

# LABOR JOURNAL

Magazin für Medizin- und Biowissenschaften

5/2019

**Gift-Misere  
in Karlsruhe**



**PCB im Institut**

**ENZYM-BÄNDIGER**

Peptidproduktion  
im Turbogang

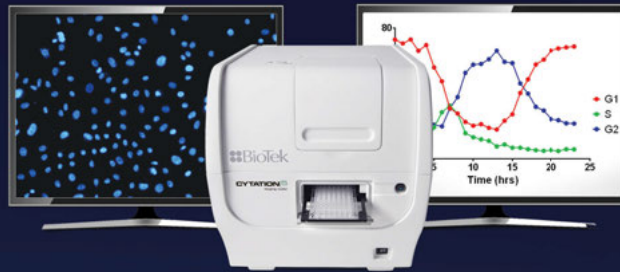
**BRILLIANTE BILDER**

mit Expansions-  
mikroskopie

**GENOME EDITING**

Verhaltenskodex  
für Keimbahn – jetzt!

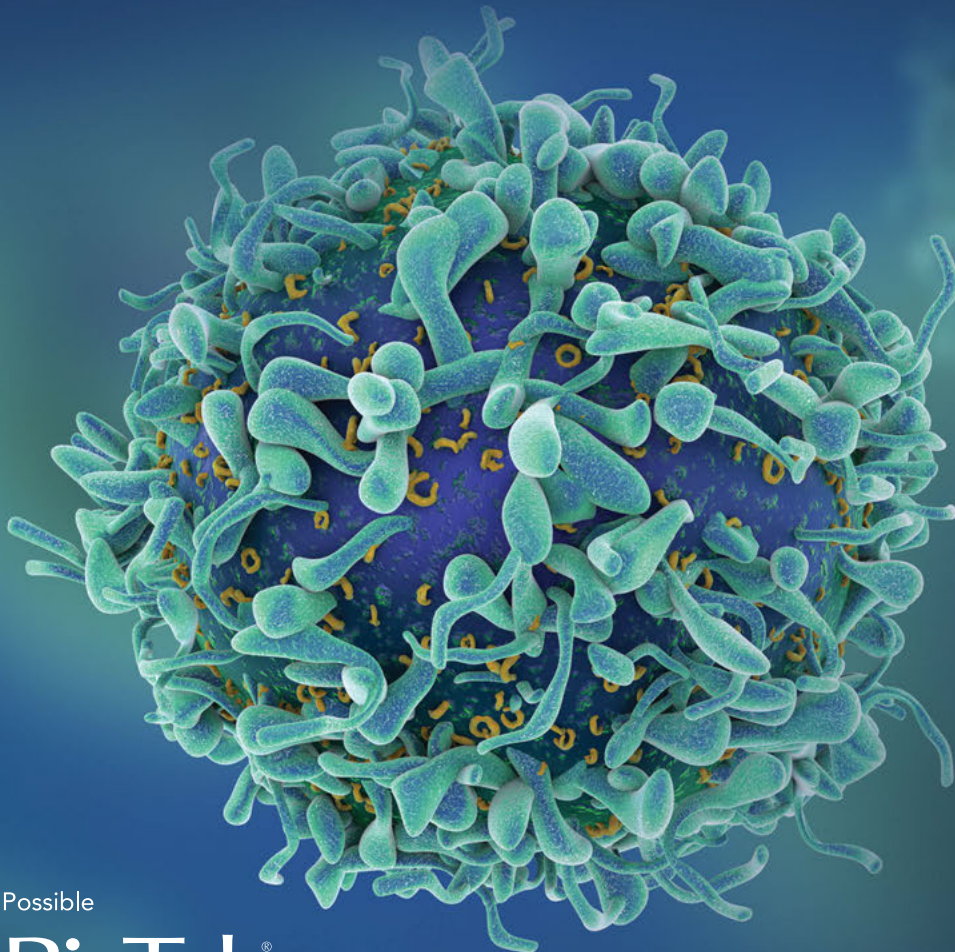
## Gerüstet für jede Anwendung



### Cell Imaging und Multi-Detektion in einem Gerät

3D-Zellkultur ■ DNA-Quantifizierung ■ Quantitatives Live Cell Imaging ■ Biochemische Assays  
Markierungsfreie Zellzahlbestimmung ■ Histologie ■ Calcium-Flux ■ Apoptose & Nekrose  
Zellmigration und -invasion ■ Zellproliferation ■ Zellviabilität und -toxizität ■ Konfluenz ■ Schnelle Kinetiken  
Genotoxizität ■ Immunfluoreszenz ■ Mikrobiologie ■ Phänotypische Assays ■ Stammzellendifferenzierung  
Transfektionseffizienz ■ Darstellung gesamter Organismen ■ Normalisierung ■ Phagozytose  
Signaltransduktion ■ Translokation

[www.biotek.com/cytation](http://www.biotek.com/cytation)



Think Possible

**BioTek**<sup>®</sup>

CELEBRATING  
**50**  
YEARS  
OF PASSION AND  
INNOVATION



”

”



## Die Krise...

...der Printmedien, egal ob Zeitung oder Buch, ist eigentlich eine Krise des Lesens. Immer mehr, gerade junge Menschen lesen nicht. Bilder gucken auf Instagram oder Videos auf YouTube, das sind die neuen Methoden zur Unterhaltung und zur Informationsbeschaffung. Eine Tageszeitung zu lesen, ist für viele so weit entfernt wie der Mars. Geschweige denn eine Zeitung zu abonnieren. Auch das Bücherlesen will bei vielen nicht mehr so recht klappen. Dabei entgehen den Leseverweigerern die besten Kopf-Kinos und lustigsten Hirnspinnste, interaktive *Mind-Games* und phantastische 3D-Bilder inklusive. Alles im eigenen Schädel produziert, unabhängig von LTE, G5 oder einem Netflix-Account.

Aber wir wollen nicht lamentieren. Alles, was wir tun können, ist zu versuchen, mit Qualität zu überzeugen und Sitzfleisch Kohlschen Ausmaßes an den Tag zu legen. Und im stillen Kämmerlein unserer Redaktion nähren wir die Hoffnung, dass uns ein letzter, aber zahlenmäßig ausreichender Rest an Lesern bleibt, um weiterzuarbeiten. Vielleicht gibt es ja sogar einmal eine Renaissance des Lesens, ganz ähnlich wie auch in der Mode alles einmal wiederkommt: Plateau-Sohlen, wattierte Schultern oder Geschlechtsteil-tötende Gabardine-Schlaghosen mit bauchnabelfrei-hochverknöteten Seidenhemden für Männer (OMG!).

So sitzen wir oft auf unserem Ganze-Welt-Beobachtungsposten und halten Ausschau nach Anzeichen für ein Revival des Lesens. Wir sitzen und sitzen und wollen schon aufgeben, da kommt plötzlich eine kleine Welle aus den USA hereingeschwappt: „*Silent Reading Partys*“ – ganz neu, ganz hip! Bis Osnabrück ist sie schon gekommen, die Welle. Leider noch nicht viel weiter.

Um was geht's dabei? Menschen, die zuhause nicht lesen, weil's dort zu laut ist oder weil's dort zu still ist, kommen zusammen an einem gemütlichen Ort – und lesen! Ganz ruhig, jeder für sich, und die Handys sind aus.

Und wenn sie genug gelesen haben – meist so nach drei Stunden –, gehen sie glücklich wieder nach Hause.

Ist das die Rettung? Lesen als Gemeinschaftserlebnis? Eigentlich liest ja auf den Partys jeder für sich, man ist nur dabei nicht so alleine. Und könnten wir daraus nicht – Achtung, Geschäftsidee! – einen „*Silent Newspaper Reading Event*“ entwickeln. Man trifft sich morgens in einem Café, kann sich aus einer stattlichen Auswahl an Zeitungen eine aussu-

Zeit, die in wahrer Gesellschaft verbracht wird. Dazu kommt, dass vieles, was die Menschen seit Urzeiten zusammengebracht und -gehalten hat, immer weiter wegbricht – nämlich viele unserer Mythen: Religionen, Ideologien, Imperien, Nationalstaaten,... Eben diese komplexen Gedankengebilde und Geschichten, die einst der menschlichen Vorstellungskraft entsprungen sind und die es ihm durch ihre sinnstiftende Kraft letztlich erst ermöglicht haben, die dominante Spezies auf diesem

Planeten zu werden. Religiöse Mythen haben es einst geschafft, vereinzelt Horden von Jägern und Sammlern zusammenzubringen und sich organisieren zu lassen. Kein Volk hat es ohne Religion bis ins 20. Jahrhundert geschafft. Mythen festigen Gesellschaften und können eine ungeheure Dynamik entwickeln. Der Nationalismus – ebenfalls ein



Helpfen Lesepartys gegen Mythen-Mangel?

Foto: Fotolia / Africa Studio

Mythen, trinkt dazu in freundlicher Atmosphäre einen großen Braunen und isst ein Kipferl? Wie? Das gibt es schon? Nennt sich Kaffeehaus? Verdammt!

Vielleicht geht es hier aber gar nicht wirklich um das Lesen, sondern vielmehr um die Gemeinschaft. Mit vielen das Gleiche teilen. Das gleiche Bedürfnis nach Gesellschaft, das gleiche Interesse am Lesen – und dabei die Sehnsucht nach Ruhe und Zeit dafür. Aber eben gemeinsam.

Mehr als 17 Millionen Deutsche leben inzwischen alleine. Einen Lebenspartner zu finden, wird immer schwieriger. Menschen verbringen zunehmend Zeit im Internet und folglich immer weniger Zeit mit Sozialkontakten. Der Begriff „Soziale Medien“ klingt daher eher sarkastisch. Dort findet zwar ein gewisser Austausch mit anderen Menschen statt, dieser wiederum verkürzt aber letztlich die

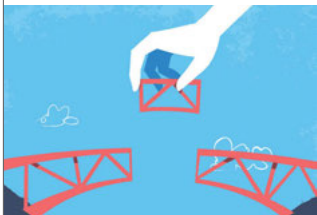
Mythos – hat es vollbracht, dass sich Millionen von Menschen gegenseitig auf Schlachtfeldern massakrierten, und das gleich mehrfach innerhalb nur eines Jahrhunderts.

Heute bleiben uns nicht viele Mythen. Der Kapitalismus ist geblieben und das Geld – auch ein Mythos. Versuchen Sie mal einen Bäcker dazu zu bewegen, Ihnen ein Brot zu geben, wenn dieser nicht daran glaubt, dass der Geldschein, den Sie ihm gerade reichen, etwas anderes ist, als bedrucktes Altpapier. Geld ist nichts ohne den Glauben daran.

Es scheint so, als bräuchten menschliche Gesellschaften Mythen, um nicht auseinanderzufallen. Und es scheint so, als gäbe es ein inneres Bedürfnis nach Mythen. Wenn wir schon nicht mehr gemeinsam in den Tempel gehen, dann setzen wir uns eben zusammen und huldigen der Literatur. Uns soll's recht sein.

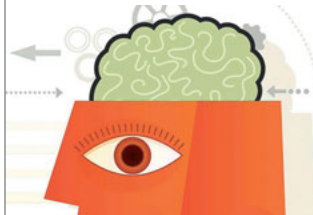


NACHRICHTEN



- 6 Das besondere Foto: „Grinse-Fisch“ / Comic: Forscher Ernst
- 8 Fokussiert: *Inkubiert / Schülerlabor Science Bridge* vor dem Aus?
- 10 Frisch gefördert: DFG-Forschungsgruppen und -Schwerpunktprogramme / Aquakultur-Projekt in Kiel

HINTERGRUND



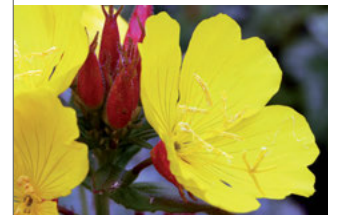
- 12 Schadstoff-Alarm am Karlsruher Institut für Technologie
- 16 *Genome Editing in der Keimbahn: Interview mit Mikrobiologin Bärbel Friedrich*
- 18 Kann moderne Wissenschaft von Philosophie profitieren?

SERIEN



- 23 Erlebnisse einer TA (126): *Perfect Timing*
- 24 Wissenschaftsnarr (20): Liebe Dein Null-Resultat nicht weniger als Dein statistisch signifikantestes,...
- 62 Lab Cooking (11): Linsenbratling mit grünem Spargel und Erdbeeren
- 64 Wo gibt's Geld? (8): Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz

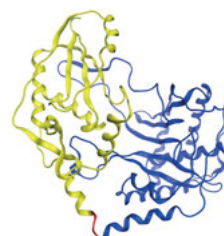
JOURNAL CLUB



- 26 Journal Club kompakt
- 27 Schöne Biologie: Warum nur, Darwin?
- 28 *Peptide basteln in Frankfurt: Gigantische Enzyme einfach manipulieren*
- 30 Evolution in Kiel: Wie Wirte und Parasiten sich ständig übertrumpfen
- 32 Vererbung in Potsdam: Kampf der Organellen
- 34 Stichwort des Monats: Architektonische Streifen im Genom



Die Genom-editierten Babys des chinesischen Wissenschaftlers He Jiankui haben 2018 eine große Debatte ausgelöst. Ein Verhaltenskodex für den Eingriff in die menschliche Keimbahn ist zwingend notwendig, fordert die Mikrobiologin Bärbel Friedrich im Interview. Seite 16



Bislang haben sich die riesigen Enzyme aus der Gruppe der nicht-ribosomalen Peptidsynthetasen als äußerst stur erwiesen. Frankfurter Biotechnologen konnten die molekularen Giganten jetzt bändigen und erhalten dadurch die unterschiedlichsten Peptide in Hülle und Fülle. Seite 28

# ” Unser Titelthema: Schadstoff-Misere in Karlsruhe

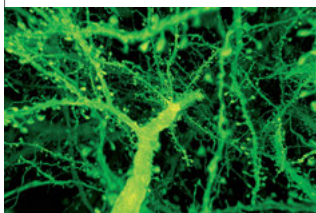
Im Bioturm des Karlsruher Instituts für Technologie gibt's zu hohe Werte von polychlorierten Biphenylen (PCB) – und das trotz Sanierung. Was früher in Form von Wilhelmi-Platten dem Brandschutz diente, bedroht nun die Gesundheit der Studenten und Mitarbeiter. Gerade Föten sind gefährdet, sodass schwangere Studentinnen vor einem besonderen Dilemma stehen. **Mehr ab Seite 12.**

## WIRTSCHAFT



- 36 Interview mit Ulrich Birsner und Marcus Dühren-von Minden, Gründer von AVA Lifescience (Denzlingen)
- 40 Firmenporträt: Ella Biotech (Martinsried)
- 42 Messevorbericht Labvolution (Hannover)
- 44 Neue Produkte
- 46 Produktübersicht: Zellsortierer

## METHODEN



- 51 Methoden-Special: Werkzeuge der synthetischen Biologie
- 54 **Neulich an der Bench: Expansionsmikroskopie**
- 56 Tipps und Tricks: RNA-Quantifizierung nach Phenol-Extraktion

## BUCH ET AL.



- 58 Ansteckender Spielspaß *Viral* von Corax Games
- 59 Darwin für Daumenlutscher *Evolution für Babys* von Chris Ferrie und Cara Florance
- 60 Bionik kinderleicht *Bionik – Im Versuchslabor der Natur* von Ulrich Stempel
- 61 Neues Spiel, neues Peptid *Peptide: A Protein Building Game* von Genius Games

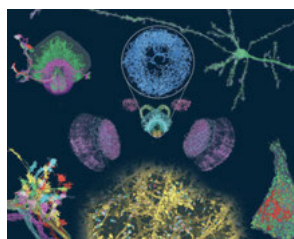
## SONSTIGES



- 35 Preisrätsel: Die Richtungsvorgeberin
- 81 Impressum
- 86 Comic: Die „Lab-Files“ von Chris Schlag

## SERVICE

- 68 Kongresse
- 72 Fortbildungen
- 75 Vorträge
- 83 Stellenmarkt



Als Edward Boyden die Expansionsmikroskopie vorstellte, waren viele skeptisch. Sie fürchteten, dass sich die untersuchten Proben verzerren würden, wenn man sie aufbläht. Die Angst ist unbegründet – und in Verbindung mit der Lichtscheiben-Mikroskopie liefert die Technik phänomenale Bilder. **Seite 54**



@Lab\_Journal



www.facebook.de/  
laborjournal



@laborjournal

www.laborjournal.de

## Grinse-Fisch



Dieser „fröhliche Fisch“ strahlte eines Tages dem Pathologen Deniz Altındağ an der Kâtip Çelebi Universität in Izmir durchs Mikroskop entgegen. Beim International PathArt Microphotography Contest des Turkish Journal of Pathology brachte er ihm immerhin eine „Honorary Mention“. Was er dafür genau präpariert hatte, verriet den allerdings weder er noch das Journal. Vielleicht haben unsere Leser eine Idee dazu?

## Forscher Ernst

von Rafael Florés



Besuchen Sie uns auf der  
LABEVOLUTION 2019  
Halle 20, Stand B69

20

24

POZZXU-10P0008

eppendorf

# 384. Ready. Set. Pipette!

## Manuelles Pipettieren von 384-Well-Platten leicht gemacht

Arbeiten Sie mit 384-Well-Platten und suchen effizientere manuelle Pipettier-Methoden? Ihre Suche hat ein Ende. Das Pipettieren im 384-Well-Format wird mit den neuen Eppendorf Research® plus und Eppendorf Xplorer® plus 16- und 24-Kanalpipetten und Pipettenspitzen epT.I.P.S.® 384/ep Dualfilter T.I.P.S.® 384 jetzt komfortabel, ergonomisch und sicher. Spüren Sie die Magie, eine ganze 384-Well-Platte in nur einer Minute zu bewältigen.

- > Keine mit Zeitverlust verbundenen Fehler mehr durch umständliches „versetztes Pipettieren“ mit 8- und 12-Kanalpipetten.
- > Automatisierte Prozesse etablieren und einrichten, sowie bei Ausfall Ihres Gerätes ein Backup-System zur Verfügung haben.
- > Steigern Sie Ihren Durchsatz und wechseln Sie von 96- auf 384-Well-Platten, es gibt keinen Grund mehr zu zögern!

[www.eppendorf.com/ready-set-pipette](http://www.eppendorf.com/ready-set-pipette)



## Inkubiert

Neulich auf Twitter erinnerte ein kanadischer Zellbiologe an Barbara McClintock, die Entdeckerin mobiler genetischer Elemente. Genauer gesagt, referierte er lediglich eine kleine Anekdote über die Nobelpreisträgerin von 1983. Demnach wurde sie einmal gefragt, ob es nicht ärgerlich sei, mit Maispflanzen zu arbeiten, da sie doch eine so langsame Generationszeit von sechs Monaten haben. „Nein, ganz und gar nicht“, soll die Genetikerin darauf geantwortet haben. Tatsächlich würden ihr nicht mal diese sechs Monate genug Zeit geben, um gründlich über ihre Daten nachzudenken und sorgfältig die nächsten Experimente zu planen.

Klar, dass der Twitterer die Anekdote zu einem Plädoyer für eine Entschleunigung der Forschung nutzte – für sogenannte „Slow Science“. „Es scheint, dass wir in der Wissenschaft mittlerweile das Hauptaugenmerk auf Geschwindigkeit legen“, schrieb er im nächsten Tweet. Und er sinnierte weiter: „Vielleicht sollten wir der ‚Langsamkeit‘ wieder mehr Raum geben sowie ruhige Betrachtung und gründliche Aufarbeitung stärker wertschätzen. Wir sollten gerade diejenigen besonders respektieren, die sich dem Hamsterrad des Publikationsdrucks entziehen und sich stattdessen die nötige Zeit nehmen, um eingehend über ihre eigenen Daten und diejenigen anderer Gruppen nachzudenken.“ Und er schloss: „Wissenschaft ist schließlich kein Wettrennen, sondern ein Prozess – und geht auf diese Weise mal schnell und mal langsam voran.“

Natürlich erhielt der Kanadier viel wohlmeinenden Zuspruch. Der Tübinger Max-Planck-Direktor Detlef Weigel steuerte etwa noch die Anekdote bei, dass ein US-Kollege ob der langen Generationszeit von Arabidopsis mal ganz ähnlich antwortete: Er habe dadurch mehr Zeit, zwischen den Experimenten in den Bergen wandern zu gehen.

Gut gemeint, das alles. Und richtig sowieso. Dass das Forschungssystem heute mit gefährlich überdrehtem Motor läuft, ist vielen klar. Aber dennoch: Erzählen Sie das mal als Dauerstellen-Inhaber ihren befristet eingestellten Mitarbeitern, die vor drohendem Vertragsende in ein, zwei Jahren noch dringend Daten brauchen: Dass sie zwei Gänge rausnehmen und sich auf „Slow Science“ besinnen sollen.

