben die Ratingagenturen schnell in eine ökonomische Macht umgewandelt. Sie haben nur ein Produkt – und das ist die Note. Wer Geld von In-

vestoren benötigt, muss eine Ratingagentur beauftragen, eine Bewertung vornehmen zu lassen, um dann eine Note zu erhalten. Wer das nicht tut, und sich der Bewertung durch einen der drei Oligopolisten entzieht, hat keine Chance, auf dem globalen Finanzmarkt

*»Aus „Being Good“ ist „Looking Good“ geworden.«*

Geld zu bekommen. Damit ist das perfekte Geschäftsmodell für einen nahezu unversiegbaren Goldesel entstanden. Zudem übernehmen die Ratingagenturen keinerlei Verantwortung für die Konsequenzen ihres Handelns. Formal bezeichnen die Ratingagenturen ihre Bewertungen und die zugrunde lie-

genden Analysepapiere als wissenschaftliche Informationen über ein Unternehmen oder einen Staat.

In der Ökonomie hat die Quantifizierung über die Noten der Ratingagenturen, zusammen mit der staatlich kontrollierten Akkreditierung der Agenturen zu einem Oligopol geführt, deren Abhängigkeit bis heute besteht und die trotz vorhandener und oft geäußelter Kritik nicht durchbrochen wird. Auch die Globalisierung des Finanzmarkts und ihrer Gesetze (und damit die internationale Vergleichbarkeit von Unternehmen) sind ein weiterer Grund für den Erfolg der Quantifizierung und Simplifizierung und der daraus folgenden Abhängigkeiten.

Alles Argumente, die so oder ähnlich auch für die Anwendung von Bibliometrie in der Wissenschaft gültig sind. Im Jahre 1963 entwickelte der US-amerikanische Chemiker »



## Single-step fluorescent detection of proteins with alpaca nanobodies

IF and WB staining in less than 1 hour

FREE sample 

<http://bit.ly/NanoTag>



» Eugene Garfield ein System, mit dessen Hilfe Bibliotheken ihre Literatursauswahl und den Bestandsaufbau optimieren sollten. Denn bereits damals konnte sich nicht jede Bibliothek alle erscheinenden Zeitschriften leisten. Die Idee von Garfield war bestechend: Er zählte die Anzahl der erschienenen Artikel und ihrer Zitationen in wissenschaftlichen Zeitschriften. Je mehr Zitate die Artikel einer Zeitschrift auf sich versammeln konnten, desto besser und wichtiger mussten nicht nur die einzelnen Beiträge sein, sondern in der Summe auch die je-

*»Ein Oligopolssystem, an dem niemand mehr in der Wissenschaft vorbeikommt.«*

weiligen Zeitschriften, in denen sie erschienen waren. Diesen Indikator nannte er „Journal Impact-Faktor“ (und so heißt er noch heute). Er sollte als Maß für die Qualität einer Zeitschrift, und damit als Entscheidungshilfe für die Beschaffungspolitik der Bibliotheken dienen. Eugene Garfield wollte zunächst US-amerikanische staatliche Stellen für sein Projekt und das von ihm gegründete *Institute for Scientific Information (ISI)* gewinnen. Diese jedoch winkten ab und so entschloss sich Garfield zur Gründung eines privaten Unternehmens.

Dabei ist die Bibliometrie, also die Zählung und Messung von wissenschaftlichem Output und dessen Wahrnehmung, schon viel älter. 1917 haben Cole und Eales erste bibliometrische Untersuchungen über die erschiene-

ne Literatur zur Anatomie der Jahre 1550 bis 1860 angestellt. 1927 haben die beiden Bibliothekare P. und E. Gross die erste Zitatanalyse durch die Untersuchung von Fußnoten in chemischen Publikationen durchgeführt.

Schnell entwickelten sich die Indikatoren zur Publikationstätigkeit und deren Wahrnehmung weiter. Die ursprüngliche Idee, Bibliotheken beim Erwerb von Literatur mit diesen Indikatoren zu unterstützen, geriet dabei schnell in Vergessenheit.

Im Mittelpunkt stand und steht bis heute die Bewertung von Personen, Institutionen oder ganzen Ländern und deren wissenschaftlichem Output. Man mag beklagen, dass diese Instanzen heute privatwirtschaftliche Unternehmen sind (eben Analyseunternehmen), wird sich jedoch erinnern müssen, dass staatliche Stellen hier frühzeitig ihr Desinteresse bekundet hatten.

Die Benennungsmacht bei der Quantifizierung des wissenschaftlichen Outputs über die Indikatoren der Bibliometrie ist ganz parallel zur Benennungsmacht der Ratingagenturen und ihrer Notenindikatoren zu verstehen. Komplexe wissenschaftliche Inhalte werden nicht über eine qualitative Urteilsbildung bewertet und eingeordnet, sondern über das mittelbare System einer Quantifizierung der bloßen Wahrnehmung. Dabei wird eine hohe Wahrnehmung (viele Zitate) mit einer guten Qualität, eine geringere Wahrnehmung mit einer weniger guten Leistung gleichgesetzt. Nur wer diesen Zusammenhang (für den im statistischen Mittel einiges spricht) anerkennt, kann die Quantifizierung der Bibliometrie akzeptieren.

Während in der Ökonomie und Finanzwirtschaft die Leistungsfähigkeit und Bonität von Unternehmen und Staaten auf eine einzige Note reduziert werden, existieren in der Bibliometrie einige wenige Parameter, wie der Journal Impact-Faktor, die Zitierrete oder der H-Index, um aus den komplexen wissenschaftlichen Beiträgen auf die Qualität ihrer Autoren oder der Zeitschriften, in denen sie erschienen sind, rückzuschließen. Gleich ist jedoch das Prinzip, von der Quantität auf die Qualität zu schließen.

*»Erfolg oder Misserfolg sind in der Wissenschaft grundsätzlich anders definiert als in der Wirtschaft.«*

Auch hier wurde die Benennungsmacht schnell in eine ökonomische Macht übersetzt. Heute gibt es zwei zentrale Datenbanken („Scopus“ von Elsevier und „Web of Science“ von der Firma Clarivate Analytics), die die relevanten Indikatoren zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen und ihrer Wahrnehmung automatisiert erstellen. Auch sie sind – ähnlich wie die Ratingagenturen in der Wirtschaft – zu einem Oligopolssystem geworden, an dem niemand mehr in der Wissenschaft und im Wissenschaftsmanagement vorbeikommt. Sie setzen den *Benchmark*.

Doch die Übersetzung komplexer, qualitativer wissenschaftlicher Erkenntnisse in einige wenige Kennzahlen könnte sich für die Wis-

senschaft und ihr Selbstverständnis als problematisch erweisen. Anders als wirtschaftliche Prozesse, deren Erfolge sich ausschließlich durch Umsatz, Marktanteil und Gewinn definieren lassen, geht es in der Wissenschaft um Erkenntnis, Kreativität und Wahrheitsfindung. Erfolg oder Misserfolg sind in der Wissenschaft grundsätzlich anders definiert als in der Wirtschaft.

Die Fokussierung der Wissenschaftler, des Wissenschaftsmanagements und der Forschungsförderer auf wenige Kennzahlen der Bibliometrie, die nur Wahrnehmung, nie aber Qualität messen, führt schnell zu Anpassungsstrategien im Sinne der verwendeten Metriken und der jeweiligen Wertvorstellungen der wenigen Anbieter bibliometrischer Daten. Durch die breite Anwendung der Quantifizierung des wissenschaftlichen Outputs und vor allem der Publikationen in Form einiger weniger Indikatoren bei der Karriereplanung, bei Berufungsverfahren und der Vergabe von Forschungsfördermitteln perpetuiert und verstärkt sich das System permanent selbst. Die gezielte Ausrichtung an bibliometrischen Indikatoren in der Wissenschaft selbst kennzeichnet nicht nur eine Abkehr von ihrer eigenen inneren Logik, sondern führt – neben dem bereits genannten *Looking-Good-Effekt* – zu einer Konzentration auf „Mainstream-Themen“ und leicht verwertbaren Inhalten. Alternative Metriken, die *Social Media Impact*, Links, Likes und Downloads messen, mögen zwar das Oligopol der Bibliometrie-Datenanbieter ein wenig aufweichen, ändern jedoch nichts Prinzipielles an der problematischen Gleichsetzung von Wahrnehmung und Qualität.

Die Entwicklung zahlengeleiteter Bewertungssysteme in der Wissenschaft ist jedoch nicht nur auf den (inszenierten oder tatsächlichen?) Wettbewerb in der globalen Wissenschaft zurückzuführen. Sie ist auch bedingt durch die steigende Zahl von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern weltweit, die Diversifizierung und Zunahme der Disziplinen und die Explosion der Publikationszahlen.

Wer kann heute noch alle Veröffentlichungen seines Fachs (geschweige denn die interessanter

Nachbarfächer) wahrnehmen, alle einschlägigen Konferenzen besuchen und (persönlichen) Kontakt zu Wissenschaftskollegen halten? Die Reduktion von Masse und Komplexität ist von Entscheidern (und das sind die Wissenschaftler häufig selbst) kaum mehr ohne quantitative Systeme zu bewältigen.

Wer heute Forschungsergebnisse soweit zerlegt (oder es von Doktoranden verlangt), dass eine „Last Publishable Unit“ herauskommt, darf sich weder über die Publikationsflut, steigende Zeitschriftenpreise oder den Einsatz von reduktionistischen, quantita-

tiven Systemen in Wissenschaftsmanagement und Forschungsförderung beschweren, noch über den Verlust kritischer Urteilskraft und den Durchmarsch der Technokraten.

Insofern ist die berechtigte Kritik der Wissenschaft an der Quantifizierung des Wissenschaftsoutputs und der Reduktion von Qualität auf einige wenige Kennzahlen bei Ratings und Rankings auf sich selbst zurückzuverweisen. Nur die Wissenschaft selbst kann sich am eigenen Schopfe aus der (selbst-)verschuldeten Abhängigkeit der bibliometrischen Analyseysteme herausziehen.

## Overcome Western Blot Frustrations

**Gel-free  
Blot-free  
Hands-free**





Faster time to results

Cost effective

Simple prep

Faster quantitation

Low sample volumes

Accurate

Replicable

Simple Westerns™ let you separate and analyze proteins by size from 2-440 kDa either by immunoassay or total protein analysis in just three hours.

Simple Western is the only gel-free, blot-free, hands-free capillary-based immunoassay platform that integrates and automates the entire protein separation and detection process.

**So you'll have more time to get down to real science.**

[www.proteinsimple.com/wes.html](http://www.proteinsimple.com/wes.html)











**biotechne** Global bio-technne.com info@bio-technne.com TEL +1 612 379 2956 North America TEL 800 343 7475  
 Europe | Middle East | Africa TEL +44 (0)1235 529449 China info.cn@bio-technne.com TEL +86 (21) 52380373  
 For research use or manufacturing purposes only. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

# Zucht oder Libido Sciendi? Eine Dystopie der Wissenschaftssteuerung

VON ULRICH HERB, SAARBRÜCKEN

Journal Impact Factor, Science Score und Co. – die daten- gesteuerte Wissenschaft droht sich am Ende zu Tode zu perfektionieren.

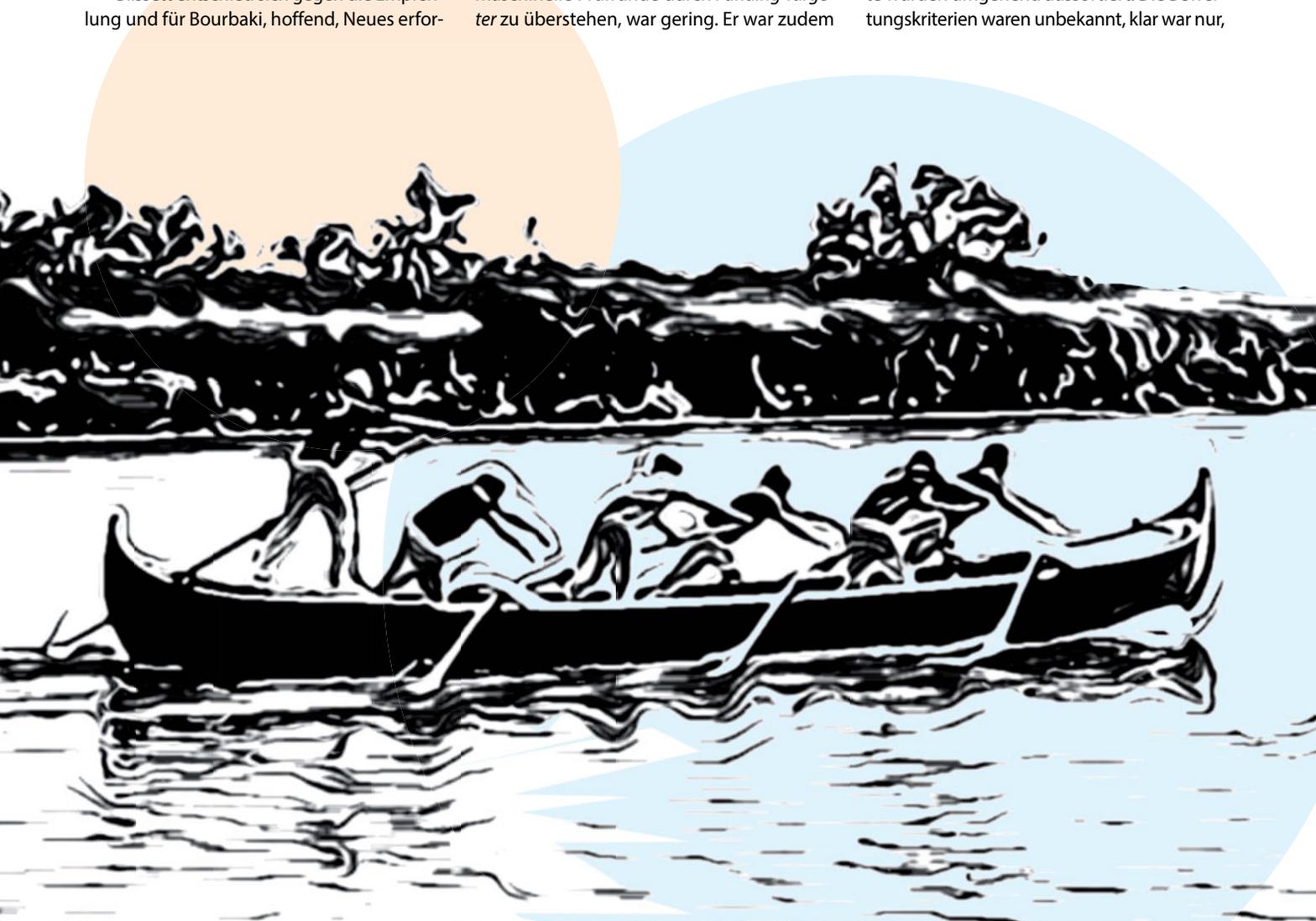
Wie sollte Blissett dem *Research Invest Manager* seiner Universität diese Pleite erklären? Hätte er sich doch nicht auf das Projekt mit dem Kollegen Bourbaki eingelassen. Das Ziel war höchst ambitioniert, die Forschung versprach einen revolutionären Durchbruch, der Partner war blitzgescheit, jedoch mit abschreckend niedrigem *Science Score* versehen. *Science Grower* ratete Bourbaki damals mit B und *Science Partner* riet Blissett zu einer Kooperation mit dem AAA<sup>+</sup> bewerteten Monty Cantsin.

Blissett entschied sich gegen die Empfehlung und für Bourbaki, hoffend, Neues erfor-

schen zu können, abseits des Findens immer kleinteiligerer Details in einer erlahmten Mainstream-Forschung. Die Ergebnisse waren tatsächlich atemberaubend und neuartig – so neuartig leider, dass sie nicht zur Kenntnis genommen wurden. Blissetts *Score* rauschte von AAA auf BB<sup>+</sup>, alleine wieder AA zu erlangen, erforderte eine Ochsentour: Rasch helfen würde das Einwerben von Projekten, ein Weg, der mit seinem derzeitigen *Score* nahezu versperrt war. Blissetts Chance, die erste, maschinelle Prüfrunde durch *Funding Targeter* zu überstehen, war gering. Er war zudem

kein sonderlich attraktiver Partner. Nur ein Harsardeur würde sich darauf einlassen, mit einem BB<sup>+</sup>-gerateten Wissenschaftler zu kooperieren – zumal Blissett beileibe kein Aufsteiger war: Seine Trendanalyse wies einen massiven Kursverfall aus.

Ihm blieb der steinige Weg: Artikel produzieren auf Teufel komm raus, auch kein Zuckerschlecken. Journale mit hohen *Ratings* bewerteten Einreichungen mit dem *Automatic Assessment Assistant*, schwach eingestufte Texte wurden umgehend aussortiert. Die Bewertungskriterien waren unbekannt, klar war nur,



dass der *Science Score* der Autoren sowie der Inhalt der Einreichung zählten. Blissetts *Score* verhieß nichts Gutes, demnach musste er durch den Inhalt glänzen.

Glücklicherweise konnte seine Universität sich den *Emerging Trends Checker* leisten. Dieser unterstützt Autoren beim Verfassen von Einreichungen, indem er sicherstellte, dass der Text die von *Trending Science* als zukünftig relevant ermittelten Forschungsfragen ebenso widerspiegelte wie Themen der AAA<sup>+</sup>-Autoren. Ein Luxus, den sich die Universität nur erlauben konnte, solange sie ausreichend Geld verdiente. Ein BB<sup>+</sup>-ler wie Blissett war da keine große Hilfe, dachte der *Research Invest Manager*, als er jenen begrüßte: „Ich hoffe, Sie haben Zeit mitgebracht, wir müssen einen Dreijahresplan für Ihren *Score* entwerfen.“

Sollte Blissett weiter *underperformen*, nun ja: *SciHunter* hatte ihm eben einen *Shooting Star* in dessen Fach als neuen Kandidaten für eine Professur vorgeschlagen, der in zwei Jahren von B<sup>+</sup> auf A gestiegen war...

Zurück ins Hier und Jetzt. Allerdings – Blissetts Welt kennt mehr Gegenwart, als man denken oder fürchten mag. Anbieter der Dys-

### »Autoren müssen geradezu in Journalen mit hohem Impact Factor publizieren.«

topie sind zum Beispiel Elsevier, Digital Science (früher zur *Nature Publishing Group* gehörend, trotz deren Merger mit Springer noch im Besitz von Holtzbrinck) und Clarivate Analytics. Clarivate bietet zum Beispiel seit 2017 die Zitationsdatenbank *Web of Science* inklusive der *Journal Citation Reports* an, anhand derer *Journal Impact Factor*-Werte berechnet werden.

*ÜberResearch* aus dem Digital-Science-Portfolio bietet Entscheidungshilfen für Wissenschaftsförderer und stand Pate für den *Funding Targeter*.

Auch der *Emerging Trends Checker* hat ein Pendant bei Digital Science: *Peerwith* „is a marketplace connecting researchers to experts in their field offering a plethora of author services to ensure their academic work is ready to be communicated in the best possible way to enhance its scientific impact“ (Digital Science, 2018b).

*SciHunter*, *Science Partner* und *Trending Science* gemahnen an Clarivates' *Professional Services*, angepriesen wie folgt: „Gain powerful insights into cutting-edge science and the contributions made by researchers, institutions and funding bodies. Use this data to plan your recruitment, retention, collaborative outreach, and funding investment strategies“ (Clarivate

Analytics, 2018b). Starke Ähnlichkeiten finden sich auch bei Clarivates dieserart beworbenen *Essential Science Indicators*: „*Essential Science Indicators delivers the in-depth coverage you need to effectively analyze and benchmark research performance, identify significant trends, rank top performers, and evaluate potential employees and collaborators*“ (Clarivate Analytics, 2018a).

Selbst der *Science Grower* ist kein Fantasieprodukt, Elsevier vermarktet „*SciVal*“, eine der Blaupausen für ihn, unter anderem durch Nennung dieser Features (Elsevier, 2018b):

» „*Test scenarios by modeling (...) groups of researchers to apply for a large-scale grant program.*“

» „*Select and combine any set of metrics to measure an institution's or a country's productivity, citation impact, collaboration, subject disciplinary, visibility.*“

» „*Identify and analyze existing and potential collaboration opportunities based on publication output and citation impact.*“

» „*Analyze the research trends of any Research Area with citation and usage data, to discover the top performers and rising stars.*“

Digital Science kennt mit *Dimensions* ein ähnliches Angebot zur Strategie-Entwicklung; das Gleiche gilt für Clarivate Analytics mit *InCites*. Ausrichtungsentscheidungen müssen informiert sein, die benötigten Daten fallen in einer Vielzahl von Systemen an, die etwa Elsevier über die Jahre gekauft oder gelauncht hat, und können in *SciVal* aufbereitet und ausgewertet werden (eine detaillierte Darstellung findet sich in Herb, 2018). Zum Portfolio Elseviers gehören heute unter anderem:

» der Verlag Elsevier (gegründet 1880),

» die Zitationsdatenbank *Scopus* (seit 2004) mit bibliometrischen Informationen,

» das Forschungs-Informationssystem *PURE* (aufgekauft 2012), das unter anderem intern zu *Benchmarking* und Protokollierung der Forschungsleistung dient,

» die Literaturverwaltung *Mendeley* (aufgekauft 2013) mit *Social-Network*-Komponenten zur Kontaktpflege mit Kollegen,

» der Dienst *Newsflo* (aufgekauft 2015) zur Wirkungsmessung von Wissenschaft in Medienberichten,

» der Service *Mendeley Data* (seit 2015), der kostenlosen Speicherplatz für Forschungsdaten bereitstellt,

» das *Social Science Research Network* (SSRN) (aufgekauft 2016) als Publikationsplattform für die Sozial- und Geisteswissenschaften,

» *ChemRN* und *BioRN* (gelauncht 2016) als SSRN-Spin-offs für Naturwissenschaften,

» das *Electronic Lab Notebook Hivebench* (gekauft 2016) zur Verwaltung von Experimenten, Protokollen, Analysen und Daten,

» die Software *Bepress* (gekauft 2017) zum Betrieb von *Open Access Repositories*,

» der Anbieter PLUM Analytics (gekauft 2017), dessen *Altmetrics-Tool PLUM X „Impact“* erfasst, der sich nicht in Zitationen manifestiert, sondern zum Beispiel in Tweets, Likes und Vorkommen in *Mendeley*-Bibliotheken.

Die anfallenden Daten sind erstaunlich vielfältig: *Scopus* steuert klassische *Impact*-Informationen bei; *PLUM X* liefert *Altmetrics-Scores* dazu; *PURE* wertet diese intern zusammen mit Projekt-/Finanzdaten aus; *Mendeley* beinhaltet Informationen über die Häufigkeit, mit der Publikationen als wichtig erachtet werden; *Newsflo* erfasst den medialen *Impact*. Auch die anderen Dienste können wertvolle Daten abwerfen (siehe Herb, 2018, im Detail). Kurzum: *SciVals* Empfehlungen basieren auf einer fundierten Datenbasis. Folgerichtig sieht sich Elsevier längst nicht mehr als Verlag, sondern als Anbieter von „*Global Information Analytics*“ (Elsevier, 2018a).

Digital Science und Clarivate Analytics mühen sich, mit Elseviers Ausdifferenzierung Schritt zu halten, und bieten teils ähnliche Services an: Digital Science kennt mit *Figshare* ein

### »Strategie und Zucht treten an die Stelle freier Wissenschaft.«

*Repository* zur Publikation von Forschungsergebnissen (zum Beispiel als Texte, Daten, Software oder Präsentationen); mit *Symplectic* ein System zu deren Sammlung, Verwaltung und Analyse; mit *Labguru* eine Labordatenverwaltung, mit *Readcube* ein Literaturverwaltungs- und -recherche-Tool; mit *Overleaf* ein kollaboratives Schreibwerkzeug im Stile von „*Google Docs*“; mit *Transcriptic* einen Dienst zur ortsungebundenen Durchführung und Kontrolle von Experimenten; sowie mit *Altmetric.com* ein Werkzeug zur Messung alternativen *Impacts*. Dazu kommen die bereits erwähnten Angebote *ÜberResearch*, *Peerwith* und *Dimensions*.

Auch Clarivate Analytics baut (oder kauft) ähnliche Angebote auf. Neben *Web of Science* und *Journal Citation Reports* bietet man eine Literaturverwaltungssoftware (*Endnote*) und ein Forschungsinformationssystem (*Converis*) an. Dazu kommen zum Beispiel *Publons* zum *Tracking* von *Peer-Review*-Aktivitäten sowie die erwähnten *Essential Science Indicators* und *Professional Services*.

Es ist allerdings nicht gesagt, dass Daten aus *allen* Systemen in *SciVal* oder *Dimensions* analysiert werden. Aber selbst Dienste, deren Daten *nicht* aggregiert ausgewertet werden, haben eine wichtige Funktion, da sie Wis- »

» senschaftler (oder deren Universitäten) an das Betriebssystem des Anbieters binden, in welchem sie eben an anderer Stelle verwertbare Daten hinterlassen.

Elsevier, Digital Science und Clarivate Analytics geben Wissenschaftlern bei jedem Arbeitsschritt ein Werkzeug zur Hand und schaffen zugleich Betriebssysteme mit hochintegrierten Apps. Diese sind in der Regel äußerst funktional sowie ähnlich verführerisch wie proprietäre Anwendungen von Google oder Apple und halten längst Einzug in die Hochschulen: An vielen Standorten nutzt man beispielsweise nicht mehr das Videokonferenzstudio, sondern *Google Hangout* zur visuellen Projektkommunikation.

Die Anwendungen sind jedoch genau wie Mac OS oder Windows proprietär: Der Wert einzelner Apps potenziert sich in Kombination mit anderen Apps desselben Anbieters, die integrierte Nutzung von Apps verschiedener Anbieter hingegen ist kompliziert bis unmöglich. Eine Einrichtung, die sich zum Beispiel für

*Figshare* als *Repository* entschied, wird klar dazu tendieren, *Symplectic* als Forschungsinformationssystem zu nutzen.

### »Uns blüht eine Daten-gesteuerte Wissenschaft.«

Selbst bei ausgeprägten Vorbehalten gegen die Steuerungsinstanzen gibt es auch für einzelne Wissenschaftler kein Entkommen: Herausgeber von Journalen sind erpicht darauf, dass diese in Zitationsdatenbanken wie dem *Web of Science* und *Scopus* indexiert oder durch *PLUM X* und *Altmetric.com* ausgewertet werden. Autoren müssen geradezu in Journalen mit hohem Impact Factor oder anderen Reputationsinsignien wie der Indexierung in angesehenen Datenbanken publizieren. Verweigerern drohen Nachteile durch niedrige Bewertungen in *InCites*, *Essential Science Indicators*, *Professional Services*, *NewsFlo* und *SciVal*.

Sogar wer in einer selbstmörderischen Attitüde die Betriebssysteme boykottiert, kann der Bewertung seiner Forschung nicht entgehen (darum ist der Vergleich zu Facebook und Google fehl am Platz; beide kann man umgehen, wenn auch durch Verlust an Komfort oder Vernetzung). Wer etwa vorsätzlich nicht in einem Elsevier-Journal publiziert, sondern in einer Zeitschrift, die zudem nicht in *Scopus* oder dem *Web of Science* indexiert ist, wird dem *Tracking* nicht entkommen: Irgendwann wird der Text in *Mendeley* oder *Endnote* gespeichert, in *PLUM X* beziehungsweise *Altmetric.com* erfasst oder taucht in einer anderen Quelle auf. Jede Tätigkeit kann Objekt einer Bewertung oder eines strategischen Kalküls werden.

Verschont bleibt selbst die *Open Science* nicht, ihre Vermessung scheint gar besonders bedeutsam: Elsevier ist Auftragnehmer der Europäischen Union bei der Implementierung des *Open Science Monitor* (Moody, 2018). Zu den Aufgaben der Auftragnehmer

## Bibliographie

» Bourdieu, P. (1997). *Die verborgenen Mechanismen der Macht*. Schriften zu Politik & Kultur, Band 1. VSA-Verlag Hamburg.

» Clarivate Analytics. (2018a). *Essential Science Indicators* - Clarivate. Online: <https://clarivate.com/products/essential-science-indicators/> [Zugriff 05.06.2018]

» Clarivate Analytics. (2018b). *Professional Services* - Clarivate. Online: <https://clarivate.com/products/professional-services/> [Zugriff 05.06.2018]

» Digital Science. (2018a). *Dimensions - Reimagining discovery and access to research*. Online: <https://www.digital-science.com/products/dimensions/> [Zugriff 05.06.2018]

» Digital Science. (2018b). *Peerwith* - Digital Science. Online: <https://www.digital-science.com/products/peerwith/> [Zugriff 05.06.2018]

» Elsevier. (2017). *Elsevier acquires bepress, a leading service provider used by academic institutions to showcase their research*. Online: <https://www.elsevier.com/about/press-releases/corporate/elsevier-acquires-bepress,-a-leading-service-provider-used-by-academic-institutions-to-showcase-their-research> [Zugriff 05.06.2018]

» Elsevier. (2018a). *Elsevier | An Information Analytics Business | Empowering Knowledge*. Online: <https://www.elsevier.com/> [Zugriff 05.06.2018]

» Elsevier. (2018b). *SciVal Features*. Online: <https://www.elsevier.com/solutions/scival/features> [Zugriff 05.06.2018]

» Elsevier. (2018c). *Topic Prominence in Science*. Online: <https://www.elsevier.com/solutions/scival/releases/topic-prominence-in-science> [Zugriff 05.06.2018]

» European Commission. (2016). *Open innovation, open science, open to the world - a vision for Europe*. DOI:10.2777/061652

» European Union. (2018). *Contract award notice. Study on open science: monitoring trends and drivers, services - 22173-2018*. Online: <http://ted.europa.eu/TED/notice/udl?uri=TED:NOTICE:22173-2018:TEXT:EN:HTML> [Zugriff 05.06.2018]

» Haider, J. (2018). *Openness as Tool for Acceleration and Measurement: Reflections on Problem Representations Underpinning Open Access and Open Science*. In U. Herb & J. Schöpfel (Hrsg.), *Open Divide? Critical Studies on Open Access* (S. 17–30). Litwin Books, Sacramento. Online: <https://lup.lub.lu.se/search/publication/070c067e-5675-455e-a4b2-81f82b-6c75a7> [Zugriff 05.06.2018]

» Herb, U. (2017). *Open Access zwischen Revolution und Goldesel. Eine Bilanz fünfzehn Jahre nach der Erklärung der Budapest Open Access Initiative*. *Information. Wissenschaft & Praxis*, 68(1), S. 1–10. DOI:10.1515/iwp-2017-0004. *Open Access* unter <https://zenodo.org/record/1188266> [Zugriff 05.06.2018]

» Herb, U. (2018). *Zwangsehen und Bastarde*. *Information - Wissenschaft & Praxis*, 69(2-3), 81–88. DOI: 10.1515/iwp-2018-0021, DOI:10.1515/iwp-2018-0021. *Open Access* unter <https://zenodo.org/record/1284176> [Zugriff 05.06.2018]

» Krüger, D. (2017). „Bright“ auf Netflix (Kritik): Nicht besonders helle. *Musikexpress*. Online: <https://www.musikexpress.de/bright-auf-netflix-nicht-sehr-helle-987781/> [Zugriff 05.06.2018]

» Kühl, E. (2017). *Künstliche Intelligenz: KI will rock you*. ZEIT ONLINE. Online: <https://www.zeit.de/digital/internet/2017-12/kuenstliche-intelligenz-musik-produktion-melodrive> [Zugriff 05.06.2018]

» Moody, G. (2018). *Hated Science Publisher Elsevier To Help EU Monitor Open Science - Including Open Access*. *Techdirt*. Online: <https://www.techdirt.com/articles/20180402/09131239544/hated-science-publisher-elsevier-to-help-eu-monitor-open-science-including-open-access.shtml> [Zugriff 05.06.2018]

zählen zum Beispiel der Entwurf und der Betrieb eines umfassenden Überwachungssystems („full-fledged monitoring system“), um die Auswirkungen von *Open Science* auf Wissenschaft, Gesellschaft und Wirtschaft zu erfassen (European Union, 2018, S. 1-2). Auch die *European Commission* (2016, S. 50) nennt Elsevier, Springer Nature, Digital Science, Google und Wikimedia als Aufbereiter und Verwalter wissenschaftlicher Informationen – und zwar besonders im Kontext von *Open Science* (siehe zu den Implikationen Haider, 2018). Da Elsevier und Springer Nature mittlerweile auch den kostenpflichtigen *Open-Access*-Publikationsmarkt dominieren (Herb, 2017), lässt sich hier gleich doppelt verdienen: durch Publikationsgebühren und *Monitoring*.

Ziele der Datenanbieter sind noch mehr und weitreichendere Prognosen durch zunehmende Verfeinerung der Analysen. Elsevier (2018c) etwa verkündet, *SciVal* werde zu einer Planungsinstanz mit *Predictive Analysis*-Funktionen: „We are expanding *SciVal* from being a purely evaluative and analytical tool to being an integral part of your research planning process [...]. You are now able [...] to see which Topics your institution is currently active in, and which Topics have high momentum, those therefore more likely to be well-funded.“ (Elsevier, 2018c). Ähnlich wirbt Digital Science (2018a): „Dimensions [...] makes it easier [...] to [...] gather insights to inform future strategy.“

Die Angebotsbeschreibungen sind wahlweise orchestriert mit Wettbewerbs-, Markt-, Kampf- oder Zucht-Metaphern (Ausführlicher dazu Herb, 2018, ab Seite 87): „Showcasing research is critical as competition increases among institutions“ verlaublich Elsevier anlässlich der *Bepress*-Akquise (Elsevier, 2017). Und Clarivate Analytics (2018b) zufolge erlaubt „Professional Services“ die Planung von „funding investment strategies“. Man spricht recht viel von Strategien, einem einst vornehmlich militärischen Terminus: „We will show you how to get the most out of Topic Prominence in Science and utilize it in the development and execution of your research strategy“ (Elsevier, 2018c). Auch die biologische Metapher der Auswahl und Zucht findet sich mehrfach, etwa im Werbetext zu *SciVal* (Elsevier, 2018b): „Identify and analyze [...] potential collaboration opportuni-

ties based on publication output and citation impact“ beziehungsweise „test scenarios by modeling [...] groups of researchers to apply for a large-scale grant program“.

Kooperationen werden, so das Szenario, softwaregestützt von *Research-Intelligence*-Anbietern bestimmt: Strategie und Zucht treten an die Stelle freier Wissenschaft.

Die Gegenwart zeigt: Uns blüht eine Daten-gesteuerte Wissenschaft. Projizierte Zitationsrenditen, kalkulierte Kooperationen und datengestützte Selektion schicken sich an, wissenschaftliches Interesse und die *Libido Scienti* (Bourdieu, 1997, S. 55) zu beseitigen.

Die Perspektive ist unschön: Blissetts Wissenschaftswelt lässt an Designer-Babys, Inzucht, Degeneration, Uniformität und Sterilität denken. Eine solche Wissenschaft perfektioniert sich am Ende womöglich zu Tode, denn die Evolution lehrt, dass jeder Verbesserung und jedem Selektionsvorteil eine Abweichung vom genetischen *Plan*, eine Mutation, ein Regelbruch, kurzum: ein Fehler vorhergehen muss.

Die neue Wissenschaftswelt mag ähnlich fade daher kommen wie heutige Musikproduktionen, bei denen Dienstleister-Teams softwaregestützt vergangene Top-Hits kreuzen, um den zu komponierenden (oder zu designenden) Songs Merkmale zu vererben, die ihre Vorlagen zu finanziellen Erfolgen werden ließen (Kühl, 2017). Mittlerweile gibt es einen wahren Markt an konkurrierenden Anwendungen zur Produktion musikalischer Bestseller, vergleichbar *SciVal* und Co. zur Produktion wissenschaftlicher Hits. Taryn Southern etwa veröffentlichte 2017 ein ganzes, maßgeblich KI-gestützt produziertes Album,

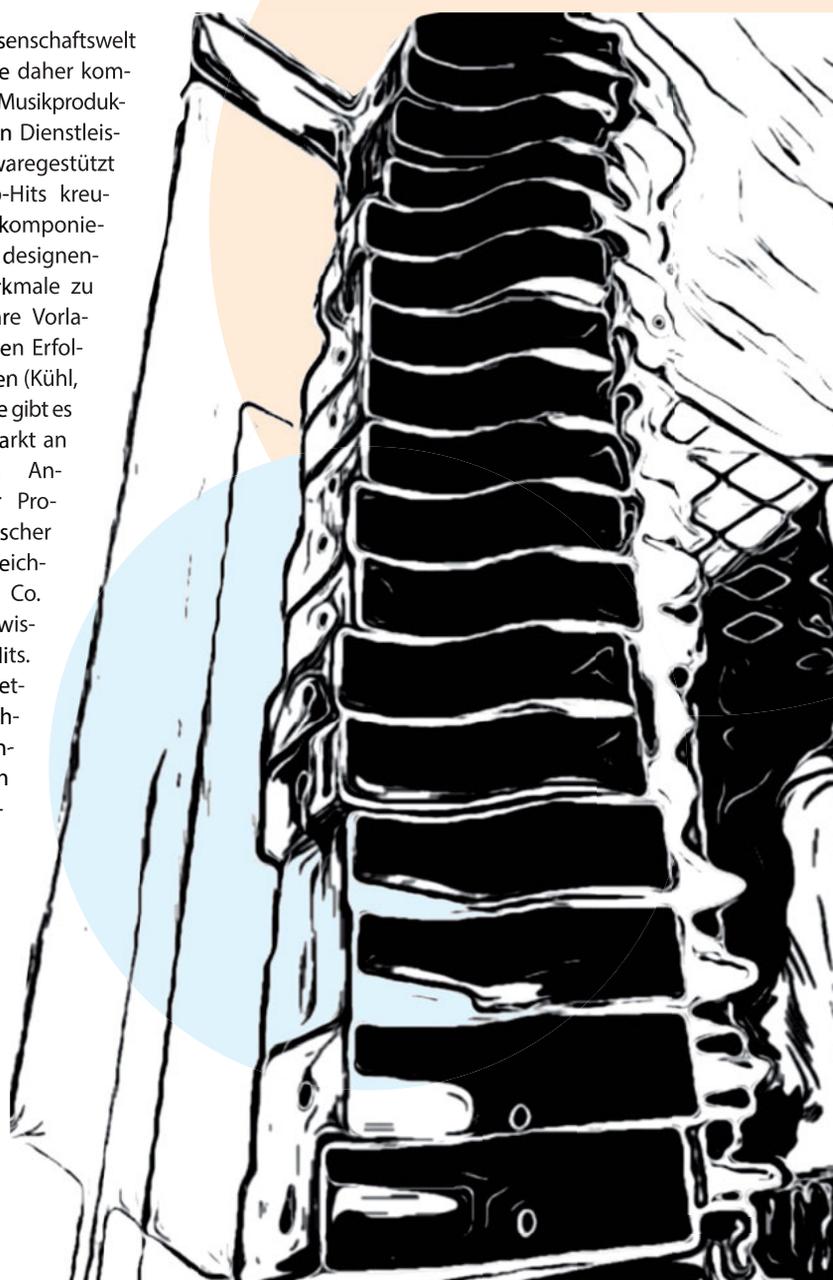
und um die Jahreswende wurde mit „Daddy’s Car“ ein KI-produzierter Song veröffentlicht, der wie ein Beatles-Stück klingt. Keine sonderlich originelle Angelegenheit. Innovation? Fehlangezeige. Dafür produziert die Maschinerie kommerzielle Erfolge am Fließband – was auch die Steuerungsinstanzen der Wissenschaftsdienstleister versprechen.