Ralf Neumann

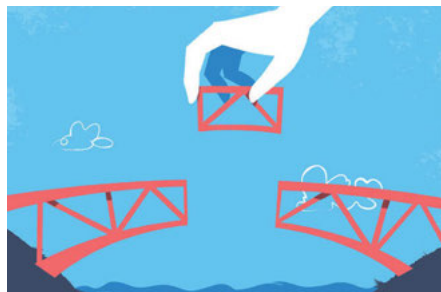
## Fokussiert

### Schüler- und Öffentlichkeitslabor Science Bridge

## Vorzeige-Verein vor dem Aus?

Lange war das Vertrauen der Öffentlichkeit in die Wissenschaft nicht so tief gesunken wie in diesen teilweise „Fakten-befreiten“ Zeiten. Gerade deshalb fordern viele, dass Wissenschaftler heute mehr denn je mit ihrer Arbeit an die Öffentlichkeit gehen sollen.

Bereits seit 23 Jahren arbeitet der gemeinnützige Verein Science Bridge auf verschiedene Weise in der Wissensvermittlung an Laien und betreibt das wahrscheinlich älteste Schüler-Labor Deutschlands. Erst kürzlich war Science Bridge wieder mit seinem DFG-geförderten Projekt „Crispr whisper“ in den Schlagzeilen – einem Wissenschafts-Blog für Laien über die Genschere CRISPR-Cas.



Illustr.: Fotolia / Hurca!

Umso größer war daher die Überraschung, als Science Bridge-Mitgründer und -Vorsitzender Wolfgang Nellen kürzlich mitteilte: „Das Präsidium der Universität Kassel hat beschlossen, die geringfügige aber dringend erforderliche Förderung von Science Bridge e.V. einzustellen. Das erfolgreiche und nachhaltige Projekt muss deshalb möglicherweise eingestellt werden.“ Seitdem kämpft der ehemalige Genetik-Professor der Universität Kassel samt seinen Mitstreitern via Petition auf der Plattform Open Petition um den Erhalt des Vereins beziehungsweise seiner finanziellen Förderung durch die Uni Kassel ([openpetition.de/sciencebridge](https://openpetition.de/sciencebridge)). Unter anderem fordert Nellen die dauerhafte Einrichtung einer halben Wissenschaftlerstelle. Die Finanzmittel für den laufenden Betrieb erwirtschaftet Science Bridge dagegen selbst.

Laut Beate Hentschel, Leiterin der Öffentlichkeitsarbeit der Uni Kassel, liegt dem Konflikt jedoch ein Missverständnis zugrunde. So soll die Uni Kassel nie eine dauerhafte Finanzierung von Science Bridge in Aussicht gestellt haben: „Bei Science Bridge handelt es sich nicht um eine Organisationseinheit der Universität. [...] Per Vertrag hat die Universität Kassel 2015

eine Kooperation mit dem Verein Science Bridge vereinbart, mit dem gemeinsamen Ziel eines Wissenstransfers im Bereich Biowissenschaften. Es sind also ausdrücklich nicht, wie nun implizit behauptet wird, direkte Zuwendungen an den Verein vereinbart worden, schon gar keine dauerhaften.“ Die damals vereinbarten Mittel in Höhe von 30.000 Euro seien dem Fachbereich vielmehr zur Verfügung gestellt worden, um einmalig eine Grundausstattung an Material und Infrastruktur anschaffen zu können. Auch unterstütze die Uni Science Bridge zusätzlich durch die Bereitstellung von Räumen, durch wissenschaftlichen Input oder auch bei dessen Öffentlichkeitsarbeit.

Von solch einer „Initialförderung“ zu sprechen, hält Nellen für verfehlt, zumal über zwanzig Jahre lang Aktivitäten des Vereins für die Universität Kassel stattgefunden haben: „Science Bridge beteiligt sich seit Jahren (größtenteils unentgeltlich) an curricularen und extracurricularen Lehrveranstaltungen.“ Alleine im letzten Jahr habe man daneben noch 35 Schulkurse mit 840 Schülern in 16 Schulen durchgeführt, während weitere 1.000 Personen an Vorträgen, Workshops und anderen Aktivitäten des Vereins teilnehmen konnten. Zusätzlich fanden Studienorientierungsvorträge und Lehrerfortbildungen statt, ebenso wie man sich an einer Vielzahl medienwirksamer Veranstaltungen wie etwa dem March for Science oder der internationalen Junior Science Olympiade beteiligte.

Eine Wertschätzung der Uni Kassel für dieses Engagement kann der Science Bridge-Vorstand jedoch nicht erkennen. Nellen: „Wir sind nicht irgendein Verein, sondern haben über zwanzig Jahre weithin als Science Bridge an der Universität Kassel zum guten Ruf der Universität beigetragen.“ Weswegen die Vorstandsmitglieder eine finanzielle Unterstützung seitens der Universität auch in Zeiten knapper Mittel sehr wohl für gerechtfertigt halten.

Die Gräben scheinen demnach tief, wahrscheinlich können nur noch Anwälte die Vertragslage klären. Der gesunde Menschenverstand fragt sich jedoch, warum es nicht jenseits dessen möglich sein sollte, eine Entscheidung für eine nachhaltige Förderung von Science Bridge zu treffen. Eine Entscheidung für ein Erfolgsprodukt, dessen Arbeit in Wissenschaftskommunikation sowie Studentenaus- und Lehrerweiterbildung heute wichtiger scheint denn je.

Larissa Tetsch





**NIPPON Genetics EUROPE**  
Since 2004 - Innovation for you



Besuchen Sie uns: Halle 20, Stand A62  
21.–23. Mai 2019 • Hannover • Germany

Live-Demo  
auf der Messe!



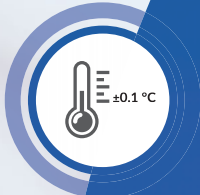
## Ultra-schnelle qPCR-Läufe

> Schnelles Protokoll: 20 Minuten für 40 Zyklen



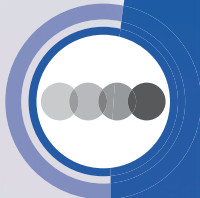
## Ausgezeichnete Temperaturkontrolle

> Durch innovative Thermotechnologie



## 4 Kanäle für Multiplex-qPCR

> Für alle gängigen qPCR-Fluorophore



## Kein Signal Cross-Talk

> Durch leistungsfähiges optisches System



**15 JAHRE**  
**NIPPON Genetics EUROPE**  
**Jubiläumspreis 11.999,- EUR**

(Gültig bis 31.10.2019)

# PCR<sup>max</sup> ECO<sup>48</sup> qPCR Cycler



### MIQE-Konform

Der PCR<sup>max</sup> ECO 48-Well qPCR Cycler ist MIQE konform und validiert für geringe Reaktionsvolumen von 5 µL oder mehr.

Mehr Informationen finden Sie auf unserer Webseite:



[www.nippongenetics.eu](http://www.nippongenetics.eu)



NAP-Kits



Lab Plastic



Lab Instruments



(q)PCR; RT-PCR; NGS



Cell Biology



Gel Documentation



Electrophoresis (DNA/RNA)



Electrophoresis (Protein)



NIPPON Genetics EUROPE GmbH Binsfelder Straße 77, 52351 Düren, Deutschland

Tel: +49 2421 554960 Fax: +49 2421 55496 11, E-Mail: [info@nippongenetics.de](mailto:info@nippongenetics.de), [www.nippongenetics.eu](http://www.nippongenetics.eu)

## Preise kompakt

» **Stephanie Stanelle-Bertram** widmet sich am Heinrich-Pette-Institut – Leibniz-Institut für Experimentelle Virologie in Hamburg der Erforschung des Zikavirus. Die GlaxoSmithKline-Stiftung findet das klasse und ehrt mit dem Wissenschaftspreis Klinische Forschung 2019 insbesondere ihre Publikation zu den Konsequenzen einer Zikavirus-Infektion von Mäusemüttern auf die Entwicklung der männlichen Nachkommen (Nat. Microbiol. 3: 1161-74). Stanelle-Bertram et al. konnten zeigen, dass männliche Maus-Nachkommen im Vergleich zu weiblichen im Erwachsenenalter eher neurokognitive Störungen entwickeln. Der Preis ist mit 7.500 Euro dotiert.

» Der Rumford-Preis mitsamt einer vergoldeten Silbermedaille geht dieses Jahr an die folgenden sechs Forscher: **Georg Nagel** von der Uni Würzburg, **Ernst Bamberg** vom Max-Planck-Institut für Biophysik in Frankfurt, **Peter Hege-mann** von der Humboldt-Universität in Berlin, den Österreicher **Gero Miesenböck** von der University of Oxford, **Karl Deisseroth** von der Stanford University und **Ed Boyden** von der University of Cambridge. Der Grund für die Auszeichnung sind ihre Pionierarbeiten in der Optogenetik.

» Ende des Jahres darf die Medizin-Nobelpreisträgerin **Christiane Nüsslein-Volhard** den Schillerpreis der Stadt Marbach entgegennehmen. Die Entwicklungsbiologin aus Tübingen erhält die Auszeichnung samt 10.000 Euro Preisgeld für ihre Erkenntnisse zur genetischen Steuerung der Embryonalentwicklung, die sie bevorzugt in den Eizellen von Drosophila und Zebrafischarten untersuchte.

» Mit seinem Kurs „Pflanzenphysiologische Übungen goes digital“ hat **Markus Piotrowski** von der Ruhr-Universität Bochum seine Studenten begeistert – und auch die Jury des Ars Legendi-Fakultätenpreises im Fach Biologie. Sie verleiht dem Pflanzenphysiologen den mit 5.000 Euro dotierten Preis für sein E-Learning-Konzept, in dem Grundlagen experimentellen Arbeitens interaktiv vermittelt, Arbeitsweisen in Tutorial-Videos vorgestellt und Online-Testate geschrieben werden. -JM-

# Frisch gefördert

## DFG I

### Falsch gefaltet, schwer zu finden

Sechs neue Forschungsgruppen richtet die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ein und fördert sie für zunächst drei Jahre mit rund 18 Millionen Euro inklusive einer 22-prozentigen Programmpauschale für indirekte Kosten aus den Projekten. Drei Gruppen beschäftigen sich mit Themen aus der Biologie und Medizin.

» „Jenseits des Exoms – Auffindung, Analyse und Vorhersage des Krankheitspotenzials nicht-kodierender DNA-Varianten“ – Sprecher: **Markus Schülke-Gerstenfeld**, Charité Berlin – Freie Universität Berlin und Humboldt-Universität Berlin

» „Mechanismen der Fehlfaltung von Antikörper-Leichtketten in der Systemischen

AL-Amyloidose“ – Sprecher: **Marcus Fändrich**, Universität Ulm

» „Advanced Concepts in Cellular Immune Control of Cytomegalovirus“ – Sprecher: **Lars Dölken**, Universität Würzburg

Zusätzlich verlängert die DFG neun Verbände für eine zweite Förderperiode; darunter die folgenden beiden:

» „VIROCARB: Glycans Controlling Non-Enveloped Virus Infections“ – Sprecher: **Thilo Stehle**, Universität Tübingen

» „Makromolekulare Komplexe in der mRNA-Lokalisation“ – Sprecher: **Dierk Niessing**, Universität Ulm

## DFG II

### Von Pathogenen und Pflanzen

Für das kommende Jahr richtet die DFG 14 neue Schwerpunktprogramme ein. Insgesamt 85 Millionen Euro und ebenfalls eine 22-prozentige Programmpauschale für indirekte Kosten aus den Projekten erhalten die Verbände für zunächst drei Jahre. Aus den Lebenswissenschaften sind nur zwei Gruppen mit dabei:

» „Wirtszellaustritt intrazellulärer Pathogene“ – Sprecherin: **Gabriele Pradel**, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen

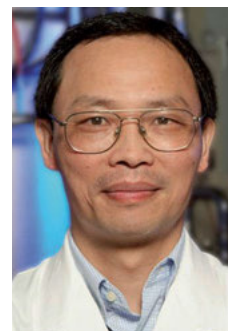
» „Molekulare Adaptation an das Land: Evolutionäre Anpassung der Pflanzen an Veränderung (MAdLand)“ – Sprecher: **Stefan**

**Rensing**, Universität Marburg

Einen Mix aus gleich mehreren Disziplinen bietet folgendes Projekt:

» „Bioelektrochemische und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen zur Etablie-

rung von Elektro-Biotechnologie für die Biosynthese (eBiotech)“ – Sprecher: **An-Ping Zeng**, Technische Universität Hamburg (TUHH)



An-Ping Zeng kombiniert Chemie, Biologie und Ingenieurwissenschaften. Foto: TUHH

## BMBF

### Ausgeklügelte Aquakultur

Mit bis zu 20 Millionen Euro fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) ein von der Uni Kiel koordiniertes Projekt mit dem Namen „Bioökonomie auf Marinen Standorten (BaMS)“. Ziel ist es unter anderem, aus Abwasserströmen und norddeutschen Gewässern Nährstoffe zu entziehen, um diese für die Produktion von aquatischer Biomasse einzusetzen. In den zukünftig optimierten Aquakulturanlagen schwimmen dann hauptsächlich Algen für die Fischfutter-, Kosmetik- und Pharmaindustrie sowie Miesmuscheln für den Lebensmittelhandel.

An dem Projekt beteiligen sich insgesamt 79 Partner-Institutionen, darunter hauptsächlich norddeutsche Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Die Kieler **Carsten Schulz** vom Institut für Tierzucht und Tierhaltung, **Rüdiger Schulz** vom Botanischen Institut und Botanischen Garten sowie **Stefan Meyer**, der auch der Koordinator des Kompetenznetzwerks Aquakultur in Rendsburg ist, kümmern sich die nächsten fünf Jahre um das Vorhaben.

Neben der Optimierung der Aquakulturanlagen möchten die Beteiligten auch Wasserreineigungsanlagen auf Basis von Pflanzen und Mikroalgen entwickeln.

Juliet Merz



## Entdecken Sie den neuen CLARIOstar® *Plus*. Unbox your potential

Erreichen Sie jetzt noch einfacher zuverlässige Ergebnisse mit dem CLARIOstar® *Plus* - dem multi-mode Microplate Reader mit dem Plus für Ihr Labor.

- Intuitive Bedienung mit Enhanced Dynamic Range
- Höchste Benutzerfreundlichkeit durch schnelleren Autofokus
- Mehr Flexibilität durch modulare Multidetektor-Option

Der CLARIOstar *Plus* mit patentierten LVF Monochromatoren™ in neuer Perfektion.



Besuchen Sie uns auf der **Labvolution** in Hannover!  
21. - 23. Mai, Standnummer D57

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

© 2019 Alle Rechte vorbehalten. Alle Logos und Warenzeichen sind Eigentum von BMG LABTECH GmbH.

  
**BMG LABTECH**  
*The Microplate Reader Company*

# Im KIT stimmt die Chemie nicht

*Polychlorierte Biphenyle belasten das Arbeitsklima in der Biologie und Biotechnologie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT).*



Links der Bioturm des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), in dem zu hohe Werte von polychlorierten Biphenylen (PCB) gemessen wurden – trotz Sanierung.

Foto: KIT

Es hätte alles so schön sein können: Nach Jahrzehnten getrennten Daseins an verschiedensten Standorten quer über die Fächerstadt verstreut, wurde im März 2017 endlich einer der Chemietürme des Karlsruher Instituts für Technologie (vormals Uni Karlsruhe/TH) feierlich zum „Bioturm“ umgewidmet. Mehrere bio-wissenschaftliche Institute inklusive der technisch orientierten aus Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik wurden fakultätsübergreifend unter einem Dach zusammengefasst. Insbesondere der aktuelle deutsche Brandschutzwahn hatte allen Beteiligten einen langen Atem abverlangt: Durch die umfangreiche Sanierung wurde der Bestandsschutz für das alte Gemäuer aufgehoben, sodass an die ohnehin schon zeitraubenden planmäßigen Renovierungsarbeiten noch der nachträgliche Einbau von Sprinkleranlagen sowie der millionenschwere Anbau eines zweiten vollwertigen Treppenhauses drangehängt werden mussten.

## Die PCB-Richtlinie regelt die Grenzwerte,...

Ein knappes Jahrzehnt hinter dem ursprünglichen Plan wurde endlich mit großem Tamtam und zahlreichen wissenschaftlichen Hochkarägern als Gastrednern das Gebäude den eigentlichen Nutzern übergeben – mit viel heißer Luft ob der nun zu erwartenden Synergieeffekte durch Ressourcenbündelung *et cetera* (was neudeutsch für nichts anderes als Stelleneinsparungen steht, aber das ist eine andere Baustelle...).

Ausgerechnet der Brandschutz früherer Jahrzehnte droht jedoch nun, dem Ganzen

einen Strich durch die Rechnung zu machen: Flächendeckend verbaute sogenannte Wilhelmi-Platten sorgten seinerzeit – quasi als Asbest-Nachfolger – für Brandschutz in Gebäudedecken, indem man sie mit Polychlorierten Biphenylen (PCB) anstrich. Daneben fanden diese bis Mitte der 1970er auch in Fußbodenbelägen Verwendung.

Exklusiver Hersteller waren beispielsweise Monsanto in den USA und in Deutschland – Überraschung! – Bayer („Jetzt wächst zusammen, was zusammengehört“, wusste schon der selige Willy Brandt). Bayer darf sich also nun neben den Glyphosat-Nachwehen wohl auch mit den Ausdunstungen der PCB-Altlasten ihres übernommenen US-Pendants herumschlagen, der die Schädlichkeit dieser Substanzklasse angeblich vertuscht, zumindest aber massiv unterschätzt hat: Während die akute Toxizität überschaubar ist, reichen die Folgen chronischer Belastungen in Abhängigkeit von Expositionsdauer und -intensität von einfacher Chlorakne über Leberschäden bis zu erwiesener Teratogenität – wozu etwa auch die Feminisierung von Föten durch hormonähnliche Wirkung gehört. Die richtig schweren Jungs unter den PCB, stellvertretend gemessen anhand des Dioxin-ähnlichen PCB-118, gelten darüber hinaus als krebserregend. Da kein Abauweg für PCB im menschlichen Körper bekannt ist, lagern sich die Substanzen im Fettgewebe ein und zeigen dort abhängig vom Chlorierungsgrad Halbwertszeiten von Monaten bis Jahrzehnten. Die Herstellung und Verwendung von PCB wurde in Deutschland bereits 1989 verboten – das Ausdunsten der Altlasten aber erst sehr spät als ernsthaftes Gesundheitsrisiko erkannt. Seit 1995 gibt die PCB-Richtli-

nie als Vorsorgewert 300 ng/m<sup>3</sup> Raumluft an, der Interventionswert zur „umgehenden Einleitung expositions-mindernder Maßnahmen“ liegt bei 3000 ng/m<sup>3</sup>.

Soweit, so gut – Gefahr erkannt, Gefahr gebannt? Weit gefehlt: Denn die Messung ist aufwendig und wird nicht prophylaktisch in Auftrag gegeben. Im besagten Bioturm des KIT kam die Belastung nur zu Tage durch... – nun ja, durch klassische Biologie in Form von Bienchen und Blümchen, respektive dem Klapperstorch: Da eine Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe von Professor Müller [*alle Namen geändert, die Red.*] schwanger wurde, erfolgte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung gemäß Mutterschutzgesetz eine Begehung des Arbeitsplatzes, wobei die hierfür zuständige Arbeitssicherheit den unbedachten Kommentar fallen ließ: „Die werdende Mutter sollte ihren Aufenthalt im Labor ohnehin besser auf das Minimum beschränken, weil erhöhte PCB-Werte gemessen wurden.“ (Für Schwangere gilt ein sofortiges Arbeitsverbot in Räumen mit überschrittenem PCB-Grenzwert).

## ... aber nicht unbedingt die Erfassung der Messwerte

Professor Müller selbst erfuhr hiervon erst im Nachhinein. Sein Einwand, dass eine gesundheitsgefährdende Belastung durchaus auch die nicht-schwangere Belegschaft interessiert hätte, wurde von der zuständigen Sicherheitsabteilung des KIT zunächst einmal galant ignoriert, dann ausweichend und beschwichtigend beantwortet: Schließlich widme man sich dem Problem bereits umfangreich, und durch regelmäßiges ausgiebiges

Lüften ließe sich die messbare Belastung niedrig halten. Und falls nicht, nähme man die Sache natürlich sehr ernst, im Sommer 2016 seien ja schließlich ganze Gebäude auf dem Campus geschlossen und die Mitarbeiter umgesiedelt worden.

Dies weckte umgehend die wissenschaftliche Neugier bei Professor Müller: Neben Ergebnissen und Diskussion interessierte er sich besonders für den Methodenteil – also *was wann wie* gemessen wurde und fürderhin wird. Das *Wann* ergab die erste Überraschung: Tatsächlich war dem zuständigen Amt für Bau und Vermögen Baden-Württemberg die PCB-Belastung in den 2016 geschlossenen Gebäuden der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften bereits seit 1999 bekannt. Bewegung in die Sache kam jedoch erst im Zuge einer Überarbeitung der PCB-Richtlinie im Jahre 2014, als das oben erwähnte PCB-118 in den Fokus gerückt und auf Initiative betroffener Mitarbeiter neue Messungen erstellt wurden. Dabei wurde der Interventionswert in den fraglichen Gebäuden bis zum Dreifachen überschritten.

KIT-Pressesprecherin Landgraf sagte hierzu damals: „Daher hat sich das KIT am 31. August [2016] kurzfristig und vorsorglich entschlossen, unverzüglich die Nutzung der Gebäude einzustellen, um eine gesundheitliche Gefährdung der Beschäftigten und Studierenden auszuschließen. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurden umgehend gebeten, im Home Office zu arbeiten. Manche Beschäftigte konnten kurzfristig auch in Büros von Kolleginnen und Kollegen in anderen Gebäuden unterkommen.“ („PCB belastet Klima am KIT“, *Badische Neueste Nachrichten*, 17. November 2016)

Besonders grotesk mutet dabei an, dass das zuständige Gesundheitsamt Karlsruhe offenbar bis zuletzt im Wesentlichen von einer reinen Arbeitsplatzproblematik ausging. So räumte dessen Amtsleiter Peter Friebel damals ein: „Dass auch Studierende sich längere Zeit in den Gebäuden aufhalten, wurde dem Gesundheitsamt durch ein Gespräch mit betroffenen Mitarbeitern und Studierenden im Mai 2016 bekannt“.

## Studenten an einer Uni? Wo gibt's denn sowas?

Wer hätte auch ahnen können, dass sich in einem Universitätsgebäude Studierende aufhalten?! Jedenfalls änderte diese erstaunliche Erkenntnis die Zuständigkeit – und damit so ungefähr alles: Während das KIT als Arbeitgeber offenbar seinen Handlungsbedarf hinsichtlich „umgehender Einleitung expositions-mindernder Maßnahmen“ durch Fußböden wischen und Räume lüften abgedeckt sah,

machte das Gesundheitsamt kurzen Prozess und ließ gleich vier Gebäudekomplexe umgehend evakuieren. Die oben zitierte Aussage, das KIT selbst hätte „die Nutzung der Gebäude vorsorglich eingestellt“, ist nach Aussage unmittelbarer Betroffener demnach schlicht falsch.

Mit dem Exodus der arbeitenden Bevölkerung war es übrigens mitnichten getan: Gerätschaften, Mobiliar, Unterlagen – jede Menge Interieur blieb zum „Abklingen“ monatelang unter Verschluss, manche Wissenschaftler kamen ein halbes Jahr lang weder an ihre Rech-

invitrogen

2019

Let's get to the science

Attune NxT Flow Cytometer

Flow cytometry instrument

### Forget flow cytometry as you know it

Fast, reliable performance. Powerful, intuitive software. More lasers, including a six-channel violet laser configuration. And many other features engineered around your needs. The Invitrogen™ Attune™ NxT Flow Cytometer is modern technology for today's science—and tomorrow's discoveries.

Find out more at [thermofisher.com/attune](http://thermofisher.com/attune)

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures. © 2019 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified. COL23095 0119

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

ner noch an ihr Forschungsmaterial. „Sekundärbelastet“ gaben diese Materialien nämlich ihrerseits über Jahrzehnte aus der Raumluft aufgenommenes PCB wieder an selbige ab – und zwar temperaturabhängig mit einer Steigerung um einen Faktor zwei bis drei alle 5°C.

Dies erschwert beziehungsweise verteuert die Sanierung auch anderenorts erheblich: Mit einem Ausbau der Deckenplatten ist es üblicherweise nicht getan, denn die logischerweise ebenfalls erheblich sekundärbelasteten Wände und Fußböden halten den Be-



Der Flachbau vor dem Bioturm ist noch stärker PCB-belastet.

Foto: KIT

lastungswert weiterhin zumindest über dem Vorsorgewert – und der ist *nach* Sanierung maßgeblich.

Dieses Problem offenbart sich nun auch im Bioturm: Die verfänglichen Deckenplatten waren bei der oben beschriebenen Sanierung in den 2010ern entfernt worden, nicht so die Wände und Fußböden. Daher lagen die Messwerte trotz entschärfter Primärbelastung zum Teil weiterhin über dem Vorsorgewert von 300 ng/m<sup>3</sup> Raumluft. Nach zahlreichen E-Mail-Wechsels und langen Aussitzversuchen der Sicherheitsabteilung musste diese schließlich genau jene Fakten einräumen.

### Verordneter Laborumzug in belastete Gebäude

Dies wiederum brachte Dr. Maier auf die Palme: Dessen Abteilung war nämlich erst nach der Eröffnung des Bioturms als letzte in diesen eingezogen – zu einem Zeitpunkt, als bereits Messergebnisse nach Sanierung vorlagen, die eindeutig einen Fortbestand der Belastung trotz entfernter Deckenplatten dokumentierten. Auf eine Antwort hinsichtlich der berechtigten Frage, warum man die Abteilung (– die im Besitz dieses Wissens natürlich niemals umgezogen wäre –) nicht vorab in Kenntnis gesetzt habe, warten die Betroffenen bis heute.

Überhaupt wüsste ohne die Weiterleitung der Messergebnisse durch Professor Müller

vermutlich immer noch niemand in Dr. Maiers Abteilung von seinem „Glück“. Müßig zu erwähnen, dass Professor Müller sich „von oben“ böse Worte ob seiner Indiskretion gefallen lassen musste. In manchen Lebensbereichen erhält sich offenbar der antike Brauch, lieber den Überbringer schlechter Nachrichten zu dekapitieren, als deren Verursacher zur Rechenschaft zu ziehen.

Es sollte aber noch schlimmer kommen: Ein geplantes gemeinsames Technikum im angrenzenden Gebäude („Synergieeffekte“, siehe oben) kam nicht zustande, da die hierfür notwendigen Baumaßnahmen als Sanierung hätten gewertet werden müssen. Damit hätten in diesem Gebäude die aktuellen Brandschutzrichtlinien gegriffen, so dass altehrwürdige Hörsäle (das heißt: eng, hölzern sowie teilweise mit nur einem Ein- und Ausgang beziehungsweise generell unzureichenden Fluchtwegen) nicht mehr als Lehrveranstaltungsräume zulässig gewesen wären – was das Ende des Vorlesungsbetriebes für zahlreiche Curricula bedeutet hätte.

Die mangels Technikum für Dr. Maiers Abteilung verlorene Laborfläche wurde daraufhin im Bioturm lokal ersetzt – durch notdürftige Umwidmung von eigentlich als Büroraum geplanten Flächen in Labore. Die nun fehlende Bürofläche konnte umgekehrt im geplanten Technikumsgebäude realisiert werden, ohne dass Sanierungsmaßnahmen erforderlich waren.

Dass diese dort aber bitter nötig wären, stellte sich unmittelbar nach dem Umzug bei der bald darauf folgenden PCB-Messung im Spätsommer 2018 heraus: In sämtlichen vermessenen Räumen lag das PCB-118 oberhalb des Interventionswertes – trotz einer sehr fragwürdigen Messung bei Temperaturen von kaum über 20°C, die im vergangenen Sommer eigentlich nur nach einer durchlüfteten Nacht um 6 Uhr früh möglich gewesen sein dürfte. Eine Messung unter „echten“ Nutzungsbedingungen von durchaus realistischen 30 bis 35°C hätte bis zu zehnfach höhere Werte erbringen können, so dass diese Räume nun verständlicherweise niemand mehr als Arbeitsräume nutzen möchte.

### Kein Studienplatz mehr für Schwangere?

Diesen Werten folgte auf Drängen von Professor Müller ein offizieller Aushang seitens der Sicherheitsabteilung, dass „im Gebäude tätige Schwangere ihren Aufenthalt auf das Nötigste beschränken“ sollten. Für die Veröffentlichung dieser nicht ganz unwichtigen Botschaft sah sich das KIT allerdings nicht zuständig. Dies nahm stattdessen der ebenfalls betroffene Professor Schmidt in die Hand, der

die fragliche Warnung gleich auf DIN A3 vergrößerte und an jede Eingangstür zum Gebäude hängte.

Vorausgegangen war ein Rundschreiben des KIT zur Umsetzung des 2018 geänderten Mutterschutzgesetzes, das nun (endlich) einen vollumfänglichen Mutterschutz auch für Studentinnen vorsieht. Alle schwangeren Studentinnen werden infolgedessen angehalten, für ihre Lehrveranstaltungen eine individuelle Gefährdungsbeurteilung einzuholen. Für die Erstellung derselben sieht das KIT die Lehr-



PCB-Raumluftmessung

Foto: Bauberater KdR

verantwortlichen zuständig – durchaus sinnvoll, denn die können die speziellen Gefahren in ihren Praktika etwa durch toxische Laborchemikalien oder auch durch Pathogene beispielsweise in mikrobiologischen Kursen am besten einschätzen und im Zweifelsfall Alternativversuche anbieten.

Vorsichtig geworden hakte Dr. Maier hier aber noch einmal nach: Wer wäre denn für die Gefährdungsbeurteilung hinsichtlich PCB-Belastung zuständig, die ja nicht von den Lehrenden zu verantworten wäre, da die Praktikumsräume zugewiesen würden? Und überhaupt sei diese ja angesichts nur vereinzelt gemessener Räume ohnehin bestenfalls schätzbar, und daher keinesfalls rechtsverbindlich zu beurteilen.

Antwort der Sicherheitsabteilung: „Ebenfalls Sie. Und wenn Sie die Verantwortung für eine Lehrveranstaltung nicht übernehmen können, kann ich Ihnen nur empfehlen, dass Sie diese auch nicht durchführen“. Oha! Also keine Kurse mehr für Schwangere? Was ist mit Frauen, die demnächst schwanger werden wollen (Stichwort jahrelange Halbwertszeiten, siehe oben)? Schweigen im Walde.

Geballter Druck durch Einbeziehung der Chancengleichheitsbeauftragten und der Fachschaften bewirkte schließlich zumindest die Einberufung einer Krisensitzung mit Sicherheitsabteilung und Betriebsarzt. Hier wurde allen, die sich belastet und gefährdet fühlen, ein

zeitnahes „Monitoring“ in Form der Erfassung von PCB-Werten im Blut zugestanden. Auch den Studierenden. Ein Teilerfolg, immerhin.

Die Verantwortung für akut Schwangere wollte aber niemand übernehmen: „Das muss die werdende Mutter selbst entscheiden, ob sie sich der Gefährdung aussetzt“. Und weiter: „Da muss sie dann abwägen, welche Nachteile sie eher in Kauf nimmt: Eine Gesundheitsgefährdung für ihr Kind oder eine Verzögerung als beruflichen Karriere nachteil.“ Zwischenruf: „Was soll das denn heißen?“ Betriebsarzt: „Jede Studentin muss ja wissen, ob sie ihr Studium abbrechen will. Aber das hat man als Schwangere ja immer.“

„Audit familiengerechte Hochschule“, man merkt's. Ab sofort werden also Lehrveranstaltungen mit dem Hinweis angekündigt, dass aufgrund der unklaren PCB-Belastung Schwangere vom Besuch abgeraten wird. Damit werden mehrere naturwissenschaftlich-technische Fächer in Karlsruhe faktisch für Schwangere nicht mehr studierbar (ein zentraler Physikbau ist ebenfalls betroffen).

### Allgemeine Ignoranz des PCB-Problems

Müller, Maier und Schmidt stehen nun demnach als passionierte Hochschullehrer vor einem Dilemma: Lässt man alles, wie es ist, schließt man Schwangere vom Lehrbetrieb aus – und verunsichert praktisch alle Studentinnen, da nach Schätzungen 90 Prozent der studentischen Schwangerschaften ungeplant erfolgen. Wendet man sich mit dem Anliegen ans Gesundheitsamt, wird dieses mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit „den Laden dicht machen“ – Sicherheit für alle, Lehre für keinen (im Bioturm gibt es keine Hörsäle); und auch der Forschungsbetrieb würde empfindlich eingeschränkt.

Auf Tagungen jedoch hören sie von Kollegen anderer Hochschulen hinter vorgehaltener Hand ähnliche Geschichten. Zu entsprechenden Belastungen an den Universitäten Tübingen und Bochum findet man mittlerweile sogar Beiträge von SWR und WDR auf YouTube. Dabei scheint man

in Bochum immerhin ein Bewusstsein für die Gefährdung entwickelt zu haben: Hier wurde eine PCB-Beratungsstelle eingerichtet, die alle Mess- und Belastungswerte für Mitarbeiter und Studierende via Intranet zugänglich macht – und über die sich Schwangere entsprechend informieren können, welche Räume sie meiden sollten.

Zumindest dieses fordern Müller, Maier und Schmidt nun auch am KIT. Ausgerechnet von der Chancengleichheitsbeauftragten kam daraufhin jedoch der sinngemäße Appell, man

solle doch zumindest bis nach der Entscheidung zur nächsten Exzellenzinitiative Ende Juli den Ball flach halten – „weil man sonst für gar nichts mehr Geld hätte“. Das lässt kaum auf Besserung hoffen. Wenn nicht einmal mehr Frauen, die dafür bezahlt werden, den Frauen helfen wollen, dann müssen sich die drei wackeren Männer wie Don Quixote fühlen.

Aber vielleicht könnte man mit den Windmühlen ja wenigstens effizient lüften.

*[Der Autor ist der Redaktion bekannt]*



**Julabo**  
THE TEMPERATURE CONTROL COMPANY

## CORIO™

### Kältethermostate — der flexible Einstieg in die Welt des Kühlens und Heizens

Die CORIO Kältethermostate mit einem Temperaturbereich von -40 °C bis +150 °C sind für interne und externe Anwendungen einsetzbar. Das entwickelte Design schafft mehr Platz im Bad für Ihre Applikationen.

Überzeugen Sie sich vom flexiblen Einstieg in die Welt des Kühlens und Heizens und fragen Sie uns nach CORIO.

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

# „Wir brauchen einen Verhaltenskodex“

Die Mikrobiologin Bärbel Friedrich hat mit weiteren Wissenschaftlern dazu aufgerufen, weltweit vorerst nicht mit Genome Editing in die Keimbahn des Menschen einzugreifen, um genetisch veränderte Kinder zu erzeugen. Wir sprachen mit ihr über die Hintergründe.

**Laborjournal:** Wie kam es zu diesem Aufruf im März in Nature [567: 165-8]?

**Friedrich** » Ein wesentlicher Grund war die Vorstellung Genom-edierter Babys durch den chinesischen Wissenschaftler He Jiankui beim *Genome Editing-Summit II* in Hongkong 2018. Die Kinder haben offenbar ein inaktiviertes *CCR5*-Gen, was sie vor einer Infektion mit HIV schützen soll.

»Solche Eingriffe in die menschliche Keimbahn sind abzulehnen.«

**Gab es frühere Initiativen, um solche wissenschaftlichen Hasardeure aufzuhalten?**

**Friedrich** » Die Nationale Akademie der Wissenschaften – Leopoldina, deren Vizepräsidentin ich bis 2015 war, veröffentlichte bereits im Herbst 2015 zusammen mit der DFG sowie mit Partnerakademien die Stellungnahme „Chancen und Grenzen des *Genome Editing*“, in der ein Moratorium vorgeschlagen wurde. Das Kommuniké des ersten *Genome Editing-Summits* in Washington 2015 sprach ein klares Verbot für klinische Anwendungen aus. Und 2017 hat die Leopoldina in dem Diskussionspapier „Ethische und rechtliche Beurteilung des *Genome Editing* in der Forschung an humanen Zellen“ ihre Vorschläge nochmals weiter konkretisiert.

**Welche Maßnahmen schlagen Sie vor?**

**Friedrich** » Kurz gefasst brauchen wir endlich Rahmenbedingungen auf freiwilliger Basis, die in den einzelnen Staaten in Form von Regularien oder Gesetzen umgesetzt werden. Außerdem brauchen wir einen Verhaltenskodex, was diese Forschung betrifft, unterstützt durch Diskussionen mit allen beteiligten und betroffenen Gruppen.

Beim jetzigen Forschungs- und Kenntnisstand ist es unverantwortlich und in jeder Hinsicht abzulehnen, derartige Eingriffe in die menschliche Keimbahn vorzunehmen. Es müssen erst einmal Sicherheit und Wirksamkeit dieser Methoden belegt werden, bevor sie für Keimbahnveränderungen beim Menschen für klinische Zwecke eingesetzt werden könnten. Ein Moratorium soll es ermöglichen, dass der Umgang mit diesen Methoden in der Zukunft sicher, transparent und nach ethischen Prinzipien erfolgt.

**Welche Erwartungen haben Sie dabei an die Wissenschaftler?**

**Friedrich** » Sie sollten Risiken und Nutzen des *Genome Editing* in der menschlichen Keimbahn klar ausweisen, ihre Projekte anzeigen, all ihre Ergebnisse veröffentlichen und sich an einen zu vereinbarenden Verhaltenskodex halten. Und natürlich müssen sie die Gesetze des Landes beachten, in dem sie ihre Forschung durchführen.

**Betrifft das von Ihnen geforderte Moratorium auch Genome Editing an Körperzellen wie beispielsweise Blutzellen?**

**Friedrich** » Nein, denn das somatische *Genome Editing* hat keine vererbaren Folgen – und es gibt bereits etablierte Regularien. Derartige Behandlungen werden als neue Therapie betrachtet und müssen entsprechend von



Bärbel Friedrich

Foto: Leopoldina

der EMA [*European Medicines Agency*] oder der FDA [*Food and Drug Administration*] genehmigt werden. Zur Behandlung von Blutzell-Erkrankungen wie Sichelzellanämie oder  $\beta$ -Thalassämie haben sogar bereits klinische Studien begonnen. Auch für die Duchenne-Muskeldystrophie versucht man in den USA, Behandlungsmöglichkeiten mithilfe von Genscheren zu finden. Das somatische *Genome Editing* hat darüber hinaus den Vorteil, dass man das zu behandelnde Individuum im Gegensatz zu einer Keimbahn-Intervention vorher aufklären und um seine Zustimmung bitten kann.

**Wer sollte denn an der Ausgestaltung von Rahmenbedingungen für das Genome Edi-**

**ting an menschlichen Keimzellen und Embryonen mitwirken?**

**Friedrich** » Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat ein Experten-Panel etabliert, das Vorschläge machen soll, wie der Einsatz von *Genome Editing* beim Menschen reguliert werden kann. Aufgrund der Komplexität des Themas braucht ein solches Panel aber Rat von verschiedensten Seiten – zum Beispiel von Patientenorganisationen, gesellschaftlichen Gruppen, Religionsgemeinschaften, Wissenschaftlern, Ärzten und Juristen.

**Was halten Sie von dem durch das WHO-Panel vorgeschlagenen Register für Genome-Editing-Studien am Menschen?**

**Friedrich** » Ein solches Register finde ich sehr nützlich, da es Transparenz schafft und einen gesellschaftlichen Diskussionsprozess in Gang setzt. Auf diese Weise wird nicht nur die wissenschaftliche Seite abgesichert, sondern es kann sich ein politisch-gesellschaftlicher Konsens bilden. Entscheiden muss am Ende die Politik, aber die Wissenschaftler sollten diesen Entscheidungsprozess aktiv mitgestalten.

Das WHO-Panel könnte zudem eine Anlaufstelle für diejenigen sein, die von illegalen Forschungsvorhaben erfahren und das zur Kenntnis bringen möchten. Denkbar wären aber auch Kommissionen an den Universitäten und Forschungseinrichtungen, die hierzu Beratung bieten.

**Wie sind vererbare Eingriffe in die menschliche Keimbahn derzeit überhaupt in Deutschland geregelt?**

**Friedrich** » Nach §5 des Embryonenschutzgesetzes ist die künstliche Veränderung von menschlichen Keimbahnzellen und ihre Verwendung zur Befruchtung verboten. Verstöße werden mit bis zu fünf Jahren Gefängnis oder Geldstrafe geahndet.

Forschungspolitisch stellt sich immer wieder die Frage nach den Grenzen der Wissenschaftsfreiheit und der Ethik risikobehafteter Forschung. Mit letzterer beschäftigt sich ein gemeinsamer Ausschuss von DFG und Leopoldina zum Umgang mit sicherheitsrelevanter Forschung, ausgelöst durch die Debatte um *Dual-Use-Experimente*. Bereits 2014 haben wir entsprechende Leitlinien für Wissenschaftler veröffentlicht. Die Selbstregulierung in den Wissenschaften spielt dabei nach unserer Auffassung eine zentrale Rolle, auch wenn



sie im Fall der Genom-editierten Babys in China in gewisser Weise versagt hat.