Zuweilen floppt jedoch das Prinzip, Publikumerfolg durch Verwursten des Bekannten zu generieren. Der *Streaming*-Dienst Netflix blamierte sich arg beim Versuch, aus typischen Merkmalen von in der Zuschauergunst oben rangierender Serien einen Blockbuster zu destillieren. Da half es auch nichts, mit Will Smith einen Top-Star für die Hauptrolle engagiert zu haben. Der *Musikexpress* unkte in seiner Kritik das Opus sei „eine kreative Bankrotterklärung“ (Krüger, 2017).

Das wäre in der Analogie eine traurig-schaurige Perspektive für eine *Big-Data*-gestützte Wissenschaftssteuerung.

## Zum Autor

**Ulrich Herb** ist Soziologe und Informationswissenschaftler. Er arbeitet als Bibliothekar an der Universität des Saarlandes.



# Brennen für die Wissenschaft

VON ANNA MÜLLNER, HEIDELBERG

*Fake News verbreiten sich wie ein Lauffeuer. Doch es gibt eine Möglichkeit, den Brand einzudämmen: Aufklärung und Transparenz. Wissenschaftler sollten ihr Smartphone also öfter mal zur Hand nehmen, um die Außenwelt in ihren Forscheralltag eintauchen zu lassen.*



Als Biologin hat man es nicht leicht. Von Zeit zu Zeit fühle ich mich komplett allein gelassen mit meinem Wissen, dem entgegen zahlreiche moderne Märchen und Halbwahrheiten stehen. Etwa wenn ein Kollege mir sagt, dass die Quantenverschränkung die Wirkweise der Homöopathie belegen werde, aber auch, wenn die Frau meines Cousins besorgt berichtet, dass in einer Dokumentation auf *arte* Impfungen als schädlich für Kinder präsentiert werden. Wenn die Mutter einer Freundin mir überzeugt erzählt, dass menstruierende Frauen keine Sahne steif schlagen können, weiß ich darauf keine Antwort, die nicht zynisch klingen würde.

Vielleicht ist es irgendein Euphemismus, den ich nicht verstehe, aber auf jeden Fall ist alles davon faktisch und sachlich falsch. Wenn ich versuche zu erläutern, warum diese Mythen falsch sind, stoße ich auf taube Ohren. „Aber vielleicht ist ja doch was dran“, „Es gibt einfach mehr Dinge zwischen Himmel und Erde“ und ähnliche Antworten erschweren die Diskussion. Im Grunde sollte man angesichts dieser Ignoranz resignieren – oder?

Lange haben Wissenschaftler in dem sagenumwobenen Elfenbeinturm gelebt, bis irgendwann Pressestellen begannen, auch mal

darüber zu berichten, was im Inneren des mystischen Bauwerkes geschah. Dieser Auszug schien und scheint vielen bis heute zu genügen. Irgendjemanden muss man halt haben, der sich um dieses Journalistenpack kümmert und lästige Fragen beantwortet. Doch es tut sich viel in der Wissenschaftskommunikation, auch „Wisskomm“ oder „Scicomm“ genannt. Es ist, als formiere sich der Widerstand gegen das Unwissen. Doch Lügen gehen um die Welt, ehe die Wahrheit ihre Stiefel angezogen hat, und so kommt die Wisskomm spät, behäbig und in viel zu geringer Zahl hinterhergehumpelt.

Menschen lassen sich und ihre Kinder nicht mehr impfen, trinken „Mondwasser“, ernähren sich ohne Not glutenfrei, akkumulieren Orgon und streichen Barcodes durch, weil sie es irgendwo im Internet aufgeschnappt haben. Schon Abraham Lincoln sagte ja bekanntlich, dass man Zitate aus dem Internet nicht einfach glauben solle. Trotzdem fallen immer wieder tausende Menschen auf die Lügen und verquerten Vorstellungen selbsterkannter Gurus herein. Das ist zwar seit jeher so, aber durch das Internet scheinen diese fehlgeleiteten oder schlicht falsch informierten Menschen immer mehr zu werden. Sie sind gut organisiert und sehr präsent.

Warum ist das so? Fake News erwecken Emotionen und sind leicht verständlich. Wissenschaft dagegen ist von Natur aus sachlich und komplex. Fakes mit Fakten zu bekämpfen, ist, wie mit einem Zweijährigen zu diskutieren. Verschränkungen mit Verschwörungstheorien erschweren das Ganze noch. Die Annahme, dass alles um uns ein abgekartetes Spiel ist, dass „die da oben“ alles lenken, liegt immer nahe.

Man kann Fake News und Verschwörungstheorien eigentlich sehr einfach dekonstruieren. Aufgrund der Fülle an Falschinformationen und deren schneller Verbreitung ist das allein jedoch bereits ein Kampf gegen Windmühlen. Die Wahrscheinlichkeit, dass man in die Filterblase der Fake-News-Verbreiter vordringt, ist extrem gering. Die Wahrscheinlichkeit, die Fake News in der eigenen Filterblase zu verbreiten und somit unfreiwillig zu streuen, ist dagegen relativ hoch – auch, wenn man sie dadurch eigentlich dementieren wollte.

Der Impf-Lügner Andrew Wakefield veröffentlichte im Jahr 1998 ein Paper, welches belegen sollte, dass Masernimpfungen Autismus auslösen würden. Obwohl die Fälschung belegt, die Veröffentlichung zurückgezogen und Wakefield die Approbation entzogen wurde, werden noch heute Studien durchgeführt, die seine gefälschten Ergebnisse widerlegen. Dass Masernimpfungen nicht zu Autismus führen, ist nun felsenfest und fehlerfrei belegt – dennoch glauben Menschen weiter daran. Warum sollte man Wakefield sonst so vehement bekämpfen? Unwissen wissenschaftlich zu widerlegen, bedeutet für viele Menschen, die falsche Information als eine plausible Hypothese heranzuziehen.

2013 verfasste ich meinen allerersten Blog-Post. Ich dachte, wenn wir Wissenschaftslaien ernst nehmen und ihnen Probleme verständlich darlegen, würden sie mit der Zeit mehr Vertrauen in die Wissenschaft haben. Die Grundannahme war jene, dass man, solange jeder Quacksalber seine Thesen ins Internet schreiben kann, einen bedeutend schwereren Gegenpol brauche. Das funktioniert zumindest dann, wenn wir es schaffen, dass Menschen Inhalte hinterfragen und durch Medienkompetenz Informationen im Netz als plausibel und vertrauenswürdig einzustufen lernen.

Aber dürfen wir erwarten, dass sich Lieschen Müller in jedes Thema freiwillig hinein-denkt und Quellenanalyse betreibt? Können wir es jemandem wirklich zumuten, sich aus Eigeninitiative in ein Thema, welches wir selbst jahrelang studiert haben, einzulesen und dieses zu verstehen? Das funktioniert vielleicht punktuell und in gewissen Zusammenhängen, aber nicht im Alltag. Muss ich wissen, wie ein Otto-Motor funktioniert, um Auto zu fahren? Nein, ich brauche eigentlich nur genug Vertrauen in meine Autoschrauberin. Woher kann ich aber wissen, dass sie mich nicht übers Ohr haut?

Neben Prüfsiegeln und Regulation ist das einzige Mittel gegen Betrug und für Vertrauen Transparenz. Um beim Gleichnis des Autos zu bleiben: Ich muss einfach die Möglichkeit haben, jederzeit meiner Schrauberin über die Schulter zu blicken und zu schauen, welche Teile sie weshalb austauscht. Ich habe zwar so viel Ahnung von Autos wie Fische von Fahrrädern,

---

### »Im Grunde sollte man angesichts dieser Ignoranz resignieren – oder?«

---

obwohl ich eine gute Fahrerin bin, aber wenn sie mir die Teile zeigt, dann nicke ich wissend und murmle „Ja, war wohl nötig.“ Es geht gar nicht darum, zu kontrollieren, sondern darum, jederzeit nachschauen zu können, einen Einblick zu erhalten und Antworten auf Fragen zu bekommen. Das ist Transparenz.

Systematische Ansätze zu Transparenz gibt es schon, sie nennen sich *Open Science* und *Open Access*. *Open Access* ist heute schon weit verbreitet – Publikationen werden unentgeltlich online zugänglich gemacht. Das könnte man so weit treiben, dass es keine Verlage als Mittelsmänner mehr braucht. *Open Science* kann so weit gehen, dass man die eigene Forschungsarbeit komplett online stellt. Oder dass man einer Publikation alle Rohdaten beilegt.

Da läuft vielen sicher schon der Schauer über den Rücken, weil es das System, so wie es jetzt ist, auf den Kopf stellen würde. Was, wenn die Konkurrenz einen Fehler findet oder die Idee klaut? Das ist in der heutigen Lage problematisch – in Zukunft jedoch könnten wir Wissenschaft auch endlich als gemeinsames Anliegen der Welt anerkennen und zusammenarbeiten. Schließlich sind die Daten eines Papers eigentlich als Diskussionsgrundlage und nicht als unumstößlicher Fakt gedacht. In der Informatik wird übrigens schon lange der Code *Open Source* online gestellt und von anderen geprüft und weiterentwickelt.

*Open*-Ansätze schaffen zwar Transparenz, aber sie erreichen die Konsumenten eigent-

lich nicht. Sicherlich finden es auch Bürgerinnen und Bürger gut, dass die steuerfinanzierte Forschung theoretisch zugänglich ist. Praktisch ist sie das natürlich gar nicht. Englischsprachiges Forschergeschwurbel über seltsame Akronyme – da arbeiten sich nicht mal Fachleute freiwillig durch.

Zurzeit erfreuen sich stattdessen „Science Slams“ großer Begeisterung. Vor ausverkauften Hallen bringen Wissenschaftler ihre Forschung meistens irgendwie witzig auf den Punkt. Manchmal ist es aber nur der pointierte Klamauk, der rüber- und gut ankommt. Auf Slams, bei denen ich selbst zugegen war, wurde der Redeslot auch schon einmal für Verschwörungstheorien missbraucht, oder bestimmte Sachverhalte wurden auf bedenkliche Art und Weise vereinfacht. Hinzu kamen einige Vorträge, die nicht mal im weitesten Sinne die eigene Forschung zeigten, sondern nur aus etwas Internet-Recherche mit schönen Powerpoint-Effekten bestanden.

Seriöse Wissensanbieter, wie zum Beispiel die Pressestellen von Instituten, sind zwar offen zugänglich, aber immer noch gedacht und geschaffen für Journalisten. Diverse Forschungseinrichtungen versuchen sich daher in neuen Methoden der „Wisskomm“ – über Blogs, Podcasts und Social Media. Der Resonator-Podcast der Helmholtz-Gesellschaft oder der Twitter-Account „realScientist“ sind da Vorreiter.

Auch einzelne Wissenschaftler kommunizieren über ihre Podcasts, Youtube, Blogs unter den Hubs „Science Blogs“ und „Scilogs“. Oft wird der Ruf laut, Wissenschaftler sollten noch tiefergehend und mehr ihre Arbeit kommunizieren. Dabei wird vergessen, wie viel Zeit man dafür benötigt. Ein Blogbeitrag – bei dem man recherchieren muss – dauert bei mir schon mal zwischen vier und acht Stunden. Ein Podcast bei mir etwa sechs – nach langer Einlernphase. Bei Videos kommt es vor allem auf den Aufwand an. Für einen Science Slam bin ich meistens den ganzen Abend weg, muss früher von der Arbeit gehen und komme erst weit nach Mitternacht heim. Wir sind keine Entertainer, keine gelernten Autoren, die wenigsten von uns Medienprofis.

Nehmen wir einmal an, dass ein ganzer Arbeitstag dabei draufgeht, eine Portion Wissenschaft zu kommunizieren, die dann halbwegs ansprechend und interessant ist. In der sowieso schon lose gehandhabten Arbeitszeit der öffentlichen Forschung ist das kaum noch unterzubringen. Als reines Hobby ist es meiner Erfahrung nach sehr anstrengend und erfordert viel Disziplin. Es müssen also entweder Freiräume dafür geschaffen werden oder man sorgt für eine angemessene Unterstützung.

Es gibt vielleicht einen einfacheren Weg, Wissenschaft für alle zugänglich zu machen. Gerade mit Sozialen Medien wie Facebook,

## Zur Autorin

**Anna Müllner** ist Biologin und promovierte 2015 an der Universität Heidelberg. Sie arbeitet seitdem als Wissenschaftskommunikatorin, bloggt nebenher und geht als Science Slammerin auf die Bühne.

Twitter, Instagram oder Snapchat. Warum nicht häufiger mal direkt von der Arbeit berichten? Selbst wenn es nur den Freundeskreis erreicht – beziehungsweise, gerade wenn es nur den Freundeskreis erreicht. Neben Transparenz schafft auch die emotionale Bindung zur Kommunikatorin Vertrauen.

Von den Influencern auf Instagram kann man sich dabei einiges anschauen. Diese lassen immer auch Persönliches mit in ihre Posts einfließen. Echte Wissenschaft hautnah zeigen, vielleicht kurz erklären, was man da macht, und so den Vorhang ein wenig lüften. Dabei kann man auch zeigen, was für Menschen hinter der Wissenschaft stecken. Welche Interessen haben sie, wieso haben sie sich für die Wissenschaft entschieden und warum begeistert sie die Forschung so? Der Mix aus Fachwissen und so viel Privatem, wie man zeigen möchte, macht nahbar. Ein paar *Snaps*, *Instas* oder

---

### »Man muss nicht alles glauben, man kann auch selbst entdecken.«

---

*Tweets* zwischendrin gehen schnell, verbinden und machen ganz nebenbei auch verdammt viel Spaß! Und *Likes* für die eigene Arbeit sind Balsam für die Seele in den harten Zeiten.

Apropos harte Zeiten: Auch Misserfolge gehören zur Forschung und machen sie glaubhaft! Hässliche *Western Blots*, leere *FACS-Plots* oder ein zerschrumpeltes Gel sind manchmal genauso spannend wie hübsche, bunte Zebrafischchen. Sie zeigen Authentizität.

Kleine Einblicke in die Wissenschaft, schnell geknipst mit dem Handy, verdeutlichen, dass hinter den Ergebnissen viel Arbeit steckt. Vielleicht erwecken sie die Neugierde: Man muss nicht alles glauben, man kann auch selbst entdecken.

Wenn dann überall viele kleine Feuer der Wissenschaft brennen, können wir vielleicht mit vereinter Kraft Licht ins Dunkel bringen. Und wer weiß, vielleicht inspiriert es ja den ein oder anderen, selbst den Weg der Forschung einzuschlagen.

# Traumberuf Wissenschaftlerin

VON LORENZ ADLUNG, REHOVOT (ISRAEL)

*Eigentlich könnte die Wissenschaft ein Traumberuf sein. Wer ihn jedoch träumt, sieht sich beim Erwachen oft mit einigen realen Fehlern konfrontiert. Allerdings können Träume manchmal auch wahr werden...*

Der Laborschuh aus Glattleder quietscht ein wenig auf dem frisch gebohrten Hartgummi-Boden, als ich an die Steril-Werkbank herantrete. Die Reinigungsfachkraft wünscht mir einen guten Morgen und schließt mit einem Lächeln sanft die Tür zum Zellkultur-Raum. Die große Fensterfront eröffnet mir den Blick auf einen bilderbuchreifen Sonnenaufgang. Es wird ein milder Frühlingstag werden.

Ich entnehme die benötigten Seren und Wirkstoffe den alphanumerisch indizierten Plastikboxen des Gefrierfachs. Behutsam hole ich die eingelagerten Blutproben aus dem Brutschrank. Alles befindet sich in ausreichenden Mengen an den vorgesehenen Plätzen. Schnell habe ich sämtliche Reagenzien beisammen. Der Versuch kann beginnen. Welche der zu testenden Medikamente besitzt die beste Wirkung? Ein komplexes Experiment liegt vor mir, doch am Ende des heutigen Tages werde ich der Antwort auf diese Frage hoffentlich ein Stück näher gekommen sein.

Wenn wir Wissenschaftlerinnen den Daumen nach oben recken, dann bedeutet das nicht notwendigerweise: „Gefällt mir.“ Vielmehr ist es der Beginn einer alltäglichen Handbewegung. Beim Pipettieren kann man Flüssigkeiten in kleinsten Mengen transferieren. Dazu drückt man den (zuvor gereckten) Daumen gefühlvoll auf den Stempel einer Kolbenhub-Pipette, deren Griff man mit den vier übrigen Fingern umschlossen hält. Mit dieser Bewegung kann man beispielsweise die Medikamente in die Nährlösung der Blutzell-Proben überführen. Die Pipette ist frisch kalibriert und entlässt präzise den Bruchteil eines Mikroliters der Medikamentlösung in die Kulturschale.

Nachdem alle Reagenzien auf diese Weise pipettiert sind, muss ich warten. Der Wirkmechanismus der zu testenden Medikamente ist bekannt. Es benötigt allerdings Zeit, bis die nötigen biochemischen Reaktionen in den Blutzellen der Patienten angestoßen sind. Zunächst müssen die Wirkstoffe im Medium von den Zellen aufgenommen werden. Sie diffundieren durch die Nährlösung, passieren die Zellmembranen und finden in der dickflüssigen Eiweißsuppe des Zellplasmas zielgerichtet den Ort ihres Wirkens. In den engmaschig

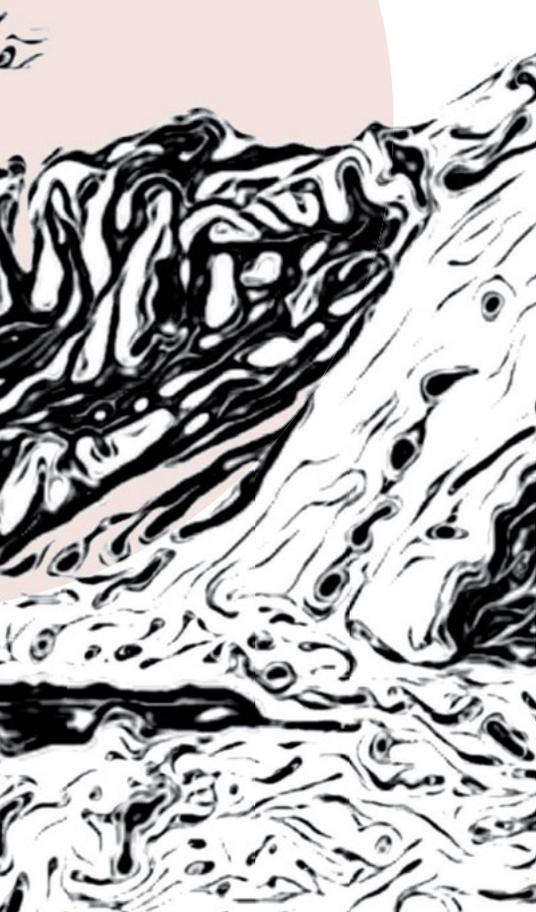


vernetzten Signalwegen der Zellen blockiert jedes Medikament die Arbeit eines bestimmten Enzyms. Ist die molekulare Maschinerie erst einmal lahmgelegt, kommt der Verkehr auf dem zellulären Signalweg zum Erliegen und die Zelle wird in ihrem krankhaften Verhalten gestoppt.

Heute werde ich zwei Medikamente testen: A(KTVIII) und U(0126). Sie sollen die massenhafte Vermehrung der Blutzellen einschränken, die ansonsten zu Blutkrebs führen kann.

Die Vermehrung der Blutzellen bestimme ich, indem ich diese anfärbe sowie unter dem Mikroskop begutachte und zähle. Damit die Zählung exakt nach dem Ablauf der im Messprotokoll festgelegten Inkubationszeit beginnen kann, hatte ich das Mikroskop bereits frühzeitig im elektronischen Buchungssystem reserviert. Ich zähle die Blutzellen per Hand mit einem Zähl-Ei. Bei dessen Betätigung ist wieder der gereckte Daumen zu sehen. Der Vorgang gefällt mir. Es mag stumpfsinnig anmuten; zumal sich diese Arbeit über mehrere Stunden in einem dunklen, fensterlosen Raum vollzieht, in dem sich das Mikroskop befindet. Doch für mich besitzt das Zellenzählen einen meditativen Charakter.

Die Versuchsbedingungen sind randomisiert, also zufällig gemischt, und durch ein Kürzel verschlüsselt, sodass ich nicht unbewusst im Sinne eines zu erwartenden Ergebnisses zähle. Erst als ich später am Computer sitze, werden die eingetragenen Messwerte den tatsächlichen Bedingungen zugeordnet. Ich tippe den entsprechenden Befehl in das Programm ein, und die Ergebnisse werden gra-



phisch aufgetragen. Kleine Pünktchen in Diagrammen samt Fehlerbalken, gruppiert nach Medikament und Dosis. Statistische Tests werden automatisch berechnet.

Die Resultate sind zu schön, um wahr zu sein. Medikament A zeigt eine deutliche Wirkung und hemmt die Vermehrung der Blutzellen schon in geringen Mengen. Medikament U bewirkt hingegen keinen nennenswerten Effekt. Zudem bringt die Kombination von A & U keinen zusätzlichen Nutzen. Der ermittelte Vertrauensbereich der Messergebnisse ist eng gefasst. Deshalb sind die beobachteten Unterschiede in der Wirkung der beiden Medikamente höchst signifikant.

Ich lade die Graphiken direkt auf den *Preprint-Server*, wo sich für alle Menschen zugänglich und transparent die Vorabdruck-Ver-

sion des entsprechenden Manuskripts befindet. In dem Artikel beschreibe ich, wie mit dem systembiologischen Ansatz in Zukunft eine personalisierte medizinische Behandlung von Blutkrebs-Patienten durchgeführt werden kann.

Diese Grundlagenforschung mit Anwendungsbezug ist demnach offen für alle. Auf dem Server kann der Begutachtungsprozess unserer Arbeit in Echtzeit mitverfolgt werden. Kurz nach dem Hochladen der neuen Version der Abbildung erscheint der erste Kommentar eines Kollegen oder interessierten Bürgers dazu auf Twitter. Die Daten seien sehr überzeugend. Ich hoffe, die anonymisierten Gutachterinnen und Gutachter sehen das genauso und akzeptieren das Manuskript zeitnah zur Veröffentlichung in dem angesehenen wissenschaftlichen Journal.

In Anbetracht der vielversprechenden Ergebnisse passe ich als nächstes den Bericht für die Drittmittelgeber an. Meine Stelle als Nachwuchswissenschaftlerin ist unbefristet und wird anteilig über eine Stiftung finanziert, die ebenfalls über die tollen Resultate erfreut sein wird. Die Frist zum Einreichen des Berichts läuft erst in der nächsten Woche ab. Dennoch ist es ein befreiendes Gefühl, als ich auf die Schaltfläche zum Senden klicke.

Ich begeben mich in die Küche und vollziehe mein alltägliches Tee-Zeremoniell. Über einer dampfenden Tasse meiner neusten Sencha-Mischung diskutiere ich mit einer Kollegin einen interessanten Artikel der aktuellen Ausgabe des *Laborjournals* über einen Mikroskop-Untersatz für das Smartphone. Danach schaue ich noch kurz im Büro meiner Chefin vorbei. Die Tür ist geöffnet; sie hat Zeit. Meine Chefin meint, die vielversprechenden Ergebnisse seien der Lohn für meine akribische Arbeit, für die sie mich ausdrücklich lobt. Außerdem unterbreitet sie konstruktive Vorschläge für nachfolgende Experimente, aus denen sich ganz eigenständige Projekte für eine meiner Master-Studentinnen ergeben könnten.

Als ich das Institut verlasse und mich in Richtung des Kindergartens aufmache, ist es noch hell. Laue Frühlingsluft umweht mein Gesicht, auf dem sich ein merkliches Lächeln abzeichnet. Ich werde meine Tochter heute etwas eher abholen können. Die zusätzliche Zeit können wir auf dem Spielplatz verbringen und anschließend meine Freundin mit einem selbst zubereiteten Abendessen überraschen.

Doch plötzlich ertönt ein Piepen. Habe ich etwa aus Versehen eine Zeitschaltuhr aus meinem Laborkittel in meine Jacke gesteckt? Nein. Ich realisiere erst mit reichlich Verzögerung, dass mich mein Wecker aus dem Schlaf reißt. Draußen ist es noch stockdunkel. Es war alles nur ein Traum...

Laut einer Umfrage von *Nature* aus dem Jahr 2017 gab mehr als ein Viertel von über 5.700 befragten Promotionsstudierenden an, unter mentalen Problemen wie Angststörungen und Depressionen zu leiden [1]. Gleich ein Platz im wissenschaftlichen System folglich einem Albtraum? Mitnichten. Denn allen Problemen zum Trotz kann sich mit 52 Prozent die Mehrheit vorstellen, nach Abschluss der Doktorarbeit in der akademischen Welt zu verbleiben. Andererseits sei die kritische Nachfrage gestattet, wieso die verbleibenden 48 Prozent die Wissenschaft verlassen wollen. Warum sollte man einem System den Rücken kehren, das mit Offenheit, Neugier und Innovation universelle Werte repräsentiert, die in einer modernen Gesellschaft hohes Attraktivitätspotenzial besitzen?

---

»Die Resultate sind zu schön, um wahr zu sein.«

---

Die Gründe sind mannigfaltig. Aber die Erörterung meines persönlichen Erfahrungsberichts liefert eventuell etwas Aufschluss darüber, wie diffizil die Sachlage ist. Vornan gestellt sei, dass der oben geschilderte Traum freilich etwas überspitzt idealisiert und romantisiert. Prinzipiell kommt mir mein Beruf dennoch tagtäglich wie ein Traum vor. Ich erachte es nicht als Arbeit, wenn ich in Computersimulationen und Laborversuchen der Ursache von Krankheiten auf der Spur bin. Für mich ist es ein persönlicher Glücksfall, Wissenschaftler sein zu dürfen. Dennoch will ich die Augen nicht verschließen vor den kleinen und großen Fehlern im System. Dabei schreibe ich nicht im Groll oder in Anklage, sondern im Streben nach Verbesserung im Interesse aller.

Der Traum beginnt in Schutzkleidung nach Dienstvorschrift auf frisch gereinigtem Untergrund. Leider erlaubt der hektische Laboralltag nicht immer Rücksichtnahme auf die Befindlichkeiten der Reinigungsfachkräfte. Wenn man wie ich interdisziplinär zwischen den Instituten unterwegs ist, trägt man zwar zumeist sicheres, geschlossenes Schuhwerk, nicht immer wechselt man jedoch in die vorgesehenen Clogs, sobald man das Labor betritt. Aber keine Sorge, auf dem Fußboden werden meines Wissens zufolge keine Experimente durchgeführt.

Wobei dies die verfügbaren Arbeitsflächen eigentlich extrem vergrößern würde. Denn – Scherz beiseite – anders als in meinem Traum sind in der Realität bisweilen nicht ausreichend Räumlichkeiten vorhanden. Die existierenden Stellmöglichkeiten müssen daher effektiv genutzt werden. Sperrige Messgeräte müs- »

» sen ebenso Platz finden wie Steril-Werkbänke, Gefrier- und Brutschränke.

Forschungsinstitute fungieren folglich nicht als pure Hallen der Erkenntnis, in denen Genies ihrer Neugier frönen. Die wissenschaftlichen Einrichtungen sind vielmehr strategisch ausgerichtete Zentren, die sich neben bildungspolitischen selbstverständlich auch finanzwirtschaftlichen Kriterien beugen müssen. Institute sind Arbeitgeber mit immensem Kostendruck.

Deutsche Bürokratie lässt nicht zu, dass am Verwaltungsapparat gespart wird. So kommt es vor, dass Hausmeister- und Reinigungstätigkeiten an externe Firmen ausgelagert werden, die bei der hohen Konkurrenz mitunter auf Zeitarbeitsmodelle zurückgreifen, die weitreichende Konsequenzen für die Arbeitnehmer nach sich ziehen. Deshalb besäße die Putzfachkraft im Vergleich zum Traum allen Grund, in der Realität minder gut gestimmt zu sein.

Auch die Vorratsschränke sind mithin nicht so vorbildlich ausgestattet und aufgeräumt wie im Traum. Forschungsgruppen sind oft bunt durchmischte Teams mit individuellen Charakteren, die in Eigenregie hochkomplexe Experimente planen und durchführen. Da kann es schon mal vorkommen, dass versäumt wird, Versuchsmaterialien rechtzeitig zu bestellen. Dasselbe gilt für die Mikroliter-Pipetten, die nicht immer genau kalibriert sind, weswegen wohl schon so mancher Versuch wiederholt werden musste.

Allzu schlimm kann das gleichwohl nicht sein. Immerhin reckt man den Daumen beim Pipettieren häufig nach oben.

---

*»Das System ist keineswegs schlecht. Im Gegenteil.«*

---

Der genaue Wirkmechanismus von pipettierten Medikamenten ist im Vorhinein zumeist unbekannt. Die verabreichten Moleküle werden häufig in großen pharmazeutischen Testreihen identifiziert. Wobei nur danach ausgewählt wird, was wirkt – und nicht, wie es wirkt. Die Spezifität der Medikamente ist freilich meistens geringer als im Traum. Jeder Stoff besitzt Nebenwirkungen. Im Körper gelangen die Moleküle vielleicht nicht direkt in die richtigen Zellen. Außerdem hemmen sie weder nur ein Enzym noch ausschließlich einen Signalweg. Stattdessen wird ein chaotischer Zustand in den Zellen ausgelöst, mit teilweise schwer abzuschätzenden Konsequenzen für den Gesamtorganismus. Systematische Grundlagenforschung lässt uns immer-

hin Stück für Stück das vierteilige Puzzle des gesunden oder kranken Körpers verstehen.

Des Weiteren treffe ich manchmal auf Unverständnis, wenn ich versuche, ein Messgerät zur benötigten Zeit zu benutzen. Zwar existieren vielerorts Buchungssysteme; der Zeitplan der Teammitglieder einer Forschungseinrichtung ist allerdings nicht notwendigerweise mit den avisierten Reservierungen kompatibel. Es kann vorkommen, dass zum Beispiel das Mi-

kroskop gewartet werden muss. Oder die zu mikroskopierenden Zellen vermehren sich zu langsam. Anders als im Traum verzögern sich dann nachfolgende Messungen. Aber das ist Biologie. Man arbeitet mit lebenden Materialien. Alles andere wäre wohl leblos, sodann minder abwechslungsreich und langweilig.

Selbst wenn experimentelle Daten schließlich generiert worden sind, ist keineswegs gesichert, dass die gemessenen Unterschiede sta-



tistisch signifikant sind. Im Arbeitsalltag bemerke ich immer wieder, wie wenig Kenntnisse in angewandter Statistik vorhanden sind. Wirklich vorwerfen kann ich das den Leuten im Labor nicht. Ausbildung und Studium befinden sich selten mit den späteren Anforderungen bei drängenden Forschungsfragen im Einklang. Das war auch einer der Gründe, warum ich damals gemeinsam mit vier Freunden ein Lehrbuch zu dem Thema „Mathematik für Biologen“ verfasst habe [2].

Andersherum jedoch erwecken einige wissenschaftliche Veröffentlichungen den Eindruck, es gehe zuvorderst um statistische Signifikanz statt um profunde Beobachtungen mit entsprechenden Kontrollbedingungen. Dabei impliziert Signifikanz nicht unbedingt Relevanz.

Ob die Erkenntnisse einer Forschungsarbeit letztlich relevant sind, zeigt sich regelmäßig erst im wissenschaftlichen Begutachtungsprozess. Immer mehr biomedizinische Untersuchungen werden im Zuge dessen als Vorabdruck bereitgestellt. Beispielhaft ist diesbezüglich die Plattform *bioRxiv*, wo die wöchentlichen Einreichungen seit 2014 deutlich steigen [3]. Diese Entwicklung ist tatsächlich traumhaft für eine offene, freie und transparente Wissenschaftskultur.

Im Gegensatz dazu ist es weiterhin illusorisch, dass in den Wissenschaften mehr Stellen entfristet werden. Die Arbeitsverträge in den Biowissenschaften gelten üblicherweise nur über wenige Jahre, wobei das Wissenschaftszeitvertragsgesetz (WissZeitVG) verbindlich festlegt, dass nach zwölf Jahren in befristeten Angestelltenverhältnissen dem Arbeitnehmer kein neuer befristeter Vertrag mehr angeboten werden darf – und die Stelle stattdessen zu entfristen sei. In der Praxis führt dies jedoch dazu, dass zumeist gar kein neuer Vertrag mehr angeboten wird. Die Stelle wird dann neu ausgeschrieben, und zwar wiederum befristet.

Dies führt letztlich zu drohender Arbeitslosigkeit gut ausgebildeter Akademiker oder deren Abwanderung in andere Tätigkeitsfelder jenseits der Wissenschaft. Daran muss sich etwas ändern. Promovierenden-Netzwerke in Deutschland führten unter anderem deshalb 2017 eine Befragung zur Wissenschaftspolitik durch. Dabei kam unter anderem heraus, dass die AfD das WissZeitVG in seiner jetzigen Form für „eine gute Lösung“ hält [4]. Das ist ein wahrer Albtraum.

Schade ist gleichwohl, dass meist keine Zeit für Muße bleibt – etwa um im *Laborjournal* zu schmökern, wo auch viele der hier angesprochenen Themen bereits Eingang in streitbare Essays fanden [5].

Die freie Zeit der Forschungs- und Nachwuchsgruppenleiter ist meiner Erfahrung nach

ebenfalls deutlich eingeschränkter als im beschriebenen Traum. Neben allerlei Konferenzen und Symposien kommen lauter strategische Treffen und anderweitige Veranstaltungen hinzu, die zusätzlich zu den Lehrveranstaltungen sowie Begutachtungsprozessen wenig Zeit für die eigentliche Forschung lassen. Von der Betreuung der Mitarbeiter ganz zu schweigen. Abgesehen davon werden Wissenschaftler kaum dafür gewürdigt, sich außerordentlich in Lehre, Ausbildung oder gar Wissenschaftskommunikation zu engagieren – selbst wenn sie sich die Zeit dafür nehmen.

Deshalb brauchen wir als Gesellschaft ein Umdenken. Zunächst bedarf es der Aufklärung über die tatsächlichen Arbeitsbedingungen in den Wissenschaften. Die Studierenden werden ausgebeutet. Beschäftigungsverhältnisse sind familienfeindlich. Frauen sind unterre-

---

*»Studierende werden ausgebeutet, Beschäftigungsverhältnisse sind familienfeindlich und Frauen sind unterrepräsentiert.«*

---

präsentiert. Ist Ihnen, geneigter Leser, aufgefallen, dass im Traum ausschließlich von weiblichen Wissensschaffenden (einschließlich mir selbst) die Rede war, in der Nachbetrachtung hingegen von männlichen? Unter anderem dafür müssen wir ein Bewusstsein schaffen.

Der gesellschaftliche Stellenwert der Wissenschaften in Deutschland sollte aber insgesamt deutlich angehoben werden. Die Voraussetzungen für eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen in den Wissenschaften wären dann gegeben. Das System ist keineswegs schlecht. Im Gegenteil.

Als wir in der Grundschule einmal Poesie-Alben ausfüllen sollten, gab es dort die Frage nach dem persönlichen Traumberuf. Meine Klassenkameraden schrieben: „Feuerwehrmann“, „Polizist“, „Traktorist“, „Koch“. Mein Eintrag lautete: „Wissenschaftler“. Dabei kannte ich nicht mal einen Menschen, der in der Wissenschaft tätig war. In meiner Familie hatte überhaupt noch nie jemand studiert. Mein Bild eines Wissenschaftlers entstammte damals den Comic-Büchern, die ich zu der Zeit las.

Als ich während des Studiums schließlich zum ersten Mal ein Labor betrat, wurde (m)ein Traum wahr. Ich konnte eigene Versuche durchführen, um Dinge herauszufinden, die schlichtweg noch unbekannt waren. Man hätte alle Lehrbücher und wissenschaftlichen Veröffentlichungen dieser Welt lesen können, und hätte vor meinen Versuchen dennoch nicht gewusst, wie sich die von mir geteste-

## Zum Autor

**Lorenz Adlung** studierte Systembiologie in Heidelberg und promovierte dort am Deutschen Krebsforschungszentrum. Mittlerweile ist er Wissenschaftler am Weizmann-Institut in Israel. Lorenz ist bekannt als Wissenschaftsenthusiast und rappt gelegentlich über seine Forschung.

ten Medikamente auf die Blutzellen auswirken. Zwar ist das nur ein kleiner Teil unseres gemeinschaftlichen Kampfes gegen den Krebs, aber immerhin kann ich etwas beitragen.

Für mich ist es traumhaft, dass in den Wissenschaften diese Freiheitsgrade existieren, damit man sich seiner Passion verschreiben kann. Man wird Teil einer Gemeinschaft, in der alle diese Neugier und den Forscherdrang teilen. Und obwohl diese Gemeinschaft bestimmte Werte eint, ist sie wunderbar vielfältig. Es gibt nicht den einen Weg zur Erkenntnis. Deshalb ist es richtig und wichtig, dass wir in den Wissenschaften ein Leben lang miteinander und voneinander lernen.

Übrigens: Das im Traum geschilderte Forschungsprojekt existiert wirklich und wurde mittlerweile frei zugänglich in einem anerkannten wissenschaftlichen Journal veröffentlicht [6]. Dies zeigt an, dass tatsächlich ideale Berufe innerhalb der Wissenschaften geschaffen werden können. Es liegt an uns. Gemeinsam können wir diesen Traum wahr werden lassen.