**Braucht es in Deutschland eine Lockerung der Regelungen, um medizinisch begründete Änderungen vornehmen zu können?**

**Friedrich** » Aufgrund unserer Geschichte sind die Regelungen in Deutschland sehr strikt. Ich halte das Embryonenschutzgesetz dennoch für überholungsbedürftig. Die Leopoldina hat in einem Diskussionspapier 2017 gefordert, das Embryonenschutzgesetz der modernen Fortpflanzungsmedizin sowie veränderten Formen des Zusammenlebens und den damit verbundenen ethischen, juristischen, psychischen und sozialen Aspekten anzupassen.

Derzeit beschäftigt sich eine Arbeitsgruppe der Leopoldina und ihrer Partnerakademien mit der Forschung an humanen embryonalen Zellen. Deutschland sollte sich an solcher Forschung aktiv beteiligen und nicht nur Trittbrettfahrer sein wie bisher. International gesehen sind die Auffassungen zur Forschung an Embryonen ja heterogen. Dreizehn weitere europäische Staaten haben ebenfalls sehr restriktive Gesetze. Frankreich und Japan erlauben inzwischen Forschung an überzähli-

gen Embryonen aus der *In-Vitro*-Fertilisation. Andere Länder wie das Vereinigte Königreich haben klar definierte Regularien. Dort dürfen nach begründeter Antragstellung Forschungsembryonen hergestellt werden, die nicht für eine Schwangerschaft verwendet werden.

**»Genome Editing in der Keimbahn kann ethisch begründbar sein.«**

**Halten Sie Eingriffe in die menschliche Keimbahn generell eher für ethisch oder für unethisch?**

**Friedrich** » Das muss man differenziert betrachten. Die *Scientific Community* hat großes Interesse daran, schwere monogenetische Krankheiten wie Chorea Huntington durch *Genome Editing* in der Keimbahn behandeln zu können. In solchen raren Fällen fällt die Einstufung leicht, dass es sich um ethisch begründbare Vorhaben handelt. Bei Krankheiten, die das Leben verkürzen, zu Taubheit oder Blindheit oder in einem frühen Lebensabschnitt zu Krebs führen, ist die Antwort schon schwieriger. Wäre hierbei eine Anwendung von *Ge-*

*nome Editing* in der Keimbahn schon genetische Optimierung oder nicht? Bei genetischen Veränderungen, die zur Steigerung der Muskelmasse oder der Intelligenz führen sollen, fällt die Ablehnung als unethische genetische Optimierung eher leicht.

**Welche Entwicklungen erwarten Sie in der nächsten Zeit für das Genome Editing?**

**Friedrich** » Man kann nicht ausschließen, dass irgendwo auf der Welt Alleingänge erfolgen werden. Für unseren Kulturkreis waren die chinesischen Genom-editierten Babys allerdings ein Schockmoment. Es werden sicherlich Maßnahmen ergriffen werden, um solche unverantwortlichen Vorhaben in Zukunft möglichst zu unterbinden. Vor allem sollten wir bei den betroffenen Probanden nicht vorzeitig falsche Hoffnungen wecken. Wie gesagt, bisher können wir die Konsequenzen einer genetischen Veränderung in der Keimbahn für die nächste Generation nicht umfassend absehen. Für die Genom-editierten Babys in China heißt das, dass ihr eigener Gesundheitszustand und derjenige ihrer Kinder möglicherweise lebenslang überwacht werden muss.

*Die Fragen stellte Bettina Dupont*



ADVERTORIAL

## Neu! Inhibitorfreie DNA – Für jeden Durchsatz

BioEcho Life Sciences setzt ein neuartiges DNA Extraktionsverfahren ein, das sich durch seine unerreichte Einfachheit und Geschwindigkeit auszeichnet – EchoLUTION. Die Technologie ist deutlich robuster als herkömmliche, Silica-basierte bind-wash-elute Methoden. Prozessreagenzien wie Ethanol oder gesundheitsbedenkliche denaturierende Hochsalzlösungen (z.B. GuHCl), die allesamt inhibitorisch auf enzymatische Analysen wie NGS oder PCR wirken, kommen niemals zum Einsatz. Gewonnen wird hochreine DNA, die völlig frei von Inhibitoren ist.

## No drop-outs – No rework

Das unter nativen, wässrigen Bedingungen ablaufende Verfahren gewährleistet eine besonders schnelle und zielgerichtete Lyse. Ob als einzelne Spin-Säulen oder im multi-parallelen 96-well Format – das EchoLUTION Prinzip ermöglicht die Isolation von DNA mit einem einzigen Zentrifugationsschritt bis zu 3-mal schneller als Silica-Methoden. Ein noch größerer Zeitgewinn entsteht Anwendern durch die Zuverlässigkeit des EchoLUTION Verfahrens: die stets funktionierende PCR (keine drop-outs) vermeidet arbeits- und zeitaufwändige Nacharbeiten einzelner Proben.

**Zu den EchoLUTION *single spin* Kits** kommen jetzt neue **96-well** Formate zur Isolation aus Blut, Gewebe, Zellen und Pflanzen hinzu, die entweder manuell prozessiert werden können oder sich einfach in automatisierte Abläufe integrieren lassen.

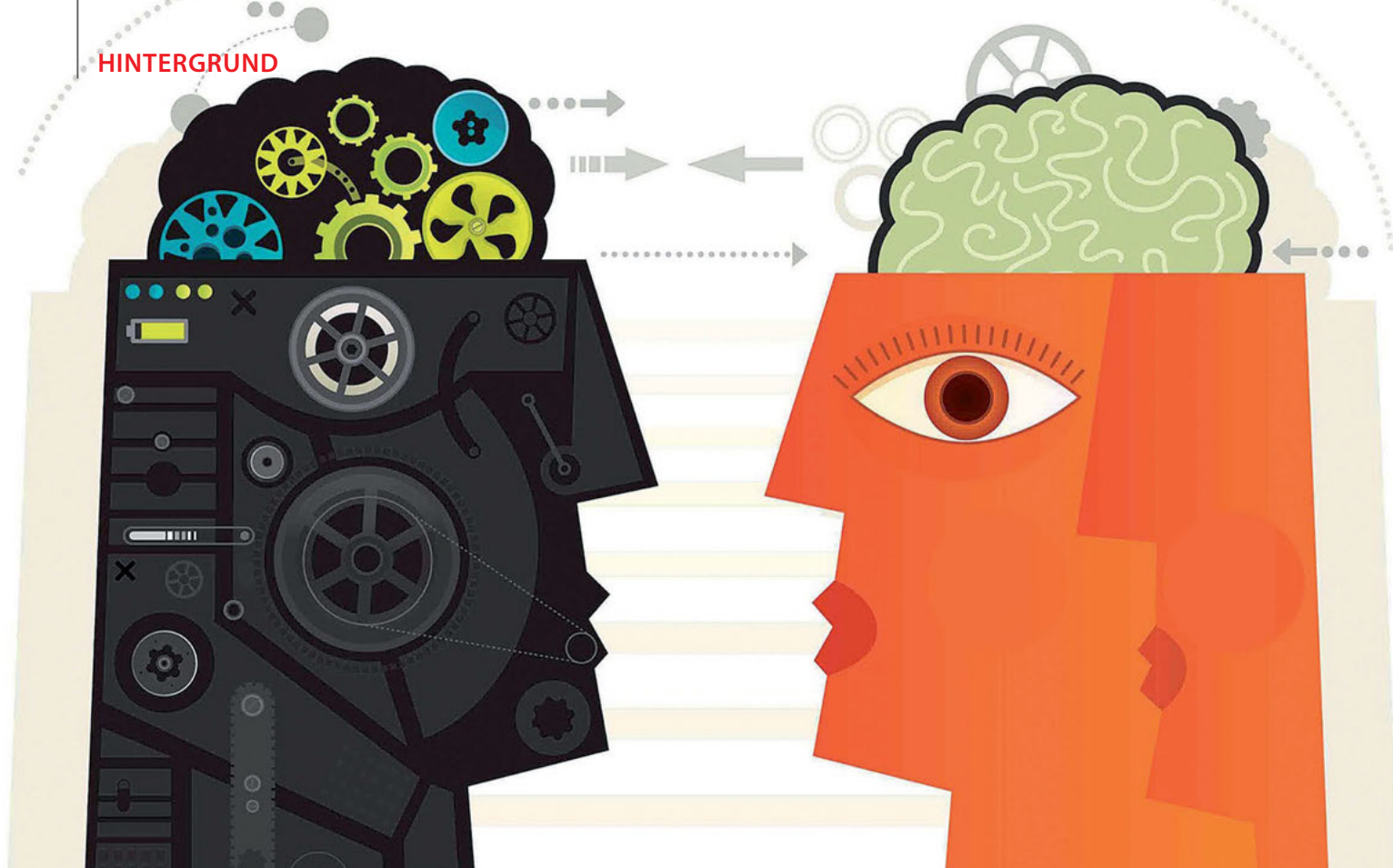
**Fordern Sie uns heraus und kontaktieren Sie BioEcho für eine Produktdemonstration in Ihrem Labor!**

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



**Kontakt:**

Dr. Frank Schäfer  
BioEcho Life Sciences GmbH  
Biocampus Cologne  
Tel. +49 (0)221 99 88 97 0  
f.schaefer@bioecho.de



Illustr.: Filosofar Liberta

## Kann moderne Wissenschaft von Philosophie profitieren?

Wie sehen wir die Welt? Und wie beeinflusst unsere Sichtweise, was wir sehen? Was wir überhaupt sehen können? Ein transdisziplinärer Appetizer für Holismus, deterministisches Chaos und formale Verursachung. Weil Philosophie auch der Bioforschung helfen kann.

„Dass ich erkenne, was die Welt im Innersten zusammenhält“, legte Goethe seinem Faust in den Mund. Und fasste damit das Ziel aller Naturwissenschaften zusammen. Nicht weniger als das Universum soll durch empirische Forschung, also mit standardisierten Messmethoden und überprüfbaren Theorien, erklärt und vorausgesagt werden. Und so werden heutzutage etwa ganze Datenlawinen durch *Omics*-Technologien generiert, um immer komplexere Phänomene zu klären.

Schön und gut. Aber behindert statt eines „Datenmangels“ am Ende vielleicht eher philosophische Befangenheit unser Verständnis? Denn wie jedes Gedankensystem steht auch die Biowissenschaft auf einer philosophischen Grundlage. Grundannahmen wie Reduktionismus, Determinismus und Kausalität legen fest, wie Experimente erdacht und was somit überhaupt ergründet werden kann. Selbst sind sie aber nicht Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchung, sondern werden als gegeben vorausgesetzt.

Der reduktionistische Standpunkt etwa bildet die Grundlage biowissenschaftlichen

Denkens. Zugegebenermaßen sind biologische Systeme – von der Biosphäre bis zu isolierten Makromolekülen – zu komplex, als dass sie nicht in ihre Bestandteile zerlegt werden müssten. Reduktionismus bedeutet aber auch, dass jegliches System vollständig durch die Eigenschaften seiner Bestandteile beschrieben werden kann. Demzufolge ist die gesamte Biosphäre durch die Quantenmechanik bestimmt. Erkenntnisse in Informatik und Physik deuten hierbei jedoch ein grundsätzliches Problem an.

### Elementare Fragen

Bereits Alan Turing, der Vater der Computerwissenschaft, bewies, dass es in der Mathematik unlösbare Probleme gibt (*Proc. Lond. Math. Soc.*, 1936, 42: 230–65). Nicht weil es am mathematischen Ansatz oder an Rechenkapazität mangelt, sondern weil sie prinzipiell nicht berechnet werden können. Welche Folgen das für die Naturwissenschaft hat, enthüllten Wissenschaftler um den Quanten-Informationstheoretiker Michel M. Wolf von der Tech-

nischen Universität München im Jahr 2015 (*Nature*, 528: 207–11). Sie zeigten, dass die vollständige Beschreibung eines mikroskopischen Systems nicht ausreicht, um sein makroskopisches Verhalten vorherzusagen.

Das fordert nicht nur den reduktionistischen Standpunkt heraus, sondern wirft elementare Fragen für jedes biowissenschaftliche Forschungsprojekt auf. Wo liegen die Grenzen eines Ökosystems? Kann Symbiose bei der Charakterisierung eines Organismus vernachlässigt werden? Wie entwickelt sich eine Spezies ohne Koevolution von Parasiten? Inwieweit beeinflussen Ernährungsbedingte epigenetische Prägungen die Genaktivität? In welchem Umfang kann die Funktion eines Proteins *in vitro* charakterisiert werden?

Das philosophische Gegenkonzept zum Reduktionismus ist der Holismus, nach dem die Funktionen einzelner Bestandteile von ihrer Rolle im Gesamtsystem abhängen. Inwieweit kann das außer Acht gelassen werden, wenn sich selbst allgegenwärtige Kleinstmoleküle als Einflussfaktor entpuppen? Der Biophysiker Peter Pohl von der Johannes Kepler Universi-

tät Linz kam beispielsweise 2016 in einem Review über den Einfluss von Wassermolekülen auf Struktur und Dynamik von Proteinen (*Chem Rev.*, 116:7673-97) mit seinen Ko-Autoren zu folgendem Fazit: Wenige der darin aufgeführten Studien wären zum gleichen Ergebnis gekommen, hätten sie nicht über den proteino-genen Tellerrand hinausgeschaut.

Besonders überrascht in dem Review die Kristallstruktur des Frostschutz-Proteins Maxi (*Science* 343: 795798). Auf den ersten Blick ist dieses Dimer aus je vier  $\alpha$ -Helices nichts Besonderes. Erstaunen erwecken indes die ungefähr vierhundert Wassermoleküle in seinem Bauch, die Maxi in polypentagonale Netzwerke zwingt. Diese geordnete Schicht sogenannter Wasser-Clathrate erstreckt sich von da aus bis auf die Proteinoberfläche, wo sie die Bindung an Eis vermitteln. Maxi bindet seine eisigen Liganden also nicht direkt, sondern indem es die 3D-Struktur umgebenden Wassers ändert. Wäre dieser Mechanismus ohne holistischen Ansatz enträtselt worden? Wie viel Aussagekraft hat ein molekularbiologisches Ergebnis demnach also, bei dem säuberlich aufgereinigte Makromoleküle *in vitro* reduktionistisch untersucht werden?

Zugegebenermaßen sind holistische Herangehensweisen methodisch weitaus schwerer zu fassen und deshalb in den meisten Wissenschaftsdisziplinen bislang selten zu finden. Doch ist Holismus weitaus mehr als nur eine Geisteshaltung sowie Entscheidungshilfe während der Versuchsplanung. Denn es kommt noch schlimmer...

### Wackelige Vorhersagbarkeit

Der Anfang 2019 verstorbene Göttinger Nobelpreisträger Manfred Eigen prägte ab 1971 den holistischen Begriff der ‚Quasispezies‘ (*Die Naturwissenschaften* 58 (10): 465-523). Eine Quasispezies ist eine „Wolke“ genetisch ähnlicher Individuen, die sich durch Mutation stetig ineinander umwandeln. Deshalb hängt ihr Fortpflanzungserfolg nicht vom Individuum, sondern von der evolutionären Robustheit der Quasispezies ab. Ursprünglich zur Aufklärung der präbiotischen Entstehung selbstreproduzierender Moleküle entwickelt, überträgt dieses holistische Konzept die Darwinsche Evolutionstheorie von Mutation und Selektion auf die molekulare Ebene. Es erklärt, warum die evolutionäre Entwicklung von RNA-Virus-Po-

pulationen nicht allein vom fittesten Genom abhängt. Mittlerweile wird das Konzept der Quasispezies überdies aber auch diskutiert, um das Verhalten bakterieller Kollektive, die zelluläre Replikation, die Stammspezifität von Prionen oder die Dynamik von Tumoren zu untersuchen. Und in einem Review von 2018 fassen Esteban Domingo und Celia Perales aus Madrid zusammen, warum nur biologische Systeme als Ganze evolutionen Kräfte unterliegen (*Eur Biophys J.*, 47:443457). Holismus sei demnach selbst der „Wirkort“ der Evolution.

Aus holistischer Sicht sind die Eigenschaften höherer hierarchischer Ordnung nicht aus den unteren Systemebenen vorhersagbar. Vielmehr entstehen sie in einem Netzwerk rückgekoppelter Prozesse. Als derartige nicht-lineare Systeme kann jegliches pro- und eukaryotische Leben verstanden werden. Alle Biosysteme organisieren sich dynamisch unter zunehmender Komplexität selbst.

Selbstorganisation ist dabei mehr als nur philosophisches Konzept. Es ist das empirisch überprüfbare Herzstück, um nicht-lineare Biosysteme zu verstehen. Milos Galic, Experte für Zelldynamik und Nachwuchsgruppenleiter an der Westfälischen Wilhelms-Universität Mün-



## SIE SIND DOCH KEIN ROBOTER...

### BEFREIEN SIE SICH VOM ROUTINE-PIPETTIEREN

# INTEGRA

Besuchen Sie uns in  
Halle 20, Stand D54

### ASSIST PLUS automatisiert Mehrkanalpipetten

Automatische Verdünnungsreihen, Reagenzzugaben und Probenumformattierungen 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)

ter, veranschaulicht das folgendermaßen: „Fische in einem Aquarium schwimmen, wohin sie möchten. Erhöht man aber ihre Anzahl, organisieren sie sich spontan selbst und fangen an, im Kreis zu schwimmen. Derartiges Schwarmverhalten sehen wir auch in der mikroskopischen Welt, beispielsweise bei Zellen auf einer Glasplatte. Ab einer bestimmten Zelldichte entstehen Gruppenverbände, die sich koordinieren. Und diese erlauben uns, zelluläre Selbstorganisation im Mikroskop zu studieren und zu manipulieren.“

Selbstorganisation kann neben solch einer Phasentransition auch durch Reaktionsdiffusion erklärt werden. Galic weiter: „Um Strukturen in einem bestimmten Abstand aufzubauen, seien es Filamente des Cytoskeletts oder Streifenmuster im Gewebe, bedarf es im Prinzip nur einer stehenden Welle eines lokalen Gradienten. Um die dafür notwendige biochemische Inhomogenität zu erzeugen, reichen zwei interagierende Komponenten. Die erste Komponente sorgt für eine globale Inhibierung, die zweite aktiviert eine bestimmte Eigenschaft lokal über den inhibierten Hintergrund.“

Das Faszinierende daran hatte bereits der oben erwähnte Computerpionier Alan Turing im Jahr 1952 erkannt. Durch *Local-Excitation*-,

terner Stimulus notwendig. Aus kleinen Unterschieden in stochastischen Fluktuationen wird spontan ein Signal, verstärkt sich selbst und kontrolliert dezentral und autonom Eigenschaften wie zelluläre Form, Polarisation und Migration.“

## Von Wellen und Bananen

Dafür hat er einen weiteren Vergleich parat: „Topographisch gesehen sind Zellmembranen wie die Meeresoberfläche. Kleine und große Wellen überlagern sich und bilden eine komplexe Oberfläche. Wenn das mit Lipid-Membranen geschieht, können bananenförmige BAR-Proteine an ganz spezifische Krümmungen binden und über zahlreiche Signalkaskaden das Aktin-Cytoskelett regulieren. Als Konsequenz bilden Zellen beispielsweise lokal Filopodien aus – also fingerförmige Fortsätze, um sich ihre Umgebung anzuschauen.“

Galic weiß zu begeistern: „Das funktioniert wie in einem Lego-Baukasten. Je nachdem, welche Art BAR-Protein wir modulartig zusammengeben, unterscheidet sich die Natur der Auswüchse – und damit das Verhalten der Zelle.“ Wer mehr über derartige mechano-chemi-

begeistert, dem sei ihr kürzlich in *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* erschienener Review ans Herz gelegt (373 (1747): 20170113). „Selbstorganisierende Module sind nicht länger ein Nischenprodukt. Derartige Ideen gewinnen an Momentum“, heißt es darin.

Und das nicht nur auf Zellebene. Die Tierökologin Heike Feldhaar der Universität Bayreuth erläutert etwa dazu: „Arbeitsteilung bei Arthropoden ist ein typisches Beispiel dafür, wie Interaktion zu neuen Eigenschaften führt. Aktuell versuchen wir zu verstehen, wie soziale Insekten durch bestimmte Verhaltensmechanismen auf Kolonieebene ihre Immunität verbessern und durch welche Zugangsbeschränkungen beispielsweise verhindert wird, dass Pathogene in eine Kolonie eingeschleppt werden.“

## Ordnung im Chaos

Die Erforschung nicht-linearer Systeme ist nebenbei aber auch ein Beispiel gelungener Wissenschafts-PR. Denn jeder hat schon vom Städte-verwüstenden Schmetterlingseffekt als plakativem Beispiel der Chaostheorie gehört. Der erste experimentelle Nachweis chaotischen Verhaltens in einem Biosystem gelang den dänischen Biochemikern Lars F. Olsen und Hans Degn im Jahr 1977, als sie kontinuierlich NADH zur Meerrettich-Peroxidase pumpten und dessen Oxidation anhand der Konzentration freien Sauerstoffs maßen (*Nature* 267: 177-78). Zu ihrer Überraschung beobachteten sie bei manchen Enzymkonzentrationen nicht-periodische Oszillationen in der O<sub>2</sub>-Konzentration. Diese beruhten weder auf Signalrauschen noch auf einer komplizierten Periode des oszillierenden Signals. Am Ende hinterließ die Studie mehr Fragen als Antworten.