## Referenzen

- [1] <https://www.nature.com/naturejobs/science/articles/10.1038/nj7677-549a> (8.6.2018)
- [2] <https://www.springer.com/de/book/9783642377853> (8.6.2018)
- [3] <https://timoast.github.io/2017/10/04/biorxiv-2017-update/> (8.6.2018)
- [4] [https://www.phdnet.mpg.de/31169/BTW2017-Parteien\\_zur\\_Wissenschaftspolitik.pdf](https://www.phdnet.mpg.de/31169/BTW2017-Parteien_zur_Wissenschaftspolitik.pdf) (8.6.18)
- [5] <https://www.laborjournal.de/rubric/essays/index.lasso> (8.6.18)
- [6] <http://msb.embopress.org/content/13/1/904> (8.6.18)

# Was war das Leben?

VON CLAUDIO FLORES MARTINEZ, HAMBURG

*Mit dieser Frage beschäftigt sich nicht nur der Hauptcharakter aus Thomas Manns „Der Zauberberg“, auch die modernen Lebenswissenschaften möchten den Wundern der Biologie auf die Schliche kommen.*

*„Er forschte tief, er las, während der Mond über das kristallisch glitzernde Hochgebirgstal seinen gemessenen Weg ging, von der organisierten Materie, den Eigenschaften des Protoplasmas, der zwischen Aufbau und Zersetzung in sonderbarer Seinsschwebe sich erhaltenden, empfindlichen Substanz, und ihrer Gestaltsbildung aus anfänglichen, doch immer gegenwärtigen Grundformen, las mit dringlichem Anteil vom Leben und seinem heilig-unreinen Geheimnis.“*

„Was war das Leben?“ – mit dieser sich in der Abgründigkeit metaphysischer Spekulation verlierenden Frage beginnt das Wundern des Hans Castorp über die Wunder der Biologie. Letzterer ist der Hauptcharakter aus Thomas Manns epochemachendem Bildungsroman „Der Zauberberg“, erschienen im Jahre 1924. Die Geschichte des jungen Schiffsbau-Studenten Castorp, der in Hamburg aufwuchs, beginnt anno 1907 mit einem Besuch bei seinem Cousin Achim im Sanatorium „Berghof“ in den Schweizer Alpen. Nach sieben Jahren, die er allesamt in dem Sanatorium verlebt hat, verlieren wir Hans im blutigen Chaos der beginnenden Schützengräben-Schlachten des 1. Weltkrieges aus den Augen.

Kein anderer Roman hat mich jemals so tief beeindruckt wie „Der Zauberberg“. Rückblickend hat wohl auch das Kapitel „Forschungen“, das ich jetzt näher beschreiben möchte, einen entscheidenden Einfluss auf meinen Ent-

schluss gehabt, Biologie zu studieren. Durch das Prisma des schriftstellerischen Schaffens scheinen Aspekte der Naturbetrachtung auf, die im Lichte der täglichen Laborerfahrung nicht immer klar erkannt werden können. Wie in dem oben zitierten Abschnitt zu lesen ist, verbleibt der Ursprung des Lebens ein Geheimnis. So eindrucksvoll der molekulare Atlas des Lebens auch erscheinen mag, den die moderne Wissenschaft täglich erweitert und ergänzt, der Urgrund des Lebendigen bleibt

*»So eindrucksvoll der molekulare Atlas des Lebens erscheinen mag, der Urgrund des Lebendigen bleibt verborgen.«*

weiterhin verborgen. Es ist ein weitverbreiteter Irrglaube unter ultra-reduktionistischen Wissenschaftlern (die leider eine Mehrheit ausmachen), ein „globales“ Verständnis des Lebensprozesses gewonnen zu haben. Was die Welt des Organischen „im Innersten zusammenhält“, bleibt auch im 21. Jahrhundert unerkannt. Doch dies stellt keinesfalls einen Grund dar zu verzagen. Im Gegenteil, die Ergründung der sich entwickelnden biologischen Komplexität wird zu einer Reise, zu einem Aufbruch zu unbekanntem Ufern, wo sich neue aufregende Welten des Naturverständnisses auftun.

*„Was war das Leben? Es war Wärme, das Wärmeprodukt formerhaltender Bestandlosigkeit, ein Fieber der Materie, von welchem der Prozeß unaufhörlicher Zersetzung und Wiederherstellung unhaltbar verwickelt, unhaltbar kunstreich aufgebauter Eiweißmolekel begleitet war. Es war das Sein des eigentlich Nicht-sein-Könnenden, des nur in diesem verschränkten und fiebrigen Prozeß von Zerfall und Erneuerung mit süß-schmerzlicher-genauer Not auf dem Punkt des Seins Balancierenden. Es war nicht materiell, und es war nicht Geist. Es war etwas zwischen beidem, ein Phänomen, getragen von Materie, gleich dem Regenbogen auf dem Wasserfall und gleich der Flamme.“*

Zur Konzeption seines „Forschungen“-Kapitels studierte Thomas Mann eingehend die einschlägige naturwissenschaftliche Literatur seiner Zeit. Es ist erstaunlich, wie in den Absaktionen seines Helden, der sich während einer sternklaren Frostnacht ebenfalls in diese Werke vertieft, Vorstellungen entwickelt werden, die an der Speerspitze biologischer Forschung heutzutage neue Horizonte auf tun.

Leben als „Wärmeprodukt“ heißt in moderne Terminologie übersetzt: Leben ist Folge eines thermodynamischen Ungleichgewichts-Zustandes, der die Form des Lebendigen im ewigen Flux der Entropie erhält, der die innere Organisation der lebendigen Struktur durch Energie-Umsatz verteidigt, molekulare Energieträger und damit bestehende Ordnung aufbricht, um die Selbst-Organisation zu bewahren. Mit einem Wort: Metabolismus. Ähnliche Gedanken formulierte der Quantenphysiker Erwin Schrödinger bereits 1944 in seiner Schrift „What is Life?“. Zurzeit versucht der theoretische Physiker Jeremy England am *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) in Boston aus solchen thermodynamischen Grundgegebenheiten, das Phänomen der Replikation abzuleiten. Sich selbst vervielfältigende Strukturen sind offensichtlich am geeignetsten und effizientesten darin, ihre innere Ordnung durch das „Ausscheiden“ von Stoffwechselprodukten, also durch die Erhöhung der Unordnung im äußeren Medium, zu behaupten.

*„Dem jungen Hans Castorp, der über dem glitzernden Tal in seiner von Pelz und Wolle gesparten Körperwärme ruhte, zeigte sich in der vom Scheine des toten Gestirnes erhellten Frostnacht das Bild des Lebens.“*

Im multizellulären Organismus ist die Arbeitsteilung zwischen verschiedenen Zelltypen ein entscheidender evolutionärer Vorteil gewesen. Dass die Entstehung von Mehrzelligkeit ein exzellentes Beispiel für konvergente Evolution darstellt, ist bereits anderswo beschrieben worden. Bahnbrechende Fortschritte in der experimentellen Evolution zeigen, wie selbst im Labor mehrzellige Formen aus einzelligen Vorläufer-Formen hervorgehen können. Will Ratcliff vom *Georgia Institute of Tech-*





Spekulationen, Außen und Innen werden ununterscheidbar. Die biologische Einheit, der Organismus, verwandelt sich auf wunderbare Weise zum Universum als Ganzes. Der Bio-kosmos tritt in seiner unverhüllten Pracht dem forschenden Geiste entgegen:

*„Das Atom war ein energiegeladenes kosmisches System, worin Weltkörper rotierend um ein sonnenhaftes Zentrum rasten, und durch dessen Ätherraum mit Lichtjahrgeschwindigkeit Kometen fuhren, welche die Kraft des Zentralkörpers in ihre exzentrischen Bahnen zwang. Das war sowenig nur ein Vergleich, wie es nur ein solcher war, wenn man den Leib der vielzelligten Wesen einen ‚Zellenstaat‘ nannte. Die Stadt, der Staat, die nach dem Prinzip der Arbeitsteilung geordnete soziale Gemeinschaft war dem organischen Leben nicht zu vergleichen, sie wiederholte es.*

*So wiederholte sich im Innersten der Natur, in weitester Spiegelung, die makrokosmische Sternwelt, deren Schwärme, Haufen, Gruppen, Figuren, bleich vom Monde, zu Häupten des vermummten Adepten über dem frostglitzernden Tale schwebten. War es unerlaubt, zu denken, daß gewisse Planeten des atomischen Sonnensystems – dieser Heere und Milchstraßen von Sonnensystemen, die die Materie aufbauten –, daß also einer oder der andere dieser innerweltlichen Weltkörper sich in einem Zustande befand, der demjenigen entsprach, der die Erde zu einer Wohnstätte des Lebens machte? [...] Die ‚Kleinheit‘ der innerweltlichen Sternkörper wäre ein sehr unsachgemäßer Einwand gewesen, denn der Maßstab von Groß und Klein war spätestens damals abhanden gekommen, als der kosmische Charakter der ‚kleinsten‘ Stoffteile sich offenbart hatte, und die Begriffe des Außen und Innen hatten nachgerade gleichfalls in ihrer Standfestigkeit gelitten. Die Welt des Atoms war ein Außen, wie höchstwahrscheinlich der Erdenstern, den wir bewohnten, organisch betrachtet, ein tiefes Innen war. Hatte nicht die träumerische Kühnheit eines Forschers von ‚Milchstraßentieren‘ gesprochen, – kosmischen Ungeheuern, deren Fleisch, Bein und Gehirn sich aus Sonnensystemen aufbaute?“*

nology hat mithilfe von einzelligen Hefen und Algen elegante mathematische und mechanistische Modelle erarbeitet, die uns ahnen lassen, wie dieser Schritt der Makroevolution sich möglicherweise vollzogen haben könnte.

*„Der Leib, der ihm vorschwebte, dies Einzelwesen und Lebens-Ich war also eine ungeheure Vielheit atmender und sich ernährender Individuen, welche, durch organische Einordnung und Sonderzweckgestaltung, des ichhaften Seins, der Freiheit und Lebensunmittelbarkeit verlustig gegangen, so sehr zu anatomischen Elementen geworden waren, daß die Verrichtung einiger sich einzig auf Reizempfindlichkeit gegen Licht, Schall, Berührung, Wärme beschränkte, andere es nur noch verstanden, ihre Form durch Zusammenziehung zu verändern oder Verdauungssekrete zu erzeugen, wieder andere zum Schutz, zur Stütze, zur Beförderung der Säfte oder zur Fortpflanzung einseitig ausgebildet und tüchtig waren.“*

Ähnlich wie ich hier neueste Ergebnisse aus der Biologie mit Hans Castorps „Forschungen“ in Verbindung setze, hat auch schon der deutsche Chemie-Nobelpreisträger Manfred Eigen in seinem Werk „Stufen zum Leben – Die frühe Evolution im Visier der Molekularbiologie“ (1987) jedem Kapitel ein Zitat aus diesem Abschnitt vorangestellt. Eigen hat das Konzept des „Hyperzyklus“ entwickelt: eine schematische Darstellung von sich selbst organisierenden Molekülaggagaten (RNA/Protein), die durch katalytische Verschränkungen ei-

nen theoretischen Zustand der quasi-lebendigen Autonomie erlangen könnten. Metabolismus und Replikation. Leben ist eben nicht nur Stoffwechsel, sondern auch Vervielfältigung der inneren Organisation.

### »Leben ist nicht nur Stoffwechsel, sondern auch Vervielfältigung der inneren Organisation.«

Wie ist diese innere Organisation beschaffen? Sie ist hierarchisch aufgebaut – das heißt, verschiedene Stufen der Komplexität stehen zwar in einem Verhältnis der Wechselwirkung, doch übergeordnete Ebenen bestimmen oder kontrollieren die niederen Prozesse durch Informationsfluss, Verarbeitung und Integration dieser nicht-materiellen Information in verschiedenen zellulären Unter-Systemen (Zelltypen, Organellen, metabolische Netzwerke) sowie dem Ausführen biologischer Funktionen durch verschiedenartige Molekülspezies (DNA, RNA, Proteinkomplexe). Es fügt sich alles in einer „Komplexitätspyramide“ zusammen. Interessanterweise weisen dabei Mikro- und Makroorganisation gleichförmige Netzwerkstrukturen auf, eben eine hierarchische Topologie (eine „selbst-ähnliche“ Dreiecksstruktur). Mikrokosmos und Makrokosmos.

An jenem Punkt steigert sich nun dieses Fieber der Materie in überhitzte kosmische

## Zum Autor

**Claudio Flores Martinez** ist Doktorand an der Uni Hamburg und schreibt in seiner Freizeit als Autor in seinem eigenen Blog oder auch hier im *Laborjournal*.

# Spin-offs brauchen klare Bekenntnisse

VON GUNTER FESTEL, FÜRIGEN

*Spin-offs aus Universitäten und Forschungseinrichtungen sind wichtig und sollten nicht unterschätzt werden. Founding Angel Gunter Festel erklärt anhand eines Beispiels, wie eine Ausgründung abläuft und was zu beachten ist.*



Unter akademischen Spin-offs sind Ausgründungen aus Universitäten und Forschungseinrichtungen zu verstehen. Diese können einen wichtigen Beitrag zum Technologietransfer insbesondere auch in der Biotech-Industrie leisten. Um als Spin-off erfolgreich zu sein, ist unter anderem auch die Einbindung erfahrener Gründer wichtig und das ist in Deutschland leider noch zu selten der Fall. Daher besteht Handlungsbedarf – und mit dem von mir entwickelten *Founding-Angels*-Modell habe ich auch einen konkreten Lösungsvorschlag. Doch gehen wir der Reihe nach vor – anhand eines konkreten Beispiels aus meiner Tätigkeit als *Founding Angel*.

Warum sind akademische Spin-offs wichtig? Die Herausforderung bei neuen Technologien besteht darin, vielversprechende Forschungsergebnisse aus Universitäten und Forschungseinrichtungen, die meist noch zu weit von einer industriellen Umsetzung entfernt sind, zu marktreifen Produkten zu entwickeln und in den Markt einzuführen. Zahlreiche Untersuchungen beschreiben die zentrale Rolle akademischer Spin-offs bei Innovationsprozessen und insbesondere dem Transfer von akademischen Forschungsergebnissen in eine industrielle Umsetzung (Egeln, 2003; Schicker *et al.* 2011; Festel 2013). An vielen Universitäten werden Spin-offs daher inzwischen als wichtiges Mittel des Technologietransfers gefördert.

Im Sommer 2007 hatte ich zusammen mit dem Biologieprofessor Eckhard Boles die Butalco GmbH als Spin-off der Goethe-Universität Frankfurt gegründet. Das Ziel von Butalco war die Entwicklung von Technologien zur gentechnischen Modifikation von Hefen für die Herstellung von Biokraftstoffen und anderen biobasierten Produkten. Damit können Abfallstoffe aus Lignozellulose insbesondere für die Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation wie Bioethanol oder Biobutanol zugänglich gemacht werden, so-

dass in Zukunft keine Nahrungsmittel mehr zu Biokraftstoffen verarbeitet werden müssen.

Was ist bei Ausgründungen zu beachten? In der Praxis zeigt sich, dass eine frühzeitige Gründung vorteilhaft ist, da die eigene Identität eines Start-ups eine klarere Kommunikation gegenüber potenziellen Geschäftspartnern ermöglicht und nach außen hin den Umsetzungswillen der Gründer deutlich macht. Die Gründung sollte allerdings nicht unterschätzt werden. Damit ist nicht der Gründungsvorgang an sich gemeint, da hier Steuerberater und andere Dienstleister unterstützen können.

---

**»Wissenschaftler und Founding Angel müssen auf ‚gleicher Augenhöhe‘ agieren – ansonsten scheitert das Vorhaben.«**

---

Entscheidend für das zukünftige Unternehmen und damit eine Herausforderung für die Gründer ist dagegen, dass einige wichtige Weichenstellungen notwendig sind, die später nicht oder nur mit großem Aufwand korrigiert werden können. Welche Rechtsform soll gewählt werden und wie soll die Anteilseigner-Struktur aussehen? Wo soll das Unternehmen angesiedelt werden und welche Bedeutung bei der Standortwahl haben operative und steuerliche Aspekte?

Ohne umfangreiche Erfahrungen verliert man hier schnell den Überblick und trifft falsche Entscheidungen. Da Steuerberater und andere Dienstleister nie das Gesamtbild mit den Augen der Gründer sehen, sind sie als Berater bei diesen grundlegenden Fragen kaum geeignet und können nur bei Detailfragen helfen. Die Unterstützung durch die Transferstellen an Universitäten und Forschungseinrich-

tungen kann auch nur der erste Schritt sein, da die Ressourcen sehr begrenzt sind.

Idealerweise helfen bei den Ausgründungen neben den Technologietransfer-Organisationen erfahrene Gründer, die sich schon mehrfach mit diesen Fragen auseinandergesetzt haben und die notwendige Expertise besitzen.

Eckhard Boles, einer der weltweit führenden Experten für die gentechnische Modifikation von Hefen, hatte schon über mehrere Jahre versucht, zur industriellen Umsetzung seiner Forschungsergebnisse eine Ausgründung zu realisieren. Jedoch fehlte ihm dazu die notwendige Zeit und Erfahrung. Damit kam ich ins Spiel, da ich schon vorher andere Unternehmen gegründet hatte (Festel 2009). Während Eckhard Boles also die wissenschaftlichen Grundlagen gelegt hatte, brachte ich als *Founding Angel* Erfahrungen bei Unternehmensgründungen und Finanzierungsfragen mit. Daher ergänzten sich unsere jeweiligen Kompetenzen sehr gut und auch die persönliche Chemie stimmte von Anfang an.

*Founding Angels* unterstützen interessante Geschäftskonzepte von der Geschäftsidee über den erfolgreichen Geschäftsaufbau bis zum Exit, das heißt den Verkauf eines Unternehmens (Festel 2011; Festel und de Cleyn 2013). Während *Business Angels*, die als Geschäftsmodell schon lange etabliert sind, bei schon gegründeten Unternehmen in der Aufbauphase einsteigen, erfolgt das Engagement von *Founding Angels* schon vor der eigentlichen Spin-off-Gründung gegen eine Beteiligung am Eigenkapital als Teil des Gründungsteams.

Die Praxis zeigt, dass beim *Founding-Angel*-Modell einige wichtige Punkte zu beachten sind. So hat es sich bewährt, dass alle Gründer inklusive *Founding Angel* bei der Gründung die gleichen Anteile erhalten. Das hängt natürlich von der konkreten Situation ab und Ausnah-

men bestätigen die Regel. Ein entscheidender Punkt ist allerdings, dass Wissenschaftler und *Founding Angel* auf „gleicher Augenhöhe“ agieren. Eine Diskussion, ob die wissenschaftliche Expertise oder die kommerzielle Erfahrung mehr wert ist, führt zwangsläufig zum Scheitern des Vorhabens.

Der *Founding Angel* sollte grundsätzlich bis zum Erreichen der Gewinnschwelle keine Entlohnung für seine Tätigkeiten erhalten. Er sollte dagegen sogar in der Lage sein, finanzielle Engpässe beim Start-up durch Finanzspritzen zu beheben. Diese sind dann als Gesellschafterdarlehen zu gestalten, um die Eigentumsverhältnisse nicht zu verschieben.

Aber wie lief das bei der eingangs erwähnten Butalco GmbH? Nachdem Eckhard Boles und ich uns besser kennengelernt hatten, gründeten wir Butalco im Schweizer Kanton Zug. Wir hatten diesen Standort gewählt, da ich zu dieser Zeit in diesem Kanton lebte und mein Büro hatte. Der Gründungsprozess und die Administration eines Unternehmens sind in der Schweiz auch deutlich einfacher als in Deutschland. Zug ist zudem als Standort mit niedrigen Steuern und unternehmensfreundlicher Verwaltung bekannt.

Eckhard Boles und ich hielten bei der Gründung jeweils fünfzig Prozent der Anteile, das Startkapital für die ersten Schritte bei Butalco kam von uns beiden. Kurz nach der Gründung kam ein großes Windkraftunternehmen aus Deutschland als Investor an Bord. Deren Überlegung war, dass die unter Windkraftträgern wachsende Biomasse mit der Butalco-Technologie in Biokraftstoff konvertiert werden könnte.

Mit Hilfe der Investorengelder wurden mehrere Patente der Universität übernommen und darauf aufbauend weitere Forschungsarbeiten an der Universität finanziert. Diese Forschungskoooperation war hilfreich, da noch

kein ausreichendes Geld für den Aufbau eigener Forschungslabore vorhanden war. Außerdem konnte so das wissenschaftliche Know-how der Arbeitsgruppe von Eckhard Boles direkt genutzt werden. Bei Butalco war es wichtig, die Fixkosten so gering wie möglich zu halten, um in schwierigen Zeiten handlungsfähig zu bleiben. Daher erhielten wir als Gründer nie eine Vergütung und die Administration wurde möglichst kostengünstig organisiert.

Ein erster Erfolg für Butalco war der Verkauf einer Technologie an den französischen Hefeproduzenten Lesaffre im Frühjahr 2012. Lesaffre als Weltmarktführer für Hefen zur Herstellung von Bioethanol der ersten Generation, das heißt auf Basis von Getreide, konnte damit Weltmarktführer für Bioethanol der zweiten Generation werden. Dieser Technologie-Deal war ein wichtiger Schritt für den Verkauf des gesamten Unternehmens an Lesaffre etwa zwei Jahre später. Butalco blieb als eigenständige Einheit bestehen und wurde in den Lesaffre-Konzern integriert.

Das Beispiel Butalco zeigt sehr schön, dass Universitäten von Gründungsaktivitäten auf verschiedenen Ebenen profitieren. Zum einen kann ein Teil der Forschung der Spin-offs an den Universitäten im Rahmen von Drittmittelprojekten durchgeführt und Universitäten verstärkt in Förderprojekte eingebunden werden. Zum anderen werden vorhandene Patente durch Spin-offs verwertet, die sonst nicht verwertet werden könnten. Es hat sich nämlich gezeigt, dass bei vielen Technologien aufgrund des geringen Reifegrades eine direkte Lizenzvergabe an etablierte Unternehmen nicht möglich ist und damit die Universitäten auf den Patentierungskosten sitzen bleiben. Im Fall von Butalco profitierte die Universität sogar zusätzlich, da sie auch einen gewissen Teil des Exit-Erlöses bekam und Lesaffre die Forschungskoooperation mit der Universität massiv ausbaute.

Welche Empfehlungen können gegeben werden? Butalco zeigte, dass ein Spin-off eine geeignete Möglichkeit sein kann, um Ergebnisse aus akademischen Forschungsaktivitäten erfolgreich zu kommerzialisieren. Um die Entwicklung der deutschen Spin-off-Szene zu fördern, muss das universitäre Umfeld trotz der Bemühungen in der Vergangenheit allerdings noch ausgründungsfreundlicher gestaltet werden.

Die Universitäten müssen eine klare strategische Entscheidung für Spin-offs als Möglichkeit des Technologietransfers treffen, da reine Lizenzvergabe an etablierte Unternehmen in der Regel nur kurzfristig mehr Geld bringt. An vielen Universitäten in Deutschland ist diese Entscheidung zugunsten der Spin-offs zwar formal gefallen, doch fehlt oft das konsequente Bekenntnis zu den Spin-offs.

Die Universitäten müssen zum Beispiel ausreichende Ressourcen schaffen, die gründungswillige Forschende zielgerichtet unterstützen. Forschungseinrichtungen wie die Fraunhofer Gesellschaft und die Max-Planck-Gesellschaft sind in diesem Zusammenhang schon weiter.

Vor allem Verhandlungen zur Übernahme bestehender Patentanmeldungen und Patente sind immer noch schwierig, da oftmals überzogene Forderungen zu beobachten sind. Hier sollte von den Universitäten mehr auf die schwierige Finanzlage vor und bei der Gründung von Spin-offs Rücksicht genommen werden. Eine Eigenkapitalbeteiligung, die mittlerweile bei der Goethe-Universität Frankfurt möglich ist, oder vertraglich vereinbarte Beteiligung beim Exit kann hier sehr hilfreich sein.

Neben einem umfangreichen Beratungsangebot ist insbesondere der Zugang zu erfahrenen Gründern und Kapital wichtig – zum Beispiel, indem man intensiver mit *Founding Angels* zusammen arbeitet. *Founding Angels*-Clubs in verschiedenen Städten könnten dazu beitragen, die Gründungsaktivitäten zu unterstützen und insbesondere Berührungspunkte bei den Technologietransfer-Einrichtungen abzubauen.

## Bibliographie

Egeln, J., Gottschalk, S.; Rammer, C., Spielkamp, A., *Spinoff-Gründungen aus der öffentlichen Forschung in Deutschland*, ZEW Wirtschaftsanalysen, Baden Baden, 2003

Festel, G., *Founding Angel – Unternehmensgründung in Serie*, Biospekttrum, Bd. 15, Nr. 3, Mai 2009, S. 327

Festel, G., *Founding Angels as Early Stage Investment Model to Foster Biotechnology Start-ups*, in: *Journal of Commercial Biotechnology* 17 (2011) 2, S. 165-171

Festel, G., *Academic spin-offs, corporate spin-outs and company internal start-ups as technology transfer approach*, *The Journal of Technology Transfer*, Bd. 38, Nr. 4, Juli 2013, S. 454-470

Festel, G., De Cleyn, S., *Founding angels as an emerging subtype of the angel investment model in high-tech businesses*, *Venture Capital: An International Journal of Entrepreneurial Finance*, Bd. 15, Nr. 3, Juli 2013, S. 261-282

Schicker, A., Wagner, K., Becker, K., Bau, F. (Hrsg.), *Spin-offs: vom Brutkasten zum Marktschlag*, vdf Hochschulverlag, Zürich 2011, S. 99-104

## Zum Autor

**Gunter Festel** ist seit mehr als 10 Jahren als *Founding Angel* tätig und hat in dieser Zeit etwa 15 Spin-offs mitgegründet. Zudem hat er eine Professur für Lifescience Entrepreneurship an der TU Berlin inne und ist Research Fellow an der Universität Basel. Zusammen mit dem Belgier Sven De Cleyn hat er das Buch „Academic Spin-Offs and Technology Transfer in Europe: Best Practices and Breakthrough Models“ herausgegeben.

# Patentkampf um CRISPR/Cas9 – Europäisches Patentrecht am Scheideweg?

VON MICHAEL SCHNEIDER, ALICANTE

*Das internationale Patentrecht ist ziemlich verzwickelt – das lernten unlängst auch die Patentanwälte von Broad Institute, MIT und Harvard bei dem Versuch, CRISPR/Cas9 in Europa zu patentieren.*

Das Europäische Patentamt (EPA) hat am 17. Januar 2018 ein Patent auf eine vom *Broad Institute*, dem *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) und der *Harvard University* entwickelte CRISPR/Cas9-Geneditierungstechnik widerrufen.

CRISPR/Cas ist ein Akronym für ein natürliches bakterielles Abwehrsystem gegen Vireninfektionen, das seit den späten 1980er Jahren erforscht wird. Es kann in die Bakterienzelle eingedrungene virale DNA spezifisch erkennen und durch Zerschneiden deaktivieren. Im Jahr 2012 veröffentlichten Jennifer Doudna von der *University of California* (Berkeley) und Emmanuelle Charpentier von der *Umea University* (Schweden) eine einfache Methode zur Programmierung des bakteriellen CRISPR/Cas-Systems. Diese ermöglicht es, beliebige DNA äußerst effizient und mit hoher Präzision zu schneiden und deren Sequenz selektiv zu verändern – sogenanntes *Genome Editing*.

Die als CRISPR/Cas9-Technik oder populär auch als „Genschere“ bekannt gewordene Methode wurde von wissenschaftlichen Fachzeitschriften als wichtigster Durchbruch der Forschung im Jahr 2015 bezeichnet. Die potentiellen Anwendungsmöglichkeiten sind aufgrund der Einfachheit und Präzision enorm beispielsweise in der Pflanzenzüchtung, zur Krebsbehandlung oder zur gentechnischen Keimbahntherapie. Biotechnologie-Firmen unternehmen deshalb große Anstrengungen, eigene CRISPR/Cas9-Technologien zu entwickeln und zu patentieren, um sich einen Anteil an diesem entstehenden Markt zu sichern.

Das *Broad Institute*, das MIT und *Harvard* mussten nun einen herben Rückschlag bei der Patentierung ihrer CRISPR/Cas9-Technik hinnehmen: Ihr europäisches Patent EP2771468 wurde am 17. Januar im Einspruchsverfahren vor dem EPA widerrufen. Besonders ärgerlich dürfte für die Patentinhaber sein, dass der Widerruf in erster Linie auf einen formellen Fehler bei der Patentanmeldung zurück-

zuführen ist, der sich im Einspruchsverfahren im Nachhinein fatal ausgewirkt hat.

Das internationale Patentrecht sieht vor, dass innerhalb von zwölf Monaten nach Einreichung einer ersten Patentanmeldung für

»Die Einspruchsabteilung des EPA stellte schließlich fest, dass die Patentinhaber nicht berechtigt gewesen waren, die Priorität von vier der zwölf ‚US Provisional Applications‘ zu beanspruchen.«

die Einreichung einer späteren Anmeldung der gleichen Erfindung in einem anderen Land, der Anmeldetag (die „Priorität“) der ersten Anmeldung in Anspruch genommen

werden kann. Eine beanspruchte Priorität hat zur Folge, dass die spätere Anmeldung den Anmeldetag der ersten Anmeldung bekommt. Sämtliche technischen Entwicklungen, die im Zeitraum zwischen dem Prioritätsdatum und dem Anmeldedatum der späteren Anmeldung liegen, dürfen von den Patentämtern bei der Prüfung auf Patentierbarkeit nicht berücksichtigt werden. Dieses Prioritätsrecht steht dem Anmelder oder seinem Rechtsnachfolger zu.

Das *Broad Institute*, das MIT und *Harvard* hatten die Prioritäten von zwölf „US Provisional Applications“ für ihre europäische Anmeldung beansprucht. Bereits während des Prüfungsverfahrens war das EPA von anonymer Seite auf Probleme mit zwei beanspruchten Priori-



täten aufmerksam gemacht worden; schließlich wurde das Patent aber doch erteilt.

Gegen das Patent wurden neun Einsprüche erhoben, wobei neben einer Reihe von Einspruchsgründen auch erneut die Wirksamkeit einiger der beanspruchten Prioritäten in Frage gestellt wurde. Die Einspruchsabteilung des EPA stellte schließlich fest, dass die Patentinhaber nicht berechtigt waren, die Priorität von vier der zwölf „*US Provisional Applications*“ zu beanspruchen. Das europäische Patentrecht verlangte dass für eine spätere Patentanmeldung, die Priorität einer früheren Anmeldung nur beansprucht werden könne, wenn die Anmelder identisch seien oder, sofern es weniger Anmelder wären, dass die Übertragung der Prioritätsrechte der ausgeschiedenen Anmelder auf die übrigen Anmelder nachgewiesen würde. Eine solche Übertragung müsse aus Gründen der Rechtssicherheit außerdem vor der Einreichung der späteren Anmeldung erfolgen, eine rückwirkende Übertragung sei ausgeschlossen.

Einige der Mitmelder der betreffenden vier „*US Provisional Applications*“ fehlten bei der späteren europäischen Patentanmeldung. Die Patentinhaber konnten die Übertragung ihrer Prioritätsrechte nicht nachweisen beziehungsweise die Rechteübertragung war verspätet erfolgt, das heißt erst nach dem Anmeldetag der europäischen Patentanmeldung. Die Einspruchsabteilung sah daher diese vier

»Die Patentinhaber sind hier letztendlich über die unterschiedliche rechtliche Einordnung der Erfinder- beziehungsweise Anmeldereigenschaft zwischen dem US-amerikanischen und dem europäischen Patentrecht gestolpert.«

Prioritäten, darunter die beiden mit den frühesten Prioritätsdaten, als nicht wirksam beansprucht an. Als Folge wurde nun eine Anzahl von Druckschriften „vorveröffentlichter Stand der Technik“, wodurch die Gegenstände sämtlicher Patentansprüche mangels Neuheit und erfinderischer Tätigkeit unpatentierbar wurden.

Die Patentinhaber hatten vergeblich argumentiert, dass nach US-amerikanischem Patentrecht, anders als nach europäischem, der Status als Anmelder stets dem jeweiligen Beitrag zur Erfindung entspreche. Daher könne ein Mitmelder einer „*US Provisional Application*“ nicht Mitmelder einer späteren Anmeldung sein (wie in den betreffenden Fäl-



len behauptet), wenn diese zusätzliche Anmeldung Gegenstände betreffe, an deren Erfindung er nicht beteiligt gewesen sei. Es sei daher auch möglich, dass im Laufe des US-Prüfungsverfahrens Anmelder auscheiden, wenn ihr Anteil an der Erfindung nicht mehr beansprucht würde. Das Prioritätsrecht müsse daher nach dem nationalen (das heißt US-amerikanischen) Recht beurteilt werden.

Die Einspruchsabteilung vertrat jedoch die Auffassung, dass das Prioritätsrecht im Rahmen des eigenständigen europäischen Patentrechts beurteilt werden müsse und die darin vorgesehenen Bestimmungen nicht durch Anwendung nationalen Rechts aufgehoben werden könnten. Das europäische Patentsystem sähe keine unterschiedliche Behandlung von Prioritätsrechten an unterschiedlichen Erfindungsgegenständen vor, die von unterschiedlichen Anmeldern erworben wurden. Außerdem habe das EPA nicht die Kompetenz, nach US-Recht über die Rechte auf eine Erfindung zu entscheiden.

In der Zwischenzeit wurde Beschwerde gegen die Widerrufsentscheidung eingelegt. Die Beschwerde hat aufschiebende Wirkung, sodass der Widerruf noch nicht rechtskräftig ist. In einer Presseerklärung vom 17. Januar 2018 vertrat das *Broad Institute* die Auffassung, dass das Prioritätskonzept des EPA nicht im

Einklang mit internationalen Verträgen stehe, die auf die Harmonisierung des internationalen Patentierungsprozesses abzielten; und dass viele prominente Patentrechtsexperten diese Position unterstützten.

Die Chancen dürften jedoch gering sein, dass die Technische Beschwerdekammer des EPA die Entscheidung der Einspruchsabteilung aufheben wird. Dies würde eine radikale Abkehr von der etablierten Rechtsprechung und Praxis des EPA bedeuten. Es ist daher auch wahrscheinlich, dass die Rechtssache an die Große Beschwerdekammer des EPA als höchste Rechtsinstanz des europäischen Patentsystems verwiesen wird, deren Entscheidung für die Technische Beschwerdekammer dann bindend wäre.

Für das *Broad Institute*, das MIT und *Harvard* steht viel auf dem Spiel: Es gibt insgesamt zehn europäische Anmeldungen, welche die Prioritäten der beiden „*US Provisional Applications*“ mit den frühesten Prioritätsdaten beanspruchen, die allesamt das gleiche Schicksal erleiden könnten, wenn die Beschwerde erfolglos bliebe.

Der Ausgang des Beschwerdeverfahrens ist darüber hinaus aber auch von grund- »



» legender Bedeutung, da es noch viele andere europäische Patente geben dürfte, welche die Prioritäten von „*US Provisional Applications*“ beanspruchen und die in zukünftigen Einspruchsverfahren das gleiche Schicksal erleiden könnten, wenn sich herausstellt, dass Prioritäten aus den gleichen Gründen nicht wirksam beansprucht wurden. Es ist auch nicht auszuschließen, dass noch vor anderen Patentämtern ähnliche Konsequenzen drohen.

Sollte es bei dem Widerruf bleiben, dürfte dies auch Einfluss auf die künftige Einspruchspraxis haben. Bei der Vorbereitung von Einsprüchen gegen störende Patente haben sich die Einsprechenden bisher mehr oder weniger darauf konzentriert, den technischen Inhalt der Voranmeldungen, deren Priorität beansprucht wurde, akribisch mit dem des Streitpatents zu vergleichen. Einsprechende könnten so mögli-

cherweise technische Merkmale in den Patentansprüchen finden, die sich nicht in der ersten Anmeldung auffinden lassen und somit nicht durch das Prioritätsrecht abgedeckt sind. Dann würde es sich nicht mehr um die „gleiche Erfindung“ handeln – die Priorität wäre unwirksam. Dies könnte dann zur Folge haben, dass im Zeitraum zwischen Prioritäts- und Anmeldedatum veröffentlichte Dokumente „zum Stand der Technik“ werden und damit patenthindernd würden. In Zukunft wird bei der Überprüfung europäischer Patentanmeldungen, welche die Priorität von „*US Provisional Applications*“ beanspruchen, ein besonderes Augenmerk auch auf die Erfüllung der formellen europäischen Erfordernisse für die wirksame Beanspruchung einer Priorität gerichtet werden.

Die Patentinhaber sind hier letztendlich über die unterschiedliche rechtliche Einordnung der Erfinder- beziehungsweise Anmeldereigenschaft zwischen dem US-amerikanischen und dem europäischen Patentrecht gestolpert. Nach dem US-Patentrecht ist für die Prioritätsbeanspruchung ausreichend, dass die frühere und die spätere Anmeldung zumindest einen gemeinsamen Erfinder haben. Wenn ein Erfinder nach dem US-Recht also nur zu einem Teil zur Erfindung beigetragen hat, hat er über seinen Beitrag hinausgehend keine Prioritätsrechte daran und eine formel-

le Rechtsübertragung ist konsequenterweise nicht erforderlich, da es nichts zu übertragen gibt. Das europäische Patentrecht stellt dagegen auf den Status als Anmelder ab und sieht mehrere Erfinder als eine Gemeinschaft an, der das Recht an der Erfindung und damit auch das Prioritätsrecht gemeinschaftlich zusteht. Es ist nach europäischem Patentrecht nicht möglich, einzelnen Erfindern einen realen Bruchteil an einer Erfindung, etwa in Form bestimmter Patentansprüche mit genau abgegrenzten Rechten, zuzuordnen.

In einer Pressemitteilung vom 15. Januar 2018, die während der mündlichen Verhandlung am 17. Januar beim EPA eingereicht wurde, hatte das *Broad Institute* mitgeteilt, dass man sich zwischenzeitlich mit der Rechtsnachfolgerin (die *Rockefeller University*) eines der Mitanmelder (Luciano Marraffini) der kritischen „*US Provisional Applications*“ geeinigt habe: Die für die späteren Nachanmeldungen angegebenen Erfinder würden nicht geändert werden (hiervon betroffen war auch das mit dem Einspruch angegriffene Patent). Die Einspruchsabteilung wies die Eingabe als verspätet zurück und berücksichtigte sie in ihrer Entscheidung nicht.

Abgesehen davon hätte die Eingabe aber auch sachlich nicht zu einer anderen Entscheidung führen können. In der betreffenden Presseerklärung hält die *Rockefeller University* nach wie vor daran fest, dass ihr Fakultätsmitglied Luciano Marraffini an den relevanten Patentanmeldungen des *Broad Institute*

---

»Nach europäischem Verständnis ist das Erfinderrecht außerdem ein höchstpersönliches Recht, das mit der Erfindung entsteht und unveräußerlich und unverzichtbar ist.«

---

als Miterfinder beteiligt gewesen sei. Nach europäischem Verständnis ist das Erfinderrecht außerdem ein höchstpersönliches Recht, das mit der Erfindung entsteht und unveräußerlich und unverzichtbar ist.

Eine Abkehr von der bisherigen europäischen Rechtspraxis würde für die Öffentlichkeit und insbesondere die Wettbewerber eine große Rechtsunsicherheit erzeugen, wenn nicht wirksam beanspruchte Prioritäten rückwirkend durch Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien „geheilt“ werden könnten. Verlässliche „*Freedom-to-Operate*“-Recherchen, die vor der Markteinführung eines Produktes üblicherweise durchgeführt werden, um potentielle Patentverletzungen möglichst zu vermeiden, wären nicht mehr möglich. Die Ent-

## Zum Autor

**Michael Schneider** ist promovierter Biochemiker und selbständiger European Patent Attorney.

wicklung des Beschwerdeverfahrens dürfte daher von Patentanwälten auf der ganzen Welt aufmerksam verfolgt werden.

Der geschilderte Fall zeigt auch eindringlich, wie wichtig es in Forschungsk Kooperationen ist, möglichst frühzeitig die Erfinderschaft von Bediensteten der beteiligten Organisationen oder Unternehmen zu klären. Erfahrungsgemäß sind gerade im akademischen Bereich

*»Der geschilderte Fall zeigt auch eindringlich, wie wichtig es in Forschungsk Kooperationen ist, möglichst frühzeitig die Erfinderschaft von Bediensteten der beteiligten Organisationen oder Unternehmen zu klären.«*

tätige Forscher allzu gerne bereit, sich mit anderen Kollegen auch außerhalb einer Kooperation auszutauschen. Dabei besteht natürlich immer die Gefahr, dass dadurch unerwünschte Miterfinderschaften begründet oder behauptet werden. Die gezielte Begründung von Mit-

erfinderschaften kann auch Gegenstand taktischer Überlegungen von Kooperationspartnern sein, um sich so in einem späteren potentiellen Streitfall Lizenzgebühren zu ersparen.

Zur Vermeidung von Problemen mit Erfinderschaften kann nur geraten werden, die an einer Kooperation beteiligten Forscher frühzeitig für die möglichen patentrechtlichen Probleme zu sensibilisieren. Es muss außerdem eine straffe Organisation für die Bearbeitung potentieller Erfindungen etabliert werden. Jeder Erfinder muss wissen, an welche Stelle er seine Erfindung berichten muss. Bei dieser Stelle sollten auch standardisierte Meldeformulare bereitstehen, mit denen die relevanten Daten abgefragt werden. Dazu gehören beispielsweise auch Angaben zu beteiligten Mitarbeitern sowie zu Art und Umfang ihrer Mitarbeit. So wird in aller Regel verhindert werden können, dass im Nachhinein Streitigkeiten um Miterfinderschaft entstehen.

In diesem Zusammenhang kann auch nur ausdrücklich davor gewarnt werden, aus „Gefälligkeit“ oder sonstigen Gründen Personen als Miterfinder zu benennen, die tatsächlich nicht an der betreffenden Erfindung beteiligt waren. Dadurch entsteht eine Rechtsposition,

die in einem späteren Streitfall schwierig zu beseitigen sein kann beispielsweise, weil sich der zu Unrecht benannte Erfinder weigert, ohne entsprechende Entschädigung auf seine formale Rechtsposition zu verzichten.

Ein immer wieder anzutreffender Fehler ist auch, bei Patentanmeldungen nicht Konzernmutter und Konzerntöchter auseinanderzuhalten. Die Konzernmutter kann nicht ohne weiteres die Priorität einer Patentanmel-

*»Ein immer wieder anzutreffender Fehler ist auch, bei Patentanmeldungen nicht Konzernmutter und Konzerntöchter auseinanderzuhalten.«*

dung eines ihrer Tochterunternehmen für eine spätere eigene Anmeldung beanspruchen. Nach europäischem Recht muss das Prioritätsrecht vorher übertragen werden. War dies nicht der Fall, ist die beanspruchte Priorität unwirksam und es kann zu den geschilderten Folgen kommen.



# BASEL LIFE

## SHOWCASING EUROPE'S EXCELLENCE IN LIFE SCIENCES

### 11-14 SEPTEMBER 2018

CONGRESS CENTER BASEL, SWITZERLAND

11-14 SEPTEMBER

12-14 SEPTEMBER

12-14 SEPTEMBER

12 SEPTEMBER



Top level themed scientific meeting showcasing the best of European Science including Louis-Jeantef Price



Business-oriented applied science forums covering a wider range of topics with focus on translating science to practice



Industry exhibition with over 100 vendors showcasing state-of-the art technology and solutions



A showcase for Life Sciences companies during an innovative exhibition to win young and highly qualified scientists from Europe

[www.basellife.org](http://www.basellife.org) / [#basellife18](https://twitter.com/basellife18) / [#MipTec](https://twitter.com/MipTec) / [#LifeSciences](https://twitter.com/LifeSciences)

# Die Sache mit dem Telefonbuch – oder ist Abstraktion in der Biologie möglich?

VON PETRA SCHWILLE, MARTINSRIED

*Ein einfaches biologisches System, das die Komplexität zellulärer Vorgänge auf ein „biologisches Wasserstoffatom“ reduziert, könnte dabei helfen, das Phänomen „Leben“ besser zu verstehen.*

Ein beliebter Witz, der bereits seit Jahrzehnten an Universitäten zur Herabsetzung konkurrierender Studiengänge kursiert, beginnt mit der Aufforderung an verschiedene Studierende, ein Telefonbuch auswendig zu lernen. Während sich die offensichtlich souveränere Spezies, üblicherweise Mathematiker oder Physiker, empört nach dem Grund erkundigt, fragt der beflissene Student der Medizin, Pharmazie, oder auch der Biologie, einfach zurück: „Bis wann“?

Natürlich ist das allenfalls mäßig witzig und eine sehr grobe Übertreibung disziplinärer Unterschiede. Trotzdem kann man als je-

*»Ironischerweise ist die Situation seit dem Übergang der ‚klassischen‘ Biologie zur Molekularbiologie nicht besser, sondern eher schlimmer geworden.«*

mand, der sich mit physikalisch-quantitativem Hintergrund im Umfeld der Biowissenschaften bewegt, nicht umhin, in deren Charakterisierung als üblen Lernfächern einen wahren Kern zu sehen. Ironischerweise ist die Situation seit dem Übergang der „klassischen“ Biologie zur Molekularbiologie nicht besser, sondern eher schlimmer geworden. Wer immer sich durch aktuelle Übersichtsvorträge oder Artikel zu einem wichtigen molekularbiologi-

schen Thema informieren möchte, wird, wenn er/sie nicht über ein phänomenales Gedächtnis oder unglaubliche Geduld verfügt, sehr schnell zu der Einsicht kommen, dass ein umfassendes Verständnis des Gegenstands völlig unmöglich ist. Jeder halbwegs interessante zelluläre Signalweg, jedes zelluläre Interaktions-Netzwerk stellt sich als Tummelplatz unzähliger Spezies mit kryptischen Abkürzungen dar – wobei selbstverständlich darauf verzichtet wird, sich bei deren Benennung einer verbindlichen Systematik zu bedienen.

Es ist nicht wirklich überraschend, dass der Einzug der Bioinformatik beziehungsweise der *Data Sciences* in die modernen Biowissenschaften mit besonders großen Erwartungen begleitet wird. Versprechen diese computergestützten Methoden doch Ordnung in den schier unendlichen Wust von Daten zu bringen, den neue, immer präzisere Methoden im Lauf der Jahrzehnte angehäuft haben.

Natürlich herrscht auch in den anderen Naturwissenschaften die Liebe zum Detail. Wer vor hundert Jahren noch dachte, sämtliche Elementarteilchen zu kennen, wäre angesichts unseres heutigen Wissens bestenfalls kleinlaut. Dennoch ist in der Physik und Chemie einerseits der Kanon dessen, was in den Lehrbüchern die letzten Jahrzehnte überdauert hat, deutlich breiter als in der Molekularbiologie. Hierbei hilft natürlich die seit langem eingeübte quantitative Methode der Formulierung – mathematisch gestützte Wahrheiten waren schon immer die langlebigensten.

Zum anderen gelingt es in diesen Disziplinen sehr viel besser, das Wesentliche durch die Abstraktion von Details herauszuarbeiten, die das grundlegende Verständnis eines wichtigen Phänomens verkomplizieren.

Als einfachstes Beispiel aus Schultagen sei der berühmte Massepunkt in der Mechanik genannt. Wer die Beschaffenheit der Materie und deren wichtigste physikalische Zusammenhänge erforschen will, hat mit dem Verständnis des Wasserstoffatoms zunächst einmal ein erstklassiges Rüstzeug. Auch die Chemie beginnt üblicherweise damit, ihre Prinzipien an kleinen Molekülen zu etablieren und die Komplexität der Systeme langsam zu steigern.

Aber in der Biologie sieht es hinsichtlich einer hilfreichen Reduktion des Forschungsgegenstands – der Zelle oder des Organismus – auf molekularer Ebene sehr viel verzwickter aus. Jenseits des zentralen Dogmas und des Aufbaus der biologischen Moleküle und Strukturen ist leider sehr viel Fundamentales trotz (oder wegen) überwältigender Datenlage noch sehr unklar.

Dies liegt daran, dass der Schlüssel zu den besonderen Eigenschaften lebender Materie weniger in deren Aufbau als vielmehr in den Interaktionen der einzelnen Komponenten miteinander zu suchen ist. Hierfür gibt es zwar die Möglichkeit, biochemische Teilsysteme wie Proteine oder DNA aus Zellen zu isolieren und in einer kontrollierten Umgebung einigermaßen quantitativ zu charakterisieren. Das Problem beginnt aber spätestens dann, wenn sich die Frage nach der Relevanz dieses Unterfangens stellt (die ja zumal unter Publikationsgesichtspunkten nicht ganz unerheblich ist).

Hartgesottene Molekular- und Zellbiologen neigen nämlich dazu, dieser Rekonstitution biochemischer Teilsysteme, so handwerklich kompliziert sie auch sein mag, mit dem Diktum eines fehlenden physiologischen Bezugssystems, die Bedeutung für das große Ganze abzusprechen. Die so gewonnenen Aus-

*»Aber in der Biologie sieht es hinsichtlich einer hilfreichen Reduktion des Forschungsgegenstands – der Zelle oder des Organismus – auf molekularer Ebene sehr viel verzwickter aus.«*

sagen sind dann nicht mehr „nur im Prinzip richtig und in der Wirklichkeit komplizierter“, wie bei der Physik des Massepunkts. Nein. In der biologischen Realität sind sie dann vielleicht überhaupt nicht mehr richtig. Man hat endlich unter großen Mühen einen wichtigen Proteinkomplex aus Zellen gereinigt und zum Beispiel seine enzymatische Aktivität unter definierten Bedingungen quantitativ charakterisiert – aber was heißt das am Ende schon?

## Zur Autorin

**Petra Schwille** ist Direktorin der Abteilung „Zelluläre und molekulare Biophysik“ des Max-Planck-Instituts für Biochemie in Martinsried. Ihr Ziel ist es, eine minimale Zelle aus Bausteinen der synthetischen Biologie zu konstruieren, die alle Eigenschaften von Leben erfüllt.



Zum einen sind in der physiologischen Umgebung der Zelle oder des Organismus vermutlich so ziemlich alle biochemischen Randbedingungen anders als in unserer schönen Studie. Und zum anderen ist vielleicht gar nicht Protein A das bedeutende, sondern Protein B, C oder D, oder am besten gleich alle zusammen, die wiederum ohne Proteine X, Y und Z ihre Wirkung gar nicht entfalten können. Auch wenn es nicht so sein sollte – falls Gutachter Nummer drei darauf besteht, wird man die nächsten Jahre damit zubringen dürfen, ihn zu widerlegen.

Die an sich sehr dankbare Aufgabe der Abstraktion und Vereinfachung in lösbarer Teilprobleme führt zu einem sehr viel grundlegenden Problem, das die Biologie im Gegensatz zur Physik hat: Durch die unglaubliche Vielzahl der bereits bekannten Komponenten in Zellen und Organismen (von den

noch nicht bekannten einmal ganz abgesehen) wird die Aufgabe der Abstraktion zur Suche nach der Nadel im Heuhaufen.

Idealerweise müsste man sich auf eine Hierarchisierung verständigen, die wichtigere von

---

*»Durch die unglaubliche Vielzahl der bereits bekannten Komponenten in Zellen und Organismen wird die Aufgabe der Abstraktion zur Suche nach der Nadel im Heuhaufen.«*

---

unwichtigeren Molekülen und Subsystemen unterscheidet, um schließlich bei einer überschaubaren Anzahl fundamentaler Komponenten anzukommen. Viel Glück dabei! Die Defi-

nition fundamentaler Komponenten scheitert regelmäßig bereits bei der Beschreibung biologischer Teilphänomene, da bekanntlich jeder selbstbewusste Wissenschaftler dazu neigt, sein neu gefundenes Lieblingsprotein für ein fundamentales zu halten.

Entsprechend entmutigend sieht die Situation bei der Aufgabe aus, so etwas wie einen Kanon an Komponenten zu definieren, auf denen Leben als solches basiert, also die Grundbedingungen jeder Biologie. Daran scheint interessanterweise auch selbst bei eingefleischten biologischen Grundlagenwissenschaftlern derzeit kein gesteigertes Interesse zu bestehen.

Dabei stellt sich doch die Frage, ob die Biologie als Wissenschaft nicht langfristig das Anliegen haben sollte, so etwas wie ein biologisches „Wasserstoffatom“ zu definieren beziehungsweise zu suchen. Mit anderen Wor- »



» ten, ein wirklich einfaches biologisches System, das uns hilft, die spezifischen Charakteristika des Phänomens „Leben“ zu erkunden.

Und wenn es tatsächlich mit einer überschaubaren Zahl an Komponenten zu realisieren wäre, bestünde im Gegensatz zu realen biologischen Systemen zumindest die Hoffnung, dieses System nicht nur durchgängig quantitativ charakterisieren zu können, sondern vielleicht sogar seine Gesetzmäßigkeiten aus den Eigenschaften und Gesetzen seiner Bestandteile abzuleiten.

Freilich, dieses hypothetische biologische Minimalsystem wird uns weder in der Krebs- noch in der Alzheimerforschung zum großen Durchbruch verhelfen. Und unsere Freunde und Kooperationspartner in der Pharmabranche oder der Klinik werden sich von einem solchen Vorhaben sicher schulterzuckend abwenden. Auch was die Finanzierung dieser Forschungsarbeiten angeht, sollten wir idealerweise in einem Land arbeiten, das der reinen Grundlagenforschung noch sehr gnädig gesonnen ist. Andererseits aber könnte die Biologie dann tatsächlich den Anspruch erheben, zu den Voraussetzungen ihrer eigenen Wissenschaft vorzudringen.

Ein biologisches Minimalsystem – damit kann sinnvollerweise nichts anderes gemeint sein als eine minimale Zelle. Und die minimale

Zelle wiederum kann nur als Ausgangspunkt jeglicher Darwin'scher Evolution verstanden werden und verweist damit auf einen Problemkontext, der sogar über die Anfänge der Biologie hinaus geht: die Frage nach dem Ursprung des Lebens. Denn die hochgradige Komplexi-

*»Dabei stellt sich doch die Frage, ob die Biologie als Wissenschaft nicht langfristig das Anliegen haben sollte, so etwas wie ein biologisches ‚Wasserstoffatom‘ zu definieren beziehungsweise zu suchen.«*

tät der heute auf der Erde vorzufindenden Lebensformen ist ja nichts weiter als das Resultat eines seit über drei Milliarden Jahren andauernden Evolutionsprozesses – einem Wettbewerb zunächst vermutlich sehr viel simpler Lebensformen um Ressourcen.

Der Umgang mit dieser Komplexität muss allerdings nicht notwendigerweise ein rein beschreibender sein. Gerade die Bioinformatik gibt uns erstmals Hilfsmittel in die Hände, die Genese der Komplexität, durch Rückextrapolation heute auffindbarer biologischer Mole-

küle und Funktionen auf gemeinsame Vorfahren und Urformen zu analysieren. Freilich sollte dieses Unterfangen nicht *in silico* stecken bleiben. Im Sinne einer quantitativ-analytischen Wissenschaft wäre es unabdingbar, die tatsächliche Funktionsweise eines evolutiv rückextrapolierten Systems in der Labor-Realität nachzuvollziehen.

Eine Alternative dazu ist der Weg, den eine steigende Zahl interdisziplinär arbeitender Wissenschaftler mit einer Spielart der Synthetischen Biologie in den letzten Jahren eingeschlagen hat. Ihr Anspruch ist, quasi von unten beginnend (*bottom-up*) und mit einer rationalen Vorgehensweise, minimale Funktionsmodule zu generieren, die langfristig zu einer minimalen, lebenden Zelle zusammengesetzt werden können. Hierbei gelten die gleichen etablierten Kriterien, die auch an lebende Systeme zu stellen sind, wie Selbstorganisation, Metabolismus, Replikation und Evolution.

Das erste europäische Forschungskonsortium mit diesem ambitionierten Ziel wurde 2014 in Deutschland mit MaxSynBio gegründet, einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützten Zusammenschluss verschiedener Forschungsabteilungen der Max-Planck-Gesellschaft [1].

In der Zwischenzeit ist bereits ein weiteres ähnlich großes Konsortium auf niederländischer Seite hinzugekommen [2], und interessanterweise wurde erst vor kurzem in den USA von Seiten der National Science Foundation ein entsprechender Aufruf mit dem Titel „*Rules of Life: Design and Engineering of Synthetic Cells and Cell Components*“ gestartet. Zumindest hier dürfen wir uns in Europa also einmal zu einer wissenschaftlichen Vorreiterrolle beglückwünschen.

Es wird zwar noch ein sehr langer Weg, bis die Abstraktion in der Biologie tatsächlich ein einfaches lebensfähiges System hervorbringt, wie es das letzte Mal vor Milliarden Jahren existiert haben mag. Aber es besteht Hoffnung – damit diese Witze endlich aufhören.

## Referenzen

[1] Schwille, P., Spatz, J., Landfester, K., Bodenschatz, E., Herminghaus, S., Sourjik, V., et al., *MaxSynBio Avenues towards creating cells from the bottom up. Angewandte Chemie International Edition*, 2018, doi:10.1002/ange.201802288.

[2] [www.basyc.nl/about-basyc/](http://www.basyc.nl/about-basyc/)

# Warum lässt ein Baumliebhaber Bäume verhungern und verdursten?

VON HENRIK HARTMANN, JENA

*Jedes Kind hat im Wald schon mal einen toten Baum gesehen. Wie Bäume sterben, wissen aber selbst Baumphysiologen nicht genau. Henrik Hartmann will es in den „Jenaer Folterkammern“ herausfinden.*

Die Antwort auf die Frage, warum ich Bäume verhungern und verdursten lasse, lautet in Kurzform: „Weil Bäume einfach wundervoll sind.“ Die Frage ist durchaus berechtigt und wird mir oft gestellt. Unter Kollegen bin ich ohnehin seit langem als „Tree killer“ verschrien. Ich gebe es auch zu, ja, ich töte Bäume (und auch andere Pflanzen) und nicht nur das, ich foltere sie geradezu!

Meinen Versuchsaufbau im Gewächshaus des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie in Jena nenne ich etwas ironisch-sarkastisch die „Jenaer Folterkammern“. Dort lasse ich Bäume verhungern, indem ich der Luft fast das gesamte CO<sub>2</sub> entnehme, wodurch die Bäume keinen Zucker mehr bilden können. Oder ich lasse sie gemächlich vertrocknen, um sie dann beim langsamen Verwelken und Absterben zu beobachten. Ich habe schon Vorträge auf internationalen Konferenzen mit dem Titel „Killing in the name of science“ gehalten. Das klingt etwas nach Rechtfertigung, ist es vielleicht auch, beschreibt aber den Sinn meines niederträchtigen Tuns recht gut.

Nun fragen Sie sich bestimmt, ob ich eine schlimme Kindheit hatte, vielleicht sogar einer dieser abscheulichen Kätzchen-quälenden Bengel war, deren düstere Zukunft schon früh besiegelt schien. Das ist natürlich Unsinn. Pflanzen schreien ja nicht einmal unter Qualen, das macht das Foltern wenig aufregend. Ich töte und quäle, denn ich bin „Necrophytolog“ (Necro = tot, Phytologist = Pflanzenwissenschaftler), und befasse mich demzufolge mit dem Tod von Pflanzen. Aber, ich töte nicht

*»Aber ich töte nicht nur im Namen der Wissenschaft, sondern auch im Namen des Lebens – und insbesondere im Namen meiner wundervollen majestätischen Freunde, der Bäume.«*

nur im Namen der Wissenschaft, sondern auch im Namen des Lebens – und insbesondere im Namen meiner wundervollen majestätischen Freunde, der Bäume.



Aber nun mal ganz von vorne. Ich war als Kind weder ein Katzenquäler noch ein Naturfreak. Klar, wir sind oft spielend durch den Wald gezogen und haben dort viele Abenteuer erlebt. Es war immer aufregend in diese Welt einzutauchen, das fühlte ich schon damals. Im Wald gab es Bäche, Felsklüften, steile Abhänge, wilde Tiere und vor allem jede Menge Bäume.

Die Region, in der ich groß wurde, ist geprägt von Buchen- und Eichenbeständen, aus denen durch die Bewirtschaftung sogenannte Kathedralenwälder entstanden, die ein hohes Kronendach und wenig Verjüngung im Unterbestand aufweisen. Weite Sicht unter majestätischen Bäumen, da wird der Wald zum Wallfahrtsort der Seele, ein Petersdom der Natur sozusagen, einfach atemberaubend. Wir merken aber auch, dass der Wald das Klima be-

einflusste. War es im Sommer „draußen“ heiß und stickig, so war es im Wald eher warm und frisch. Im Winter dann das Gegenteil: Wenn auf dem Feld der kalte Wind auch die dickste Jacke durchdrang, war es im Wald viel angenehmer zum Spielen. Kurzum, Wälder haben schon immer eine gewisse Anziehungskraft auf mich ausgeübt, ich war mir dessen als Kind aber nicht wirklich bewusst.

Das „Bewusstsein Wald“ erlangte ich erst viel später. In der Zwischenzeit war ich ein erwachsener Mann, der nach Abschluss seines Militärdienstes als Panzergrenadier, nicht ganz sicher war, was er mit seinem Leben anstellen sollte. Meine Kindheit war geprägt vom Kalten Krieg und dem Deutschen Herbst und mir war nicht ganz klar, welche Rolle mir in dieser Gesellschaft zukommen sollte. Nachdem ich die Folgejahre des Mauerfalls in Berlin ver- »

» bracht hatte, beschloss ich mit Seesack über der Schulter und beflügelt von jugendlichem Leichtsinn meine deutsche Heimat zu verlassen und wanderte nach Amerika aus, genauer gesagt, nach Kanada.

Nach einer erlebnisreichen Reise per Anhalter durch die USA ließ ich mich in Quebec in einer einsamen Hütte im Wald nieder. Da gab es nicht viel, nicht mal fließendes Wasser, geschweige denn Strom oder Telefon. Mit meinen Ersparnissen kam ich weit, die Nahrung kam direkt vom Bauern: fünfzig Kilogramm Säcke mit Möhren, Kartoffeln, Steckrüben und Soja waren meine Nahrungsgrundlage. Das Leben war geprägt vom Notwendigsten, dem Essentiellen – Holz machen, heizen, kochen, Wasser holen. Ich war viel allein, schrieb viele Briefe, sogar eine Kindergeschichte. Um den Kontakt mit der Welt nicht ganz zu verlieren, hatte ich mir ein Radio mitgenommen, das an eine Autobatterie angeschlossen war, anson-

Solche und andere Erlebnisse, wie etwa ein paar Jahre später die Geburt meiner ersten Tochter mit mir als Hebamme, prägten meinen Charakter und ich entwickelte eine sehr enge Bindung zu meiner Umgebung. Der Wald wandelte sich langsam und aus etwas Unheimli-

*»Ich wurde neugierig und wollte wissen, wie das System Wald funktioniert.«*

chem wurde mehr und mehr etwas Geheimnisvolles. Ich begann meine Beobachtungen im Wald gedanklich zu thematisieren. Warum wachsen an einer Stelle nur Buchen, an einer anderen nur Zuckerahorn und an der nächsten nur Fichten? Ich wurde neugierig und wollte wissen, wie das System Wald funktioniert. Aufgewachsen und erzogen im 20. Jahr-

zeigt, natürliche Abläufe, die den Wald zu dem machen, was er ist: Ein sich selbst erneuerndes und selbsterhaltendes System, eine Art Superorganismus.

Viele meiner Fragen zum Thema Wald blieben jedoch unbeantwortet. Warum dominierte zum Beispiel in einer Gegend der Ahorn und in einer anderen die Buche, obwohl doch beide Arten hier scheinbar wachsen konnten? Von meinen Ausbildern bekam ich immer öfter die Antwort: „Das können sie dir vielleicht an der Uni beantworten.“

So war der nächste Schritt vorgezeichnet, ein Bachelor in Forstwissenschaften. Auch hier lernte ich viel, und mir wurde vieles klar. Etwa, dass die Dominanz einer Art nicht nur davon abhängt, wie gut sie an einem Standort wachsen kann, sondern auch, welche Vorgeschichte der Standort hat. Wurde hier bereits Bestandspflege betrieben? Gab es natürliche Störungen, die eine Art mehr als die andere betrafen?

Ich versuchte, die zeitliche Dynamik des Waldes zu verstehen, Abläufe, die wir Menschen oft nicht wahrnehmen können, weil wir nicht so alt werden wie Bäume. Wir Menschen folgen daher der Tendenz, den Wald als statisches System zu betrachten, als etwas, das sich nicht ändert und daher auch nicht ändern sollte. Doch das ist ökologisch gesehen völlig falsch und kommt dem Tod des Naturwaldes gleich. Der Wald muss sich ändern, er muss gestört werden, manchmal sogar zurückgesetzt werden durch Brand oder Krankheit, damit erneuernde Prozesse wie zum Beispiel Nährstoffeinträge und Artenabfolgen wieder neu, und manchmal verändert, ablaufen können. So wurde der Horizont meines Wald-Bewusstseins immer weiter.

Doch auch hier stieß ich an Grenzen. Forstwissenschaft dient hauptsächlich der Bewirtschaftung des Waldes, nicht unbedingt dem Verständnis. Im Rahmen meiner Bachelorarbeit kam ich dann mit der Wissenschaft in Berührung. Während die meisten meiner Kommilitonen Waldbewirtschaftungspläne für den einen oder anderen Waldbesitzer, oft aus eigener Familie, erstellten (gäh, ist das langweilig), befasste ich mich mit der Mortalität von Bäumen. Denn gerade hier sind die Wissenslücken am größten. Ein toter Baum ist für den Förster oft nur ein Verlust und verringert den Wertzuwachs. Für den Waldökologen hingegen ist jeder Baumtod auch der Anfang eines neuen Lebens. Der freiwerdende Raum wird durch andere Bäume eingenommen, das langsam vermodernde Holz dient als Nährstofflager für Sämlinge, die auf dem feuchten



Bild:  
Hartmann

ten gab es nicht viel. Bis auf Wald, viel Wald, um meine Hütte herum.

Die Notdurft musste natürlich auch im Wald verrichtet werden. Für einen Straßenlaternen-gewohnten Mitteleuropäer waren diese nächtlichen „Austritte“ einfach beeindruckend. Durch die fehlende Lichtverschmutzung waren am Firmament nicht Tausende sondern Millionen von Sternen sichtbar, alles klar und deutlich, wunderschön. Nordlichter, ein wahres Spektakel! Doch dann knackte es im Unterholz und sofort kamen alle Instinkte in Wallung: Was war das? Ein Hase, ein Fuchs oder etwa ein Bär? Nein, ein Bär wäre wuchtiger, es muss was anderes sein!

hundert wurde ich mir langsam bewusst, dass ich die Zeit nicht zurückdrehen konnte. Meine intellektuellen Ansprüche, lange Zeit unterdrückt durch die Aufgaben der täglichen Selbstversorger-Routine, meldeten sich zurück und wollten erfüllt werden. Unter diesem Wandel entfernte ich mich allerdings nicht vom Wald, sondern näherte mich ihm auf eine andere, intellektuelle Weise. Also beschloss ich, eine Ausbildung zum Forstwart zu machen.

Meine Lehre war sehr spannend, ich lernte den Wald zu vermessen, Holzvolumen zu schätzen, Bäume auf ihre Qualität für die Verarbeitung zu Sägeholz zu beurteilen. Aber auch Verjüngungsdynamiken wurden uns aufge-



der durch den Klimawandel neuen Risiken ausgesetzt sind. Häufigere und länger anhaltende Trockenperioden, einhergehend mit Hitzewellen, führen weltweit zu großflächigem Absterben von Baumbeständen und ganzen Waldgebieten. Allein im kanadischen British Columbia wurden im Zeitraum von 1999 bis 2015 unter Mitwirken des Borkenkäfers mehr als 16 Millionen Hektar Wald zerstört. Das entspricht der Fläche Thüringens und ist größer als der gesamte deutsche Wald (11,4 Millionen Hektar).

Die bei einem derartigen Absterben ablaufenden Prozesse sind komplex. Bäume interagieren mit ihrer Umwelt und den darin agierenden Faktoren wie zum Beispiel dem Borkenkäfer, die wiederum sehr spezifisch auf Veränderungen der Umwelt reagieren. Dies macht Kausalisierungen oft sehr schwierig und hemmt das Erlangen von grundlegenden Erkenntnissen. So ist etwa weiterhin weitgehend ungeklärt, welche physiologischen Prozesse im Baum

Bild:  
Wikipedia

bei Trockenstress das Absterben verursachen. Solche Erkenntnisse sind aber wichtig, um mithilfe von Simulationsmodellen Vorhersagen über die Auswirkungen unserer Handlungsweisen (zum Beispiel CO<sub>2</sub>-Emissionen) auf Waldbestände der Zukunft treffen zu können.

Bäume gibt es seit knapp 400 Millionen Jahren auf unserem Planeten und sie gehören zu den größten und ältesten Lebewesen. Prometheus, eine im wahrsten Sinne des Wortes Langlebige Kiefer (*Pinus longaeva*), die in 3.000 Meter Höhe in den *White Mountains* zwischen Nevada und Kalifornien wuchs, wurde 4.862 Jahre alt – bis sie schließlich nicht Wind, Wetter, Krankheit oder gar Waldbrand zum Opfer fiel, sondern einem Studenten der sie 1964 zu Studienzwecken fällt! Der „*Trembling Giant*“ (zitternder Riese) im US-amerikanischen Utah ist eine Zitterpappel-Klonkolonie von mehr als 43 Hektar Größe. Die dort stehenden circa 47.000 Stämme mit einer Gesamtmasse von mehr als 6.000 Tonnen sind zwar durchschnittlich nicht älter als 130 Jahre – das Alter des Klons, das heißt der Ansammlung genetisch identischer Ableger, wird allerdings auf über 80.000 Jahre geschätzt, einige Schätzungen reichen sogar bis zu einer Million Jahre.

Das sind Maßstäbe, mit denen der Mensch sich nicht messen kann und unsere vergleichsweise kurze Lebenszeit macht Untersuchungen an Bäumen zusätzlich schwierig. Wir werden nicht alt genug, um einen Baum beim Absterbeprozess wissenschaftlich zu begleiten, denn dieser kann sich über mehrere Jahrzehnte hinziehen. Bleibt nur der Ausweg, das Absterben hervorzurufen und zu beschleunigen, etwa durch künstlichen Trockenstress. Dabei können wir Kenntnisse gewinnen, die beim natürlichen Absterben entweder nicht erfasst oder durch andere Faktoren beeinflusst werden. *Killing in the name of science!*

Bäume haben sich im Laufe der Jahrtausende durch dick und dünn gekämpft. Getetzt von zyklischen Veränderungen des Klimas und gebeutelt von immer wieder schwankenden CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Luft, mussten sie sich immer wieder auf Schutzburgen zurückziehen, Refugien, in denen sie ausharrten – aber immer wieder sind sie zurückgekommen. Bäume sind die wahren Helden dieser Erde: Sie haben nicht nur etliche Eiszeiten und deren unerbittliche Gletscher, riesige Erdhobel, die alles unter sich begraben, überstanden, sondern haben Dinosaurier kommen und gehen sehen. Bäume werden ganz bestimmt auch uns Menschen überleben und noch dann unseren Planeten bevölkern, wenn wir bereits Erdgeschichte sind.

Allerdings scheint die von unseren Machenschaften eingeläutete neue Runde im Ringen um das Überleben auf diesem Planeten, eine schwierigere Aufgabe zu werden, denn die neuerlichen Veränderungen von Klima und CO<sub>2</sub> schreiten schnell voran. Vielleicht zu schnell für einige unserer heutigen Baumarten – denn Riesen sind eben oft auch etwas behäbig.

Grund des faulenden Holzes keimen und gut gedeihen. Diese Erkenntnisse verankern sich inzwischen in der modernen Forstwirtschaft. Weiterhin unbeantwortet ist jedoch die Frage, wie Bäume sterben. Versuche haben gezeigt, dass es Seneszenz, im Sinne von programmiertem Tod, bei Bäumen nicht zu geben scheint, sonst gäbe es nicht so viele sehr alte Bäume. Allerdings summiert sich das Risiko bei Bäumen, über Jahrzehnte und Jahr-

»Versuche haben gezeigt, dass es Seneszenz, im Sinne von programmiertem Tod, bei Bäumen nicht zu geben scheint, sonst gäbe es nicht so viele sehr alte Bäume.«

hunderte widrigen Umweltbedingungen ausgesetzt zu sein. Irgendwann kommt es dann doch zu dem entscheidenden tragischen Ereignis – Blitzschlag, Windwurf oder Krankheit.

In den vergangenen Jahrzehnten wurde immer öfter beobachtet, dass Bäume und Wäl-

## Zum Autor

**Henrik Hartmann** arbeitet als Ökophysiologe in der Abteilung Biogeochemische Prozesse des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie in Jena. Mit seiner Gruppe „Plant Allocation“ untersucht er, wie Bäume ihre Ressourcen, zum Beispiel CO<sub>2</sub> verteilen, wenn sich die Umweltbedingungen etwa durch Trockenheit verändern. Dabei schreckt er auch nicht davor zurück, Bäume gezielt vertrocknen zu lassen.

# Molekularbiologische Ingenieurskunst im Nanomaßstab

VON FRIEDRICH SIMMEL, MÜNCHEN

*Die DNA-Nanotechnologie macht mit immer größeren molekularen Strukturen, aber auch mit Nanomaschinen und Prototypen für Nanoroboter Furore – handelt es sich hier um einen technologischen Durchbruch, eine Übergangstechnologie auf dem Weg zur zukünftigen synthetischen Biologie oder nur um einen vorübergehenden Hype?*

Die Synthetische Biologie und ihre Spielart die Bionanotechnologie haben sich zum Ziel gesetzt, künstliche biologische Komponenten und Systeme herzustellen, wobei ausdrücklich „Ingenieursprinzipien“ genutzt werden sollen. Doch was sind überhaupt Ingenieursprinzipien – und wie sollen sie in der Welt der Biomoleküle angewendet werden?

Tatsächlich gibt es durchaus Ähnlichkeiten zwischen biologischen und technischen Systemen: Beide sind beispielsweise bis zu einem gewissen Grad modular und hierarchisch aufgebaut. In der Technik ist Modularität eine wichtige Eigenschaft, die den Aufbau komplexer Systeme überhaupt erst ermöglicht – Standards und definierte Schnittstellen zwischen verschiedenen Komponenten erlauben es Ingenieuren, getrennt an Teilstrukturen einer komplexen

Apparatur zu arbeiten und diese dann zu einer funktionierenden Einheit zusammenzusetzen.

Anstatt einmaliger Artefakte kann man durch Modularität technische Systeme reproduzierbar und auch in großer Stückzahl herstellen. Computersysteme sind ebenso modular und hierarchisch aufgebaut. Nicht zuletzt deswegen können heute sogar Kinder mit Smartphones und Tablet-Computern spielen – man muss nur das „I/O“-Modul (Eingabe/Ausgabe-Modul) bedienen können ohne den Rest der darunterliegenden Module verstehen zu müssen.

Auch in der Biologie erkennt man eine Organisation in Funktionseinheiten: Organe, Zellen, Organellen, biologische Makromolekülkomplexe und ihre Be-

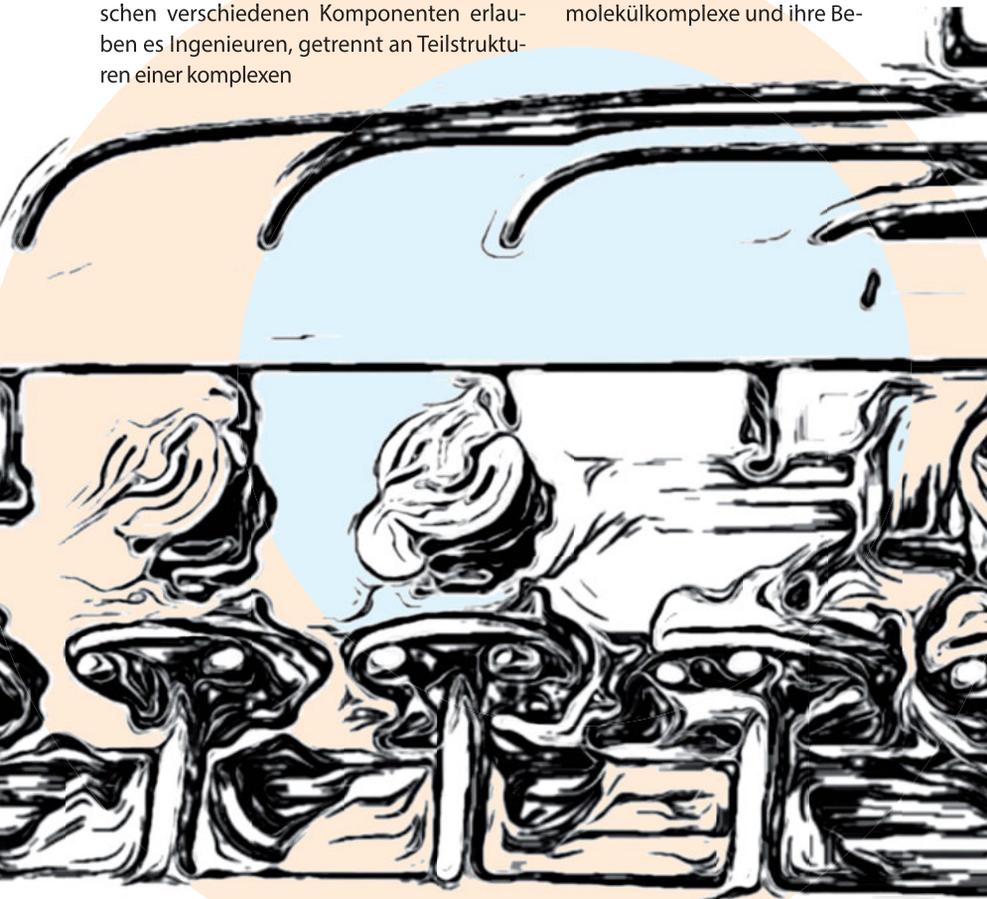
standteile. Der Grund für die vorherrschende Modularität in der Biologie ist evolutionärer Natur – funktionierende Strukturen und Prozesse sind konserviert, werden vererbt, kopiert und immer wieder verwendet. Modularität bedeutet auch, dass eine lebende Zelle nicht einfach nur ein amorpher Behälter voller Chemikalien ist, sondern eine interne Struk-

*»Leider muss man feststellen, dass biologische Systeme und Moleküle, und damit auch molekulare Maschinen, sich anders verhalten, als wir es von der makroskopischen Welt gewohnt sind.«*

tur aufweist, sodass wir ihren verschiedenen Komponenten sogar eine bestimmte Funktion zuweisen können – die eine ist für das Kopieren von Erbinformation verantwortlich, die andere für den Transport von Stoffen durch die Zelle, *et cetera*.