Seitdem fand man mannigfach ähnliches chaotisches Verhalten – auch in der Medizin: in der Leukozytenzahl von Leukämie-Patienten, im Herzrhythmus, in epidemiologischen Studien von Infektionskrankheiten, im Ausfall von Hirnfunktionen beim Schlaganfall, bei der Tumorentstehung, im Elektroenzephalogramm gesunder Menschen im Vergleich zu Epileptikern.

Was genau aber meint „chaotisches Verhalten“? Das anschaulichste Beispiel bieten vielleicht Räuber-Beute-Modelle in der Populationsdynamik. Diese beruhen auf einfachen, nicht-linearen Differentialgleichungen wie beispielsweise den knapp hundert Jahre alten Lotka-Volterra-Gleichungen (*Elements of Physical Biology*, Williams & Wilkins Company, Baltimore, 1925). Komplexere Populationsmodelle heißen *Switching Function*, *Fitness Gradient* oder *Optimal Trait*. Wer sich für deren mathematische Grundlagen interessiert, dem sei in diesem Jahr erschienener Review emp-



Als es noch keine Trennung zwischen Philosophie und Wissenschaft gab: Platon und Aristoteles im Gespräch. (Ausschnitt aus Raffaels Fresko „Die Schule von Athen“)

*Global-Inhibition* (LEGI)-Konzepte lassen sich Muster aus dem Nichts bilden. Und genau das interessiert Galic: „In einem selbstregulierenden System ist zur Musterausbildung kein ex-

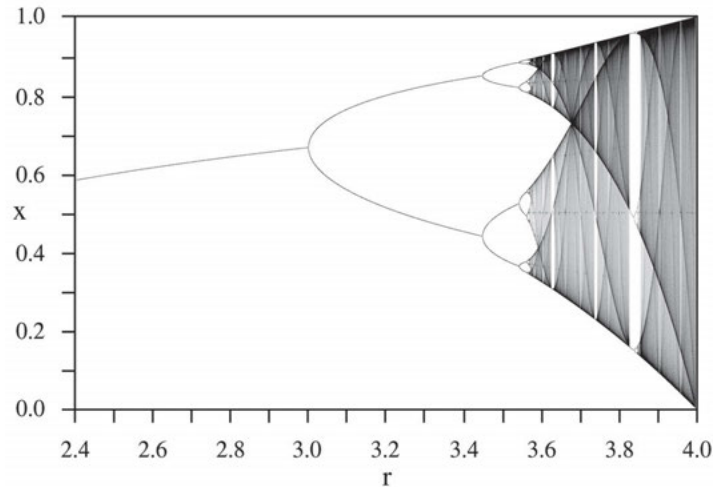
terne Selbstorganisation erfahren möchte, darf sich auf die in Kürze erscheinende *Nature Physics*-Publikation der Galic-Gruppe freuen. Wer sich hingegen mehr für mathematische Details

fohlen, zu dem unter anderen die Potsdamer Ökologen Ellen van Velzen und Toni Klauschies beitragen (*Ecol Lett.* 22: 390-404).

Obwohl diese Gleichungen kurz und knackig sind, können sie komplexe Verhaltensmuster erzeugen. Sie beschreiben, wie sich die Größe einer Population stetig ihrer Kapazitätsgrenze nähert, wie sie periodisch oszilliert – oder wie sie in chaotische Muster umspringt, die nicht von stochastischen Fluktuationen unterschieden werden können. Erstaunlich daran ist, dass zum Übergang von einem zum anderen Verhalten nur ein einzelner Parameter geändert werden braucht – nämlich die Wachstumsrate der Population.

Ebenso erstaunt, dass innerhalb des chaotischen Verhaltens Ordnungsmuster – sogenannte Attraktoren – auftreten, denen ein System langfristig zustreben kann. Räuber-Beute-Zyklen etwa streben nach Wetterkatastrophen oder Tierseuchen immer ringförmigen Attraktoren zu: die Größen von Raubtier- und Beutepopulationen oszillieren zyklisch zeitversetzt zueinander.

Zudem geschieht der Übertritt zu chaotischem Verhalten nicht plötzlich. Zuerst schwankt die Populationsgröße von Genera-



**Feigenbaum-Diagramm:** Macht chaotisches Verhalten beschreibbar, aber nicht vorhersagbar (siehe Text).

tion zu Generation zwischen zwei Zuständen. Diese Verdopplung der Attraktoren wird als Periodenverdopplung bezeichnet. Wird die Wachstumsrate weiter erhöht, treten Periodenverdopplungen in immer kürzeren Abständen auf. Das System geht in Chaos über, wie im Feigenbaum-Diagramm formschön illustriert (siehe Abbildung).

Im Feigenbaum-Diagramm der logistischen Gleichung  $x_{n+1} = rx_n(1-x_n)$  gibt die hori-

zontale Achse die Wachstumsrate  $r$  einer Population an, während die vertikale Achse die Anzahl  $x$  möglicher Populationszustände widerspiegelt. Demnach ist auch im Chaos Ordnung sichtbar. Der chaotische Bereich ist immer wieder von Intervallen periodischen Verhaltens unterbrochen.

Obwohl derartige Systeme komplett durch mathematische Gleichungen beschrieben werden, sind sie nicht vorhersagbar. Das hat drei



Schützt, was wichtig ist.

Präzise Temperatur zur Lagerung sensibler Produkte.  
Zuverlässiges Alarm- und Dokumentationssystem.

Qualität, Design und Innovation



www.lab.liebherr.com  
vertrieb.gewerbe.lhg@liebherr.com

**LIEBHERR**

Gründe. Erstens sind winzige Ungenauigkeiten in Anfangswerten, sei es durch Rundungsfehler im Computer oder experimentelle Messungenauigkeiten, nicht vermeidbar und überschatten früher oder später jede wissenschaftliche Untersuchung. Was keine Frage der Sorgfalt, technischen Ausstattung oder Rechenkapazität ist. Denn es wird praktisch unmöglich bleiben, jede Anfangsbedingung mit unendlich genauer Präzision zu kennen.

Auch der zweite Grund dieser Unvorhersagbarkeit ist praktischer Natur. Ein biologisches System wird nie erneut in einem komplett identischen Zustand sein. Mechanismen der Selbstverstärkung, beispielsweise durch Rückkopplung, führen zu einem exponentiellen Wachstum winziger Unterschiede der Anfangsbedingungen – und somit zu abweichenden Untersuchungsergebnissen.

## Wissenschaft in der Krise

Schlussendlich scheitert die Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme an Heisenbergs Unschärferelation: Ort und Impuls eines quantenmechanischen Objekts können nie gleichzeitig bestimmt werden. Diese Erkenntnis wird üblicherweise in makroskopischen Systemen vernachlässigt. Bei chaotischem Verhalten nehmen ihre Auswirkungen durch Selbstverstärkung aber makroskopische Dimensionen an. Jeder Biowissenschaftler sollte sich also bewusst sein, dass deterministische Voraussagbarkeit langfristig nur ein Trugschluss ist. Die besten Prognosen bleiben die für kurze Zeitspannen.

Ein Verzicht auf Determinismus stellt indes einen wissenschaftlichen Paradigmenwechsel dar. Dieser verändert nicht nur die philosophische Sicht der Welt, sondern beeinflusst auch alle wissenschaftlichen Problemlösungsverfahren. Laut dem Wissenschaftsphilosophen Thomas Kuhn ist ein neues Paradigma nicht „wahrer“ als das alte (*The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1962). Es löst nur die aktuell relevanteren Probleme, indem es Fragen stellt, die vorher nicht möglich waren.

Seit jeher geraten naturwissenschaftliche Disziplinen in Krisen, die zum revolutionären Wandel ihrer Grundannahmen führen. Der Wissenschaftsphilosoph Francis Bacon formulierte beispielsweise im Jahr 1620 in seinem Buch *„Novum Organum Scientiarum“* das Falsifikationsprinzip, nach dem ein einziges Gegenbeispiel eine Hypothese zu Fall bringt. Bacons philosophische Überzeugung, dass nur Beobachtung, Experiment und logische Analyse zu Erkenntnis führt, revolutionierte das Wissenschaftsverständnis jener Zeit. Seiner empirischen Vorgangsweise folgen Biowissenschaftler noch heute.

Konzepte, die dagegen im Widerspruch zur empiristischen Deutung der Wissenschaft stehen, werden heutzutage vernachlässigt. Das findet zumindest der Wissenschaftstheoretiker Ludger Jansen vom Institut für Philosophie der Universität Rostock: „Angeregt durch den Erfolg der wissenschaftlichen Revolution in der Neuzeit gab es in der Wissenschaftsphilosophie eine Fokussierung auf beobachtbare Größen und Ereignisse. Die meisten Kausalitätstheorien erfassen heute daher nur sogenannte Wirkursachen“. Damit bezieht er sich auf Aristoteles’ vier Arten von Ursachen, die auch nach mehr als zwei Jahrtausenden noch bedeutsam sind, da ohne Kausalität keine Bioforschung möglich wäre.

Jansen erklärt: „Wenn ein Handwerker einen Tisch herstellt, macht er das etwa aus Holz. Das ist die Materialursache. Er hat einen Plan im Kopf, was er machen möchte. Das ist die Formursache. Er macht es für einen Zweck, beispielsweise um am Tisch essen zu können. Das ist die Zweckursache. Und dann ist da natürlich das Tun des Handwerkers selbst. Das ist die Wirkursache.“

In den Biowissenschaften wäre beispielsweise ein Enzym die Wirkursache für eine katalytische Reaktion. Funktionen von Molekülen oder Organen wären typische Zweckursachen; die Frage, warum Leben auf Kohlenstoff und nicht dem chemisch ähnlichen Silizium basiert, spürt der Materialursache nach. Zweck- und Materialursachen können experimentell nicht erfasst werden. „Das vierte Erklärungsmuster, die formale Verursachung, dagegen erscheint wiederum greifbar. Sie ist immer dann von Bedeutung, wenn taxonomische Hierarchien eine Rolle spielen – also wenn ein Ding eine Eigenschaft hat, weil es zu einer Art gehört. Weil beispielsweise ein Wal ein Säugetier ist, atmet er mit Lungen anstelle von Kiemen“, erklärt Ludger Jansen. Sein bis 2020 gefördertes Forschungsprojekt, „Formale Verursachung bei Aristoteles und in der Analytischen Metaphysik und Wissenschaftsphilosophie“ möchte zeigen, wieso etwa biologische Phänomene durch einen Verweis auf die Artzugehörigkeit erklärt werden können.

Für den Biowissenschaftler klingt das vielleicht abstrakt. Der fundamentale Einfluss konzeptioneller Klärung kann aber kaum überschätzt werden. Wie soll es der Biowissenschaft gelingen, Phänomene wie Gedächtnis, Intelligenz, Bewusstsein oder Emotion mechanistisch zu ergründen, wenn jede biologische Disziplin darunter etwas Verschiedenes versteht?

Wie produktiv die philosophische Bestimmung biowissenschaftlicher Begriffe tatsächlich sein kann, zeigt die in Rostock praktizierte Zusammenarbeit mit Georg Fuellen vom Institut für Biostatistik und Informatik. Ausgehend von einer Arbeitsdefinition für „Gesund-

heit“ extrahierten die Wissenschaftler alle Gene aus der Literatur, die mit bestimmten Aspekten von Gesundheit assoziiert sind. Dann nutzten sie verfügbare Annotations- und Interaktionsdaten, um sie in Netzwerkdigrammen zu organisieren (*bioRxiv*, doi 10.1101/355131). Diese interaktiven *Healthspan Pathways* stellen beispielsweise den Effekt einer Kalorienbeschränkung auf das Transkriptom dar ([www.h2020awe.eu/index.php/pathways/](http://www.h2020awe.eu/index.php/pathways/)). Ihr Projekt ist Teil des EU-geförderten Horizon 2020-Programms „Ageing with elegance“ und soll es zukünftigen Studien über gesundes Altern besser erlauben, die richtigen Fragen zu stellen.

## Voreingenommenheit ablegen

Womit wir genau bei der Stärke einer philosophischen Herangehensweise angekommen wären. Die Wahl des konzeptionellen Rahmens ist maßgeblich sowohl für die Präzision wissenschaftlicher Fragestellungen, als auch für die Interpretation experimenteller Befunde. Deshalb kann die philosophische Analyse – oder, wie Kant es 1787 formulierte, die „Revolution der Denkungsart“ – zur Lösung jeglichen naturwissenschaftlichen Problems beitragen.

Wie könnte biowissenschaftlicher Fortschritt in Zukunft demnach also forciert werden? Die eigene philosophische Voreingenommenheit wie auch zugrundeliegende Denkmuster zu hinterfragen, wäre sicher ein guter Startpunkt. Milos Galic von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster meint dazu: „Dafür wäre die Aufhebung klassischer Disziplinen notwendig. Wir brauchen mehr Leute, die nicht die klassische biologische, physikalische oder medizinische Ausbildung haben, sondern die gewissermaßen Hybride sind. Leider ist ein solches Profil immer noch die Ausnahme.“

Immerhin, ein paar Leute wie eben Galic sowie Ludger Jansen und Georg Fuellen scheinen schon mal auf einem guten Weg.

Henrik Müller



Illustr.: Nishant Choksi



## Perfect Timing

Hätte ich einen oder zwei Wünsche frei und könnte mir etwas wünschen, das meinen Labor-Alltag leichter macht – ich hätte da schon einige Ideen... Eine dritte Hand wäre beispielsweise in manchen Situationen recht hilfreich. Oder ein paar Minuten mehr pro Stunde. Oder ein automatischer Auffülldienst, der leere Flaschen von alleine wieder füllt... Ein automatischer Abfallentsorger wäre auch klasse: Mülltüte voll, rausnehmen, entsorgen, leere Mülltüte wieder rein, fertig! Da würde ich nicht nein sagen.

Vor ein paar Jahren kam mal eine Vertreterin zu mir und meinte, sie hätte DIE innovative Hilfe dabei, die meinen Alltag ganz sicher einfacher macht. Ich war gespannt. Und dann packte sie den „Speedy Triple Time Timer“ aus.

„Na? Das ist es doch, oder?“

Ihre Begeisterung sprang nicht wirklich auf mich über.

„Drei verschiedene Zeiten, Time up and down, jederzeit frei wählbar, kombinierbar und kinderleicht zu bedienen.“ So ihre Worte.

Ich fragte mich allerdings schon beim ersten Kontakt mit meinem neuen Labor-genossen, warum er eigentlich Speedy hieß. Zählte er am Ende die Sekunden schneller runter? Das wäre wirklich innovativ!

### Piepsen, Klingeln, Blinken

Bevor sich die Namensgebung jedoch klären ließ, erzählte mir die Dame alles Mögliche über die verschiedenen Einstellungen: „Time 1‘ drücken, eingeben, bestätigen, nochmal kurz drauf und los geht `s! Sehen Sie?“

Was ich sah, haute mich nicht direkt vom Hocker. Dass eine eingestellte Zeit von 25 Minuten im Sekundentakt runtertickt, war von einer Sensation so weit entfernt wie ich vom Extremsport. Und von einer „innovativen Sensation“ allemal.

„Bis zu drei verschiedene Zeiten und Funktionen können Sie ganz einfach einstellen. Schauen Sie: Drücken, Eingabe, Wechsel, noch mal drauf, dann die nächste Zeit wählen, drücken, eingeben, und ‚START‘. Up and down parallel, alles kein Thema!“

Speedy blinkte jetzt überall auf und ab. Jeder Druck auf einen Knopf löste ein leises Piepen aus, nur der Startknopf hatte ein eigenes Signal. Ich war gespannt auf das Signal beim Erreichen der Zielzeit. Vielleicht konnte Speedy ja was, was noch keiner seiner Vorgänger drauf hatte. Beethovens Fünfte oder ähnliches.

So weit kam Speedy aber erst gar nicht. Die Dame hatte alle Zeiten großzügig eingestellt, sodass sie längst das Labor verlassen hatte, als Speedy sich erstmals bemerkbar machte. Allerdings nicht mit Beethovens Fünfter. Nachdem er das zweite Mal geklingelt hatte, überlegte ich fieberhaft, wie ich die „Time up“-Funktion beenden könnte. Ich kam zu dem Schluss, dass spätestens nach 99 Minuten und 59 Sekunden Ende sein müsste. Beethoven hin oder her.

Als ich am nächsten Tag Speedy in Gebrauch nehmen wollte, konnte ich mich nur noch schemenhaft an die Anweisungen vom Vortag erinnern. Erst drücken, dann eingeben, bestätigen, START? Aber warum startete Speedy dann nicht? Ich drückte noch mal. Vielleicht auf ‚Time 2‘? Jetzt blinkte plötzlich meine eingegebene Zeit auf ‚Time 1‘. Ich drückte START, aber dann lief ‚Time 1‘ auf ‚Time up‘. Warum das denn? Und warum startete ‚Time 2‘ nicht? Ich drückte wieder, und noch mal, START, Eingabe, bestätigen... Ich befürchtete, Speedy würde gleich sein Arbeitsverhältnis kündigen. Mittlerweile blinkte Speedy auf allen Kanälen, und ich war ratlos. Vielleicht hätte Beethoven eine Lösung gehabt?

Annette Tietz



Sie haben einen ersten naturwissenschaftlichen oder ingenieurwissenschaftlichen Hochschulabschluss und möchten einen Schritt weiter kommen, aber Ihren Beruf nicht aufgeben? Dann ist der Fernstudiengang Biotechnologie (M.Sc.) genau der richtige Weg für Sie!

Ein moderner Studiengang, so wie ein Fernstudium sein sollte:

- Die Hochschuldozenten haben die Vorlesungen zu großen Teilen als **Lehrfilm** erstellt, d.h. diese sind flexibel verfügbar.
- Die Teilnehmer erhalten eine **engmaschige Betreuung durch Experten** auf dem jeweiligen Feld, welche Ihnen alle Fragen zu den Lehrmaterialien in Tutorien beantworten.
- In **drei Präsenzphasen** von insgesamt vier Wochen Dauer werden an der Hochschule Esslingen wichtige Grundlagen der Biotechnologie vorwiegend anhand von Laborübungen vermittelt.

Jetzt informieren!

**Jetzt anmelden!**

Die Anmeldefrist für das Wintersemester 2019/2020 endet am 15. Juli 2019.

Part of **SPRINGER NATURE**

springer-campus.de



## Einsichten eines Wissenschaftsnarren (20)

# Liebe Dein Null-Resultat nicht weniger als Dein statistisch signifikantestes...

... – denn es ist oftmals wichtiger, als viele denken!

Saublöd. Ein Riesenaufwand. Knockout-Mauslinie herstellen lassen. In Background-Linie und dann in zehn Generationen von Wurfgeschwistern gekreuzt. Die vielen Genotypisierungen. Und dann erst die Experimente im Krankheitsmodell: Magnetresonanztomographie, Histologie, Verhaltensuntersuchungen.

Am Ende: Kein Phänotyp! Die Knockout-Maus scheint eine Maus wie jede andere. Selbes Resultat, kein Unterschied zum Wildtyp.

Aber halt! Es muss natürlich heißen: Kein *statistisch signifikanter* Unterschied zum Wildtyp. Wir können also nicht mal sagen, dass Wildtyp gleich Knockout – sondern nur: Wenn da ein Unterschied wäre, ist er wohl kleiner als die detektierbare Effektgröße – abhängig von Stichprobengröße, Fehlerniveau (also alpha und beta) sowie der Varianz unserer Ergebnisse.

Dabei hatten wir die Serie von Experimenten gut vorbereitet: Die Fallzahl wurde *a priori* bestimmt – und so gewählt, dass wir einen Unterschied von einer Standardabweichung hätten finden können. Statistiker sagen dazu *Cohen's d = 1*, was als substanzieller Effekt gilt.

Und mehr Tiere als 34 (!) waren nicht drin. Wäre sonst alles zu aufwendig und würde zu lange dauern – für die Doktorandin, und auch für den DFG-Antrag.

Was nun? Publizieren? Ist doch ein Null-Resultat! Wie sieht das im Lebenslauf aus? Außerdem: Wen interessiert

das schon? Und welches reputierliche Journal würde das überhaupt publizieren?