Es ist daher naheliegend, dass sich im Laufe der Zeit gewisse Analogien zwischen Technik und Biologie eingebürgert haben. So sind die Mitochondrien die „Kraftwerke der Zelle“ und viele Enzyme werden neuerdings auch von Biologen als „Nanomaschinen“ bezeichnet. Solche Analogien suggerieren auch ein wenig, dass es eines Tages möglich sein sollte, künstliche technische Systeme zu bauen, die „biologieähnlich“ sind – also biologisches Maschinenwesen.

Leider muss man feststellen, dass biologische Systeme und Moleküle, und damit auch molekulare Maschinen, sich anders verhalten, als wir es von der makroskopischen Welt gewohnt sind. Schließlich handelt es sich um Moleküle in einer wässrigen Salzlösung bei typischen Temperaturen von 25 bis 40 Grad Celsius. Die Brownsche Molekularbewegung dominiert die Dynamik dieser Systeme und die



auf ein biologisches Molekül wirkenden thermischen Kräfte übertreffen die von ihnen effektiv erzeugten bei weitem. Tatsächlich nutzen biologische Maschinen die Brownsche Bewegung eher, als gegen sie zu arbeiten – sie schaffen es gleichsam, die zufällige Molekularbewegung „gleichzurichten“ (im Nichtgleichgewicht ist das erlaubt und verstößt nicht gegen den zweiten Hauptsatz).

Das Studium biologischer molekularer Maschinen der vergangenen Jahrzehnte hat unser Verständnis der zugrundeliegenden physikochemischen Prozesse gefördert. Bis zu einem gewissen Grad „wissen“ wir inzwischen, was diese Maschinen ausmacht, und wie sie eventuell zu realisieren sind. Typisch für alle molekularen Maschinen ist, dass sie aus mehreren erkennbaren molekularen Untereinheiten bestehen. Ihre Funktion beruht auf deren Zusammenspiel und kann von den Einzelteilen alleine nicht erzeugt werden. Ein Spezialfall sind molekulare Motoren, die chemische Energie in gerichtete Bewegung umwandeln.

Mittels chemischer Synthese hat die supramolekulare Chemie bereits eine Reihe maschinenartiger Moleküle erzeugt – hierzu zählen Moleküle, die um eine Achse (häufig eine kovalente Bindung) rotieren sowie ringförmige Moleküle, die miteinander verkettet sind oder entlang einer Achse gleiten. 2016 wurde sogar der Chemie-Nobelpreis für die Entwicklung dieser molekularen Maschinen verliehen – für manche überraschend, da diese faszinierende Teildisziplin der Chemie bislang keinerlei echte Anwendungen hat: Molekulare Maschinen sind bislang nur das Versprechen für eine Technologie der Zukunft.

---

»An diesem Punkt kommt die DNA-Nanotechnologie ins Spiel, die den Brückenschlag zwischen Nanotechnologie und molekularer Biologie herstellt.«

---

Im Vergleich zu den kleinen Strukturen der supramolekularen Chemie sind typische biologische Maschinen extrem leistungsfähig – aber auch riesig! Zu ihnen zählen molekulare Rotoren wie der bakterielle Flagellen-Motor, die ATP-Synthase, die molekularen Linear-Motoren Myosin, Dynein und Kinesin, aber auch Synthese-Maschinen wie DNA- und RNA-Polymerasen oder die Ribosomen. Die *De-novo*-Erzeugung dieser Maschinen ist für die Synthetische Biologie bislang außer Reichweite – und auch erste Versuche, natürliche Motoren zu modifizieren und für nicht-biologische Zwecke zu nutzen, waren bislang nur mäßig erfolgreich.



An diesem Punkt kommt die DNA-Nanotechnologie ins Spiel, die den Brückenschlag zwischen Nanotechnologie und molekularer Biologie herstellt. DNA ist zwar ein Biomolekül, sie wird in der Biologie aber nicht für strukturelle Zwecke, und erst recht nicht als Komponente molekularer Maschinen genutzt. In der DNA-Nanotechnologie wird das Erbmolekül tatsächlich vollkommen zweckentfremdet.

Was DNA für den molekularbiologischen Ingenieur interessant macht, ist die berühmte Basenpaarungs-Wechselwirkung, die zwei DNA-Einzelstränge mit komplementärer Sequenz zusammenhält. Hinzu kommt, dass doppelsträngige DNA, als Polymer betrachtet, mechanisch wesentlich steifer ist als einzelsträngige. Daher kann über die Sequenz von DNA-Molekülen „programmiert“ werden, ob sie aneinander haften oder nicht, und damit auch, ob sie mechanisch steife oder eher flexible Strukturen bilden.

Bereits um 2000 wurden die ersten molekularen Schalter und Maschinen aus DNA hergestellt, die diese mechanischen Eigenschaften der DNA nutzten [1]. Durch reversibles Versteifen flexibler Regionen einer Molekülstruktur konnten zum Beispiel einfache Kontraktions- oder Streckbewegungen erzeugt wer-

den. Einige qualifizierten sich damit sogar als molekulare Motoren, da sie tatsächlich chemische Energie in Form freier Enthalpie der Basenpaarung, in gerichtete Molekülbewegung umsetzen konnten.

2006 wurde die DNA-Nanotechnologie durch die Entwicklung der „DNA-Origami“-Technik durch Paul Rothemund revolutioniert [2]. Sie ermöglichte, nahezu beliebige geformte Objekte aus DNA-Molekülen zu modellieren. Die Technik greift zwar auf frühere Konzepte der DNA-Nanotechnologie zurück, nutzt aber im Gegensatz zu diesen einen mehrere tausend Nukleotide langen DNA-Gerüststrang, der durch Hybridisierung mit hundert kürzerer Oligonukleotide in eine bestimmte Form „gefaltet“ wird.

Die resultierenden Origami-Strukturen bestehen üblicherweise aus vielen parallel verlaufenden und miteinander verknüpften DNA-Doppelhelices. Mit typischen Dimensionen von zehn bis hundert Nanometern sind sie deutlich größer und vor allem auch steifer als die molekularen Strukturen der prä-Origami-Zeit.

Der auf sequenzspezifischer DNA-Basenpaarung basierende Origami-Prozess verläuft so verlässlich, dass der Entwurf der Struk- »



» turen hauptsächlich auf der Sequenz-Ebene möglich ist. Es müssen nur bestimmte „Designregeln“ befolgt werden, molekular detailierte Simulationen sind nicht nötig. So können auch Nutzer ohne tiefere Kenntnisse der Biochemie komplexe DNA-Nanostrukturen mithilfe von CAD-Programmen designen. Im

*»In manchen Fällen ist dies leider schlicht Overselling, denn viele der sogenannten Nanoroboter sind noch immer nur molekulare Mechanismen und Maschinen (wenn überhaupt).«*

Prinzip lassen sich DNA-Elemente auch modular wiederverwenden und zusammensetzen. Dies ist bislang vielleicht das einzige Beispiel von „molekularem Engineering“, das nicht auf der molekularen, sondern auf einer höheren Abstraktionsebene stattfindet.

Es ist daher naheliegend, dass mehrere Arbeitsgruppen seit einiger Zeit versuchen, Nanomaschinen – oder zumindest Bauteile für Nanomaschinen – mithilfe der Origami-Technik herzustellen. Die Größe und erhöhte Steifigkeit der Strukturen führt dazu, dass diese tatsächlich ein wenig wie makroskopische Ma-

schinenelemente wirken. Es handelt sich also eher um „mesoskopische“ Strukturen – angesiedelt irgendwo zwischen molekularer und klassischer Maschinerie.

Zu Publicity-Zwecken nutzen viele Forscher die Origami-Technik, um molekulare Skulpturen aus DNA zu kreieren, die gewisse Eigenschaften oder Anwendungen suggerieren – Smiley-Gesichter, Zahnräder, Buchstaben, Robotergestalten und Universitätslogos. Dem unerfahrenen Betrachter ist dabei leider nicht klar, dass die meisten dieser Strukturen nur molekulare Kunstwerke sind, die keinerlei Funktion ausführen. In anderen Worten – man kann leicht DNA-Strukturen erzeugen, die aussehen wie Maschinen, es ist aber schwer, sie tatsächlich zum Laufen zu bringen.

Die bisher verwendeten Antriebe für DNA-Maschinen sind zu langsam, zu umständlich oder aus anderen Gründen für Anwendungen unbrauchbar. Die häufig eingesetzte DNA-Hybridisierung ist beispielsweise ein recht langsamer Prozess und für den Antrieb schneller molekularer Motoren ungeeignet. Nichtsdestotrotz ist ihre hohe Sequenzspezifität nützlich für die Ankopplung DNA-basierter Maschinen an biologische Prozesse. Schnelleres Schalten durch Änderung von Salzkonzentrationen oder pH-Wert ist möglich, allerdings erfordert ein zyklischer Betrieb hierfür entsprechende Vorrichtungen.

Ein autonomer Antrieb von DNA-Maschinen durch einen effizienten enzymatischen Zyklus, wie bei den natürlichen ATP-verbrauchenden molekularen Maschinen, ist derzeit nicht in Sicht – und wird alleine auf Basis von DNA vermutlich nicht realisierbar sein.

Die Wahl des Antriebs der Maschinen hängt mit ihrer möglichen Anwendung zusammen. Sollen sie selbsttätig vor sich hinlaufen oder extern angetrieben werden? Sollen sie innerhalb eines Organismus funktionieren, im biologischen Milieu, oder für nicht-biolo-

*»Zumindest im Moment spielt die DNA-Nanotechnologie eine Vorreiterrolle für eine zukünftige Technologie, mit der wir molekulare Assembly-Prozesse vollkommen kontrollieren können.«*

gische, technische Zwecke Verwendung finden? Als Hauptanwendungen für DNA-Nanomaschinen werden meist die Nanomedizin sowie die Nanofabrikation genannt.

In der Nanomedizin könnten molekulare Maschinen eingesetzt werden, die krankheitsrelevante Marker detektieren können und als Antwort pharmazeutisch wirksame Stoffe freisetzen. So lassen sich bereits heute mit der Origami-Technik schaltbare Behälter erzeugen, die mit einer molekularen Fracht beladen werden können, die stimuliert durch die Anwesenheit bestimmter Moleküle freigegeben wird. Naheliegende molekulare Inputs sind hier RNA-Moleküle, etwa mRNAs oder mikroRNAs, die direkt über einen Hybridisierungsmechanismus mit den Maschinen wechselwirken. Solche Anwendungen erfordern allerdings einen Transport der Maschinen in die Zelle hinein. Andere, extrazelluläre Ansätze basieren auf der Erken-

## Zum Autor

**Friedrich Simmel** ist Inhaber des Lehrstuhls für Physik Synthetischer Biosysteme an der Technischen Universität München. Seine Gruppe versucht, mithilfe von DNA-Origami molekulare Nanoroboter zu konstruieren, die wie ihre Vetter aus der Makrowelt steuerbar sind und konkrete Funktionen ausführen.

nung molekularer Marker auf Zelloberflächen, was zum Beispiel mithilfe integrierter Aptamer-Komponenten bewerkstelligt werden kann [3].

Während die langsame Operation der DNA-Maschinen in diesen Anwendungen kein Problem darstellt, ist die geringe Stabilität der Strukturen im biologischen Milieu problematisch – niedrige Salzkonzentrationen und die Anwesenheit von Nukleasen können DNA-Origami-Strukturen leicht zerstören. Allerdings wurden in den letzten Jahren verschiedene Strategien zu deren Stabilisierung oder auch Verpackung entwickelt. Auch die Kosten für die DNA-Synthese sind nicht mehr limitierend, für die Hochskalierung der DNA-Origami-Produktion wurde kürzlich sogar ein biotechnologischer Ansatz vorgestellt [4].

Die Nanofabrikation stellt die Wissenschaftler vor ganz andere Herausforderungen – die Zielsetzung ist hier eine „molekulare Transportlinie“, auf der man molekulare Komponenten oder Nanopartikel gemäß eines vorgegebenen Programms zu komplexeren Strukturen zusammensetzen kann. Die Umgebungsbedingungen werden von der verwendeten *Assembly*-Chemie bestimmt – und

---

» Die Frage ist also, ob wir DNA so modifizieren können, dass sie für diese Anwendungen besser geeignet ist, oder ob wir lernen, mit anderen molekularen Substraten ähnliches zu bewerkstelligen.«

---

umgekehrt definieren die mit DNA-Strukturen verträglichen Bedingungen die verwendbare Chemie, und das bedeutet in diesem Kontext nach wie vor: wässrige Salzlösungen. Grundsätzlich wurden schon Systeme mit molekularen „Läufern“ entwickelt. Die Läufer bewegen sich an Bahnen entlang, die durch DNA-Origami-Plattformen definiert werden und transportieren zum Beispiel Nanopartikel auf unterschiedlichen programmierbaren Wegen.

Im Gegensatz zu nanomedizinischen Anwendungen ist die niedrige Geschwindigkeit DNA-basierter Mechanismen aber ein Problem – wie sollen die Systeme ernsthaft für die Produktion großer Stoffmengen verwendet werden, wenn jeder *Assembly*-Prozess mehrere Stunden dauert?

Solange keine schnellen chemischen Antriebe für DNA-Maschinen entwickelt werden, sind hybride Ansätze ein möglicher Ausweg. So wurden bereits magnetische und elektrische Antriebe für DNA-basierte Nanomaschi-

nen realisiert, die eine präzise, computergesteuerte Kontrolle und bis zu millionenfach höhere Schaltgeschwindigkeiten ermöglichen [5]. Vielleicht ist mit diesen biohybriden Systemen tatsächlich eine additive Fertigung auf der Nanoskala erreichbar.

Seit einiger Zeit sprechen DNA-Nanotechnologen nicht mehr nur von „molekularen Maschinen“ sondern sogar von „Nanorobotern“. In manchen Fällen ist dies leider schlicht *Oversewing*, denn viele der sogenannten Nanoroboter sind noch immer nur molekulare Mechanismen und Maschinen (wenn überhaupt). In anderen Fällen ist aber eine Entwicklung von DNA-Nanosystemen hin zu größerer Komplexität und Programmierbarkeit deutlich zu erkennen.

Was soll überhaupt ein Roboter auf der Nanoskala sein? Robotiksysteme sind integrierte technische Systeme aus Sensoren und Aktuatoren, die mithilfe einer Computersteuerung koordiniert werden. Der Computer bewertet die sensorische Information und entscheidet, welche Aktion auszuführen ist. Während manche Roboter nur starr vorprogrammierte Arbeitsabläufe kennen, sind viele Systeme neuerdings dank Maschinenintelligenz lernfähig.

Im Prinzip ist DNA das ideale Molekül für die Nanorobotik – neben schaltbaren molekularen Strukturen, die als Sensoren und Aktuatoren agieren können, kann DNA gemäß ihrer ursprünglichen biologischen Rolle auch Informationen speichern. Zudem lassen sich auch einfache Computerfunktionen einbauen. Die Integration dieser Funktionen in ein konsistentes molekulares System würde also tatsächlich so etwas wie einen Nanoroboter ergeben.

Allerdings sollte man am Ende nicht zu viel von nanoskaligen Robotiksystemen erwarten. Ihre Computerpower ist letztlich sehr begrenzt, und mehr als ein paar einfache, „festverdrahtete“ Entscheidungsprozesse sind kaum machbar. Systeme mit interessanteren Verhaltensweisen oder gar Lernfähigkeit und „Intelligenz“ müssten deutlich komplexer sein und statt aus einzelnen Molekülstrukturen aus einer Vielzahl miteinander interagierender Komponenten bestehen – wie es zum Beispiel bei lebenden Zellen der Fall ist.

Um auf die eingangs gestellte Frage zurückzukommen – ist die DNA-Nanotechnologie eine Übergangstechnologie oder wird sie bleiben? Zumindest im Moment spielt die DNA-Nanotechnologie eine Vorreiterrolle für eine zukünftige Technologie, mit der wir molekulare *Assembly*-Prozesse vollkommen kontrollieren können. Ein ganz entscheidender Aspekt ist hierbei die Programmierbarkeit der DNA-Sequenz, die das modulare, rationale Design molekularer Strukturen überhaupt erst erlaubt. Allerdings wissen wir am biologischen

Beispiel, dass man aus Proteinen bessere molekulare Maschinen bauen kann als bislang mithilfe von DNA. Die Frage ist also, ob wir DNA so modifizieren können, dass sie für diese Anwendungen besser geeignet ist, oder ob wir lernen, mit anderen molekularen Substraten ähnliches zu bewerkstelligen.

So oder so wird sich das Feld im Laufe der Zeit wandeln, und statt nur mit DNA zu arbeiten, werden immer mehr chemische Modifi-

---

»Allerdings sollte man am Ende nicht zu viel von nanoskaligen Robotiksystemen erwarten.«

---

kationen verwendet werden und auch Kombinationen mit anderen biologischen Molekülen an Bedeutung gewinnen.

Vielleicht – und das wäre ein Erfolg – wird man in wenigen Jahren die Begriffe „DNA-Nanotechnologie“ oder „DNA-Origami“ gar nicht mehr verwenden, da deren Konzepte und Techniken längst zum Standardrepertoire der Biotechnologie gehören.

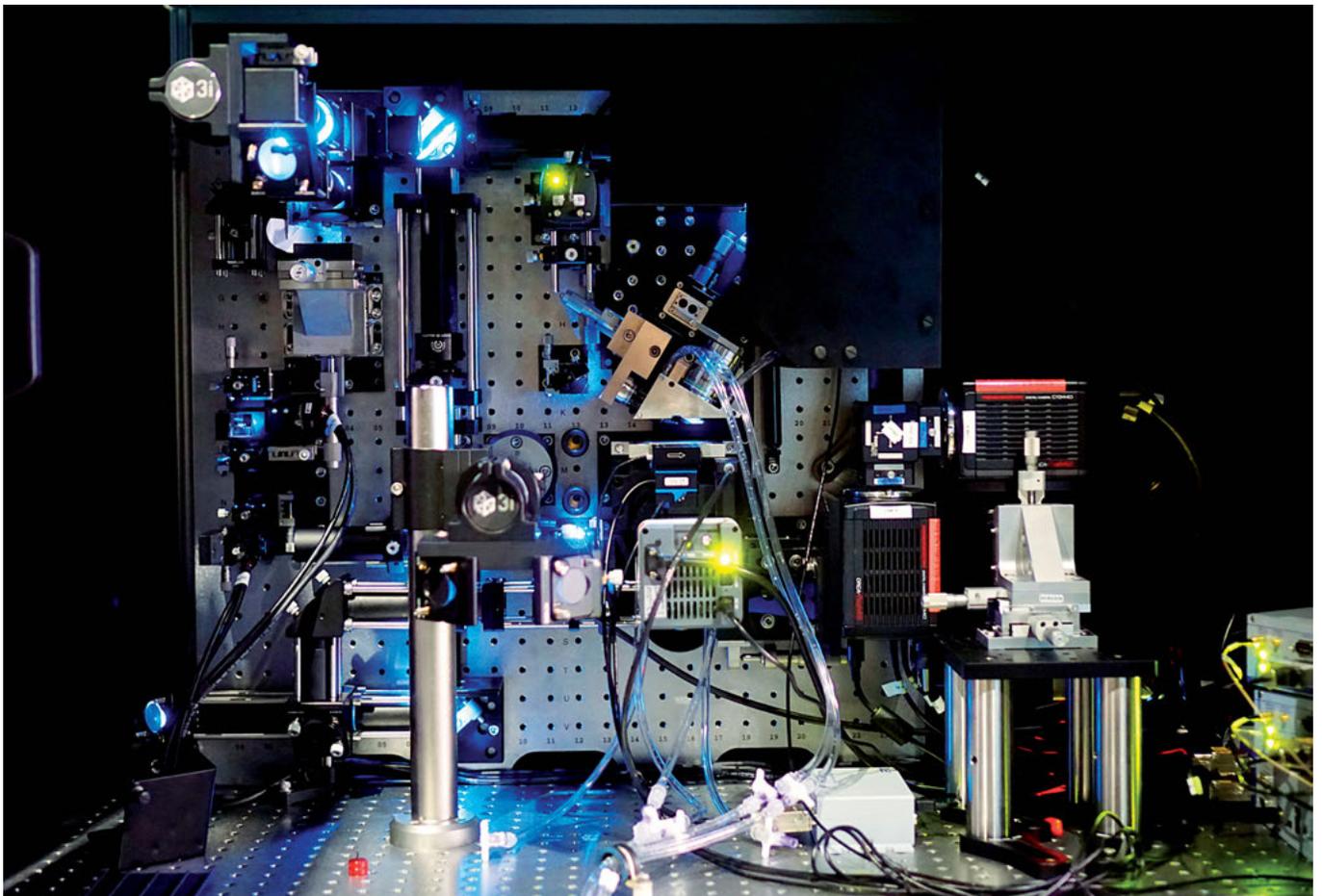
## Referenzen

- [1] Yurke, B., Turberfield, A.J., Mills, A.P., Simmel, F.C. and Neumann, J.L. (2000) A DNA-fuelled molecular machine made of DNA. *Nature*, 406, 605-608.
- [2] Rothmund, P.W.K. (2006) Folding DNA to create nanoscale shapes and patterns. *Nature*, 440, 297-302.
- [3] Li, S., Jiang, Q., Liu, S., Zhang, Y., Tian, Y., Song, C., Wang, J., Zou, Y., Anderson, G.J., Han, J.-Y. et al. (2018) A DNA nanorobot functions as a cancer therapeutic in response to a molecular trigger in vivo. *Nat. Biotechnol.*, 36, 258-264.
- [4] Praetorius, F., Kick, B., Behler, K.L., Honemann, M.N., Weuster-Botz, D. and Dietz, H. (2017) Biotechnological mass production of DNA origami. *Nature*, 552, 84-87.
- [5] Kopperger, E., List, J., Madhira, S., Rothfischer, F., Lamb, D.C. and Simmel, F.C. (2018) A self-assembled nanoscale robotic arm controlled by electric fields. *Science*, 359, 296-301.



PRODUKTÜBERSICHT: LIVE-CELL-IMAGING-SYSTEME

## Scheibchenweise Licht



Nicht unbedingt auf den ersten Blick als Mikroskop zu erkennen: Das Lattice Light Sheet-Mikroskop.

Foto: Nick Hamilton

*Gut vier Jahre sind seit der letzten Produktübersicht zu Live-Cell-Imaging-Systemen vergangen. Höchste Zeit für ein Update.*

Schon in der Übersicht in *Laborjournal* 12/2014 zeichnete sich ein Trend zu Lichtscheiben-basierten Mikroskopie-Verfahren für das Lebendzell-Imaging ab – Nobelpreisträger Eric Betzig hatte gerade mit einer Variante des Lichtscheibenmikroskops, dem sogenannten *Lattice-Light-Sheet* (LLS)-Mikroskop, einen großen Coup gelandet. Von Betzigs LLS-Mikros-

kop ist mittlerweile auch eine kommerzielle Variante auf dem Markt. Der Preis des Instruments von weit über einer halben Million Euro dürfte aber das Budget der meisten Gruppen sprengen.

### Hauchdünne Lichtscheibe

Wer dennoch von den bisher üblichen *Live-Cell-Imaging*-Verfahren, die meist Weitfeld- oder konfokale Fluoreszenzmikroskopie-Techniken nutzen, auf die zellschonendere Lichtscheibenmikroskopie (LSM) umsatteln will, muss nicht lange suchen. Neue,

leistungsstarke Lichtscheibenmikroskope, die meist wesentlich günstiger sind als Betzigs Edel-Gerät, schießen derzeit wie Pilze aus dem Boden. Den Vater der LSM, Ernst Stelzer vom Buchmann Institut für Molekulare Lebenswissenschaften in Frankfurt, dürfte das besonders freuen – zumal auch einige seiner ehemaligen Mitarbeiter mit neuen Ideen für die Lichtscheibenmikroskopie glänzen.

Das Grundprinzip der LSM ist schnell erklärt: Die Fluoreszenz-gelabelte Probe wird mit einer hauchdünnen Lichtscheibe bestrahlt, die senkrecht zum Detektions-Objektiv orientiert ist und in dessen Fokusebene liegt. Das Objek-

tiv sammelt die von den Fluorophoren ausgesandten Lichtsignale und leitet sie für die Bild-erzeugung auf die lichtempfindlichen Chips einer CCD- oder CMOS-Kamera.

Je dünner die Lichtscheibe ist, desto weniger treten Artefakte durch Beugung, Streuung oder Absorption auf dem Weg durch die Probe auf – und als zusätzliches Bonbon sinkt die Strahlenbelastung, die zu Ausbleich- sowie phototoxischen Effekten in den untersuchten Zellen führt. Wird die Probe in winzigen Schritten durch die Lichtscheibe bewegt, entsteht ein dreidimensionales Bild des untersuchten Objekts.

2004 stellte Ernst Stelzers Gruppe das erste moderne Lichtscheibenmikroskop vor. Die Lichtscheibe erzeugte sein damaliger Mitarbeiter Jan Huiskens zunächst mit einer zylindrischen Optik (*Selective Plane Illumination Microscopy*, SPIM). In einem Nachfolgemodell, das vier Jahre später fertig war, verwendete Stelzers Team einen punktförmigen Laserstrahl, der sich schnell hin und her bewegte, um die Lichtscheibe zu generieren (*Digitally Scanned Light-sheet Microscope*, DSLM). Auf diesen beiden Grundprinzipien basieren die meisten aktuellen Varianten des Lichtscheibenmikroskops.

## Zu wenig Platz

Sowohl bei SPIM als auch bei DSLM fällt die Lichtscheibe durch ein Anregungs- beziehungsweise Illuminations-Objektiv auf die Probe, das im rechten Winkel zum Detektions-Objektiv montiert ist. Eigentlich sollte die Numerische Apertur (NA) der beiden Objektive so hoch wie möglich sein, um eine optimale Auflösung zu erzielen: Das Anregungs-Objektiv liefert in diesem Fall eine nur wenige

Mikrometer dicke Lichtscheibe, während das Detektionsobjektiv maximal viel Licht einfängt. In der Praxis funktioniert dies jedoch nicht, weil Objektive mit hoher NA sehr klobig sind und sich durch die orthogonale Anordnung im LSM gegenseitig in die Quere kommen. Die Probe wird deshalb häufig mit einem Mindestabstand von etwa einem Millimeter vor der Linse des Detektions-Objektivs platziert, was eine entsprechend niedrige NA des Objektivs erfordert.

Bei der DSLM geht man meist den umgekehrten Weg. Hier schraubt man ein Illuminations-Objektiv mit niedriger NA in das Mikroskop, das eine etwas breitere, dafür aber tiefer in die Probe eindringende Lichtscheibe produziert, und kombiniert dieses mit einem Detektions-Objektiv mit hoher NA.

Den durch die Geometrie des Lichtscheibenmikroskops erzwungenen Einbau von Objektiven mit relativ niedriger NA kann man mit einem cleveren Trick umgehen, den die Gruppe des US-amerikanischen Zellforschers Paul Maddox entwickelte und Anfang des Jahres publizierte (*J Cell Biol* 217 (5): 1869). Maddox nennt die neue LSM-Variante „*Lateral Interference Tilted Excitation* (LITE)“-Mikroskopie.

Aus dem Namen lässt sich bereits erahnen, wie sein Team das Platzproblem der Objektive löste. Bei der LITE-LSM fokussiert man kohärentes Licht, das zusätzlich mit einer Photomaske strukturiert wird, mit einer zylindrischen Linse. Der hieraus resultierende keilförmige Lichtstrahl bildet am dünnen Ende des Keils eine Lichtscheibe, die etwa drei Zentimeter von der zylindrischen Linse entfernt liegt.

Dadurch gewinnt man den nötigen Platz, um ein Öl-Immersion-Objektiv mit hoher NA auf der Detektions-Seite montieren zu können. Um die Lichtscheibe exakt in der Fokusebene

des Objektivs auszurichten, „kippt“ man die zylindrische Linse soweit, bis die untere Ebene des Lichtkeils parallel zur Fokusebene des Objektivs verläuft – daher die Bezeichnung *Tilted Excitation*.

In den *Supplements* des *JCB*-Papers finden sich detaillierte Pläne für den Bau des LITE-Moduls. Im Prinzip braucht man dazu lediglich einen 3D-Drucker sowie einige optische Bauteile, die man in einschlägigen Shops im Internet erhält. Das System installiert man schließlich auf dem Tisch eines inversen Mikroskops – fertig ist das LITE-LSM.

## Selbstgebautes Modul

Maddox war aber clever genug, schon vor der Publikation des LITE-LSM seine eigene Firma Mizar Imaging zu gründen, die das *Tilt*-System herstellt. Die etwa 50.000 Euro, die das Start-up für das Lichtscheiben-Modul verlangt, sind zwar für die meisten Labore nicht gerade Peanuts. Im Vergleich zu ähnlichen Systemen, die in der Regel mehr als 200.000 Euro kosten, ist es aber immer noch relativ günstig.

Einen „Autopiloten“ für die Lichtscheibenmikroskopie stellte vor zwei Jahren Philip Kellers Mannschaft vor. Keller war maßgeblich an der Entwicklung des *Digitally Scanned Light-Sheet*-Mikroskops in Stelzers Gruppe beteiligt und leitet seit 2010 sein eigenes Labor am *Janelia Research Campus des Howard Hughes Medical Instituts* in der Nähe von Washington DC. Dort untersucht er mit dem LSM die Entwicklung von Nervensystemen in kleinen Modellorganismen wie Zebrafisch-Larven oder Maus-Embryos.

Dazu betten Kellers Mitarbeiter die Proben zumeist in Agar ein und bestrahlen sie mit einem sogenannten *Multiview*-DSLM, »

**CELENA™ S**  
DIGITAL IMAGING SYSTEM

**Capture brilliance**

- High quality precision optics
- Vibrant multicolor fluorescence
- Live Cell Monitoring
- Z-Stack imaging

**CELENA® X**  
HIGH CONTENT SCREENING SYSTEM

**Biozym**  
SCIENCE IS OUR BUSINESS

**logos biosystems**



Bildausschnitt aus einem Video, das die Neuronen im Gehirn eines lebenden Zebrafisch-Embryos zeigt. Die Bilder des Videos wurden mit einem Mikroskop mit Adaptiver Optik aufgenommen.

Foto: Labor Eric Betzig

» das die Lichtscheiben aus verschiedenen Winkeln auf die Organismen wirft.

Mit dem *Multiview*-DSLM lässt sich zwar die Auflösung in axialer Richtung erhöhen, einige optische Probleme, die nicht nur Kellers Gruppe das Leben bei der LSM schwer machen, bleiben jedoch weiterhin bestehen. So erschweren zum Beispiel die unterschiedlichen Brechungsindizes von Agar-Einbettung und Zellinnerem die exakte Ausrichtung der Lichtscheibe in der Fokusebene des Detektions-Objektivs. Das gleiche gilt auch für Zellbestandteile, etwa einzelne Kompartimente in den untersuchten Organismen, die unterschiedliche optische Eigenschaften aufweisen.

Um diese Probleme in den Griff zu bekommen, entwickelte Kellers Gruppe ein „smarteres“ Lichtscheibenmikroskop. Gesteuert von entsprechenden Algorithmen reagiert dieses automatisch auf kleine Veränderungen der optischen Parameter, die insbesondere bei länger dauernden *Live-Cell-Imaging*-Versuchen auftreten.

Das DSLM ist hierzu mit Scannern ausgestattet, die kleine Abweichungen erkennen und an Piezo-Aktoren weitergeben. Diese passen das optische System durch Drehen der Probenhalterung sowie Verschieben von Illuminations- und Detektions-Objektiven in axialer Richtung an. Nach den Angaben der Gruppe verbessert sich die räumliche Auflösung und Signalstärke durch das Autopilot-System um

das zwei- bis fünffache. Noch eins drauf setzte im April eine große Gruppe um Eric Betzig. Das Team integrierte die normalerweise von Astronomen in großen Weltraumteleskopen eingesetzte sogenannte Adaptive Optik (AO) in das *Lattice-Light-Sheet*-Mikroskop. Herausgekommen ist ein AO-LLS-Mikroskop, das nicht nur erstaunlich scharfe 3D-Bilder vom Zellinneren liefert, sondern auch spektakuläre Videoaufnahmen (*Science* 360: 284).

Die Lichtscheibe des LLS-Mikroskops entsteht durch die periodischen Interferenzmuster eines zweidimensionalen optischen Gitters (*Lattice*). Das optische Gitter ist nur einige hundert Nanometer dünn und verbreitet sich im Idealfall ohne Lichtbeugung in der Probe. Es dringt hierdurch tiefer ein und ist weniger phototoxisch als konventionelle Lichtscheiben.

### Adaptive Optik mit Leitstern

Mit zunehmender Eindringtiefe treten aber auch bei der LLS-Mikroskopie sowohl im Anregungs- wie auch im Detektionsstrahlengang Abbildungsfehler (Aberrationen) auf, die von der Probe verursacht werden. Im AO-LLS-Mikroskop werden diese auf beiden Seiten durch eine Adaptive Optik korrigiert. Als optische Referenz für die AO dient ein durch Zwei-Photonen-Anregung (TPEF) erzeugter fluoreszierender Abschnitt in der Probe, der in Anlehnung an die ursprünglich für

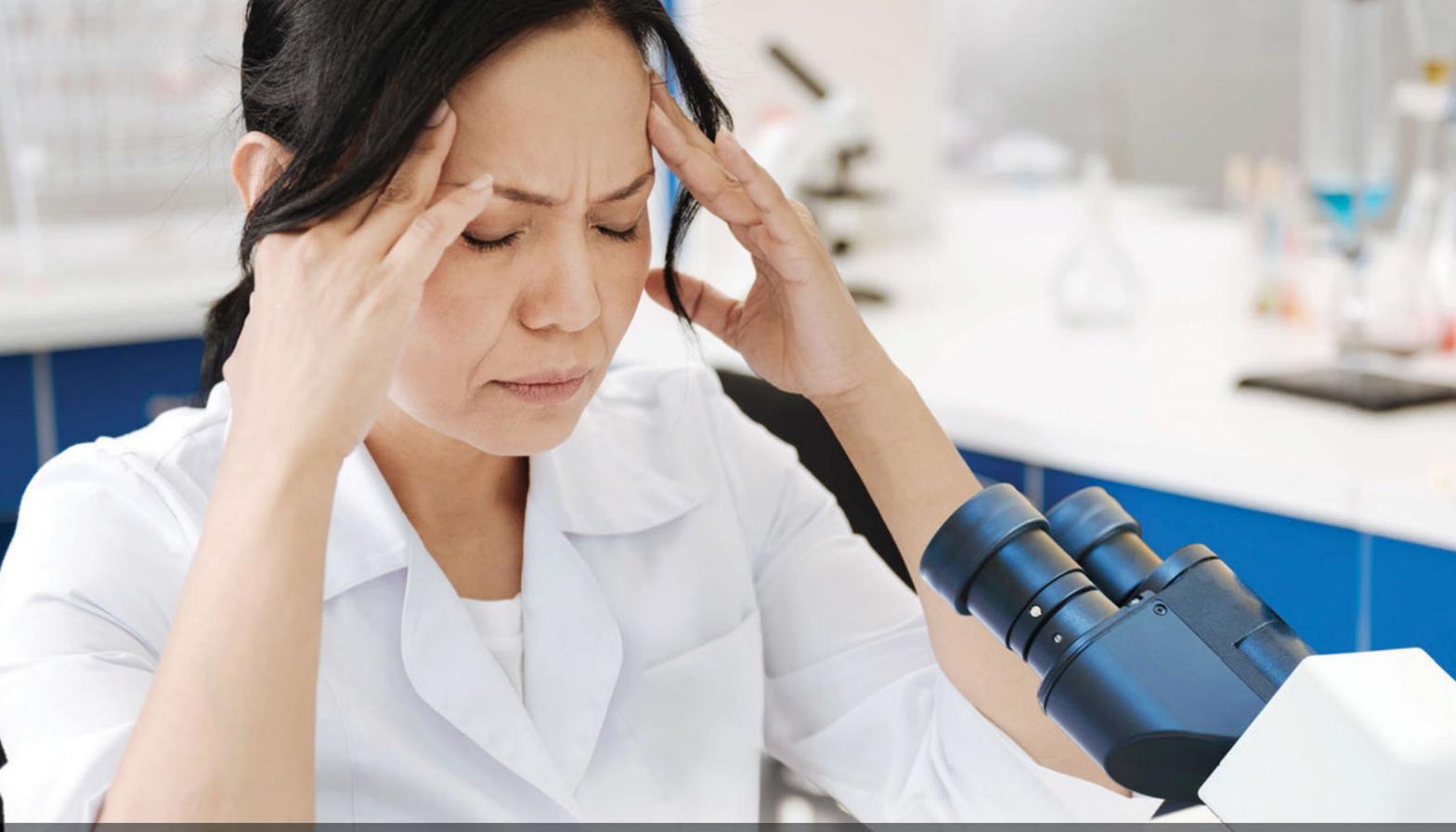
die Astronomie entwickelte AO, als Leitstern (*Guide Star*) bezeichnet wird.

Auf der Detektionsseite befindet sich der Leitstern zum Beispiel in der Fokusebene des Detektions-Objektivs. Die von ihm ausgesandten Fluoreszenzsignale werden an einen sogenannten Shack-Hartmann-Wellenfront-Sensor übertragen, der die darin enthaltenen optischen Aberrationen misst. Anhand der Messdaten erzeugt ein verformbarer Spiegel innerhalb des Detektionsstrahlengangs schließlich genau die umgekehrten Aberrationen und gleicht hierdurch Abbildungsfehler aus. Ganz ähnlich verläuft auch die Korrektur auf der Anregungsseite.

Noch ist Betzigs AO-LLS-Prototyp auf einem gut drei Meter langen Arbeitstisch installiert und produziert riesige Rohdatenmengen, die erst mit viel Rechen- und Zeitaufwand in aussagekräftige Bilder umgewandelt werden müssen. Aber mal sehen wie lange es dauert, bis das erste kommerzielle AO-LLS-Mikroskop mit kompakten, laborgerechten Abmessungen auf den Markt kommt, das von einem simplen PC gesteuert wird.

Bis es soweit ist, können Sie sich mit einem der zahlreichen *Live-Cell-Imaging*-Systeme auf den nächsten Seiten trösten, die bezahlbar sind, wenig Platz brauchen und ohne lange Rechnerei anständige Bilder liefern.

Harald Zähringer



Entspannung in Sicht

# LIONHEART

automated microscopes



Entdecken Sie die erstaunlichen digitalen Aufnahmen und die vielfältigen Analysemöglichkeiten der vollautomatisierten Lionheart Mikroskope von BioTek. Das kompakte und anwenderfreundliche Design eliminiert zudem die bekannten ergonomischen Risiken der traditionellen Mikroskope. Ob für die Routinemikroskopie oder das komplexe Lebendzell-Imaging: Eine bessere Alternative und Entspannung sind in Sicht. [www.biotek.com/lionheart](http://www.biotek.com/lionheart)

Think Possible

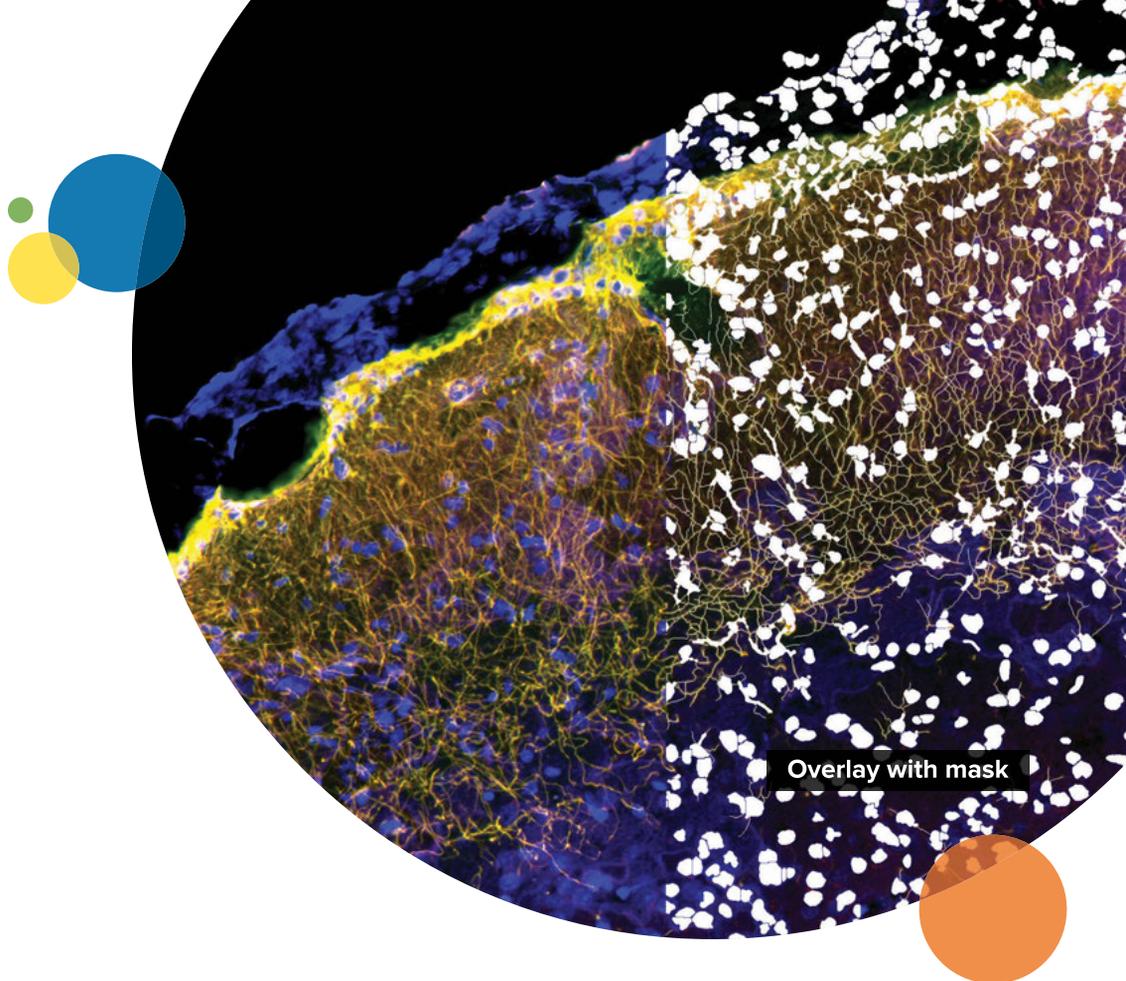
 **BioTek**<sup>®</sup>  
[www.biotek.de](http://www.biotek.de)

CELEBRATING  
**50**  
YEARS  
OF PASSION AND  
INNOVATION

# Live-Cell-Imaging-Systeme

## Produktübersicht

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT- NAME	IMAGING- TECHNIKEN	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>Acquifer</b> – Division of Ditabis Pforzheim www.acquifer.de Kontakt: Tel. +49 6221 435 2037 info@acquifer.de	Imaging Machine	Automatisiertes Weitfeld- mikroskop; High-Throughput und High-Content-Screening-System	Statischer Probenstisch, ideal für nicht-adhärenente Proben   +/- 0,2 °C Temperaturhomogenität über die ganze Multiwell- platte   Kühlen und Heizen der Probe   Verschleißfreier Antrieb für Dauereinsatz   Smart-Imaging-Interface zur Event-gesteuerten Ablaufkontrolle	Auf Anfrage (konfigurations- abhängig)
<b>ALS Automated Lab Solutions</b> Jena www.als-jena.de Kontakt: Jens Eberhardt Tel. +49 3641 4820 0 info@als-jena.de	CellCelector	Inverses Mikroskop mit Helffeld, Phasenkontrast und bis zu sechs Fluoreszenzkanälen	Automatisiertes System zur Erkennung und Isolation von Zellkolo- nien, Zellclustern und Einzelzellen   Auswahl der Zielzellen automa- tisch oder per Mausclick im Livebild möglich   Volle Dokumentation   System in Single-Plate- und Batch-Modus einsetzbar	160.000,- bis 320.000,-
	CellCelector Imager	Inverses Mikroskop mit Helffeld, Phasenkontrast und bis zu sechs Fluoreszenzkanälen	Automatisches High-Throughput-Scanning-System für bis zu 60 Well-Platten oder 240 Glas-Slides mit integriertem Plate Handler   Automatisches Scannen und Bildanalyse zur Erkennung von Objekten	60.000,- bis 160.000,-
<b>BioTek Instruments</b> Bad Friedrichshall www.biotek.de Kontakt: Marina Bruss Tel. +49 7136-968 0 bruss@biotek.de	Cytation 5	Brightfield, Color Brightfield, High-Contrast Brightfield, Fluores- zenz (DAPI - Cy7), Phasenkontrast	Aufrüstbar mit Multi-Mode-Reader (Absorption, Fluoreszenz, Lumi- neszenz, AlphaLaser)   Inkubation bis 65 °C   Geeignet für Mikroplatten (6- bis 1.536-Well), T-25-Flaschen, Petrischalen und Objektträger	Konfigurations- abhängig
	Cytation 1	High-Contrast Brightfield, Fluoreszenz (DAPI - Cy7)	Aufrüstbar mit Multi-Mode-Reader (Absorption, Fluoreszenz, Lumi- neszenz)   Inkubation bis 45 °C   Geeignet für Mikroplatten (6- bis 1.536-Well), T-25-Flaschen, Petrischalen und Objektträger	Konfigurations- abhängig
	Lionheart FX	Brightfield, Color Brightfield, High-Contrast Brightfield, Fluoreszenz (DAPI - Cy7), Phasenkontrast	Imaging bis 100x Vergrößerung in Öl   Lead-Screw-Mikroskop-Büh- ne mit 0,1 µm Auflösung   Optional mit Gaskontrollmodul (CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> ), Feuchtigkeitskontrolle und Injektorsystem (5–1.000 µl)   Inkuba- tion bis 40 °C   Geeignet für Mikroplatten (6- bis 1.536-Well), T-75- und T-25-Flaschen, Petrischalen und Objektträger	Konfigurations- abhängig
<b>Biozym Scientific</b> Hessisch Oldendorf www.biozym.com Kontakt: Anja Röben Tel. +49 51529020 support@biozym.com Hersteller: Logos Biosystems	Celena S	Digitales inverses Mikroskop mit Helffeld, Phasenkontrast und bis zu drei Fluoreszenzkanälen	5-fach-Objektivrevolver   LED-Beleuchtung, Filtercubes mit hart- beschichteten Anregungs-/Emissionsfiltern   Kontrolle der Temperatur, Feuchtigkeits-, und CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> -Werte   Z-Stack-Imaging	Ab 19.000,- (konfigurations- abhängig)
	Celena X	Vollautomatisches digitales Mikroskop mit Helffeld, Phasenkontrast und bis zu vier Fluoreszenzkanälen	Multi-Well-Plate-Imaging mit bis zu 4 Farben, Live Cell Monitoring (Time lapse), Z-Stack-Imaging   Laser-Autofokus   Höchste Bildqua- lität   Monochrome 16-bit-CMOS-Kamera, Farbkamera optional   Auswerte-Software, Erstellen von Analyse-Pipelines	Auf Anfrage
<b>Bruker Nano Surface</b> Karlsruhe www.bruker.com Kontakt: Tel. +49 721 50997 5950 productinfo.emea@bruker.com	Ultima IntraVital	<i>In-vivo</i> Multiphotonen-Imaging	Intravital Imaging   Zusätzlicher zweiter Kanal für Photoaktivierung	Auf Anfrage
	Ultima Investigator	<i>In-vivo</i> Multiphotonen-Imaging	Intravital Imaging   Messung neuronaler Aktivität in Lebedntieren	Auf Anfrage
	Vutara 352 Super Re- solution Mikroskop	Palm, Storm, etc.	Live-Cell-Nanoskopie   Schnelle Bildaufnahme   3D-Imaging	Auf Anfrage
	Luxendo MiVi SPIM	Lichtscheiben-Fluoreszenz- Mikroskopie	Großes Sehfeld   Annähernd konfokale Auflösung   Schnelle Bild- aufnahme   Empfindlich und wenig Hintergrundrauschen	Auf Anfrage
	Luxendo InVi SPIM	Lichtscheiben-Fluoreszenz- Mikroskopie	Langzeit-3D-Fluoreszenz-Imaging lebender Proben   Kurze Be- leuchtungszeit   Imaging kleiner Tiermodelle   Inverses Mikroskop	Auf Anfrage
<b>Cenibra</b> Bramsche www.cenibra.de Kontakt: Christoph Enz Tel. +49 5461 7089089	Yokogawa CQ1 Confocal Imaging Cytometer	Konfokal-, Helffeld- und Phasen- kontrastoptik	Cytometrische Analysen intrazellulärer Partikel   Zellpopulationen   3D-Zellkulturen   Analyse von Kultur-, Populations- und Intra- zellulären Parametern   Kompaktes Gerät   <i>Microlens enhanced double spinning disc true confocal scanner unit</i>	Auf Anfrage
	Cell-IQ Time Lapse Imaging Cytometry	Quantitative Bildanalyse Phasenkontrast und Fluoreszenz, 4x, 10x, 20x, 40x	Lernfähige Machine-Vision-Software   Labelfreie Erkennung und Quantifizierung morphologischer Strukturen   Versuchsdauer bis zu mehreren Wochen   Parallelversuche Hypoxie/Normoxie	Auf Anfrage
<b>ibidi</b> Planegg/Martinsried www.ibidi.de Kontakt: Tel. +49 89 520 46 170 info@ibidi.de	ibidi Heating System, Universal Fit, für 1 Kammer	Live-Cell-Imaging mit Inkubator- bedingungen auf dem Mikroskop, Phasenkontrast, Fluoreszenz, etc.	Kompatibel mit allen Mikroskopie-Plattformen   Passt in manuelle und motorisierte Mikroskop-Bühnen   Exzellente Beleuchtung der Probe, keine Kondensation, optimale magnetische Stabilisierung   Einfach zu installieren und zu benutzen	4.250,-
	ibidi Heating System, Universal Fit, für 4 µ-Slides	s.o.	Kompatibel mit allen Mikroskopie-Plattformen   Ideal in Kombination mit motorisierten Mikroskop-Bühnen   Exzellente Beleuchtung der Probe, keine Kondensation, optimale magnetische Stabilisierung	4.820,-
	ibidi Heating System, Multi-Well-Platten	s.o.	Temperaturkontrolle von Proben in 96-Well-Platten   Kompatibel mit der Nikon TI-S-E und TI-S-ER motorisierten Mikroskop-Bühne   Exzellente Beleuchtung der Probe, keine Kondensation   DIC-geeignet   Einfach zu installieren und zu benutzen	4.950,-

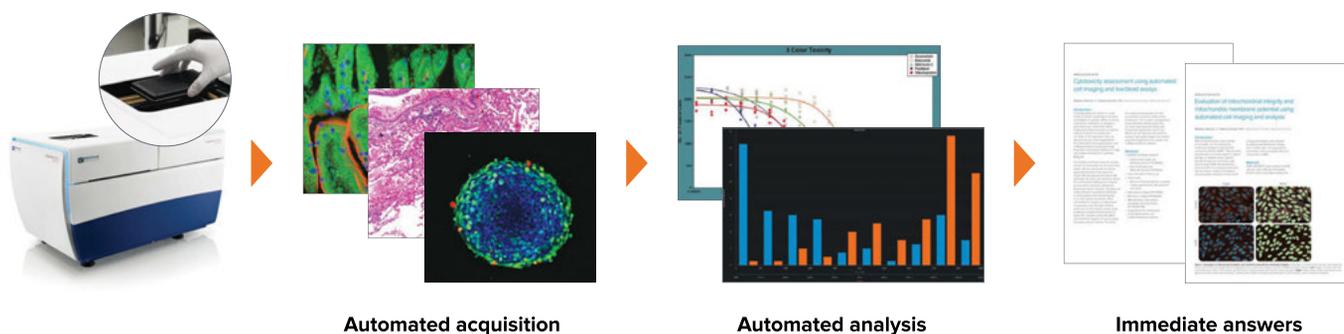


# A picture is worth a thousand data points

Combining automated microscopy with quantitative analysis, the ImageXpress high-content imaging portfolio offers speed and flexibility for any application.

Automatically capture and transform stunning cellular images into meaningful data with one of the ImageXpress® systems. We are here to help you achieve your next breakthrough.

## How our systems work



See the whole picture at [moleculardevices.com/imaging](http://moleculardevices.com/imaging).

## Live-Cell-Imaging-Systeme

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT- NAME	IMAGING- TECHNIKEN	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>ibidi</b> Kontakt siehe Seite 74	ibidi Heating System, Multi-Well-Platten, K-Frame	Live-Cell-Imaging mit Inkubatorbedingungen auf dem Mikroskop, Phasenkontrast, Fluoreszenz, etc.	Temperaturkontrolle von Proben in 96-Well-Platten   Kompatibel mit K-Frame-motorisierter Mikroskop-Bühne   Exzellente Beleuchtung der Probe, keine Kondensation   DIC-geeignet   Einfach zu installieren und zu benutzen	4.950,-
	ibidi Gas Incubation System für CO <sub>2</sub>	Live-Cell-Imaging mit Inkubatorbedingungen auf dem Mikroskop	Stabile CO <sub>2</sub> -Gasinkubation ohne Evaporation   Kompatibel mit ibidi Heating-Systemen und Stage-Top-Heizungen anderer Anbieter	5.940,-
	ibidi Gas Incubation System für CO <sub>2</sub> & O <sub>2</sub>	Live-Cell-Imaging mit Inkubatorbedingungen auf dem Mikroskop	Stabile CO <sub>2</sub> - und O <sub>2</sub> -Gasinkubation ohne Evaporation   Kompatibel mit ibidi Heating-Systemen und Stage-Top-Heizungen anderer Anbieter	7.050,-
	ibidi Pump System	Phasenkontrast, Fluoreszenz	Simulation verschiedener physiologischer Bedingungen   Kompatibel mit ibidi Heating-Systemen, allen Inkubatoren und inkubierten Mikroskopen   Minimaler mechanischer Stress	10.100,-
	ibidi Pump System Quad	Phasenkontrast, Fluoreszenz	4 Fluidic Units parallel für hohen Durchsatz   Simulation physiologischer Bedingungen   Kompatibel mit ibidi Heating-Systemen, allen Inkubatoren und inkubierten Mikroskopen   Minimaler mechan. Stress	13.800,-
<b>Image Computing &amp; Information Technologies (ICIT)</b> Frankfurt am Main www.icit.bio Kontakt: Tel. +49 179 733 6594 info@icit.bio Hersteller: Aurox Ltd, UK (ClarityHS) Biopetech (FCS2/3) MSquared Lasers (Aurora) Bioaxial (CODIM) Confocal.nl (RCM)	ClarityHS Laser-Free Confocal	Structured Illumination Spinning Disk, Super-Resolution-Radial-Fluktuations-Mikroskopie	Sehr lichtempfindlich und schonend   Bis zu 100 Hz konfokales Imaging   Intuitive Benutzeroberfläche	Ab 49.000,-
	FCS2/3, Delta T, Stable-Z	--	Klimakontroll-System für Live-Cell-Imaging (Temperatur, Fluss, Gase, z-Fokus)	Ab 2500,-
	Aurora	Airy Beam Light Sheet	Subzelluläre Auflösung   Große Probenvolumen   Vielseitiger und anpassbarer Aufbau   Preiswert	Ab 190.000,-
	CODIM	Conical Diffraction	Schnell und schonend   Superresolution   Passt auf jedes Mikroskop (uCODIM) mit C-Mount	Ab 190.000,-
	RCM	Re-Scanning der Emissions-signalen	Verbesserte Auflösung (170 nm bei 520 nm Wellenlänge)   Sensitiv   Preiswert	Ab 19.000,-
<b>Intas Science Imaging Instruments</b> Göttingen www.intas.de/cell-analysis Kontakt: Udo Riemenschneider Tel. +49 551 505050 info@intas.de	Countstar Rigel S2-S6	LED basierte inverse Hellfeld- und Fluoreszenzmikroskopie	Fixed-Focus-Technologie   5-Kammer Objektträger   Freie Kombinierbarkeit der Filter   Integrierter Touchscreen   1.4 Mega-Pixel-CCD-Farbkamera	13.490,- bis 26.900,- (konfigurationsabhängig)
	Countstar BioMarine	LED basierte inverse Hellfeld-Mikroskopie	Fixed-Focus-Technologie   5-Kammer Objektträger   1.4 Mega-Pixel-CCD-Farbkamera   Aggregat- und Durchmesserscanning   20 µl Probevolumen	4.900,-
<b>Intelligent Imaging Innovation GmbH (3i)</b> Göttingen www.intelligent-imaging.com Kontakt: Nicole Zobiack Tel.: +49 551 50839266 3ieurope@intelligent-imaging.com	Marianas-SDC, Everest-SDC	Spinning-Disk-Konfokal-Mikroskopie, Optogenetik, FRAP, FRET, FLIM, 360°-TIRF	Live-Abbildungen und Analyse von Einzelzellen oder Organismen in Kombination mit Laser   Ablationen und -Stimulationen, Photomanipulationen, digitale holographische Photostimulation via SLM (Phasor), Partikel-Tracking	Auf Anfrage (konfigurationsabhängig)
	VIVO-2 Photon	Multiphoton-Mikroskopie, Optogenetik, Elektrophysiologie	Präzisionsoptik, Laser, Scanner und GaAsP-PMTs   Digitale holographische Photostimulation via SLM (Phasor), intravital einsetzbar	Auf Anfrage
	Lattice Lightsheet (LLS)	Lightsheet-Mikroskopie	Langzeit-3D-Experimente via SLM, hochauflösende „Strukturierte Beleuchtungsmikroskopie“ (SIM)   Aufnahme und Analyse von Einzelzellen und Dictyostelien	Auf Anfrage
	Marianas LightSheet (MLS)	Lightsheet-Mikroskopie, kombinierbar mit Spinning-Disk-Konfokal-Mikroskopie, Optogenetik, FRAP, FRET, FLIM, 360°-TIRF	Langzeit-3D-Experimente   Live-Abbildungen und Analyse von Leberzellen und größeren Organismen in Kombination mit Laser-Stimulationen und Photomanipulationen	Auf Anfrage (konfigurationsabhängig)
<b>Leica Mikrosysteme Vertrieb</b> Wetzlar www.leica-microsystems.com Kontakt: DE: Tel. +49 6441 29 4000, sales.germany@leica-microsystems.com AT: Tel. +43 1 486 80500, sales.vienna@leica-microsystems.com CH: Tel. +41 71 726 3434, swiss-sales@leica-microsystems.com	DMi8 (S)	Hellfeld, Phasenkontrast, DIC, integr. Modulationskontrast, Fluoreszenz, Kombinationskontrast DIC/Fluoreszenz oder Phasenkontrast/Fluoreszenz, TIRF, Ablation, d-STORM, Screening	Intuitive LAS X-Software mit Navigator   Alle Kameraports sind optimiert auf 19 mm für moderne sCMOS-Chipgrößen   Adaptive Fokuskontrolle (AFC) und steuerbare Inkubationssysteme   Optimale Integration von Lichtquellen und sCMOS-Kameras, schnelle Filterräder, Dual-View-Image-Splitter für simultane Mehrkanalbilder	Auf Anfrage (konfigurationsabhängig)
	TCS SP8	Konfokale Laser Scanning Mikroskopie: FLIM, FCS, FCCS, MP, Lightsheet, CARS, SRS, STED, Screening, Clarity, BABB, FRET, FRAP, FLIP, Reflexion, Transmission, Fluoreszenz, DIC, Phasenkontrast	Optionale Weißlichtlaser und Light-Gate-Technologie   Hochsensitive HyD-Detektoren   Integriertes FLIM und FCS   Superresolution durch Lightning-Bildverarbeitung   Sensitives, schnelles resonantes Scanning-System mit benutzerfreundlicher und umfangreicher Software	Auf Anfrage (konfigurationsabhängig)

## Produktübersicht

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT- NAME	IMAGING- TECHNIKEN	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>LLS Rowiak LaserLabSolutions</b> Hannover www.lls-rowiak.de <b>Kontakt:</b> Fabian Will Tel. +49 511 2772953 f.will@lls-rowiak.de	CellSurgeon	Hellfeld- und Fluoreszenz- mikroskopie (aufrecht oder invers), Multiphotonen- mikroskopie	Integrierte Laserschneidefunktion zur Zellmanipulation, simultanes 3D-Schneiden und Imaging, Schneiden kann mit verschiedenen Mikroskopieverfahren kombiniert werden	Auf Anfrage
<b>Lonza Cologne</b> Köln www.lonza.com <b>Kontakt:</b> Tel. +49 221 99199 400 scientific.support.eu@lonza.com	CytoSmart 2 System	Digitale inverse Lichtmikroskopie von Zellkulturen	Bis 20-fache Vergrößerung   Betrieb im Brutschrank   Zellkultur- Überwachung über Cloud-Lösung   Bestimmung der Zellkonfluenz, Alarmfunktion über E-Mail	Auf Anfrage
<b>Molecular Devices</b> Bismarckring 39 Biberach an der Riß <b>Kontakt:</b> Tel. 00800 665 32860 germany@moldev.com	ImageXpress Confocal System	Phasenkontrast, Label-frei, Kon- fokal, Weitfeld, Kolorimetrisch oder Fluoreszenz	Imaging schneller oder seltener Ereignisse   Optionale Inkubations- kammer für mehrtägige Zeitrafferaufnahmen   Vergrößerung: 1x bis 100x	Auf Anfrage
	ImageXpress Micro 4	Phasenkontrast, Label-frei, Kon- fokal, Weitfeld, Kolorimetrisch oder Fluoreszenz	Optionale Inkubationskammer für mehrtägige Zeitrafferaufnahmen   Vergrößerung: 1x bis 100x	Auf Anfrage
	ImageXpress Micro XLS	Weitfeld, Phasenkontrast, Fluoreszenz	Optionale Inkubationskammer für mehrtägige Zeitrafferauf- nahmen   Vergrößerung: 1x bis 100x   Hochdurchsatz-Screening   Großes Sichtfeld	Auf Anfrage
	ImageXpress Pico	Hellfeld, Kolorimetrisch, Fluoreszenz	Vergrößerung: 4x bis 63x   Kompaktes Gerät	Auf Anfrage
<b>Olympus Deutschland Hamburg</b> www.olympus.de <b>Kontakt:</b> Andrea Rackow Tel. +49 40 23773 4618 mikroskopie@olympus.de	Fluoview FV3000	Konfokale-Laser-Scanning- Mikroskopie	Inverse und aufrechte Mikroskope   Hybrid Galvo/Resonant Scanner   Macro- und Micro-Imaging   Bis zu 4 spektrale GaAsP-Detektoren   Bis zu 7 Dioden-Laser	185.000,- bis 400.000,-
	Fluoview FVMPE-RS	Multiphotonen-Laser- Scanning-Mikroskopie	Aufrechte, inverse Mikroskope, Brückenstativ   Hybrid Galvo/ Resonant Scanner   Optional: 3. Stimulationsscanner, bis zu 4 <i>non-descanned</i> Detektoren   Ein oder zwei gepulste IR-Laser bis zu 1.300nm   Automatische 4-Achsen-IR-Laserstrahl-Justage	480.000,- bis 1.000.000,-
	IXplore Live Imaging System	Kamera-basierte Weitfeld Lebend-Zell-Mikroskopie, Mehrfarbige Fluoreszenz- Mikroskopie	Real-time-Kontrolle   Inverse motorisierte Mikroskope   Z-Drift- Compensation System (ZDC), Silikon-Immersion Objektiv   Verschiedene sCMOS- und (EM)CCD-Kameras, cellVivo-Inkubator   Option: FRAP-Scanner für Laser-Stimulation	130.000,- bis 240.000,-
	IXplore TIRF Imaging System	Totale-Interne-Reflektions- Fluoreszenz-Mikroskopie	MITICO-IIIuminatoren, bis zu 4 Laser, Einzeleinkopplung, Cell- Sens-Software passt Eindringtiefe je Laser an   Real-time-Kon- trolle, inverse motorisierte Mikroskope   TIRF-Objektive mit hoher NA bis zu NA1.7, verschiedene sCMOS- und (EM)CCD-Kameras   cellVivo-Inkubator	150.000,- bis 400.000,-
	IXplore SpinSR Ima- ging System	Konfokale Kamera-basierte Flu- oreszenz-Mikroskopie	Spinning Disk   Real-time-Kontrolle, inverse motorisierte Mikro- skope   Silikon-Immersion Objektiv   Verschiedene sCMOS- und (EM)CCD-Kameras, cellVivo-Inkubator   Option: FRAP-Scanner für Laser-Stimulation	350.000,- bis 550.000,-
	scanR high-content Screening System	Kamera-basiertes High-Content Screening, Weitfeld oder konfo- kale Bilderfassung	Online-Analyse und Assay-Setup   Cytometrische Datenanalyse, Gating und Klassifizierung über datenverknüpfte Scatter-Plots und Histogramme   Real-time-Kontrolle, inverse motorisierte Mikrosko- pe, Z-Drift-Compensation-System (ZDC)	130.000,- bis 470.000,-
	VS120 Slide Scanner	Kamera-basiertes virtuelles Slide-Scanning	Scannen ganzer Objektträger   Hochaufgelöstes Scannen / Modu- lares aufrechtes Mikroskop   Image-Management, Datenbank-Platt- form, geeignet für Konferenzen	90.000,- bis 200.000,-
	LV200 Luminescence Microscope System	Biolumineszenz-Mikroskopie	Höchste Empfindlichkeit   Lichtundurchlässige Verdunklungs- gehäuse   Integrierte Kontrolle der Umgebungsbedingungen   Manuelle und motorisierte Version	110.000,- bis 200.000,-
<b>Phase Holographic Imaging</b> Lund, Schweden www.phiab.se <b>Kontakt:</b> Håkan Rosvall Tel. +46 46 38 60 80 hakan.rosvall@phiab.se	HoloMonitor M4	Phase-shift-Imaging mit holo- graphischer Mikroskopie, HoloMonitor Time-lapse Cytometer	Kompatibel mit Indikator   Label-frei und nicht-invasiv   Kompaktes Gerät   Quantitative Daten kombiniert mit Graphen, Plots und Bildern   Analyse lebender Zellen in Echtzeit	38.575,- (mit motorisier- tem Tisch)

## Live-Cell-Imaging-Systeme

## Produktübersicht

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT- NAME	IMAGING- TECHNIKEN	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>PicoQuant</b> Berlin, Germany www.picoquant.com <b>Kontakt:</b> Tel. +49 30 12088200 info@picoquant.com	MicroTime 200	Konfokales Imaging, Fluoreszenz-lebensdauer Mikroskopie (FLIM), FLIM-STED Superresolution, Deep Tissue FLIM mit Non-Descanned Detection (NDD) etc.	Einzelmolekül-Sensitivität   Optionen: STED, Optical Tweezer, Rasterkraft-Mikroskopie, Spectrograph	Auf Anfrage
	LSM Upgrade Kit	Konfokal-Imaging, rapidFLIM, Deep Tissue FLIM mit NDD, FRET, Anisotropie-Imaging, Fluoreszenzkorrelations-Spektroskopie (FCS), etc.	Direkt einsatzbereites System   Kompakt, einfach zu bedienen und wartungsfrei   Für Laser-Scanning-Mikroskope von Nikon, Olympus und Zeiss   Software-Handshake mit Zeiss Efficient Navigation-Software (ZEN) und NIS-Software von Nikon	Auf Anfrage
<b>Sartorius</b> Göttingen www.sartorius.com <b>Kontakt:</b> Martin Theiss Tel. +49 551 3080 info@sartorius.com	IncuCyte S3	Weitfeld: Durchlicht, Phase HD und Fluoreszenz Rot/Grün	Simultane Beobachtung von 6 Mikrotiterplatten mit 3 Objektiven im gewohnten Zellkulturinkubator (ohne störende Bewegung der Platten)   Automatische Bildanalyse mit kalibrierter Fluoreszenz   Voll Fernzugriff-taugliche Software mit unbegrenzter Lizenzanzahl   Mehr als 25 Tage unbeaufsichtigte Laufzeit des Systems	Auf Anfrage
<b>Tecan Deutschland</b> Crailsheim www.tecan.com <b>Kontakt:</b> info-de@tecan.com Tel. +49 79 51 94 170 (DE) Tel. +41 44 922 81 11 (CH) Tel. +43 6246 8933 0 (AT)	Spark	Automatisiertes Hellfeld-Imaging in Slides und Mikrotiterplatten	4x-Objektiv, optische Auflösung größer als 3 µm   Zellzählen und Viability in Slides   Hellfeld-Imaging und Konfluenz-Analyse in Mikrotiterplatten   Kombinierte Messung mit Absorption, Fluoreszenz und Lumineszenz möglich   Kombination mit Gas-, Temperatur- und Humiditätskontrolle sowie Reagenzien-Dispenser und integriertem Lid-Handling	Ab 20.700,-
<b>Thermo Fisher Scientific Life Technologies</b> Darmstadt <b>Kontakt:</b> Tel. 00 800 5345 5345 orders_germany@thermofisher.com	Thermo Scientific CellInsight CX5 HCS Platform	Fluoreszenz und Weißlicht	Kompakt und preiswert   Liest und analysiert eine 96-Well-Platte in weniger als vier Minuten   Beleuchtung kolorimetrischer Proben	Auf Anfrage
	Thermo Scientific CellInsight CX7 HCS System	Weitfeld oder konfokale Optik	High-Content-Screening (HCS)-Plattform   Vier-Farben-Hellfeld für die kolorimetrische Analyse von Gewebeproben	Auf Anfrage
	Thermo Scientific CellInsight CX7 LZR HCS System	Konfokales oder 3D-Imaging	High-Content-Screening (HCS)-Plattform   Sehr helle Beleuchtung für dicke Proben   Nah-IR (785 nm) Laser-Anregung   Reduziertes Photobleaching und Phototoxizität	Auf Anfrage
	Invitrogen High-Content Analysis (HCA) Onstage Incubator	Ermöglicht Live-Cell-Imaging mit CellInsight HCS-Plattformen	Auftisch-Inkubator für CellInsight High-Content-Plattformen   Präzise Kontrolle von Temperatur, Feuchtigkeit und CO <sub>2</sub> -Level	23.991,-
	HCS Studio Cell Analysis Software	Datenaufnahme und Analyse	Einfacher Workflow	Auf Anfrage
	Thermo Scientific Store Image and Database Management Software	Bild und Datenbank-Managing-Software	Schneller, skalierbarer Zugriff auf Daten und Bilder	Auf Anfrage
	Invitrogen EVOS FL Auto 2 Cell Imaging System	Live-Cell-Imaging, Image-Tiling, Z-Stacking	Scannt eine 96-Well-Platte in 3 Fluoreszenz-Kanälen in weniger als fünf Minuten   Mehr als 20 verschiedene LED-Leuchten, Kameras (monochrom und farbig), Objektive mit 1.25x bis 100x, sowie unterschiedliche Probenhalter   Option für präzise Kontrolle von Temperatur, Feuchtigkeit und Gasen   Flexible Einstellung des Sehfeldes	Auf Anfrage
	Invitrogen EVOS On-stage Incubator	Time-lapse Live-Cell-Imaging	Umweltkammer für präzise Kontrolle von Temperatur, Feuchtigkeit und Gasen   Kompaktes und robustes Design   Verschiedene Probenhalter	17.510,-
	Invitrogen Celleste Image Analysis Software	--	Einfach zu handhabende Bildanalyse-Software	Auf Anfrage
<b>WITec</b> Ulm www.witec.de <b>Kontakt:</b> Tel. +49 731140700 info@witec.de	alpha300 Ri	Invertierte konfokale Raman-Mikroskopie	Raman-Imaging   Chemisch-spektroskopische Analyse ohne Probenfixierung oder -färbung   Lebend-Zell-Untersuchungen in Medium/Flüssigkeit   Messungen in Petri-Schalen und Zellkultur-Flaschen mit Fluoreszenz-Mikroskopie kombinierbar	Ab 80.000,-

# Kongresse, Tagungen, Symposia

18.7.–21.7.2018 Halle (Saale)  
**6. Xanthomonas Genomik-Tagung und 2. EuroXanth-Jahrestagung** |  
 Info: Tel. +49 345/552-6290

23.7.–25.7.2018 München  
**3rd Conference on Synthetic Biology** |  
 Info: [www.lmu.de/synbio2018](http://www.lmu.de/synbio2018)

25.7.–28.7.2018 Potsdam  
**Life at the Edge: The Nuclear Envelope in Nucleocytoplasmic Transport and Genome Organization – International Meeting of the German Society for Cell Biology (DGZ)** |  
 Info: [www.nuclearenvelope2018.com](http://www.nuclearenvelope2018.com)

26.7.2018 Berlin  
**In-situ-Methoden in der Zellbiologie & Zellulären Biophysik** |  
 Info: [www.dfg.de/service/presse](http://www.dfg.de/service/presse)

12.8.–15.8.2018 Dresden  
**10th Anniversary Light Sheet Fluorescence Microscopy Conference** |  
 Info: [http://preibischlab.mdc-berlin.de/lightsheet\\_workshop](http://preibischlab.mdc-berlin.de/lightsheet_workshop)

12.8.–17.8.2018 Leipzig  
**17th International Symposium on Microbial Ecology (ISME 2018)** |  
 Info: <https://isme17.isme-microbes.org>

20.8.–22.8.2018 Greifswald  
**Symposium on Microbial Interactions in Marine Systems (MIMAS2)** |  
 Info: <http://mimas2018.marine-biotechnologie.de/>

23.8.–25.8.2018 Freiburg  
**2nd International RNA Virus Persistence Meeting: Mechanisms and Consequences** |  
 Info: [www.uniklinik-freiburg.de/rna-virus-persistence.html](http://www.uniklinik-freiburg.de/rna-virus-persistence.html)

25.8.–28.8.2018 Heidelberg  
**EMBL Conference: Transcription and Chromatin** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/TRM18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/TRM18-01)

26.8.–31.8.2018 Ascona (CH)  
**Hand, Brain and Technology 2018** | Info: [www.relab.ethz.ch/HBT2018.html](http://www.relab.ethz.ch/HBT2018.html)

27.8.–29.8.2018 Saarbrücken  
**12th International Conference and Workshop on Biological Barriers** |  
 Info: <http://biobarriers.hips-wordpress.helmholtz-hzi.de/>

27.8.–30.8.2018 Wien (AT)  
**11th International Congress for Veterinary Virology (ESVV 2018) / 12th Annual Meeting of EPIZONE** |  
 Info: [www.esvv2018.eu/](http://www.esvv2018.eu/)

29.8.–31.8.2018 Basel (CH)  
**Stem Cell Dynamics Throughout Life: From Development to the Adult – Stem Cell Conference Basel 2018** |  
 Info: [www.baselstemcells.ch/2018](http://www.baselstemcells.ch/2018)

29.8.–1.9.2018 Heidelberg  
**EMBL Conference: Chemical Biology 2018** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/CHB18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/CHB18-01)

30.8.–31.8.2018 Dresden  
**12th International Foamy Virus Meeting** | Info: <https://tu-dresden.de/med/mf/virologie/foamyvirusmeeting2018>

2.9.–4.9.2018 Münster  
**6th International Influenza Meeting** |  
 Info: [www.g-f-v.org/node/534](http://www.g-f-v.org/node/534)

2.9.–6.9.2018 Frankfurt/M.  
**2nd Frankfurt Conference on Quality Control in Life Processes and 8th International p63/p73 Workshop** | Info: <https://biochem2.com/FCQC2018>

3.9.–5.9.2018 Heringsdorf  
**SignGene Symposium** |  
 Info: [www.mdc-berlin.de/news/events/signgene-symposium](http://www.mdc-berlin.de/news/events/signgene-symposium)

3.9.–6.9.2018 Berlin  
**FoodMicro 2018: Biodiversity of Foodborne Microbes – 26th International Conference of the International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH)** |  
 Info: [www.foodmicro2018.com/](http://www.foodmicro2018.com/)

3.9.–6.9.2018 Darmstadt  
**14th Biannual Conference of the German Society for Cognitive Science – Computational Approaches to Cognitive Science** | Info: [www.tu-darmstadt.de/kogwis2018](http://www.tu-darmstadt.de/kogwis2018)

3.9.–7.9.2018 Potsdam  
**Joint Meeting: 6th International Conference of Rodent Biology and Management and 16th Rodens et Spatium** |  
 Info: <https://rodents2018.org>

5.9.–6.9.2018 Jena  
**Life Meets Light – Second Scientific Conference of the Leibniz ScienceCampus InfectoOptics** |  
 Info: [www.infectooptics.de](http://www.infectooptics.de)

5.9.–8.9.2018 Berlin  
**3rd International Symposium on Membranes and Modules (MaM2018) – Joint Meeting by SFB 740, SFB 958, TRR 186** |  
 Info: [www.sfb958.de/mam2018/index.html](http://www.sfb958.de/mam2018/index.html)

5.9.–8.9.2018 Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: Principles of Chromosome Structure and Function** |  
 Info: [www.embo-embl-symposia.org/symposia/2018/EES18-07](http://www.embo-embl-symposia.org/symposia/2018/EES18-07)

6.9.–7.9.2018 Jena  
**4th International Symposium on Image-Based Systems Biology (IbSB 2018)** | Info: [www.image-based-systems-biology.com](http://www.image-based-systems-biology.com)

6.9.–8.9.2018 Freiburg  
**2nd International Symposium: Cutting Edge Concepts in Molecular Pharmacology and Toxicology** | Info: <http://portal.uni-freiburg.de/pharmakologie/symposium2018>

6.9.–8.9.2018 Freiburg  
**26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Immunogenetik (DGI)** | Info: [www.dgi2018.de](http://www.dgi2018.de)