Etwas in dieser Art – nicht notwendigerweise mit Knockout-Mäusen – spielt sich vermutlich in vielen Laboren weltweit durchaus häufig ab: Resultate von Experimenten, die sauber durchgeführt werden, aber nicht zur Ablehnung der Null-Hypothese taugen – und deshalb in der Schublade verschwinden.

Ein Riesenfehler, denn eigentlich sollten wir unsere Null-Resultate lieben wie unsere hoch signifikanten!

Aber ist das nicht Blödsinn? Ein Resultat, das uns einen Schritt näher zur Heilung der Alzheimer-Erkrankung oder von Brustkrebs führt, ist doch viel toller als eine *Null*? Zumal wir mit der *Null* nicht einmal sagen können: „Da ist *kein* Effekt!“

Vergleichen wir das Ganze mal mit den Entdeckungsreisen von Christoph Columbus. Amerika zu entdecken, das war doch ein signifikantes Ergebnis – viel toller, als auf dem Ozean rumzueiern und nur endloses Wasser zu sehen. Aber halt! Um eine Seekarte zu erzeugen, mit der man sich zur Entdeckung fremder Länder aufmacht, muss man auch wissen, wo *keine* Inseln und *keine* Untiefen sind. Ohne solch eine Karte, die die Seefahrer vor Columbus angelegt hatten, wäre dieser gar nicht losgesegelt. Und im übrigen wollte er ja den Seeweg nach Indi-

en entdecken! So gesehen war er also *nicht* erfolgreich – und sein Ergebnis falsch-positiv, denn er dachte bis zu seinem Tod, den Seeweg nach Indien entdeckt zu haben.

Nochmals zurück zum Experiment, das den Schlüssel zur Heilung der Alzheimer-Erkrankung bringen könnte – und dem Vergleich mit einem Experiment ohne statistisch signifikantem Ergebnis. Mal ganz ehrlich: Wie viele dieser weltverändernden Resultate kann es überhaupt geben? Und wie wahrscheinlich ist es, dass es dann auch noch wir sind, die diesen Jackpot gewinnen? Nicht Null, aber gering. Ist es so gesehen nicht beruhigend, wenigstens dazu beigetragen zu haben, dass die „Karte“ der Biologie etwas genauer geworden ist – inklusive dem, was da so alles schiefgehen kann (Wir nennen das „Krankheitsmechanismen“)? Und dass wir nun alle ein bisschen besser „navigieren“ können?

Zumal noch dazukommt, dass wir das statistisch *signifikante* Resultat in der Regel hinsichtlich seiner wahren Signifikanz überschätzen! Der p-Wert, der *signifikante*, kann uns nämlich nicht sagen, wie wahrscheinlich es ist, dass wir mit unserer Hypothese tatsächlich richtig lagen. Genauso wenig wie uns das Null-Resultat etwas darüber sagt, ob die Hypothese falsch war. Dies liegt daran, dass wir nicht wissen, wie wahrscheinlich die Hypothese überhaupt war. Und ebenso an der

meist zu geringen statistischen Power. Mit genügend groß angelegten Experimenten kann man nämlich jeden Vergleich statistisch signifikant werden lassen. Oder man kann umgekehrt mit zu kleinen Fallzahlen die Null-Hypothese niemals ablehnen müssen.

Was die Hypothesen selbst angeht: Viele unserer Hypothesen sind (hoffentlich!) sowieso recht unwahrscheinlich. Denn sonst wären wir langweilige Wissenschaftler. Und wenn die Hypothesen unwahrscheinlich sind, nimmt die Rate der falsch-positiven Resultate rasant zu – trotz statistischer Signifikanz. (Wem das jetzt spanisch vorkommt, dem sei mein närrischer Beitrag „Wie originell sind eigentlich Ihre Hypothesen?“ in *Laborjournal* 4/2017, Seiten 24 bis 25, empfohlen.)

Experimentelle Studien müssen also derart angelegt sein, dass die Ergebnisse auch dann interessant, das heißt informativ sein müssen, auch wenn die Null-Hypothese nicht abgelehnt wird. Der Fokus sollte dabei nicht auf der statistischen Signifikanz des Resultats liegen – sondern statt-



Foto: BIH/Thomas Rafalzyk

## Ulrich Dirnagl

leitet die Experimentelle Neurologie an der Berliner Charité und ist Gründungsdirektor des QUEST Center for Transforming Biomedical Research am Berlin Institute of Health. Für seine Kolumne schlüpft er in die Rolle eines „Wissenschaftsnarren“ – um mit Lust und Laune dem Forschungsbetrieb so manche Nase zu drehen.



dessen auf der Fragestellung samt der dazu passenden Methodik und der Analyse. Nur diese kann der Wissenschaftler nämlich beeinflussen, die Ergebnisse nicht! Außer er schummelt.

Wir sind ja gerade zu Recht stolz darauf, dass Wissenschaft sich selbst korrigiert – dass falsche Schlüsse also durch nachfolgende Experimente wieder ausgemerzt werden. Allerdings kann das nicht richtig funktionieren, wenn Resultate, die nicht die von uns erwünschten Ergebnisse erbringen, in der Schublade verschwinden – der sogenannte *File-Drawer*-Effekt.

Wann aber sind Null-Resultate informativ? Wenn sie nach den Regeln der Wissenschaft geplant und durchgeführt werden und ausreichend statistische Power haben. Wenn sie zum gegenwärtigen

Stand der Forschung etwas beitragen. Wenn sie potenziell nützlich sind für die Forschergemeinde. Wenn sie uns von Irrwegen oder unnötigen Experimenten abhalten. Oder wenn wir die Ergebnisse in Meta-Analysen aggregieren können.

### »Null-Resultate erzeugen wichtige Wegmarken und Grenzen.«

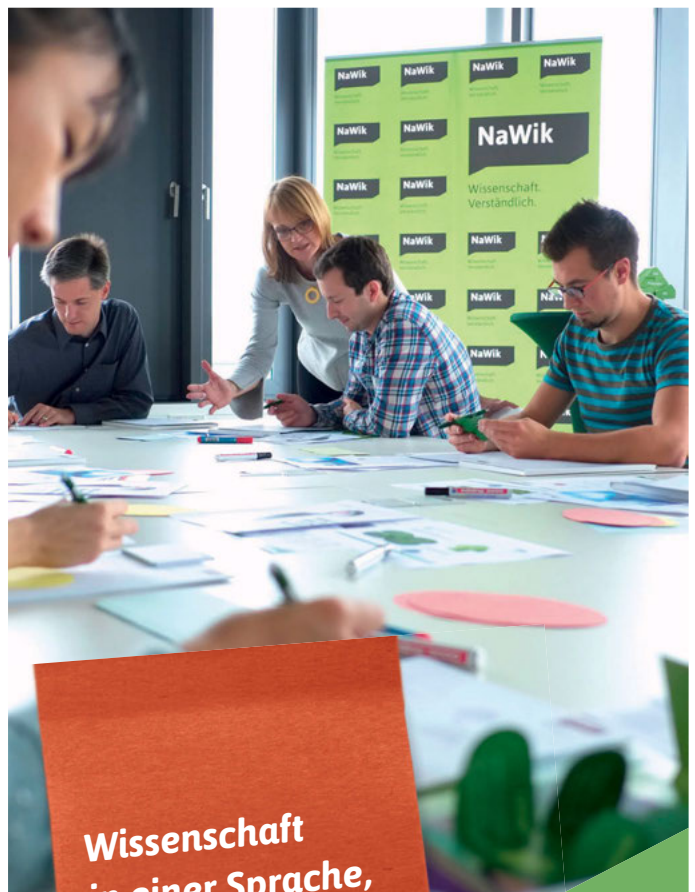
Null-Resultate haben überdies eine Vielzahl von tollen Eigenschaften. Sie sind beispielsweise robuster als statistisch signifikante Ergebnisse. So komisch das auch klingt: Ein Null-Resultat ist mit viel höherer Wahrscheinlichkeit richtig als ein statistisch signifikantes. Null-Resultate können unsere Kollegen davon abhalten, sich unnötig in Sackgassen zu verrennen. Null-Resultate, sofern veröffentlicht, machen Evidenzsynthesen in Form von Meta-Analysen erst aussagekräftig. Null-Resultate erzeugen einen „Korridor“ von Wissen – sie erzeugen Wegmarken und Grenzen, in denen statistisch signifikante Ergebnisse erst ihre volle Kraft entfalten.

Und was ist jetzt von dem Argument zu halten, dass sie sich schlechter veröffentlichen lassen? Das mag vor einer Reihe von Jahren tatsächlich so gewesen sein. Richtig ist sicher, dass sie sich kaum in vermeintlichen Top-Journals veröffentlichen lassen. Außer es handelt sich um ein Null-Resultat, das an einem Dogma oder Lehrbuch-Wissen kratzt und zudem aus einem prominenten Labor stammt. Aber inzwischen haben das Wissen um die Nützlichkeit von Null-Resultaten sowie der Schaden, den das Selektieren von statistisch signifikanten Resultaten erzeugt hat (Stichwort „Replikationskrise“), vielfach zu einem Paradigmenwechsel in der Journal-Landschaft geführt. Neue Journale sind entstanden, und etablierte haben mittlerweile sogenannte „*Null and Negative Results Sections*“. *PLOS One*, *Peer J* oder *F1000Research* publizieren Studien sowieso ganz unabhängig von deren statistischem Ausgang – Fragestellung, Methodik und Analyse müssen stimmig sein, dann wird veröffentlicht. Das Webtool *FIDDLE* des Berliner *QUEST*-Centers kann Ihnen helfen, den richtigen Veröffentlichungsweg für Null-Resultate zu finden (*URL siehe unten*).

Und sind Null-Resultate nun schlecht für die Karriere, kontaminieren sie den Lebenslauf? Die Charité beispielsweise belohnt inzwischen die Veröffentlichung von Null-Resultaten mit zusätzlichen Forschungsmitteln. Auch fragt sie Bewerber auf Professuren danach, ob sie schon mal Null-Resultate veröffentlicht haben – und ob sie dies auch weiterhin vorhaben. Ein zarter Anfang, aber immerhin ein Hinweis, dass sich auch im Karrieresystem ganz langsam was ändert.

Daher zum Schluss mein Kalenderspruch für den Monat Mai: „In der Wissenschaft ist ein Experiment nur dann gescheitert, wenn es zu *keinem* Ergebnis geführt hat.“

*Inspiriert wurde mein Beitrag von Anne Scheels Blogpost „Why we should love null results“: <https://tinyurl.com/yazya2j3>. Hilfestellung beim Publizieren von Null-Resultaten finden Sie bei FIDDLE – File Drawer Data Liberation Effort: <http://s-quest.bihealth.org/fiddle/>. Weiterführende Literatur und Links finden sich wie immer unter: <http://dirnagl.com/lj>.*



Wissenschaft  
in einer Sprache,  
die jeder versteht.

**NaWik**  
Nationales Institut für  
Wissenschaftskommunikation  
Wissenschaft.  
Verständlich.

Das Nationale Institut für Wissenschaftskommunikation bietet praxisnahe Seminare, Workshops und E-Learning-Kurse an. Hier können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Studierende sowie Öffentlichkeitsarbeiterinnen und Öffentlichkeitsarbeiter ihre kommunikativen Kompetenzen stärken.

Wissenschaftliche Einrichtungen und Arbeitsgruppen können Nawik-Seminare für ihre Mitarbeiter vor Ort buchen oder dafür unsere Institutsräume in Karlsruhe nutzen.

Das Seminarportfolio reicht von Schreibseminaren über Interviewtrainings bis hin zu Social-Media-Kursen.

Alle Seminartypen finden Sie unter [www.nawik.de/seminare/](http://www.nawik.de/seminare/)

Jährlich kommt das NaWik mit wechselnden Seminartypen in zehn verschiedene Städte in Deutschland. Mit dieser Kompaktreihe erhalten Einzelbucher die Möglichkeit an einem eintägigen Seminar teilzunehmen.

Weitere Informationen unter [www.nawik.de/veranstaltungen](http://www.nawik.de/veranstaltungen)

## Frisch erforscht

» Dass es Bakterien geben muss, die alleine von Luft leben, hatten Mikrobiologen schon lange vermutet. Lange Zeit gelang es aber nicht, solche **mikrobiellen Lebenskünstler** zu isolieren – bis jetzt. Wiener Forscher des Zentrums für Mikrobiologie und Umweltsystemwissenschaft um **Alexander Tveit** präsentierten in PNAS das Bakterium *Methylocapsa gorgona*, das dieses Kunststück vollbringt. Neben Methan holt es sich Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenmonoxid und Wasserstoff aus der Umgebungsluft und nutzt die Gase direkt für sein Wachstum (DOI: 10.1073/pnas.1817812116).

» 80.000 Jahre alte chinesische Elefantenzähne erzählen interessante Geschichten. Dazu sollte man allerdings die Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope im Zahnschmelz analysieren, wie Tübinger Forscher um **Hervé Bocherens** zusammen mit chinesischen Kollegen in Quaternary Science Reviews (212: 33-44) berichten. Denn die Isotope verraten etwas über die Unterschiede in der Ernährungsweise der Tiere. Den Tübingern fiel dabei vor allem auf, dass der heute noch lebende asiatische Elefant sich offenbar vielfältiger ernährte als das mittlerweile ausgestorbene Rüsseltier *Stegodon*. „Diese unterschiedliche Ernährungsmethode könnte sowohl eine Erklärung für die parallele Existenz der beiden Rüsseltiere im Pleistozän, als auch einer der Gründe für das **Aussterben von *Stegodon*** sein“, vermutet Projektleiter Bocherens.

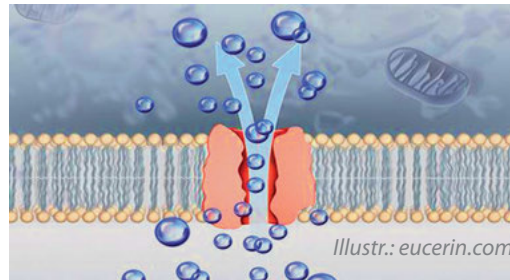
» Der Spindelapparat sorgt dafür, dass es bei der Zellteilung geordnet zugeht und jede Tochterzelle die ihr zustehende Hälfte des genetischen Materials bekommt. Die Pole dieser Mikrotubuli-Spindeln bilden die **Zentrosomen**. Die Münchner Zellbiologin **Tamara Mikeladze-Dvali** und ihr Team haben im Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* das bisher unbekannte Protein PCMD-1 identifiziert, welches für den Zusammenbau der Zentrosomen zwingend notwendig ist. „Fehlt PCMD-1, hat das verheerende Auswirkungen auf den Aufbau des Spindelapparats und die Zellteilung“, erklärt die Forscherin (Current Biology, doi.org/10.1016/j.cub.2019.03.029). -HZA-

## Berlin

### Wasser marsch!

Arzneimittel entwickeln ist ein mühsames Geschäft. Oft scheitern neue Wirkstoffe nach jahrelanger Forschung – entweder, weil sie im Menschen doch nicht den gewünschten Effekt haben, oder weil sie fiese Nebenwirkungen hervorrufen. Eine interessante Alternative zur kompletten Neuentwicklung ist es daher, schon eingeführte und getestete Wirkstoffe gegen andere Krankheiten einzusetzen als diejenigen, die im Beipackzettel angegeben sind. Wobei allerdings oft der Zufall mithelfen muss. So wie im Fall von Fluconazol, das seit langem gegen Pilzbefall verschrieben wird. Forscher am Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin in Berlin um **Enno Klußmann** und **Kai Schmidt-Ott** erklärten kürzlich im *Journal of the American Society of Nephrology*, dass und wie Fluconazol auch in der Niere von Labormäusen wirkt (https://doi.org/10.1681/ASN.2018060668).

Das könnte einem bestimmten Patientenkreis unter Umständen durchaus nützen, da das Medikament hier Aquaporin-Wasserkanäle aktiviert, woraufhin Wasser aus dem Harn zurück in den Körper gelangen kann. Im Körper ist die Aquaporin-Aktivierung normalerweise ein Job für das Hormon Vasopressin, Fluconazol wirkt also ähnlich wie das körpereigene Hormon. Das zeigten die Berliner Forscher an Mäusen, bei denen die Vasopressin-Wirkung experimentell außer Kraft gesetzt wurde. Zudem präparierten Kollegen aus Kiel die winzigen Sammelrohre aus den Mäusenieren, um die Fluconazol-Wirkung direkt am Ort des Geschehens zu belegen.



Wer hätt's gedacht? Ein Anti-Pilzmittel öffnet Wasserkanäle in Mäusenieren.

Die unerwartete Eigenschaft des Pilzmittels könnte ein Segen sein für Patienten, die an Diabetes insipidus leiden. Die Betroffenen müssen sehr viel trinken, bis zu zwanzig Liter pro Tag. Etwa die gleiche Menge kommt als Harn wieder aus dem Körper heraus. Der Grund: Richtig – eine Störung im Aquaporin-System.

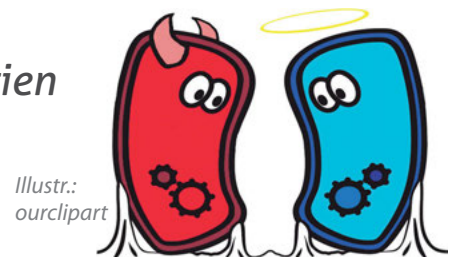
Leider ist aber schon vor den nun anstehenden klinischen Versuchen klar, dass Fluconazol nicht allen Diabetes-insipidus-Patienten helfen wird. Denn die Ursachen der Krankheit sind vielfältig. Wenn beispielsweise das Aquaporin-Gen selbst mutiert ist, kann auch Fluconazol nichts ausrichten.

## München

### Nitrat-Neid unter Bakterien

Das Bakterium *Mucispirillum schaedleri* schützt Labormäuse vor einer Salmonellen-Infektion. Das berichten Mikrobiologen der LMU München im *Journal Cell Host & Microbe* (DOI: 10.1016/j.chom.2019.03.004). Aufgefallen war das Bakterium, als das Team um **Bärbel Stecher** das Mikrobiom verschiedener Mausgruppen verglich: Hatten die Tiere *M. schaedleri* in ihrem Darm, schienen sie resistenter gegen Salmonellenbefall.

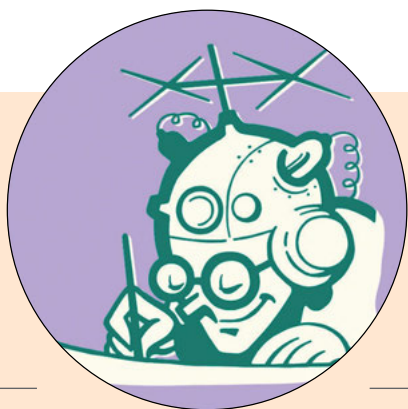
Dass es tatsächlich einen kausalen Zusammenhang zwischen der Anwesenheit des Bakteriums und der Widerstandsfähigkeit gegen Salmonellen gibt, zeigte die Doktorandin und Erstautorin **Simone Herp** schließlich mit sogenannten gnotobiotischen Labormäusen, deren Darm anfangs keimfrei ist. Die gezielte Besiedlung mit *M. schaedleri* schützte die Versuchstiere bei einer anschließenden Infektion, während Kontrolltiere die Salmonellen-typischen Darmprobleme bekamen.



Was aber steckt mechanistisch hinter dieser Schutzwirkung? Offenbar konkurrieren die Salmonellen und *M. schaedleri* um Nährstoffe, vor allem um Nitrat. Bei entsprechendem Mangel kann *Salmonella* dann sein Typ-III-Sekretionssystem nicht mehr bilden – und ohne dieses fehlt die Nadel, mit dem die Salmonellen ihr Gift in die Darmepithelzellen spritzen.

Könnten diese Erkenntnisse aus dem Mausmodell auch dem Menschen nutzen? Vielleicht. *M. schaedleri* kommt jedenfalls im Menschen vor, es versteckt sich in der Schleimschicht des Darms. Aber ob die Bakterien therapeutisch oder als Prophylaxe geeignet sein könnten, müssen klinische Studien erst noch zeigen.

Hans Zauner



## Schöne Biologie

# Warum nur, Darwin?

Warum finden wir eigentlich Darwin so toll? Warum feiern wir seine Evolutionstheorie bis heute derart ungebrochen? Klar, es war damals revolutionär, als er zeigte, dass Arten keine auf ewig festgelegten Kreationen sind, sondern sich vielmehr durch Variation samt nachfolgender Selektion über Generationen hinweg stetig verändern. Aber ist das alles? Ist es „nur“ diese Erkenntnis *per se*, die den großen Einfluss von Darwin auf die heutigen Biowissenschaften ausmacht?