6.9.–8.9.2018 Innsbruck (AT)  
**52. Wissenschaftliche Tagung der Deutschsprachigen Mykologischen Gesellschaft** |  
 Info: [www.dmykg-kongress.de](http://www.dmykg-kongress.de)

9.9.–12.9.2018 Berlin  
**Goodbye Flat Biology: In Vivo Inspired Cancer Biology and Therapy – Conference of the European Association for Cancer Research (EACR)** |  
 Info: [www.eacr.org/conference/goodbye-flat-biology2018](http://www.eacr.org/conference/goodbye-flat-biology2018)

## LABORMEDIZIN

Das Fundament für Diagnose und Therapie

DEUTSCHER KONGRESS FÜR LABORATORIUMSMEDIZIN



15. Jahrestagung der DGKL  
 3. Fachtagung für Biomedizinische Analytik  
 26.-29. September 2018, Mannheim

**DGKL** Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin e.V.

**DVA** Deutscher Verband für Analytische Chemie und Analytik e.V.

Congress Center Rosengarten  
[laboratoriumsmedizin2018.de](http://laboratoriumsmedizin2018.de)

### Kongresspräsidium

Prof. Dr. med. Hannsjörg Baum  
 Regionale Kliniken Holding RKH GmbH  
 Priv.-Doz. Dr. med. Matthias Orth  
 Marienhospital Stuttgart  
 Prof. Dr. med. Eberhard Wieland  
 Klinikum Stuttgart

VOR-PROGRAMM

IST ONLINE

Kongressagentur  
**m:con**  
 VISION INTO CONVENTIONS

9.9.–12.9.2018 Karlsruhe  
**DNA Repair 2018 – 15. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für DNA-Reparaturforschung (DGDR)** | Info: <http://dgdr.de/2018/04/03/dna-repair-2018>

10.9.–11.9.2018 Greifswald  
**International Symposium: Adaptations to Hematophagy in Blood-Feeding Parasites** | Info: <https://dzg-meeting.de/de/satellite-symposia-workshops>

10.9.–12.9.2018 Hamburg  
**Natural Killer Cell Symposium 2018** | Info: <http://nk-symposium.org>

10.9.–13.9.2018 Berlin  
**46. Jahrestagung der Europäischen Teratologischen Gesellschaft** | Info: [www.etsoc.com](http://www.etsoc.com)

10.9.–13.9.2018 Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: Organoids – Modelling Organ Development and Disease in 3D Culture** | Info: [www.embo-embl-symposia.org](http://www.embo-embl-symposia.org)

10.9.–14.9.2018 Wien (AT)  
**Ecology: Meeting the Scientific Challenges of a Complex World – 48th Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland** | Info: [www.gfoe-conference.de](http://www.gfoe-conference.de)

10.9.–15.9.2018 Greifswald  
**111. Jahrestagung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft** | Info: <https://dzg-meeting.de>

11.9.–14.9.2018 Basel (CH)  
**Basel Life 2018: Showcasing Europe's Excellence in Life Sciences** | Info: [www.baselife.org](http://www.baselife.org)

12.9.2018 Hannover  
**Künstliche Photosynthese: Wege zu einer bioinspirierten Energieversorgung? – 13. Leopoldina-Symposium** | Info: [www.leopoldina.org/en/events/event/event/2611](http://www.leopoldina.org/en/events/event/event/2611)

12.9.–14.9.2018 Bern (CH)  
**Swiss Apoptosis Meeting (SAM) 2018 – Including a Satellite Meeting for Students and Postdocs** | Info: <https://meetings.ls2.ch/SAM-2018>

12.9.–14.9.2018 Freiburg  
**3rd Early Career Researcher Symposium on Cyanobacteria (Cyano2018)** | Info: <https://cyano2018.biologie.uni-freiburg.de/>

12.9.–14.9.2018 Heidelberg  
**European Wnt Meeting 2018** | Info: <http://sfb1324.de/wnt-meeting>

## Workshops

24.7.–27.7.2018 Heidelberg  
**EMBO Workshop: Imaging Mouse Development** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/IMD18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/IMD18-01)

26.7.–28.7.2018 Berlin  
**EMBO Workshop: In-situ Methods in Cell Biology and Cellular Biophysics** | Info: <http://meetings.embo.org>

20.8.–24.8.2018 Arolla (CH)  
**EMBO Workshop: Cell and Developmental Systems** | Info: <http://meetings.embo.org/event/18-dev-sys>

29.8.–1.9.2018 Heidelberg  
**EMBO Workshop: Chemical Biology 2018** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/CHB18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/CHB18-01)

2.9.–7.9.2018 Berlin  
**Otto Warburg International Summer School and Research Symposium 2018 on Epigenetics and Regulation** | Info: [www.molgen.mpg.de/ows](http://www.molgen.mpg.de/ows)

3.9.–5.9.2018 Wien (AT)  
**EMBO Workshop: Molecular Biology of Archaea – From Mechanisms to Ecology** | Info: <http://meetings.embo.org/event/18-archea>

5.9.–7.9.2018 Münster  
**27. Sommerakademie des Centrums für Reproduktionsmedizin und Andrologie: Grundlagen und Klinik der menschlichen Fortpflanzung – Ein interdisziplinärer Ansatz** | Info: [www.medicin.uni-muenster.de/cera](http://www.medicin.uni-muenster.de/cera)

5.9.–7.9.2018 Plön  
**Workshop on Evolutionary Models of Structured Populations: Integrating Methods** | Info: [www.evolbio.mpg.de/events/14243/2163](http://www.evolbio.mpg.de/events/14243/2163)

12.9.–13.9.2018 Kaiserslautern  
**Toxicity and Risk Assessment of Pyrrolizidine Alkaloids – Current Status and Way Forward** | Info: [pa-workshop@chemie.uni-kl.de](mailto:pa-workshop@chemie.uni-kl.de)

16.9.–21.9.2018 Seefeld (AT)  
**EMBO Workshop: Modularity of Signaling Proteins and Networks** | Info: <http://meetings.embo.org>

17.9.–19.9.2018 Tutzing  
**Mechanisms of Gene Regulation (VAAM Summer School)** | Info: [VAAM\\_GeneReg@bio.lmu.de](mailto:VAAM_GeneReg@bio.lmu.de)

17.9.–20.9.2018 Herzogenhorn  
**1st Black Forest Flagellated Plant Workshop** | Info: <http://plantco.de/BFW2018>

20.9.–21.9.2018 Köln  
**Functional Neuroanatomy of the Mouse II: Dorsal Thalamus and Telencephalon – Workshop der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft (NWG)** | Info: [http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2018](http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2018)

21.9.–25.9.2018 Arosa (CH)  
**EMBO Workshop: Membrane Contact Sites in Health and Disease** | Info: <http://meetings.embo.org>

24.9.–28.9.2018 Magdeburg  
**Imaging of the Synaptic Organization – Workshop der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft (NWG)** | Info: [http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2018](http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2018)

25.9.–28.9.2018 Martinsried  
**EMBO Workshop: The Inflammasomes** | Info: <http://meetings.embo.org>

26.9.–28.9.2018 Tauberbischofsheim  
**17th Workshop of the Study Group "Immunobiology of Viral Infections" of the Society for Virology (GFV)** | Info: <http://gfv-immunviro.de/cool>

26.9.–29.9.2018 Marburg  
**Social Neuroscience in Rodents – Workshop der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft (NWG)** | Info: [http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2018](http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2018)

28.9.2018 Heidelberg  
**DKFZ Career Days: Project Management** | Info: [www.dkfz.de/careerday](http://www.dkfz.de/careerday)

28.9.–1.10.2018 Leipzig  
**Workshop zur Adipositas-Genetik** | Info: [www.ifb-adipositas.de/goal](http://www.ifb-adipositas.de/goal)

4.10.–7.10.2018 Bonn  
**Workshop Synthetic RNA Biology** | Info: [www.rna-biochemistry.de](http://www.rna-biochemistry.de)

5.10.2018 Hamburg  
**13th Mini-Herpesvirus Workshop** | Info: [www.g-f-v.org/node/840](http://www.g-f-v.org/node/840)

7.10.–12.10.2018 Freiburg  
**Analysis and Models in Neurophysiology – Workshop der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft (NWG)** | Info: [http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2018](http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2018)

7.10.–12.10.2018 Merseburg  
**10th Autumn School on Current Concepts in Immunology** | Info: [www.herbstschule.de/](http://www.herbstschule.de/)

10.10.–13.10.2018 Mainz  
**EMBO Workshop: RNA and Genome Maintenance – Cooperation and Conflict Management** | Info: <http://meetings.embo.org/event/18-rna-genome>

11.10.–13.10.2018 Günzburg  
**Imaging and Modeling Development – 12th GfE School (Gesellschaft für Entwicklungsbiologie)** | Info: [www.vbio.de/gfe-entwicklungsbiologie/gfe-school](http://www.vbio.de/gfe-entwicklungsbiologie/gfe-school)

15.10.–17.10.2018 Schöntal  
**High Resolution Approaches in Virology: From Cell Ultrastructure to OMICS – 17th Workshop on Cell Biology of Viral Infections of the Society for Virology (GFV/Gesellschaft für Virologie)** | Info: [www.gfv-cellviro.de](http://www.gfv-cellviro.de)

17.10.–20.10.2018 Heidelberg  
**EMBO Workshop: Experimental Approaches to Evolution and Ecology Using Yeast and Other Model Systems** | Info: [www.embl.de/training](http://www.embl.de/training)

12.9.–15.9.2018 Halle (Saale)  
**97. Jahrestagung der Deutschen  
 Gesellschaft für Rechtsmedizin  
 (DGRM)** | Info: [www.r-km.de/](http://www.r-km.de/)  
*JahrestagungDGRM2018*

13.9.–15.9.2018 Erfurt  
**100 Jahre Influenza-Pandemie –  
 6. Deutscher Influenza-Kongress /  
 Jahrestagung der Deutschen Verei-  
 nigung zur Bekämpfung der  
 Viruskrankheiten (DVV)** | Info:  
[www.deutscher-influenza-kongress.de](http://www.deutscher-influenza-kongress.de)

16.9.–19.9.2018 Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: The Hu-  
 man Microbiome** | Info: [www.embo-emb1-symposia.org/symposia/2018](http://www.embo-emb1-symposia.org/symposia/2018)

16.9.–19.9.2018 Düsseldorf  
**Biennial International Meeting of  
 the DGfB (Deutsche Gesellschaft für  
 Biophysik)** | Info: [www.dgfb.org/de/dgfb-tagungen.html](http://www.dgfb.org/de/dgfb-tagungen.html)

17.9.–18.9.2018 Basel (CH)  
**Microbiome Development Confe-  
 rence 2018** | Info: <https://biotechpharmasummit.com/index.php/conferences>

17.9.–19.9.2018 Frankfurt/M.  
**Jahrestagung 2018 der Gesellschaft  
 für Biologische Strahlenforschung  
 (GBS)** | Info: [http://strahlenforschung.de/?page\\_id=1140](http://strahlenforschung.de/?page_id=1140)

17.9.–19.9.2018 Leipzig  
**International Meeting of the Ger-  
 man Society for Cell Biology** |  
 Info: [www.dgz2018-leipzig.com](http://www.dgz2018-leipzig.com)

17.9.–20.9.2018 Bonn  
**92. Jahrestagung der Deutschen  
 Gesellschaft für Säugetierkunde** |  
 Info: [www.zfmk.de/DGS2018](http://www.zfmk.de/DGS2018)

17.9.–20.9.2018 Wien (AT)  
**10 Years of Life, Science & Molecules  
 – 10th Annual Meeting of the Aus-  
 trian Association of Molecular Life  
 Sciences & Biotechnology (ÖGMBT)** |  
 Info: [www.oegmbt.at/jahrestagung](http://www.oegmbt.at/jahrestagung)

18.9.–21.9.2018 Jena  
**8th International Symposium on  
 Biomolecular Archaeology (ISBA  
 2018)** | Info: [www.isba8.de](http://www.isba8.de)

18.9.–21.9.2018 Neuss  
**NanoTox 2018 – 9th International  
 Conference on Nanotoxicology** |  
 Info: [http://dechema.de/en/nanotox\\_2018.html](http://dechema.de/en/nanotox_2018.html)

19.9.–21.9.2018 Heidelberg  
**6. Internationale Jahreskonferenz  
 des German Stem Cell Network** |  
 Info: [www.gscn.org](http://www.gscn.org)

19.9.–21.9.2018 Jena  
**28th Annual Conference of the Ger-  
 man Society for Cytometry (DGfZ)** |  
 Info: [www.dgfb.org](http://www.dgfb.org)

19.9.–21.9.2018 Lübeck  
**51. Jahrestagung der Deutschen  
 Gesellschaft für Transfusionsmedi-  
 zin und Immunhämatologie (DGTI)** |  
 Info: [www.dgti-kongress.de](http://www.dgti-kongress.de)

19.9.–21.9.2018 Marburg  
**SFB 1021 and KFO 309: International  
 Symposium on RNA Viruses at the  
 Host Interface – Novel Aspects of Vi-  
 ral Replication, Antiviral Immunity,  
 and Mechanisms of Tissue Damage  
 and Repair** | Info: [www.sfb1021.de](http://www.sfb1021.de)

20.9.–22.9.2018 Marburg  
**Dynamics of the Nervous System in  
 Health and Disease – Meeting of  
 the Study Group Molecular Neuro-  
 biology** | Info: [www.gbm-online.de](http://www.gbm-online.de)

23.9.–25.9.2018 Marburg  
**How Microorganisms View their  
 World – SFB 987 Conference** |  
 Info: <https://sfb987.de/seminars>

24.9.–26.9.2018 Berlin  
**14th International Conference on  
 Structural Biology** | Info: <https://structuralbiology.conferenceseries.com>

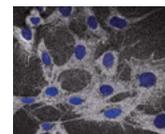
24.9.–26.9.2018 Berlin  
**e:Med Meeting 2018 on Systems  
 Medicine** | Info:  
[www.sys-med.de/de/meeting](http://www.sys-med.de/de/meeting)

24.9.–26.9.2018 Ulm  
**15th Confocal Raman Imaging  
 Symposium** | Info:  
[www.raman-symposium.com](http://www.raman-symposium.com)

24.9.–28.9.2018 Berlin  
**18th European Astrobiology  
 Conference (EANA 2018)** |  
 Info: [www.eana-net.eu](http://www.eana-net.eu)

25.9.2018 München  
**1. Münchner Schimmelpilz-  
 konferenz** | Info:  
[www.schimmelpilzkonferenz.de](http://www.schimmelpilzkonferenz.de)

25.9.2018 Düsseldorf  
**Autophagy – International BMFZ  
 Meeting 2018** | Info: [www.BMFZ.de](http://www.BMFZ.de)


**BMFZ**


© Björn Stork, Düsseldorf

## BMFZ MEETING IN DÜSSELDORF September 25, 2018 “Autophagy”

9.15 h	Welcome	Arndt Borkhardt, Düsseldorf
	<b>Session I: “Molecular mechanisms of autophagy”</b>	Chair: Björn Stork
9.30 h	<i>The role of Atg2 in autophag</i>	Fulvio Reggiori, Groningen
10.00 h	<i>Molecular mechanisms of auto- phagosome formation and fusion</i>	Claudine Kraft, Freiburg
10.30 h	<i>A dedicated pathway targets protein aggregates to lysosomes during autophagy</i>	Thomas Wollert, Paris
11.00 h	<i>Mammalian autophagy-related proteins – insights from structural biology, cell biology, and imaging</i>	Oliver Weiergräber, Jülich
11.15 h	Coffee Break	
	<b>Session II: “Selective autophagy”</b>	Chair: Andreas Reichert
11.45 h	<i>NIPSNAPs function as eat-me signals in mitophagy</i>	Anne Simonsen, Oslo
12.15 h	<i>Identifying machinery and cargo of selective autophagy</i>	Christian Behrends, München
12.45 h	<i>Chewing fat – lipid droplet biogenesis and turnover control</i>	Mathias Beller, Düsseldorf
13.00 h	Lunch	
	<b>Session III: “Autophagy in aging and disease”</b>	Chair: Sebastian Wesselborg
14.00 h	<b>Hadding award ceremony</b>	Klaus Pfeffer, Vice President for Strategic Management and Equal Opportunities, Düsseldorf
14.15 h	<i>Mechanisms of autophagy and cellular aging</i>	Martin Graef, Cologne
14.45 h	<i>Mitophagy control of the aging process</i>	Nataschia Ventura, Düsseldorf
	<b>Session IV: “Cancer treatment strategies exploiting cell death signaling pathways”</b>	Chair: Arndt Borkhardt
15.00 h	<i>Induction of apoptosis by BH3-mimetics</i>	Meike Vogler, Frankfurt
15.30 h	Coffee Break	
16.00 h	<i>Necroptosis RIPs drug resistant leukemia into pieces</i>	Beat Bornhauser, Zürich
16.30 h	<i>Genomics and drug profiling identify targetable cell death pathways and therapeutic options in acute lymphoblastic leukemia</i>	Ute Fischer, Düsseldorf
16.45 h	Closing Remarks	Arndt Borkhardt, Düsseldorf

**Location** Haus der Universität, Schadowplatz 14, 40212 Düsseldorf  
**Time** September 25, 2018; 9.15 h – 17.00 h  
**Program Committee** Arndt Borkhardt, Ute Fischer, Andreas Reichert, Guido Reifenberger, Björn Stork, Sebastian Wesselborg, Dieter Willbold  
**Organisation** Cornelia Höner  
**Address** Biologisch-Medizinisches Forschungszentrum (BMFZ)  
 Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
 Universitätsstr. 1, Building 23.12.02,  
 D-40225 Düsseldorf  
 Registration under (no registration fee):  
[www.BMFZ.de](http://www.BMFZ.de) (see BMFZ-Meeting 2018)

25.9.–27.9.2018 Frankfurt/M.  
**Frankfurt Cancer Conference: Turning Molecular Information into Novel Cancer Therapies** | Info: [www.frankfurtcancerconference.org](http://www.frankfurtcancerconference.org)

25.9.–28.9.2018 Rostock  
**113. Jahrestagung der Anatomischen Gesellschaft** | Info: <http://anatomische-gesellschaft.de/a4/openconf.php>

25.9.–28.9.2018 Wien (AT)  
**German Conference on Bioinformatics (GCB 2018)** | Info: <http://gcb2018.de/>

26.9.–28.9.2018 Berlin  
**The Berlin Redox Sessions – Meeting of the SPP1710 and the Study Group Redox Biology of the GBM** | Info: [www.gbm-online.de/tagungskalender-details/the-berlin-redox-sessions.html](http://www.gbm-online.de/tagungskalender-details/the-berlin-redox-sessions.html)

26.9.–28.9.2018 Freiburg  
**24th Annual Meeting of the German Society for Gene Therapy (DG-GT)** | Info: [www.uniklinik-freiburg.de/dggt2018.html](http://www.uniklinik-freiburg.de/dggt2018.html)

26.9.–29.9.2018 Mannheim  
**Labormedizin: Das Fundament für Diagnose und Therapie – 15. Jahrestagung der DGKL (Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin) / 3. Fachtagung für Biomedizinische Analytik des DVTA** | Info: [www.dgkl2018.de](http://www.dgkl2018.de)

27.9.–28.9.2018 Berlin  
**Synthetic Biology made in Germany – 2nd Conference of the German Association for Synthetic Biology (GASB II)** | Info: <http://ga-sb.de>

27.9.–28.9.2018 Göttingen  
**GOEvol VI – #Sensation @ GOEEvolution 2018** | Info: <http://goevol.uni-goettingen.de/index.php?id=meeting20160>

27.9.–28.9.2018 Karlsruhe  
**Bundesalgenstammtisch 2018** | Info: <http://dechema.de/Bundesalgenstammtisch+2018.html>

28.9.–29.9.2018 Jena  
**6th Symposium of the Young Physiologists** | Info: [www.junge-physiologen.de](http://www.junge-physiologen.de)

28.9.–1.10.2018 Leipzig  
**Genetics of Adiposity Leipzig – 2nd Leipzig International Meeting for Interdisciplinary Obesity Research** | Info: [www.ifb-adipositas.de/goal](http://www.ifb-adipositas.de/goal)

29.9.2018 Gießen  
**6. Jahressymposium der Gesellschaft für Evolutionäre Medizin und Gesundheit (EMG)** | Info: <https://evolution-medicin-gesundheit.org>

3.10.–6.10.2018 Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: The Complex Life of RNA** | Info: [www.embo-embl-symposia.org/symposia/2018](http://www.embo-embl-symposia.org/symposia/2018)

4.10.–6.10.2018 Göttingen  
**Vaccine Symposium: Therapeutic Vaccination, DC-Tumor Vaccination, Adjuvants, Methadon** | Info: <https://sites.google.com/site/alsanafreiburg/home/ak-vakzine>

4.10.–6.10.2018 Köln  
**34th Ernst Kleen Symposium in Molecular Medicine: Epigenetics – Basic Principles and Clinical Applications** | Info: [www.cmmc-uni-koeln.de/index.php?id=482](http://www.cmmc-uni-koeln.de/index.php?id=482)

4.10.–7.10.2018 Bonn  
**RNA Biochemistry Meeting 2018** | Info: [www.rna-biochemistry.de](http://www.rna-biochemistry.de)

5.–7.10.2018 Herrsching/Ammerssee  
**YARE – 20th Annual Meeting Young Active Research in Endocrinology** | Info: [www.endokrinologie.net/veranstaltung/yare-20th-annual-meeting.php](http://www.endokrinologie.net/veranstaltung/yare-20th-annual-meeting.php)

7.10.–10.10.2018 Aachen  
**2nd International Protein Engineering Symposium Aachen (AcES)** | Info: [www.aces-symposium.rwth-aachen.de](http://www.aces-symposium.rwth-aachen.de)

8.10.–10.10.2018 Tübingen  
**Hot Topics in Signal Transduction & cGMP Research – International cGMP Meeting** | Info: [www.cyclic-gmp.de](http://www.cyclic-gmp.de)

9.10.–11.10.2018 Dresden  
**10th International Symposium on Neuroprotection and Neurorepair (ISN&N)** | Info: [www.neurorepair-2018.de](http://www.neurorepair-2018.de)

9.10.–11.10.2018 Heidelberg  
**Frontiers in Cancer Research (FCR) – Conference of the German Cancer Research Center (DKFZ)** | Info: [www.dkfz.de/FCR](http://www.dkfz.de/FCR)

9.10.–12.10.2018 Darmstadt  
**6th International Conference on Novel Enzymes** | Info: <https://novelenzymes2018.eu>

10.10.–11.10.2018 Halle (Saale)  
**Prämissen und Anspruchsgruppen der roten und grünen Genomedition (BMBF-Projekt Genom-ELECTION)** | Info: [http://kluth.jura.uni-halle.de/bmbf\\_genomelection/](http://kluth.jura.uni-halle.de/bmbf_genomelection/)

10.10.–11.10.2018 Tübingen  
**Tübingen Systems Neuroscience Symposium 2018** | Info: [http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2018](http://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2018)

15.10.–16.10.2018 Braunschweig  
**3rd Braunschweig Symposium: What About Glia? New Concepts and Functional Roles** | Info: [www.tu-braunschweig.de/brainswick](http://www.tu-braunschweig.de/brainswick)

15.10.–18.10.2018 Berlin  
**20th International Congress on In Vitro Toxicology** | Info: [www.estiv2018.com](http://www.estiv2018.com)

17.10.–19.10.2018 Berlin  
**National Symposium on Zoonoses Research** | Info: [www.zoonosen.net](http://www.zoonosen.net)

20.10.2018 Bremerhaven  
**Neuro 2018** | Info: [www.neuro2018.de](http://www.neuro2018.de)

22.10.–24.10.2018 Heidelberg  
**2nd International Conference on Networks Of Cellular Surveillance Mechanisms** | Info: [www.zmbh.uni-heidelberg.de/sfb1036/congress\\_2018](http://www.zmbh.uni-heidelberg.de/sfb1036/congress_2018)

24.10.–26.10.2018 Jena  
**International Conference on Infectious Diseases in the 21st Century – Global Challenges for Health and Society** | Info: [www.infectcontrol.de/de/infectious-diseases-in-the-21st-century.html](http://www.infectcontrol.de/de/infectious-diseases-in-the-21st-century.html)

24.10.–27.10.2018 Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: Systems Genetics – From Genotypes to Molecular Phenotypes to Complex Traits** | Info: [www.embo-embl-symposia.org/symposia/2018/EES18-11](http://www.embo-embl-symposia.org/symposia/2018/EES18-11)

26.10.–27.10.2018 Bremen  
**Patente aus der Natur – 9. Bionik-Kongress / 14. Jahrestagung der Gesellschaft für Technische Biologie und Bionik (GTBB)** | Info: [www.gtbb.org](http://www.gtbb.org)

## Hot Topics in Signal Transduction & cGMP Research

Tübingen, 8-10 October 2018

Organised by the PhD Students of the DFG Research Unit "cGMP Signalling in Cell Growth and Survival"



### Speakers

M. Cortese-Krott	T. Keßler	R. Pilz
F. Cuello	D. Koelsing	L. Potter
P. Eaton	R. Malli	J. Prickaerts
T. Euler	R. Middendorff	F. Rathjen
A. Gottschalk	F. Paquet-Durand	C. Tonkin
A. Hobbs	A. Pfeifer	W. Weninger

Further talks will be selected from abstracts. Young scientists are particularly welcome to participate.

More information and free registration until 01 August 2018 under news at

[www.cyclic-gmp.de](http://www.cyclic-gmp.de)



# Fortbildungen, Kurse

## BIOCHEMIE UND IMMUNOLOGIE

15.10.–16.10.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: ELISA** |  
Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

## BIOTECHNOLOGIE

23.8.–31.8.2018 Berlin  
**Akademie Gläsernes Labor: Basic Course Biotechnology – Good Manufacturing Practice (Englisch)** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de](http://www.glaesernes-labor-akademie.de)

5.9.–8.9.2018 Berlin  
**Akademie Gläsernes Labor: Biotech & Pharma Business Summer School – From Target to Market** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de](http://www.glaesernes-labor-akademie.de)

17.9.2018–4.2.2019 Berlin  
**CQ-Weiterbildung: Anwendungsbezogene Bioinformatik und Biostatistik** | Info: [www.cq-bildung.de/bildung/biotech-life-sciences](http://www.cq-bildung.de/bildung/biotech-life-sciences)

## CHROMATOGRAPHIE UND SPEKTROMETRIE

18.9.–19.9.2018 Darmstadt  
**VWR-Schulung: HPLC-Grundkurs** |  
Info: <https://de.vwr-cmd2.com/pub/ep/cal?s=10002>

20.9.2018 Darmstadt  
**VWR-Schulung: HPLC-Trouble-shooting** | Info: <https://de.vwr-cmd2.com/pub/ep/cal?s=10002>

15.10.2018 München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: HPLC-Basiskurs für die Qualitätskontrolle** |  
Info: [www.dr-bichlmeier.de/seminare-2018-analytik](http://www.dr-bichlmeier.de/seminare-2018-analytik)

15.10.–16.10.2018 München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: Grundlagen der HPLC und der Massenspektrometrie** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/seminare-2018-analytik](http://www.dr-bichlmeier.de/seminare-2018-analytik)

15.10.–17.10.2018 München  
**Dr.-Bichlmeier-Kombi-Seminar: HPLC-Basiskurs, Grundlagen der Massenspektrometrie und moderne Anwendungen** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/seminare-2018-analytik](http://www.dr-bichlmeier.de/seminare-2018-analytik)

## IN SILICO

8.10.–11.10.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Whole Transcriptome Data Analysis** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/DAT18-02](http://www.embl.de/training/events/2018/DAT18-02)

15.10.–18.10.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Software Carpentry** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/SWC18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/SWC18-01)

## MIKROBIOLOGIE

17.9.–19.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Mikrobiologie und Einführung in die Qualitätskontrolle** |  
Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

20.9.–23.9.2018 Berlin  
**DIW-Seminar: Spezielle klinische Virologie mit exemplarischer Befundinterpretation** |  
Info: [www.diw-mta.de](http://www.diw-mta.de)

24.9.–27.9.2018 Berlin  
**DIW-Seminar: Spezielle klinische Mikrobiologie mit exemplarischer Befundinterpretation** |  
Info: [www.diw-mta.de](http://www.diw-mta.de)

## MOLEKULARBIOLOGIE

23.7.2018 Berlin  
**CQ-Weiterbildung: Realtime-PCR – Quantifizierung von RNA-Molekülen** | Info: [www.cq-bildung.de/bildung/biotech-life-sciences](http://www.cq-bildung.de/bildung/biotech-life-sciences)

23.7.–24.7.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Molekularbiologie Update** |  
Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

13.8.–24.8.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Grundkenntnisse der Molekularbiologie** |  
Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/uebersicht.html>

16.8.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Auswertung medizinischer Sequenzdaten** |  
Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/180.html>

## MOLEKULARBIOLOGIE

20.8.–21.8.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Real-Time-PCR** | Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/215.html>

21.8.–23.8.2018 München  
**EcSeq-Kurs: Next-Generation Sequencing Data Analysis: A Practical Introduction** |  
Info: [www.ecseq.com](http://www.ecseq.com)

22.8.–24.8.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Epigenetik und Fragmentlängenanalyse** |  
Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/145.html>

27.8.–15.2.2019 Berlin  
**CQ-Weiterbildung: Labormethoden der Molekularbiologie und Zellkultur** | Info: [www.cq-bildung.de/bildung/biotech-life-sciences](http://www.cq-bildung.de/bildung/biotech-life-sciences)

4.9.–7.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Molekularbiologie** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

7.9.–8.9.2018 Wuppertal  
**DVTA-Seminar: In-situ-Hybridisierung** | Info: [www.dvta.de/startseite/seminare](http://www.dvta.de/startseite/seminare)

10.9.–11.9.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Sequenzaufklärung und Sequenzanalyse** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

10.9.–12.9.2018 Berlin  
**DIW-Seminar: Molekulare Genetik** |  
Info: [www.diw-mta.de](http://www.diw-mta.de)

10.9.–14.9.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Attacking Open Chromatin with ATAC Sequencing** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/ATA18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/ATA18-01)

12.9.–13.9.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Klonierungstechniken** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

12.9.–14.9.2018 Berlin  
**DIW-Seminar: Methoden der Molekularbiologie** |  
Info: [www.diw-mta.de](http://www.diw-mta.de)

## MOLEKULARBIOLOGIE

14.9.–15.9.2018 Hannover  
**DVTA-Seminar: Grundlagen der Molekularbiologie** | Info: [www.dvta.de/startseite/seminare](http://www.dvta.de/startseite/seminare)

17.9.–21.9.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Genome Engineering – CRISPR/Cas** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/GEE18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/GEE18-01)

17.9.–28.9.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Grundkenntnisse der Molekularbiologie** | Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/uebersicht.html>

20.9.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Auswertung medizinischer Sequenzdaten** |  
Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/180.html>

20.9.–21.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: PCR- und Primer-Design** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

22.9.2018 Hamburg  
**DVTA-Seminar: Humangenetik/ Zytogenetik – Ein kompakter Einblick** | Info: [www.dvta.de/startseite/seminare](http://www.dvta.de/startseite/seminare)

24.9.–25.9.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Real-Time-PCR** | Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/215.html>

25.9.–28.9.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Next Generation Sequencing – RNA Sequencing Library Preparation** |  
Info: [www.embl.de/training/events/2018/ILL18-03](http://www.embl.de/training/events/2018/ILL18-03)

26.9.–28.9.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Epigenetik und Fragmentlängenanalyse** |  
Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/145.html>

8.10.2018 Berlin  
**Akademie Gläsernes Labor: CRISPR-CAS – Grundlagen und praktische Anwendung** |  
Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de/de/seminar\\_crisprcas](http://www.glaesernes-labor-akademie.de/de/seminar_crisprcas)

## MOLEKULARBIOLOGIE

9.10.–10.10.2018 München  
**Lab-Academy-Grundkurs: Realtime-PCR** |  
 Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

11.10.–12.10.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Next-Generation-Sequencing** |  
 Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

15.10.2018 Berlin  
**Akademie Gläsernes Labor: CRISPR-CAS Advanced – All You Need To Get Your Gene Editing Project Running** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de/de/seminar\\_crisprcas\\_advanced](http://www.glaesernes-labor-akademie.de/de/seminar_crisprcas_advanced)

15.10.–17.10.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Real Time PCR-Basiskurs** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## ZELLBIOLOGIE UND MIKROSKOPIE

25.7.–26.7.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Methoden des Gentransfers** |  
 Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

26.7.–27.7.2018 Bergisch-Gladbach  
**MACS Academy: Basic Flow Cytometry Training** | Info: [www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx](http://www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx)

2.8.–11.8.2018 Dresden  
**EMBO Practical Course on Light Sheet Microscopy** |  
 Info: <http://meetings.embo.org/event/18-lsm>

2.9.–10.9.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Cryo-Electron Microscopy and 3D Image Processing** | Info: [www.embl.de/training/events/2018/CRY18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/CRY18-01)

5.9.–7.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Transfektion und Reporteranalyse** |  
 Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

10.9.–11.9.2018 München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Optimierung der Zellkultur nach GCCP** |  
 Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

## ZELLBIOLOGIE UND MIKROSKOPIE

10.9.–12.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Qualitätsmanagement in der Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

10.9.–18.9.2018 Hamburg  
**EMBO Practical Course on Membrane PEPC1 (Membrane Protein Expression Purification Characterization 1)** | Info: <http://meetings.embo.org/event/18-pepc>

12.9.–13.9.2018 Zwenkau  
**Genovia-Praxistraining: Grundlagen der Licht- und Fluoreszenzmikroskopie** |  
 Info: <http://biotechnologie-weiterbildung.de/198.html>

12.9.–14.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Zellkultur Troubleshooting** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

22.9.2018 Oldenburg  
**DIW-Seminar: Mikroskopische Diagnostik in der Hämatologie (Theorie und Praxis)** |  
 Info: [www.diw-mta.de](http://www.diw-mta.de)

23.9.–25.9.2018 Oldenburg  
**DIW-Seminar: Mikroskopische Diagnostik – Reaktive Veränderungen, Neoplasien aus dem myeloischen Formenkreis** |  
 Info: [www.diw-mta.de](http://www.diw-mta.de)

24.9.–27.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

25.9.–26.9.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Durchflusszytometrie** |  
 Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

8.10.–9.10.2018 München  
**Lab-Academy-Grundkurs: Immunfluoreszenz** |  
 Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

9.10.–10.10.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Induzierte pluripotente Stammzellen – Maßgeschneiderte Zellmodelle** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## ZELLBIOLOGIE UND MIKROSKOPIE

10.10.–11.10.2018 Martinsried  
**ibidi Laborkurs: Chemotaxis und Videomikroskopie** |  
 Info: <https://ibidi.com/content/39-practical-courses>

10.10.–12.10.2018 München  
**Lab-Academy-Grundkurs: Zellkultur** |  
 Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

11.10.2018 Göttingen  
**Sartorius-Training: Filter Optimization and Scale-up (Englisch)** | Info: [www.sartorius.de/sartoriusDE/de/EUR/services/sartorius-training](http://www.sartorius.de/sartoriusDE/de/EUR/services/sartorius-training)

15.10.–18.10.2018 Heidelberg  
**Promocell Academy: Zellkultur unter GMP** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

15.10.–20.10.2018 Heidelberg  
**EMBL Course: Liquid Biopsies** |  
 Info: [www.embl.de/training/events/2018/LIQ18-01](http://www.embl.de/training/events/2018/LIQ18-01)

## RANDGEBIETE

10.9.–14.9.2018 Bonn  
**GDCh-Kurs: Grundlagen der Medizinischen Chemie** | Info: [www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung](http://www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung)

## SONSTIGE VERANSTALTUNGEN

26.8.–31.8.2018 Heidelberg  
**EMBO Practical Course: Molecular Geobiology** |  
 Info: [www.embl.de/training/events/2018/GE018-01](http://www.embl.de/training/events/2018/GE018-01)

## SONSTIGE VERANSTALTUNGEN

28.8.2018 Berlin  
**DHV-Seminar: Die Professur – Rechte und Pflichten** |  
 Info: [www.hochschulverband.de/cms1/termine.html](http://www.hochschulverband.de/cms1/termine.html)

3.9.–5.9.2018 Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Postdocs** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

13.9.–14.9.2018 Bonn  
**DHV-Seminar: Rhetorik in der Lehre** | Info: [www.hochschulverband.de/cms1/termine.html](http://www.hochschulverband.de/cms1/termine.html)

24.9.–27.9.2018 Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Group Leaders** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

26.9.2018 Stuttgart  
**Labsolutions – Th. Geyer Laborfachmesse mit praxisrelevanten Fachvorträgen** | Info: [www.thgeyer-lab.com/de/news-aktionen/messen-events/events-details/news/th-geyer-labsolutions-in-stuttgart/](http://www.thgeyer-lab.com/de/news-aktionen/messen-events/events-details/news/th-geyer-labsolutions-in-stuttgart/)

8.10.–11.10.2018 Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Group Leaders** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

9.10.2018 Bonn  
**DHV-Seminar: Karriere und Berufung – Wie werde ich Professor/Professorin?** |  
 Info: [www.hochschulverband.de/cms1/termine.html](http://www.hochschulverband.de/cms1/termine.html)

Weitere Kongresse, Tagungen, Fortbildungen etc. finden Sie auf unserer Homepage im Verzeichnis „Veranstaltungen“. Kurze Terminhinweise in unserem Serviceteil sind kostenlos. Schicken Sie uns Ihre Ankündigungen oder einen Link zu Ihrer Website. Aus Platzgründen können wir allerdings nur Veranstaltungen veröffentlichen, die für einen Großteil unserer Leser von Interesse sind. So erreichen Sie uns:

## LABORJOURNAL

LJ-Verlag, Merzhauser Straße 177, 79100 Freiburg  
 E-Mail: [verlag@laborjournal.de](mailto:verlag@laborjournal.de)

# Vorträge, Seminare, Kolloquien

## BERLIN

**Dienstag, 17. Juli 2018**

16:15 Uhr | Kolloquium | Sonderforschungsbereich 765 | Organische Chemie, Takustr. 3, Hörsaal | **P. Stallforth, Jena** | **Synergy, biosynthesis and ecological relevance of microbial natural products**

**Montag, 23. Juli 2018**

11:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für molekulare Genetik (MPIMG), Ihnestr. 63-73, Tower 3, Seminarraum SI | **A. Jeltsch, Stuttgart** | **Mechanisms involved in reading and writing of methyl marks**

**Freitag, 7. September 2018**

19:00 Uhr | Vortrag | Freie Universität, Inst. f. Biologie/Zoologie, Königin-Luise-Str. 1-3, (Eingang Haderslebener Str. 1-3), 2. Obergeschoss, Ehrenberg-Saal | **A. Lampe, Berlin** | **Mikroskopie unterhalb der Beugungsgrenze**

## BERN

**Dienstag, 14. August 2018**

14:00 Uhr | Seminar | Inselspital, Seminarraum INO F-703 | **X. Casadevall, Zürich** | **Single cell assays and biomimetics for pharmaceutical research**

**Mittwoch, 19. September 2018**

12:15 Uhr | Seminar | Institut für Pharmakologie, Inselspital, Seminarraum INO-F 703 | **R. J. Loewith, Genf** | **Growth control by TORC1 and TORC2, opposite sides of the same coin**

## BONN

**Freitag, 20. Juli 2018**

9:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie (IfMB), Meckenheimer Allee 168, Hörsaal | **A. Dietrich, Bonn** | **Identifying the target(s) of Cervimycin from *Streptomyces tendae* HKI-179**

## BREMEN

**Freitag, 10. August 2018**

15:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie (MPIMM), Celsiusstr. 1, neues Auditorium (4012) | **G. J. Dick** | **The role of hydrogen peroxide in toxicity of cyanobacterial blooms**

## FREIBURG

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

13:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik (MPI-IE), Stübweg 51, BT VII, EG, HS | **T. Nolan, London** | **Building a CRISPR-based gene drive for suppression of mosquito populations**

17:15 Uhr | Kolloquium | Neurozentrum, Breisacher Str. 64, EG, Konferenzraum 2 | **E. Schmutzhard, Innsbruck** | **Opportunistische Infektionen des Nervensystems bei therapieassoziiierter Immunsuppression**

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

12:15 Uhr | Seminar | Uni, Kollegiengebäude I, Raum 1009 | **G. Neuhaus, Freiburg** | **The myth of ignorance in biology**

**Montag, 23. Juli 2018**

13:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik (MPI-IE), Stübweg 51, BT VII, EG, Hörsaal | **A. Trumpp, Heidelberg** | **Stem cells during normal physiology and cancer**

**Mittwoch, 25. Juli 2018**

16:15 Uhr | Seminar | Zentrum für Biochemie und Molekulare Zellforschung (ZBMZ), Stefan-Meier-Str. 17, 1. OG, GSR 01 006 | **J. Gerst, Rehovot** | **mRNA multiplexing in ribonucleoprotein particles: operon-like control of pheromone responsiveness and mating in yeast**

**Donnerstag, 13. September 2018**

13:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Immunbiologie und Epigenetik (MPI-IE), Stübweg 51, BT VII, EG, Hörsaal | **B. Stockinger, London** | **Environmental influences via diet on intestinal homeostasis**

## GREIFSWALD

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

17:15 Uhr | Kolloquium | Universität, Felix-Hausdorff-Str. 15 A, Hörsaal Ost | **M. Fischer, Heidelberg** | **The fascinating world of giant viruses and their virophages**

## HANNOVER

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

17:00 Uhr | Kolloquium | Medizinische Hochschule, Zentrum für Immunologie, Carl-Neuberg-Str. 1, Hörsaal N | **O. Mandelboim, Jerusalem** | **Recognition of bacteria and fungi by NK cells**

## HEIDELBERG

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

12:15 Uhr | Seminar | Biochemie-Zentrum (BZH), Im Neuenheimer Feld 328, EG, SR 25 | **Y. Zhang, New Haven** | **Munc18-1 and Vps33 catalyze directional SNARE assembly by templating SNARE association**

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

17:00 Uhr | Vortrag | Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Im Neuenheimer Feld 280, Kommunikationzentrum, HS | **B. Beutler, Dallas** | **Germline mutagenesis to identify essential components of the mammalian immune system**

**Montag, 23. Juli 2018**

17:15 Uhr | Seminar | Institut für Pathologie, Im Neuenheimer Feld 224, SR 1.004 | **P. Dittrich, Erlangen-Nürnberg** | **Function of microRNAs and novel microRNA-target genes in live cancer**

**Mittwoch, 25. Juli 2018**

13:00 Uhr | Seminar | Interdisziplinäres Zentrum für Neurowissenschaften (IZN), Im Neuenheimer Feld 306, Hörsaal 2 | **A. Richter, Heidelberg** | **Influence of the interaction of trauma and resilience traits on reward-related functional activity in humans using fMRI**

**Mittwoch, 25. Juli 2018**

13:30 Uhr | Seminar | Interdisziplinäres Zentrum für Neurowissenschaften (IZN), Im Neuenheimer Feld 306, Hörsaal 2 | **M. Klevansk, Heidelberg** | **Re-STORM: Repeated multi-target super-resolution microscopy**

**Montag, 30. Juli 2018**

11:00 Uhr | Seminar | European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Meyerhofstr. 1, Small Operon | **A. Hansen, Berkeley** | **Molecular mechanisms regulating chromatin looping in time and space**

**Dienstag, 11. September 2018**

14:00 Uhr | Seminar | European Molecular Biology Laboratory (EMBL), Meyerhofstr. 1, Large Operon | **S. Schiffls** | **Genetic history: What ancient and modern DNA tells us about our human past**

## KÖLN

**Freitag, 27. Juli 2018**

12:00 Uhr | Seminar | CECAD, Geb. 69, Joseph-Stelzmann-Str. 26, EG, Hörsaal | **A. Kruppa, Cambridge** | **MYO6-dependent actin cages isolate damaged mitochondria during Parkin-dependent mitophagy**



Kommt zum Science Slam!