Wohl kaum. Holen wir für die Antwort etwas weiter aus. Die meisten werden zustimmen, dass das Herzstück guter Wissenschaft weniger ist, passende Antworten zu geben – sondern vielmehr, gute Fragen zu stellen. Und welche Fragen konnten die Biologen vor Darwin stellen? Fast nur „Was“-„Wo“-, und „Wie“-Fragen.

Darwins Theorie änderte dies mit einem Schlag. Und zwar radikal. Seine Erkenntnis, dass Arten sich durch stetige Variation an immer neue Herausforderungen einer sich verändernden Umwelt anpassen, bedeutete unmittelbar, dass jede biologische Struktur und jedes biologische System nicht einfach nur ist, was es ist – sondern darüber hinaus vielmehr zweierlei repräsentiert: ein biologisches Problem, und einen Weg, dieses Problem zu lösen. Damit lieferte Darwin nicht weniger als die Basis, auf der Biologen überhaupt erst „Warum“-Fragen stellen können.

Und haben sich solche „Warum“-Fragen seitdem nicht als die interessantesten und fruchtbarsten erwiesen? In der Biologie *und* in der Medizin? Warum pflanzen wir uns sexuell fort? Warum haben wir so ein leistungsfähiges Gehirn? Warum sind wir bewusste Wesen? Warum werden Krankheitserreger resistent gegen Medikamente? Warum bekommt unser Körper Krebszellen nicht in den Griff?... Die Menge der guten Fragen, die uns prinzipiell erst durch Darwins Theorie eröffnet wurden, ist unzählbar.

Doch auch wenn wir seitdem solche Fragen stellen können – die Suche nach Ant-

worten bleibt oftmals schwer. Selbst bei weniger „großen“ Fragen wie den obigen.

Nehmen wir ein vermeintlich einfaches Beispiel: Warum haben Zebras Streifen? Irgendeinen Vorteil müssen die Tiere von ihnen ja haben, denn ohne Fixierung dieses Merkmals durch fortlaufende Selektion hätten sich die Streifen nie in der Population durchgesetzt – oder wären schon lange wieder verschwunden. Hypothesen gab es einige dazu in der Vergangenheit. Etwa dass die Streifen dabei helfen, Raubtiere abzuschrecken oder zu verwirren. Oder dass sie das Aufheizen der Tierkörper in der afrikanischen Sonne abdämpfen, da an den Kanten zwischen schwarzen und weißen Streifen kleine Luftwirbel entstehen. Oder dass das Fellmuster eher eine soziale Signalfunktion innerhalb der Zebraherde ausübe. Man weiß es bis heute nicht wirklich.

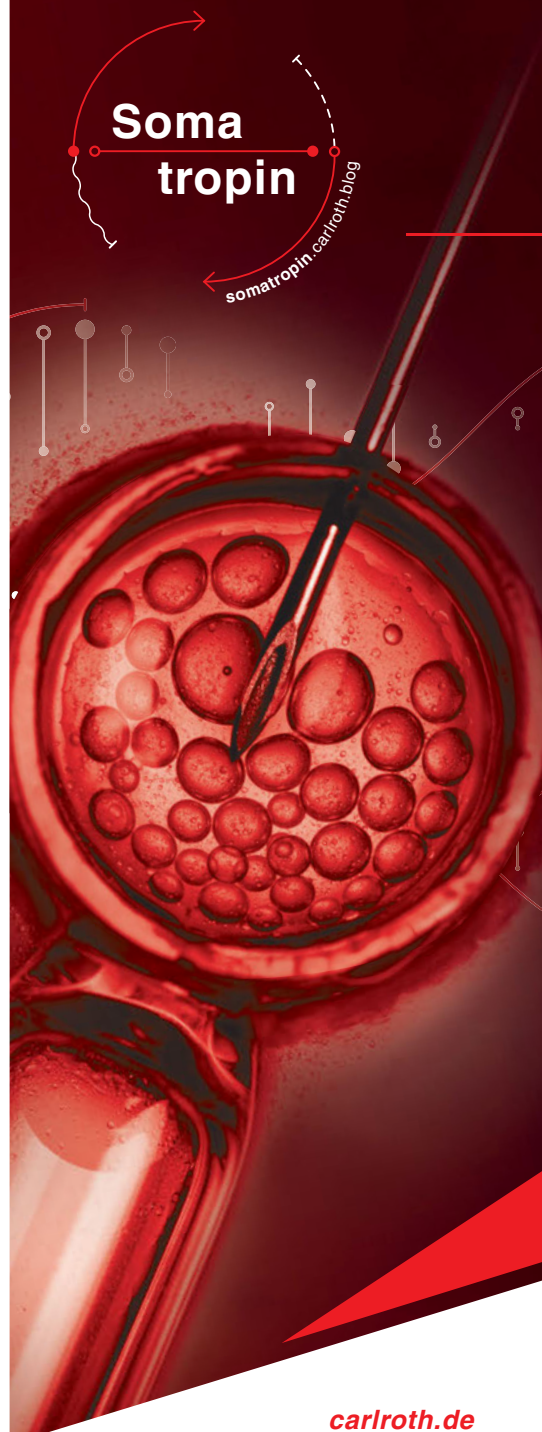
Immerhin aber konnten Zoologen gerade Pluspunkte für eine weitere Hypothese verbuchen: Nämlich, dass die Zebrastreifen primär der Abwehr von lästigen blutsaugenden Fliegen dienen. Mit spezieller Videotechnik filmten sie, wie das Schwarz-Weißmuster der Zebras sowohl Gemeine Viehbremse (*Tabanus bromius*) als auch Regenbremen (*Haematopota pluvialis*) derart verwirrte, dass sie ihren Anflug auf die Tiere nicht rechtzeitig *abbremsten* – und somit nicht erfolgreich auf ihnen landen konnten. Bei Pferden dagegen wurden die Bremsen ihrem Namen gerecht – und die Landung gelang. Dies auch, wenn den Pferden einfarbige Decken übergeworfen waren – nicht aber, wenn die Decken ein Zebromuster hatten (*PLoS ONE* 14(2): e0210831).

Interessanterweise hat sich bei solch kniffligen „Warum“-Fragen die Parasitenabwehr inzwischen oft zur plausibelsten Antwort gemausert. Bei der Frage „Warum gibt es sexuelle Fortpflanzung?“ liegt sie ebenfalls weit vorne. Aber darüber schrieben wir ja bereits an dieser Stelle (*LJ* 9/2011: 49)...

Ralf Neumann

# Fort schritt

durch Erfahrung.



carlroth.de

140 Jahre vorausgegangen  
#140Gründe



# In der Peptid-Bastelstunde

*FRANKFURT: Durchhaltevermögen und ein wenig Glück haben schon vielen Wissenschaftlern geholfen, während ihrer Forschung auf die richtige Fährte zu stoßen. Manchmal reicht aber auch der scharfsinnige Blick eines Bioinformatikers, der beim Durchschauen der Sequenzdaten an der richtigen Stelle einen Geistesblitz hat.*

In der Arbeitsgruppe Molekulare Biotechnologie von Helge Bode an der Goethe-Universität in Frankfurt am Main dreht sich alles um niedermolekulare Naturstoffe aus Bakterien und Pilzen. „Zum einen möchten wir herausfinden, welche Naturstoffe die erwähnten Mikroorganismen eigentlich herstellen und warum genau sie das tun. Zum anderen versuchen wir, die Herstellung der Naturstoffe nachzuahmen und zu variieren“, erklärt der Biologe und Chemiker. Dafür hat Bode gute Gründe, denn etliche dieser chemischen Verbindungen haben in der Vergangenheit ihr Können bereits unter Beweis gestellt. Die Naturstoffe, für die sich Bode und sein Team interessieren, sind vor allem nicht-ribosomale Peptide. Prominente Beispiele sind etwa die Antibiotika Penicillin oder Vancomycin, aber auch das Immunsuppressivum Ciclosporin.

Was all diese Peptide gemein haben: Sie werden über nicht-ribosomale Peptidsynthetasen (NRPS) hergestellt. Diese riesigen Proteine kommen hauptsächlich in Bakterien sowie Pilzen vor und gehören zu den größten zellulären Enzymen überhaupt. „Die bislang größte bakterielle NRPS mit dem Namen Kolossin-Synthetase aus *Photrohhabdus luminescens* hat eine Masse von 1,8 Megadalton und ist damit größer als die große Untereinheit des Ribosoms in Bakterien“, verdeutlicht Bode die Dimension des wahrhaftig kolossalen Enzyms.

Da das Protein so gigantisch ist, nimmt die dazugehörige DNA-Sequenz im Genom natürlich recht viel Speicherplatz ein. 49.100 Nukleotide, um genau zu sein. Damit besetzt

das Kolossin-Synthetase-Gen circa ein Prozent des gesamten Erbguts. Und es gibt Bakterien, die bis zu 15 unterschiedliche NRPSs mitschleppen. „Für Bakterien und Pilze müssen die Enzyme, beziehungsweise ihre Peptide, sehr wichtig sein, denn eine so große Gensequenz immer mit zu replizieren, ist ein enormer Energieaufwand“, schlussfolgert Bode.

## Molekulare Giganten

Wie die gigantischen Enzyme aufgebaut sind und für was sie gut sind, ist schon seit mehr als zwanzig Jahren bekannt. „Ein NRPS ist in unterschiedliche Module eingeteilt. Das kann man sich vorstellen wie eine große Fabrik, die Module sind die einzelnen Abteilungen“, vereinfacht Bode das Prinzip. Jedes Modul trägt wiederum mindestens drei Domänen: Die Adenylierungs (A)-Domäne, die für die Aminosäureauswahl und -aktivierung zuständig ist, eine 4'-phosphopantetheinylierte Thio-lierungs (T)-Domäne, welche die Aminosäuren trägt, und eine Kondensations (C)-Domäne, welche die Aminosäure mit der eines darauffolgenden Moduls verknüpft und die Peptidkette damit verlängert. Die Domänen-Reihenfolge in einem Modul ist C-A-T. Dazu können noch zusätzliche Domänen kommen, welche das Peptid weiter gestalten. Insgesamt sind die NRPSs wahre Modifikations-Künstler. So können sie auch Fettsäuren und nicht-proteino-gene Aminosäuren einbauen, Ringstrukturen wie Thiazole oder Oxazole erzeugen oder die Peptidbindungen methylieren.



*In der Form eines Herzens ist die C-Domäne der nicht-ribosomalen Peptidsynthetase aufgebaut – mit der konservierten Sequenz in der Mitte (Pfeil).*

Abbildungen (2): AG Bode

Für Biotechnologen sind die NRPSs ein willkommenes Werkzeug, um nicht-ribosomale Peptide zu verändern oder sogar ganz neu herzustellen. Das einzige Problem bisher: Wie bringt man eine NRPS dazu, genau das zu tun? Die Antwort lieferten Bode und seine Kollegen 2018 in einer Publikation in *Nature Chemistry* (10: 275-81).

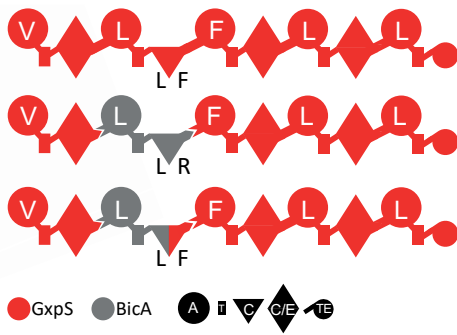
Die Gruppe hatte eine Methode entwickelt, mit der Fragmente in der Synthetase einfach ausgetauscht werden können – das *Exchange-Unit*-Konzept. Dafür überlegten sich die Biotechnologen ein beliebiges Peptid und entwarfen die Gensequenz zur passenden NRPS. Den Zusammenbau der Sequenz übernahmen Hefe-Zellen, die mit DNA-Fragmenten der einzelnen Teil-Sequenzen der *Exchange Units A-T-C*, „gefütert“ wurden und dank homologer Bereiche diese Fragmente in der richtigen Reihenfolge verknüpften. Bode und sein Team mussten die Plasmide lediglich isolieren und in *Escherichia coli* einschleusen. Dort fand schließlich die finale Produktion der Peptide statt.

Und tatsächlich bekamen die Forscher NRPSs, die ihre gewünschten Peptide herstell-

*Zur Feier des eingeworbenen ERC Advanced Grants ließen Helge Bode (mittig, ganz hinten) und sein Team die Korken knallen. Der gewitzte Bioinformatiker Kenan Bozhüyük hat die Gruppe bereits verlassen und arbeitet als Postdoc.*

Foto: AG Bode





ten – aber nicht immer. „Das Problem ist, dass eine erfolgreiche Verknüpfung der Aminosäuren teilweise von den nachfolgenden Kondensations-Domänen abhängt“, erklärt Bode eine bisherige Schwachstelle des Systems. Denn nicht nur die A-Domäne ist auf eine Aminosäure spezialisiert, auch die C-Domäne kann manchmal nur bestimmte Aminosäuren miteinander verknüpfen. „Man vermutet, dass die C-Domäne eine Art *Gate-Keeping-Funktion*, also Kontrollfunktion hat, damit keine ‚falschen‘ Peptide entstehen.“

### Sture Domänen

Bei der Wahl der C-Domäne mussten die Forscher also darauf achten, welche Aminosäure sie natürlicherweise als nächstes verknüpfen kann. Im Versuch wollten die Forscher ein Modul aus der bakteriellen NRPS BicA in eine andere NRPS einbauen – was jedoch zu ziemlichen Schwierigkeiten führte. Denn die C-Domäne von BicA, die auf die Aminosäure Leucin folgt, akzeptierte als nachfolgende Aminosäure stur nur Arginin. Zum Ärger der Forscher, die eigentlich ein Phenylalanin eingeplant hatten. Die gewünschte NRPS und das Peptid ließen sich so nicht synthetisieren. Diese Eigenheit der C-Domänen behinderte die Forscher im Design der Peptide natürlich massiv.

Der Geistesblitz des promovierenden Bioinformatikers Kenan Bozhüyük, der auch Co-Erstautor der daraus resultierenden Studie ist, brachte die Lösung (*bioRxiv*, doi: 10.1101/354670). „Als sich Kenan am Rechner die Sequenzen von unterschiedlichen C-Domänen anschaute, bemerkte er, dass sie sich an einer Stelle sehr ähnelten“, erinnert sich Bode. Die C-Domäne ist ein Pseudo-Dimer und sieht räumlich aus wie ein Herz. In der Mitte, quasi der Herzsperre trägt sie eine relativ konservierte Sequenz, wo auch die enzymatische Reaktion stattfindet. „Wir haben dann einfach probiert, die Domäne genau an dieser Stelle zu schneiden“, – womit die Biotechnologen Erfolg hatten.

Die zwei Herz-Hälften scheinen für je eine Aminosäure spezifisch zu sein. Für den erneuten NRPS-Zusammenbau in der Hefe schleus- ten die Biotechnologen also nicht wie zu Be-

*Drei unterschiedliche nicht-ribosomale Peptidsynthetasen (NRPS) mit den A-, C- und T- sowie weiteren Domänen. Die für die Domäne spezifische Aminosäure ist im Einbuchstabencode dargestellt. Während die mittlere NRPS so nicht existieren kann, ist bei der untersten die C-Domäne in der Mitte getrennt worden, wodurch die nachfolgende A-Domäne mit ihrer Phenylalanin-Spezifität passt. Weitere Erläuterung im Text.*

ginn einzelne Gensequenzen mit *Exchange-Unit*-Aufbau A-T-C ein, sondern verwendeten Fragmente, die mit einer halben C-Domäne begannen und mit der Hälfte der nachfolgenden C-Domäne endeten. „Wir trennten die Fragmente also immer in der Mitte der C-Domäne“ (siehe Abbildung oben).

Durch die konservierte Stelle in der Herzsperre ließen sich die C-Domänen-Hälften problemlos verknüpfen und die Reihenfolge der Aminosäuren beliebig kombinieren. „Wir hatten ziemliches Glück, muss man sagen. Auf die Idee, an dieser Stelle zu schneiden, ist vorher einfach noch niemand gekommen“, schmunzelt Bode. Kein Wunder, denn die C-Domäne bleibt weiterhin ein Rätsel. „Wie sie molekular im Detail funktioniert, weiß niemand so genau.“

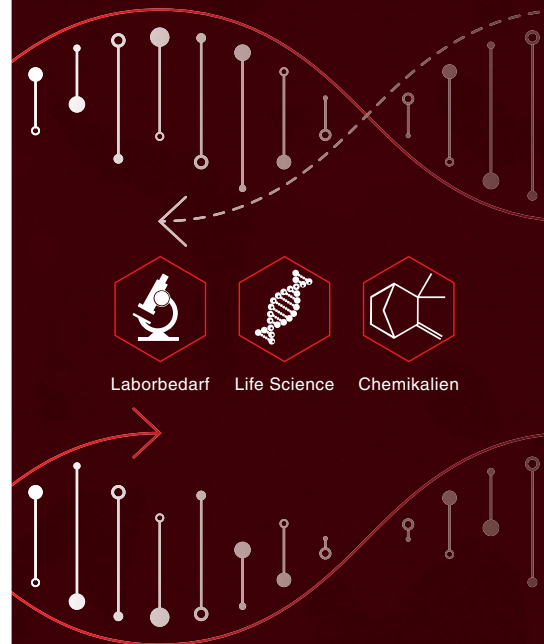
Dank diesem Trick sind den Forschern kaum mehr Grenzen gesetzt. „Wir können so nicht nur selbst entworfene nicht-ribosomale Peptide produzieren, sondern auch ganze Peptid-Bibliotheken durch mehr oder weniger zufällig designte NRPSs erstellen.“ Und auch die Synthese von Antibiotika und anderen nicht-ribosomalen Peptiden könnte damit verbessert werden. Denn bisher entstehen mit den mikrobiologischen Verfahren nach wie vor ungewollte Derivate, die hinterher chemisch-analytisch abgetrennt werden müssen.

Glücklicherweise hat Bode erst kürzlich einen *ERC Advanced Grant* eingeworben. Die insgesamt 3,16 Millionen Euro Fördermittel möchten die Frankfurter Biotechnologen in den nächsten fünf Jahren nutzen, um das System noch besser zu verstehen. Ziel ist es, quasi am Reißbrett halb- oder sogar vollautomatisiert NRPSs zusammensetzen oder zu modifizieren, um so nicht-natürliche Peptide herzustellen.

Aber auch eine Peptid-Bibliothek steht bei Bode und Co. ganz oben auf der Prioritätenliste. „Im Endeffekt möchten wir die Peptid-Produktion mit einem funktionellen Screen koppeln, sodass wir aus der Bibliothek direkt die biologisch aktiven Substanzen selektieren können, beziehungsweise die Bakterien, welche die Peptide herstellen“, hofft Bode.

Zwei riesige Projekte, die sich das Team von der Goethe-Universität da vorgenommen hat. „Man wächst ja schließlich mit seinen Aufgaben“, bleibt Bode optimistisch und schmunzelt: „Wobei mir meine Körpergröße von zwei Metern eigentlich reicht.“ *Juliet Merz*

# Wissen, was Sie morgen brauchen.



Laborbedarf



Life Science



Chemikalien

Erfahrung heißt, gestern vorausschauend und heute vorausgehen.

carlroth.de

140 Jahre vorausgegangen  
#140Gründe



# Ich weiß, was du letzten Sommer evolviert hast

**KIEL:** Wirte und ihre Parasiten gehen in einem ständigen Wettstreit gemeinsame evolutionäre Wege. Wie die Anpassungen an den ewigen Gegenspieler genau ablaufen, haben sich Evolutionsbiologen in Experimenten mit Fadenwürmern und Bakterien angeschaut – und dabei sogar an der Uhr gedreht, um die Würmer mit Pathogenen aus der Zukunft zu konfrontieren.



*C. elegans hat des Öfteren mit fiesem Darmparasiten zu kämpfen. Den evolutionären Wettstreit „Wurm vs. Bakterium“ hat sich...  
Bilder (2): AG Schulenburg*

Im Reich der Roten Königin aus Lewis Carrolls Erzählung „*Through the Looking Glass*“ gibt es eine anstrengende Regel:

*Hierzulande musst du so schnell rennen, wie du kannst, wenn du am gleichen Fleck bleiben willst.*

Seit den 1970er-Jahren ist die Herrscherin aus dem englischen Kinderbuch auch Biologen ein Begriff. „Typische *Red-Queen*-Dynamik!“ heißt es seither, wenn es um einen evolutionären Dauerwettlauf geht, wie ihn Parasiten und ihre Wirtsorganismen austragen. Die Genome von Wirt und Parasit, mitsamt Resistenz- und Virulenzfaktoren, bleiben in ständiger Bewegung. Bei *Red-Queen*-Dynamiken gibt es keine Sieger, weil die Wettläufer auf jede neue Anpassung des Widersachers umgehend mit einer Gegenanpassung reagieren.