20.07.2018: Ludwigsburg  
19.09.2018: Köln  
21.09.2018: Berlin  
25.09.2018: Hamburg  
26.09.2018: Münster  
17.10.2018: Berlin  
18.10.2018: Köln  
07.11.2018: Hamburg  
06.12.2018: Berlin

Mehr Infos unter  
[www.scienceslam.de](http://www.scienceslam.de)



Wie die Motte in das Licht: Insekten werden oft als biologische Maschinen wahrgenommen, die auf äußere Reize mit stereotypen Verhaltensweisen reagieren. Experimente in transgenen *Drosophila*-Fruchtfliegen zeigen jedoch, dass die Präferenz von Licht eben keine stereotype Reaktion ist. Sie ist vielmehr eine von den Gegenspielern Dopamin und Oktopamin orchestrierte Verhaltensentscheidung, die unter anderem die Flugfähigkeit in die Entscheidungsfindung mit einfließen lässt. Wie es die Fliegen schaffen, ihre eigene Flugleistung zu bewerten, wissen Forscher noch nicht genau. Was letztere tun, um dies herauszufinden, erläutert Björn Brembs am 19. Juli in Konstanz.

## KÖLN

**Dienstag, 28. August 2018**

13:00 Uhr | Seminar | Center for Molecular Medicine Cologne (CMMC), Geb. 66, Robert-Koch-Str. 21, Mediathek | **K. Endlich, Greifswald** | **Podocyte processes: morphology and motility**

**Freitag, 14. September 2018**

11:00 Uhr | Seminar | CECAD, Geb. 69, Joseph-Stelzmann-Str. 26, EG, Hörsaal | **D. Ucar** | **The chromatin accessibility signature of human immune aging stems from CD8+ T cells**

## KONSTANZ

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

10:00 Uhr | Vortrag | Universität, FB Biologie, Raum M 1101 | **B. Brembs, Regensburg** | **A decision underlies phototaxis in an insect**

Weitere Vorträge finden Sie auf unserer Homepage im Verzeichnis „Veranstaltungen“. Gerne können Sie Ihre Veranstaltungshinweise an die Mailadresse „kalender@laborjournal-online.de“ schicken. Oder Sie tragen die Vorträge, Seminare etc. selbst auf unserer Webseite ein. Die Veröffentlichung ist kostenlos. Aus Platzgründen können wir allerdings nur Veranstaltungen berücksichtigen, die für einen Großteil unserer Leser von Interesse sind.

» [www.laborjournal.de](http://www.laborjournal.de)

## LANGEN

**Donnerstag, 16. August 2018**

13:15 Uhr | Kolloquium | Paul-Ehrlich-Inst., Paul-Ehrlich-Str. 51-59, Hörsaal | **M. R. Daha, Leiden** | **Role of complement in infectious and autoimmune disease**

## MAGDEBURG

**Donnerstag, 9. August 2018**

18:00 Uhr | Seminar | Sonderforschungsbereich 854 | Medizinische Fakultät, Leipziger Str. 44, Haus 10, Hörsaal Kinderklinik | **P. Pandiyan, Cleveland, Ohio** | **The role of short chain fatty acids in regulating Foxp3+ cells and immunomodulation in oral mucosa**

**Donnerstag, 16. August 2018**

17:00 Uhr | Seminar | Sonderforschungsbereich 854 | Medizinische Fakultät, Leipziger Str. 44, Haus 10, Hörsaal Kinderklinik | **Y. Ma, Sydney** | **T cell receptor clustering as a mechanism of signal initiation**

## MARBURG

**Montag, 30. Juli 2018**

13:15 Uhr | SFB 987 | Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie (MPIterMic), Karl-von-Frisch-Str. 10, Hörsaal | **T. Borowski, Krakow** |  **$\alpha$ -Ketoglutarate dependent dioxygenases – Computational studies on reaction mechanisms**

## MÜNCHEN

**Dienstag, 17. Juli 2018**

16:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut, Martinsried, Am Klopferspitz 18, T-Gebäude, Erdgeschoss | **S. L. Ackerman, San Diego** |

**Dysfunction of mRNA translation and neurodegeneration**

**Dienstag, 24. Juli 2018**

15:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2-10 | **M. Götz, München** | **Towards neural repair: turning scar forming glia into neurons**

18:15 Uhr | Vortrag | MDK Bayern, Haidenauplatz 1, Raum Nymphenburg | **T. Schmitz-Rode, Aachen** | **Biohybrid-Technologie für eine neue Generation kardiovaskulärer Implantate**

**Freitag, 27. Juli 2018**

11:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Großhaderner Str. 2, G00.001 | **W. Dröge-Laser, Würzburg** | **The C/51 bZIP network: A regulatory hub orchestrating plant energy homeostasis**

**Donnerstag, 6. September 2018**

17:15 Uhr | Kolloquium | Sonderforschungsbereich 924 | Wissenschaftszentrum Weihenstephan (WZW), Emil-Ramann-Str. 2, Hörsaal 12 | **S. Schornack, Cambridge** | **Plant processes commonly affecting the interactions with pathogenic and symbiotic microbes**

**Freitag, 14. September 2018**

13:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Großhaderner Str. 2, Raum B01.027 | **T. Köster, Bielefeld** | **Systems approaches to map *in vivo* RNA-protein interactions in plants**

## MÜNSTER

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

16:15 Uhr | Kolloquium | Sonderforschungsbereich 858 | Chemisches Institut, Wilhelm-Klemm-Str. 6, Hörsaal C2 | **A. Rentmeister, Münster** | **Chemische Werkzeuge zu Detektion und Kartierung von RNA-Modifikationen**

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

16:30 Uhr | Vortrag | MTLA-Schule, Robert-Koch-Str. 31, Hörsaal | **B. Heijs, Leiden** | **Lab-on-a-tissue: optimizing on-tissue chemistry for improved mass spectrometry imaging**

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

11:15 Uhr | Vortrag | Institut für Physikalische Chemie, Corrensstr. 28, Raum W 428 | **G. Orellana, Madrid** | **Luminescent photochemical sensors: From molecular engineering of coordination complexes to *in situ* monitoring**

**10. September 2018**

17:00 Uhr | Vortrag | Medizinische Fakultät, Waldeyerstr. 15, Hörsaal | **Sven Meuth, Münster** | **Ion channels in autoimmune neurodegeneration**

## POTSDAM

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

13:00 Uhr | Kolloquium, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzzentrum | **R. Boon, Frankfurt** | **Non-coding RNA in cardiovascular aging**

14:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie (MPI MP), Golm, Am Mühlenberg 1, Hauptgeb., SR | **R. Zarivach, Beersheba** | **Structural analysis of cation diffusion facilitators (CDFs) transport activation**

**Mittwoch, 25. Juli 2018**

13:00 Uhr | Kolloquium | Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzzentrum | **B.-S. Porat-Katz, Jerusalem** | **Hoarding Phenomena: Hoarding among holocaust survivors and their offsprings – Is it a marker for nutritional impairments?**

14:00 Uhr | Seminar | Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie (MPI MP), Golm, Am Mühlenberg 1, Hauptgebäude, SR | **D. D. Figueiredo, Potsdam** | **How ovules become seeds – Signalling mechanisms and (epi)-genetic regulators**

**Mittwoch, 8. August 2018**

13:00 Uhr | Kolloquium | Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzzentrum | **A. Bürkle, Konstanz | Biomarkers of human ageing – The EU FP7 MARK-AGE project and beyond**

**Mittwoch, 22. August 2018**

13:00 Uhr | Kolloquium | Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzzentrum | **U. Kintscher, Berlin | Adipose tissue lipolysis and chronic heart failure**

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

18:30 Uhr | Kolloquium | Biochemie-Zentrum, Universitätsstr. 31, Raum H 53 | **P. T. Niemela, München | Studies of individual level behavior: theory vs. support**

**Dienstag, 31. Juli 2018**

17:00 Uhr | Kolloquium | Biochemie-Zentrum, Universitätsstr. 31, Raum H 53 | **T. W. Turowski, Edinburgh | CRACing odd transcription – RNA polymerases I and III at nucleotide resolution**

**Freitag, 20. Juli 2018**

17:15 Uhr | Kolloquium | SFB 766 | Biologie, Auf der Morgenstelle 28, Hörsaal N12 | **C. Kleantous, Oxford | How bacteriocins use stealth and mimicry to kill Gram-negative bacteria**

**Montag, 23. Juli 2018**

17:00 Uhr | Vortrag | Interfakultäres Institut für Biochemie, Hoppe-Seyler-Str. 4 | **A. Teleman, Heidelberg | Regulation of mitochondria by a dietary lipid metabolite**

17:00 Uhr | Kolloquium | Interfakultäres Institut für Biochemie (IFIB), Hoppe-Seyler-Str. 4, KHS | **A. Martin-Villalba, Heidelberg | Decision making within the neighbours: how cell-context decides over the outcome of receptor activation**

17:15 Uhr | Kolloquium | SFB 766 | Biologie, Auf der Morgenstelle 28, Hörsaal N12 | **P. Stallforth, Jena | Synergy, biosynthesis and ecological relevance of microbial natural products**

18:00 Uhr | Kolloquium | Hertie-Institut für klinische Hirnforschung (HIH), Otfried-Müller-Str. 27, SR 2.310 | **A. Easton, Durham | Spontaneous tasks of recognition – improving reliability, reducing animal numbers, and insights into interference**



Wie das Altern des Herz-Kreislaufsystems abläuft, verstehen Wissenschaftler noch nicht genau. Sie wissen jedoch, dass nicht-kodierende RNAs, wie zum Beispiel mikroRNAs, zu den Schlüsseregulatoren dieser Alterungsprozesse zählen. So regelt die Alters-induzierte miR-29 die Expression extrazellulärer Matrixproteine in der Aorta und verursacht hierdurch gefährliche Gefäßausweitungen (Aneurysmen). Auch miR-34a, das die Apoptose von Kardiomyocyten sowie die Länge von Telomeren steuert, greift in die Alterung des Herz-Kreislaufsystems ein. Welche Rolle weitere nicht-kodierende RNAs bei der Vergrößerung des kardiovaskulären Systems spielen, erklärt Reinier Boon am 18. Juli in Potsdam.

**Mittwoch, 12. September 2018**

13:00 Uhr | Kolloquium | Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzzentrum | **E. Böttinger, Potsdam | Personalized medicine meets digital health**

**Mittwoch, 19. September 2018**

13:00 Uhr | Kolloquium | Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIFE), Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzzentrum | **S. Schmidt, Lübeck | Brain, behaviour, metabolism – between homeostasis and reward**

**REGENSBURG****Dienstag, 17. Juli 2018**

17:00 Uhr | Kolloquium | Biochemie-Zentrum, Universitätsstr. 31, Raum H 53 | **J. Wöhnert, Frankfurt | RNA aptamers and riboswitches as versatile model systems to understand RNA structure, folding and ligand recognition**

**TÜBINGEN****Dienstag, 17. Juli 2018**

13:15 Uhr | Kolloquium | IFZ | **M. van den Broek, Zürich | The interaction between cancer and the immune system**

**Mittwoch, 18. Juli 2018**

17:00 Uhr | Kolloquium | CRONA-Kliniken, Hoppe-Seyler-Str. 3, Raum B-04-221 | **A. Johnen, Münster | Apraxie bei Neurodegeneration**

**Donnerstag, 19. Juli 2018**

17:15 Uhr | Kolloquium | Sonderforschungsbereich 766 | Biologie, Auf der Morgenstelle 28, Hörsaal N12 | **M. Holden, St. Andrews | Bad bug and drugs, using genomics to investigate the emergence and spread of MRSA**

18:15 Uhr | Kolloquium | Kinderklinik, Hoppe-Seyler-Str. 1, Ebene C3, GHS | **R. O'Reilly, Boulder | Deep predictive learning: a comprehensive model of three visual streams**

**WIEN****Dienstag, 17. Juli 2018**

11:00 Uhr | Seminar | Max F. Perutz Laboratories (MFPL), Dr.-Bohr-Gasse 9, 6. OG, R 6.507 | **E. Wolf, Mainz | Structural analyses of protein interactions in the mammalian circadian clock**

**Mittwoch, 12. September 2018**

11:00 Uhr | Seminar | Research Institute of Molecular Pathology (IMP), Campus-Biocenter 1, HS | **R. Vale, San Francisco | RNA phase separation and neurodegenerative disease**

**ZÜRICH****Freitag, 15. September 2018**

12:30 Uhr | Vortrag | Kunsthalle Zürich, Limmatstr. 270 | **B. Mühleisen, Zürich | Von Hormonen und antimikrobiellen Peptiden – neue immunologische Aspekte der Hautabwehr**

**IMPRESSUM****Laborjournal  
25. Jahrgang | Heft 7-8/2018**

gegründet 1994  
von Hanspeter Sailer †  
und Kai Herfort

ISSN: 1612-8354  
Einzelpreis: 3,50 Euro

**Verlag und Herausgeber:**

Lj-Verlag GmbH & Co. KG  
Merzhauser Straße 177  
D-79100 Freiburg  
Fax: +49-761-35738  
www.laborjournal.de

**Druck & Lithos:**

Hofmann Infocom GmbH  
Emmericher Str. 10  
90411 Nürnberg

**Anzeigen:**

top-ad Bernd Beutel  
Schlossergäßchen 10,  
D-69469 Weinheim  
Tel. +49-6201-290 92-0  
Fax. +49-6201-290 92-20  
E-Mail: info@top-ad-online.de

**Versand/Abo:**

Tel. +49-761-28 68 69

**Stellenanzeigen:**

Ulrich Sillmann,  
Tel. +49-761-29 25 885  
Fax. +49-761-3 57 38  
E-Mail: stellen@laborjournal.de

**Kalender:**

Tel. +49-761-29 25 885  
E-Mail: kalender@laborjournal-online.de

**Graphik/Bilder/Montagen/Layout:**

Kai Herfort, Juliet Merz, Ralf Neumann  
Ulrich Sillmann

**Redaktion:**

Zentrale: Tel. +49-761-28 68 93  
Chefredakteur: Ralf Neumann  
Tel. +49-761-29 25 884  
Kai Herfort (-28 68 69)  
Harald Zähringer (-29 25 886)  
Juliet Merz (-29 25 881)  
E-Mail: redaktion@laborjournal.de

**Titelbild:**

Fotolia, Urheber: Jonathan Cooke,  
Montage: Kai Herfort

**Ständige MitarbeiterInnen:**

Karin Bodewits, Ulrich Dirnagl, Rafael Florés, Kathleen Gransalke, Karin Hollricher, Sigrid März, Andrea Pitzschke, Mario Rembold, Chris Schlag, Larissa Tetsch, Annette Tietz, Hans Zauner

**Bankverbindung:**

Fidor-Bank  
IBAN: DE42 7002 2200 0020 1347 47  
BIC: FDDODEMXXX

# Stellenanzeigen

Haben Sie eine journalistische Ader und möchten bei

**LABORJOURNAL**  
mitarbeiten?



Wir suchen Artikel-  
schreiber (freie Mitarbeit) für  
Wirtschaft- und Biotech-Themen.

**Kontakt:**

[redaktion@laborjournal.de](mailto:redaktion@laborjournal.de)



Sie suchen  
einen  
neuen Job?

**Stellenangebote  
auf [www.laborjournal.de](http://www.laborjournal.de)**

Bitte beachten Sie auch unseren Online-Stellenmarkt, wo Sie noch mehr Job-Angebote finden ([www.laborjournal.de/rubric/markt/stellen\\_liste.lasso?typus=3](http://www.laborjournal.de/rubric/markt/stellen_liste.lasso?typus=3)) bzw. über [www.laborjournal.de](http://www.laborjournal.de). Wie in der Printausgabe können Sie auch dort gestaltete Anzeigen (im PDF-Format bzw. als HTML-Datei) oder reine Textanzeigen aufgeben. Wenn Sie den Anzeigenschluss nicht gerade verpasst haben, empfehlen wir Ihnen aber nach wie vor Anzeigen in der gedruckten Ausgabe – Sie erreichen mehr potentielle Bewerber. **Achtung:** Wenn Sie eine gestaltete Printanzeige aufgeben, ist eine vierwöchige Aufschaltung auf unserem Online-Stellenmarkt ist inklusive!

## ANZEIGEN IM SERVICETEIL

Wenn Sie eine Stellen- oder Kongressanzeige schalten wollen, erreichen Sie uns per E-Mail ([stellen@laborjournal.de](mailto:stellen@laborjournal.de)), telefonisch (0761-2925885) oder per Fax (0761-35738).

**Preise für Stellen- und Kongressanzeigen** Anzeigen mit Logo und Rahmen (Grundpreis s/w)

Format	Breite x Höhe in mm	s/w	farbig	Format	Breite x Höhe in mm	s/w	farbig
1/1 Seite	185 x 260	€ 1.950,-	€ 2.950,-	Millimeterpreise*	90 mm breit	€ 4,80	€ 7,80
1/2 Seite	90 x 260 oder 185 x 130	€ 1.040,-	€ 1.750,-		185 mm breit	€ 9,60	€ 15,60
1/3 Seite	90 x 195	€ 830,-	€ 1.390,-				
1/4 Seite	90 x 130	€ 590,-	€ 990,-				
1/6 Seite	90 x 100	€ 480,-	€ 780,-				
1/8 Seite	90 x 65	€ 380,-	€ 630,-				

\* Gilt für Stellen- und Kongressanzeigen; buchbar ab 100 mm Höhe.

Fließtextanzeigen (ohne Rahmen und Logo): € 12,-/Zeile (ca. 65 Zeichen)

Alle Printanzeigen mit Rahmen und Logo erscheinen zusätzlich kostenlos auf unserem Online-Stellenmarkt! Die Gestaltung ist im Preis inbegriffen, d.h. es genügt, wenn Sie uns einen Text und die erforderlichen Bilddateien zuschicken.

## ANZEIGENSCHLUSSTERMINE IM SERVICETEIL

Ausgabe 9-2018 (erscheint am 13.9.2018)	<b>30.8.2018</b>	Ausgabe 11-2018 (erscheint am 12.11.2018)	<b>25.10.2018</b>
Ausgabe 10-2018 (erscheint am 12.10.2018)	<b>27.9.2018</b>	Ausgabe 12-2018 (erscheint am 10.12.2018)	<b>26.11.2018</b>

Da wir im Serviceteil möglichst aktuell sein wollen, gilt hier ein besonderer Anzeigenschluss. Stellen- und Kongressanzeigen nehmen wir bis kurz vor Druckbeginn an. Aus technischen Gründen können wir leider keine genauen Termine nennen. In der Praxis wird es am einfachsten sein, Sie rufen uns an (0761-2925885) oder Sie schicken uns eine E-Mail („[stellen@laborjournal.de](mailto:stellen@laborjournal.de)“).



## LEIBNIZ INSTITUTE FOR FARM ANIMAL BIOLOGY

The Institute of Behavioural Physiology at the Leibniz Institute for Farm Animal Biology (FBN) seeks a highly motivated

### Postdoc (male/female)

for 4 years starting on April 1, 2019. The position is available for "tenure track". If the tenure track criteria are met, a permanent employment of the candidate is designated.

**Reference number: 2018-13**

#### Task Description:

The successful applicant is expected to conduct research in the field of neuroendocrinology in a team of scientists of the Psychophysiology Unit at the Institute of Behavioural Physiology. Neuroendocrine influences on social behaviour of farm animals, the reward and motivational system as well as neuroendocrine modulation of immune competence will be central topics, which are embedded in the interdisciplinary research approach of the Psychophysiology and the Ethology Unit of the Institute of Behavioural Physiology. Organization of the experimental work including animal experiments and subsequent analyses are tasks of the position. The candidate would head a laboratory for endocrinology and molecular biology. Acquisition of external funding is expected.

#### Requirements:

We seek to appoint a post-doctoral scientist with a PhD in biology or related fields. The appointee should have knowledge in neuroendocrinology, neuroethology and/or neuroanatomy and methods of molecular biology. While experience with farm animals is desirable it is not required. An adequate publication record and experience with application for external funding is highly desired. The ability and willingness for interdisciplinary collaboration are indispensable.

#### We offer

- Multifaceted and challenging research tasks in a performance-oriented and family-friendly environment
- Modern equipment and integration in international and national research projects
- Employment conditions according to the provisions of Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst der Länder (TV-L)
- Remuneration at the level of salary grade 14 TV-L
- Participation in the company pension scheme (VBL)
- Assistance with formal issues while settling into the new living environment

We are an internationally-oriented research institute, and we explicitly encourage international applicants. The compatibility of career and family is one of our central aims. The Institute is committed to increase the proportion of women in areas where they are underrepresented. Thus suitably qualified women are invited to apply. Handicapped applicants will be given preference in the case of equal qualification and capability. We explicitly encourage international applications. We regret that traveling expenses related to the application cannot be reimbursed. By submitting your application, you consent to the processing of your personal data for the purpose of the application procedure. For detailed information contact Prof. Dr. Birger Puppe ([puppe@fbn-dummerstorf.de](mailto:puppe@fbn-dummerstorf.de), ☎ 038208/68 800) or Prof. Dr. Ulrike Gimsa ([gimsa@fbn-dummerstorf.de](mailto:gimsa@fbn-dummerstorf.de), ☎ 038208/68 803).

We look forward to your application. Please send applications, including a detailed CV, copies of diplomas and certificates, list of publications and the contact information of one reference either to:

Leibniz Institute for Farm Animal Biology (FBN)  
Verwaltung (St.Nr: 2018-13)  
Wilhelm-Stahl-Allee 2  
18196 Dummerstorf  
Germany  
or per e-mail to: [personal@fbn-dummerstorf.de](mailto:personal@fbn-dummerstorf.de)



Further information can be found under [www.fbn-dummerstorf.de](http://www.fbn-dummerstorf.de).



Klinikum rechts der Isar  
Technische Universität München



Das Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München widmet sich mit 1.161 Betten und rund 5.500 Mitarbeitern der Krankenversorgung, der Forschung und der Lehre. Jährlich profitieren rund 60.000 Patienten von der stationären und rund 240.000 Patienten von der ambulanten Betreuung. Das Klinikum ist ein Haus der Supra-Maximalversorgung, das das gesamte Spektrum moderner Medizin abdeckt. Seit 2003 ist das Klinikum rechts der Isar eine Anstalt des öffentlichen Rechts des Freistaats Bayern.

Die **Neurologische Klinik** der Technischen Universität München, **Direktor Prof. Dr. B. Hemmer**, sucht ab **01.08.2018** eine/n

### MTA / BTA (m/w)

Der Inhaber/die Inhaberin der Stelle wird im Rahmen eines EU geförderten Projektes „MultipleMS“ eingesetzt.

Die Schwerpunkte dieses Projektes liegen auf dem Gebiet der Molekularbiologie, Immunologie und Biobanking. Vorkenntnisse auf diesen Gebieten sind gewünscht, jedoch nicht Voraussetzung.

#### Ihre Qualifikation:

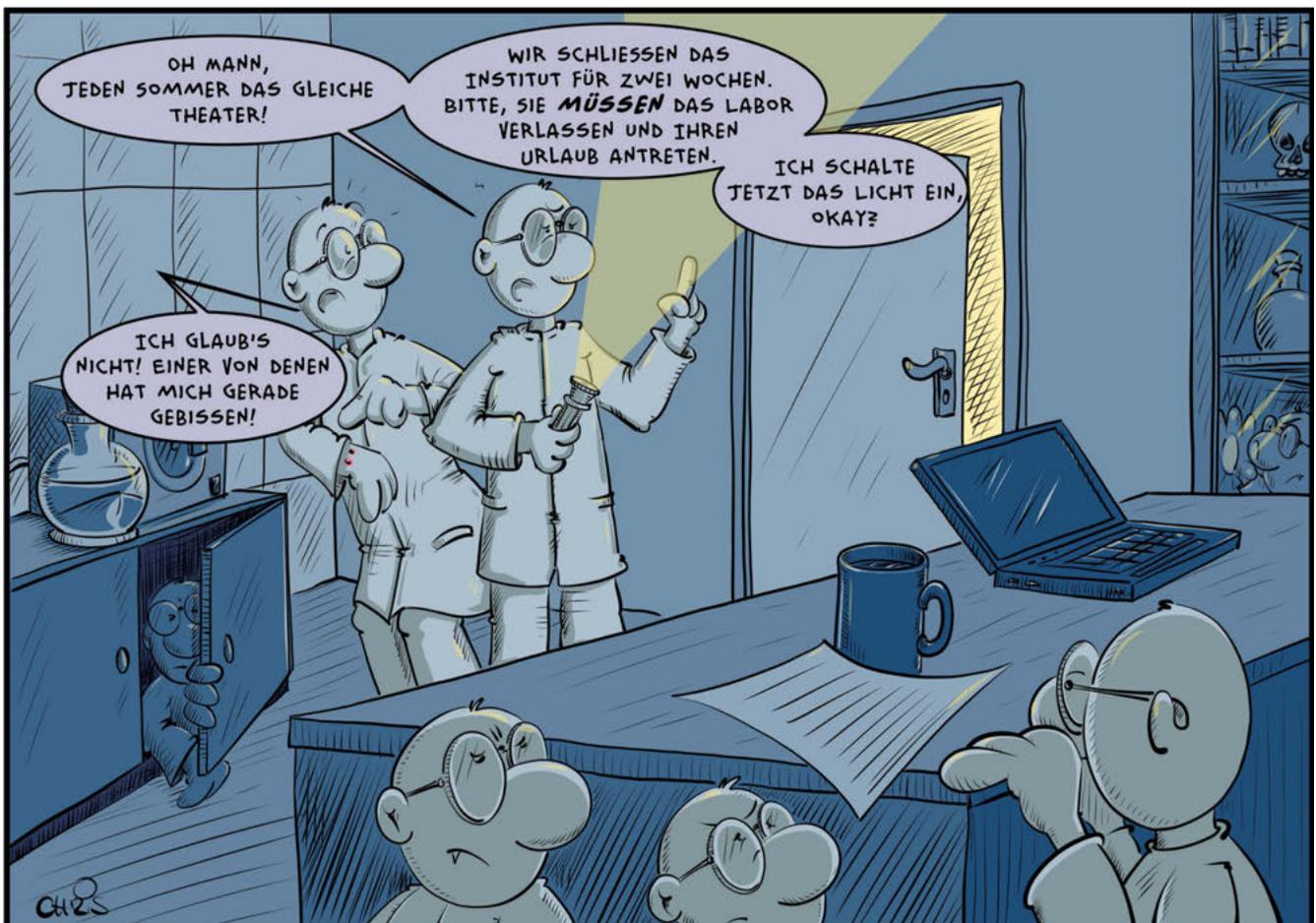
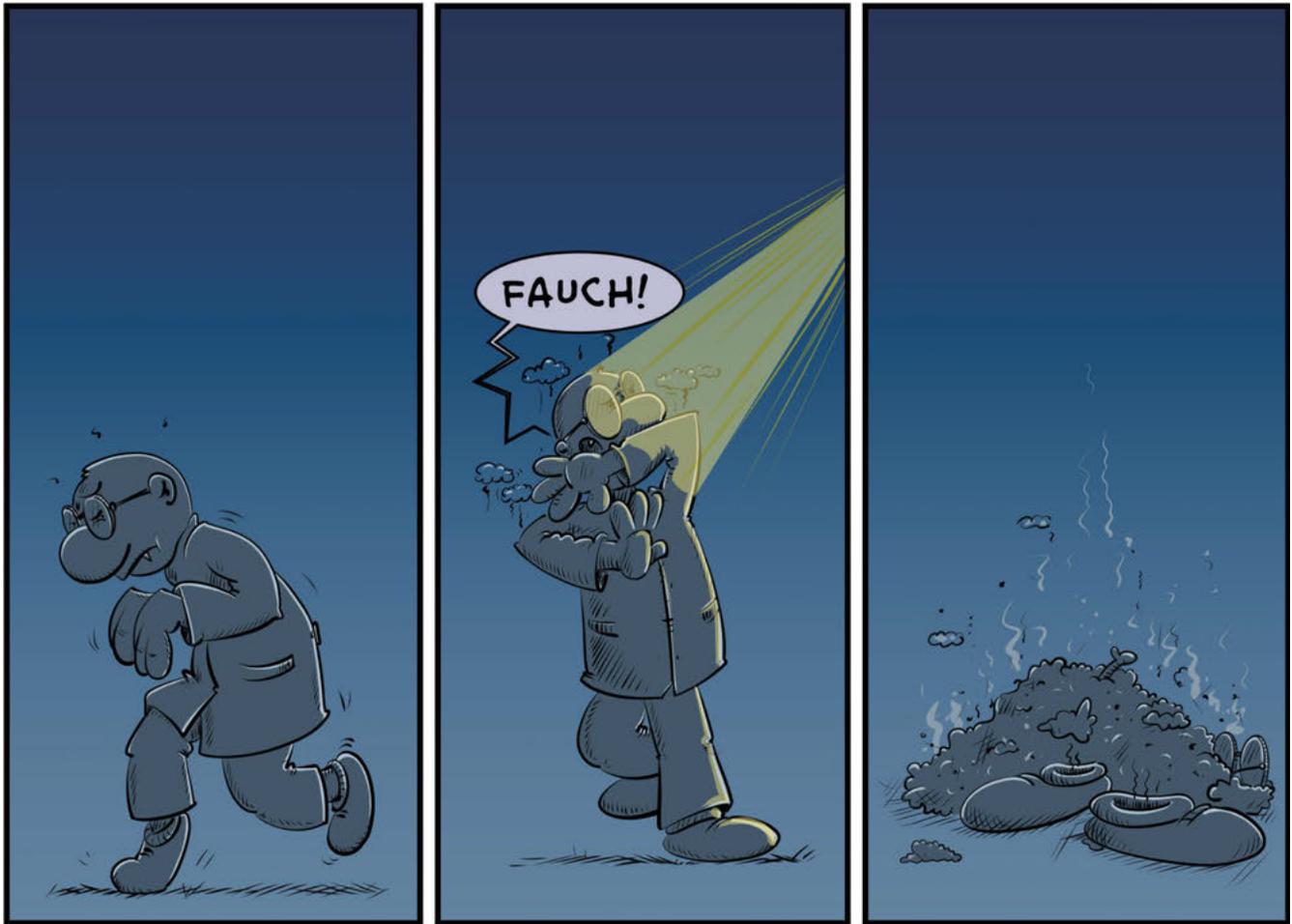
- Abgeschlossene Berufsausbildung als MTA oder BTA
- Selbständige und zuverlässige Arbeitsweise
- Kommunikationsfähigkeit, Begeisterung und Teamfähigkeit
- Interesse an der Mitarbeit bei wissenschaftlichen Tätigkeiten
- Gute Englischkenntnisse

#### Wir bieten:

- Eine vielseitige Tätigkeit in einem netten Team
- Bezahlung je nach Qualifikation und Aufgabenübertragung nach TV-L mit München-Zulage
- Sozialleistungen des Öffentlichen Dienstes
- Die Vergütung erfolgt nach TV-L. Schwerbehinderte Bewerberinnen und Bewerber werden bei ansonsten im Wesentlichen gleicher Eignung bevorzugt berücksichtigt.

#### Ihre Bewerbung richten Sie bitte an:

**Herrn Prof. Bernhard Hemmer**  
**Neurologische Klinik der Technischen Universität München**  
**Ismaninger Str. 22**  
**81675 München**  
**E-Mail: [hemmer@tum.de](mailto:hemmer@tum.de)**



# Zu gefühlvoll, um sie auszuziehen

Nitrilhandschuhe  
von Carl Roth



## Unser Trend-Tipp fürs Labor!

Jetzt online bestellen  
und am Gewinnspiel  
teilnehmen unter  
[www.rothnitril.de](http://www.rothnitril.de)

### Hautfreundliche Nitrilhandschuhe

Das Beste für Ihre Hände:

- extra weich mit höchstem Tragekomfort
- besonders gutes Tastempfinden
- frei von latextypischen Allergenen



# Flexible Precision.

## NEBNext Direct® Custom Ready Panels für NGS Target Enrichment

NEBNext Direct Custom Ready Panels ermöglichen Ihnen die spezifische Anreicherung und gleichzeitige NGS Library Prep von ausgewählten Genen. Stellen Sie Ihr Wunsch-Panel aus hunderten von Genen online zusammen, und profitieren Sie von der schnellen Verfügbarkeit. Alle Sonden für die vollständigen Exons sind bereits für Sie optimiert und abgestimmt für eine gleichmäßige Abdeckung.

Dank der einzigartigen NEBNext Direct Hybridisierungstechnologie gelangen Sie von der Probe bis zur Sequenzanalyse in nur einem Tag!

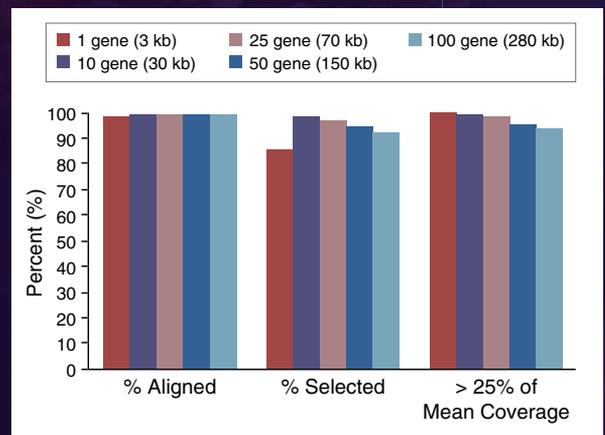
### Ihre Vorteile:

- Innovative NEBNext Direct Technologie für höchste Spezifität und Uniform Coverage
- Erhöhte Sensitivität dank Unique Molecular Identifier
- Einfaches online Panel-Design
- Kurze Lieferzeiten, unabhängig von der Projektgröße
- Schnelles, automationsfähiges Protokoll: von der Anreicherung zur Sequenzanalyse in <1 Tag!

Finden Sie alle Informationen unter:

[www.neb-online.de/CustomReady](http://www.neb-online.de/CustomReady)

### NEBNext Custom Ready Panels zeigen optimale Performance, unabhängig von der Panelgröße



Schlüsselparameter der Target-Anreicherung zeigen die optimale Performance, unabhängig von der Panelgröße. Panels mit 1, 10, 25, 50 und 100 Genen wurden mit je 100 ng Input DNA erstellt und mit Illumina paired-end 150 bp sequenziert. Größere Panels enthalten jeweils die Gene der Kleineren.