Kaum hat die Evolution eine Abwehrstrategie gegen den derzeit vorherrschenden Gegnertyp gefunden, breitet sich in der Parasitenpopulation schon eine neue Variante aus. Die natürliche Selektion bevorzugt jeweils Genotypen, mit der die Gegenseite gerade gar nicht gut zurechtkommt – und zwar sowohl auf Wirts- als auch auf Parasitenseite.

Wie dieses genetische Ping-Pong genau funktioniert, dazu gibt es auch nach jahrzehntelanger Forschung unterschiedliche Vorstellungen. Zwei davon haben Wurmbiologen um Hinrich Schulenburg von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel jetzt im Detail auf den Prüfstand gestellt (PNAS 116: 923-8). In ihrem Modellsystem muss der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* gegen *Bacillus thuringiensis* antreten.

*B. thuringiensis* befällt den Darm der Nematoden. Wenn die Bazillen sich dort anreichern, zerstören ihre Toxine die Darmzellen des Wirts. Der Wurm wehrt sich gegen den

Eindringling auf unterschiedliche Weise, zum Beispiel indem er Resistenzen gegen die Toxine entwickelt.

Um die Dynamik des evolutionären Gefechts zwischen diesen beiden Protagonisten zu verstehen, müsste man nicht nur jeweils Momentaufnahmen erstellen, sondern Organismen aus verschiedenen „evolutionären Epochen“ gegeneinander antreten lassen – so die Überlegung der Forscher.

Nette Idee, aber wie soll das in der Praxis gehen? Den Evolutionsbiologen kommt eine Besonderheit des Fadenwurms zu Hilfe: Man kann die Würmchen jahrelang einfrieren und wieder auftauen. Nach einem Dornröschenschlaf im Stickstofftank kriechen sie wieder putzmunter über ihre Petrischale. Schulenburg erklärt: „Das ist ein großer Vorteil für unsere Experimente, denn wir können Parasiten aus der Zukunft mit Wirten aus der Vergangenheit kombinieren, und umgekehrt. Wir haben das in dieser Arbeit zum ersten Mal in großem Umfang ausgenutzt.“

Der bakterielle Gegenspieler ist naturgemäß recht leicht zu handhaben – auch, weil *B. thuringiensis* Sporen bildet, die man problemlos aufbewahren kann.

„Das ist ein wunderbar kontrollierbares System. Auch deshalb, weil wir Pathogen und Wirt wieder sauber voneinander trennen können. Das

ist bei anderen Organismen in der Regel sehr schwierig“, ergänzt der Kieler Biologe.

Mit diesem Set-up ist alles bereit: Die Rote Königin soll sich im Labor beweisen.

Das Experiment beginnt mit einer Population von etwa dreitausend Fadenwürmern, die auch ordentlich genetische Variation mitbringen. Anpassungen auf der Seite des Wurms, die im Verlauf des Experiments auftreten, gehen also vermutlich auf die Selektion von schon vorhandenen Genvarianten zurück. Auf diese Ausgangspopulation lassen Schulenburg und sein Team die *B. thuringiensis*-Sporen los. Im Unterschied zu den Würmern ist der Bakterienstamm genetisch quasi identisch, Anpassungen auf Pathogeneseite erfordern also neue Mutationen.

## Lasset die Spiele beginnen!

Wirt und Parasit machen dann eine Weile ihr Ding, die Würmer fressen und wachsen, die Bakterien befallen Wurmdärme, und beide vermehren sich, so gut es eben geht. Wobei manche Würmer aufgrund vorteilhafter Gene besser mit dem gerade dominierenden Parasitentyp zurechtkommen und sich schneller reproduzieren als ihre Artgenossen. Aber auch in der gegnerischen Ecke sind neu auftretende Varianten des Pathogens besser darin, die gerade dominanten Wurmtypen zu befallen.



*... die Arbeitsgruppe von Hinrich Schulenburg (hinten, Mitte) – hier beim Ausflug auf Sylt – angeschaut.*

# Western Blot Data Integrity™ Bundle

You work hard to get  
reliable results.

Your data solution  
should, too.



Accurate Detection



Reliable Analysis



Stable Detection Chemistry



Accessible Experts



Comprehensive Learning



Close Collaboration

Nach einer Weile des ungestörten Evolvierens greifen die Forscher ein und übertragen etwa dreitausend der überlebenden Würmer zusammen mit den koevolvierten Bakterien in die nächste Runde. 23 Runden lang lief das Experiment auf diese Weise weiter. Und von den Zwischenschritten entsteht im Lauf des Experiments ein tiefgekühltes Archiv.

Mit diesen Archiv-Organismen setzen Erstautor Andre Papkou und seine Kollegen schließlich ihre experimentellen Duelle auf zwischen Würmern und Bakterien aus Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft (immer aus der Sicht des jeweiligen Gegenspielers). Als Resultat der Zweikämpfe bestimmen sie die Fitness der Kombattanten. Fitness bezeichnet hier nicht etwa den Trainingszustand der Würmchen, sondern ist natürlich im evolutionsbiologischen Sinne ein Maß für das Potenzial, unter den jeweiligen Bedingungen lebensfähige Nachkommen hervorzubringen.

## Genetisches Wettrüsten

Zwei mögliche Szenarien hatten die Kieler für den Ablauf des Experiments im Sinn: Erstens das wiederkehrende Auftreten von selektiven „Sweeps“ und zweitens die „antagonistische frequenzabhängige Selektion“ – Letztere ist in der Regel gemeint, wenn im engeren Sinne von „Roter-Königin-Dynamik“ die Rede ist. Schulenburg erklärt den Unterschied: „Im Modell einer Arms-Race-Dynamik mit selektiven Sweeps geht man davon aus, dass ein vorteilhaftes Allel zur Fixierung in der Population kommt. Die nächste Anpassung kann erst passieren, wenn eine neue Mutation aufgetreten ist, die dann auch wieder in der Population fixiert wird.“

Die Alternative dazu, die Dynamik der Roten Königin, funktioniert etwas anders: „Diesem Modell zufolge gibt es permanent genetische Variation. Die zu einem Zeitpunkt vorteilhaften Varianten werden nicht fixiert, es kommt vielmehr zu oszillierenden Veränderungen der relativen Frequenz der Allele.“

Wichtig dabei: „In unseren Experimenten können wir die beiden Modelle unterscheiden, weil wir jeweils andere Erwartungen haben“, betont Schulenburg.

Wenn selektive Sweeps der entscheidende Faktor für die Anpassung sind, dann sollten Gegenspieler aus der Zukunft immer eine höhere Fitness haben als deren Vorfahren – denn die Rückkehrer aus der Zukunft haben ja diesem Modell zufolge schon eine Innovation in der Population fixiert, auf die der Gegenspieler noch keine Antwort kennt.

Wenn allerdings, nach Art der Roten Königin, die beteiligten Allele immer in Bewegung sind, wenn ihre Frequenzen in einer Pendelbewegung ständig rauf- und runtergehen, dann sollten die kreuzweisen Duelle ein anderes Er-

gebnis zeigen: Der „mittlere Zeitpunkt“ des Experiments, wenn Parasit und Wirt jeweils genau gleich lange miteinander koevolvierten, sollte deutlich anders ausfallen als Paarungen, bei denen die Gegenspieler aus unterschiedlichen Epochen kommen und bei denen die Red-Queen-Dynamik sozusagen experimentell aus der Phase geworfen wurde.

## Tiefgekühlte Trickkiste

Und Letzteres haben die Kieler Biologen auch gefunden. *C. elegans* und *B. thuringiensis* evolvierten so, wie man es dem Modell der Roten Königin zufolge erwartet hatte, zumindest von außen gesehen. Ähnliches haben andere Gruppen schon zuvor in anderen Systemen beobachtet, etwa beim Wasserfloh *Daphnia* und seinen Parasiten. Besonders am Kieler Experiment ist allerdings der Trick mit den aufgetauten Würmern, und die damit verbundene Möglichkeit, die Effekte genau festzuzugeln, meint Hinrich Schulenburg: „Wir haben diese Time-Shift-Experimente mehrfach wiederholt und konsistent die gleichen Ergebnisse gefunden. In diesem Umfang und dieser Akribie wurde das bisher nicht durchgeführt.“

Die Forscher wollten aber nicht nur die Fitness messen, sondern auch nachsehen, was in den Genomen der Bakterien und Würmer passiert. Für das Next Generation Sequencing taten sie sich mit Kollegen aus Paris zusammen. Zwei Überraschungen gab es dabei: *B. thuringiensis* hat offenbar eine simple und effektive Möglichkeit gefunden, im Rennen zu bleiben. Das Pathogen produziert einfach zusätzliche Kopien eines Plasmids, das Gene für die Toxinproduktion enthält.

Die zweite Überraschung kam von der Wurmseite der Genomik. Denn obwohl von außen betrachtet alles auf eine klassische Rote-Königin-Dynamik hinwies, sah es auf genomischer Ebene anders aus. Statt einer Pendelbewegung zwischen abwechselnd dominierenden Genvarianten, wie man es modellhaft erwarten könnte, waren immer andere Genorte an den neuen Anpassungen beteiligt. Die Evolution hat sich also am Büffet der bestehenden genetischen Variation reichlich bedient.

Schulenburg kommentiert: „Resistenz ist komplex organisiert. Daher ist es logisch, dass auch die evolutionäre Antwort von verschiedenen Genorten getragen wird. Im Nachhinein ergibt das Sinn. Es ist nur bisher nicht Teil der theoretischen Modelle gewesen.“

Und in der Natur ist vermutlich alles noch komplizierter, denn in einem echten Ökosystem gibt es mehr als zwei Partner. In diese Komplexität einzutauchen, das haben sich die Kieler als nächstes vorgenommen. Seit einiger Zeit arbeiten sie daran, auch das Mikrobiom in ihre Untersuchungen einzubeziehen.

Hans Zauner

Do more with your data.

Learn More at  
[licor.com/DoMore](http://licor.com/DoMore)

# Kampf der Organellen

*POTSDAM-GOLM: In der Regel wird das Genom von Organellen ausschließlich über die Mutter vererbt. Bei der Nachtkerze können dagegen beide Elternteile Chloroplasten weitergeben – mit Konsequenzen für die Pflanze.*

Höhere Lebewesen erben jeweils eine Genkopie von Mutter und Vater. Allerdings gilt das nur für das Kerngenom. Mitochondrien und Chloroplasten geben ihr Genom nämlich meist nur über die mütterliche Linie weiter, ganz einfach weil die männlichen Keimzellen keine entsprechenden Organellen mitbringen. „Da in fast allen Organismen die Organellen ausschließlich maternal vererbt werden, muss es sich dabei um ein ganz fundamentales biologisches Prinzip handeln, das aber kaum verstanden ist“, erklärt Stephan Greiner, der sich am Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie im Potsdamer Stadtteil Golm mit der Frage beschäftigt, was passiert, wenn beide Geschlechter Organellen weitergeben können.

## Unverträgliche Genome

Als Modell dient ihm die Nachtkerze (*Oenothera spp.*), eine erst im 17. Jahrhundert aus Amerika eingeschleppte Pflanze, die typischerweise mütterliche und väterliche Chloroplasten vererbt. Anders als die Zellkerne verschmelzen die Organellen jedoch nicht mit-, sondern vermehren sich unabhängig voneinander. Dabei konkurrieren sie um die verfügbaren Ressourcen der Zelle.

Bei der Nachtkerze gibt es fünf Chloroplastentypen mit unterschiedlicher Vererbungsstärke. „In einer Population von Pflanzen würde sich auf die Dauer immer das stärkere Organell durchsetzen“, so der Pflanzenphysiologe. „Bei gleich starken Chloroplasten würden dagegen beide erhalten bleiben.“ Bei einer einzelnen Pflanze ist es laut Greiner unwahrscheinlich, dass es zwei gleich starke Chloroplasten zusammen von der befruchteten Zygote in die Eizelle beziehungsweise den Pollen schaffen: „Organellen werden rein zufällig auf die Tochterzellen verteilt, was dazu führt, dass früher oder später Ziellinien entstehen, die nur noch einen Organellentyp tragen.“

Nun könnte man meinen, dass es der Pflanze egal ist, ob sie nun starke oder schwache Chloroplasten beherbergt. Allerdings können im Zuge des Konkurrenzkampfes Chloroplasten auftreten, die sich besonders schnell vermehren und manchmal mit dem Kerngenom nicht mehr kompatibel sind. Im schlimmsten Fall führt dies dazu, dass keine lebensfähigen Nachkommen mehr entstehen. Ein Grund für Greiner und sein Team, die Rolle der Organellengenome in Artbildungs- und Adaptionsprozessen genauer unter die Lupe zu nehmen.

„Inkompatibilität entsteht letztlich dann, wenn Chloroplasten- und Kerngenom eine unterschiedliche Evolutionshistorie besitzen. Bei den Nachtkerzen hybridisierten Arten. Waren diese Arten für längere Zeit räumlich oder ökologisch getrennt, kann das Chloroplastengenom der einen Art nicht mehr mit dem Kerngenom der anderen kommunizieren, und es entsteht eine Inkompatibilität“, erläutert der Wissenschaftler und verdeutlicht an einem konkreten Beispiel, dass diese Inkompatibilität bei Nachtkerzen eine Folge von Anpassungen an bestimmte Umweltbedingungen zu sein scheint: „In einem Fall, den wir genauer untersucht haben, spielt die Regulation eines wichtigen Photosynthese-Operons unter verschiedenen Lichtbedingungen eine Rolle. In inkompatiblen Hybriden ist diese Regulation gestört. Die Pflanze macht weniger effizient Photosynthese, beziehungsweise wird in Starklicht stark geschädigt.“

Wie das mechanistisch abläuft, ist experimentell aber schwer zu untersuchen. „Das Problem bei den allermeisten Organellengenomen ist, dass sie keine sexuelle Rekombination machen, man in ihnen also nicht kartieren kann.“ Eine Kartierung ist aber notwendig, um einen bestimmten Phänotyp mit Veränderungen in Genen zu verknüpfen.

Die Pflanzenphysiologen suchten deshalb eine andere Lösung für das Problem. Dabei

half ihnen, dass man auch beim Menschen – wenn auch aus anderen Gründen – keine Kartierung über eine klassische Kreuzungsgenetik durchführen kann. „Um beim Menschen Gene zu kartieren, hat man die sogenannte Assoziationskartierung entwickelt, bei der man das Vorhandensein beziehungsweise Fehlen eines Phänotyps mit Polymorphismen assoziiert“, beschreibt Greiner die Vorgehensweise seines Teams. „Im Prinzip haben wir für die Organellengenome das Gleiche gemacht, obwohl sich unsere Korrelationskartierung technisch dann doch sehr von einer klassischen genomweiten Assoziationsstudie des Menschen unterscheidet.“

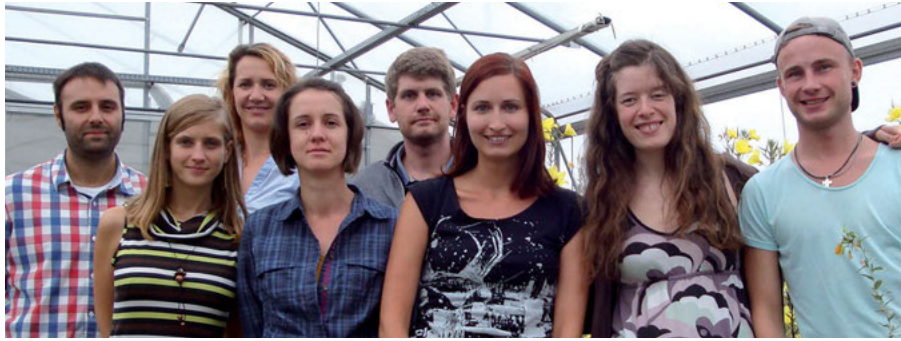
## Lipide für starke Chloroplasten

Interessanterweise fanden die Forscher dabei heraus, dass der Konkurrenzkampf zwischen den Chloroplasten nicht wie zu erwarten auf Ebene des Genoms ausgetragen wird, etwa durch eine schnellere Replikation oder eine höhere Kopienzahl an Chloroplastengenomen (*PNAS* 116: 5665-74). Stattdessen hängt der Erfolg der Chloroplasten von ihrem Fettsäure-Stoffwechsel ab. So identifizierten die Potsdamer mit ihrer Assoziationsstudie unter anderem ein Enzym, welches den ersten, limitierenden und deshalb stark regulierten Schritt im Fettsäure-Stoffwechsel kataly-



*Die Gattung Oenothera beinhaltet eine Vielzahl unterschiedlicher Arten. Stephan Greiner und sein Team nutzen die Gewächse, um die Regeln der Organellen-Vererbung besser zu verstehen. Foto: Matt H. Wade (CC BY-SA 3.0)*





Stephan Greiner (hinten, Mitte) und sein Team sind Dauergäste im Gewächshaus.

Foto: AG Greiner

siert: die Acetyl-CoA-Carboxylase, genauer ihre einzige im Plastid kodierte Untereinheit.

Das entsprechende Gen (*accD*) weist eine große Anzahl an Polymorphismen auf, scheint also sehr schnell zu evolvieren. Laut Greiner ist das überraschend: „Die Fettsäurebiosynthese ist ein derart basaler Stoffwechselweg, dass man für die entsprechenden Gene keine schnelle Evolution erwarten würde.“ Die bislang gefundenen Polymorphismen liegen allesamt in regulatorischen Abschnitten im 5'-Bereich des Gens. Hier befinden sich viele repetitive Sequenzen, in denen Mutationen schnell entstehen, wenn die DNA-Polymerase bei der Replikation „verrruscht“.

### Erfolgsgarant: schnelle Teilung

Auf die Proteinmenge scheinen die Veränderungen keinen Einfluss zu haben, dagegen aber auf die Proteinaktivität. Und diese wiederum hat einen Einfluss auf die Chloroplastenstärke: „Als Faustregel könnte man sagen, dass der Chloroplast umso schwächer wird, je höher die Aktivität der Acetyl-CoA-Carboxylase ist.“

Allerdings scheint der Zusammenhang komplexer zu sein, denn die Assoziationsstudie brachte noch ein weiteres beteiligtes Gen zutage. Was dessen Genprodukt macht und wie es mit der Acetyl-CoA-Carboxylase zusammenspielt, ist noch nicht klar. Auf jeden Fall aber verändert es ihre Enzymaktivität.

„Während des Begutachtungsprozesses unserer Arbeit ist eine Veröffentlichung [Anm. d. Red.: *Plant Cell* 30: 2677-703] erschienen, die zeigt, dass es sich bei Ycf2 um ein Motorprotein des Proteinimportes in Chloroplasten handelt“, so Greiner. „Da *accD* die plastidäre Untereinheit der Acetyl-CoA-Carboxylase ist und diese noch drei Kernuntereinheiten besitzt, wäre hier beispielsweise eine Regulation der Enzymaktivität über den Import ihrer Kernuntereinheiten denkbar.“ Ycf2 sei ursprünglich eine Protease gewesen, evolviere aber unglaublich schnell und habe im Laufe seiner evolutionären Geschichte in Pflanzen offensichtlich eine Funktionsänderung erfahren. „Es wird

sicher noch die eine oder andere Überraschung bereithalten.“

Wie lassen sich aber nun Fettsäuresynthese und Vererbung der Chloroplasten miteinander verknüpfen? Eine veränderte Fettsäuresynthese könnte etwa die Zusammensetzung der Chloroplasten-Hülle beeinflussen und dadurch die Stabilität des Organells erhöhen oder die Vermehrung beschleunigen. Denn wie meistens im Leben ist es so, dass sich Chloroplasten umso besser durchsetzen können, je schneller sie sich vermehren. „Chloroplasten teilen sich wie Bakterien“, erklärt Greiner. „Dabei bilden sich Teilungsringe, die den Chloroplasten einschnüren und diesen teilen. Diese Teilungsringe sind in der Membran verankert beziehungsweise assemblieren dort.“

### Das Fett macht den Unterschied

Veränderungen in der Lipidzusammensetzung der Chloroplasten-Membran können folglich direkt einen Einfluss auf die Organellteilung ausüben. Tatsächlich fanden die Forscher 20 Lipide, welche die Chloroplastenstärke zu beeinflussen scheinen. Viele davon kommen vor allem in der Zellhülle vor oder sind Speicherlipide, während sie in den Thylakoidmembranen fehlen. Dazu passt, dass die Vererbbarkeit von der Fähigkeit der Chloroplasten zur Photosynthese unabhängig ist.

Immerhin 20 Prozent der Angiospermen besitzen Chloroplasten im Pollen, können also theoretisch väterliche Chloroplasten vererben. Das gilt natürlich auch für manche Nutzpflanzen und ist somit für Züchtungsversuche relevant, wie Greiner darlegt: „Praktisch eingesetzt in der Landwirtschaft werden Mitochondrien-Genotypen, die männliche Sterilität vermitteln. Diese sind zur Herstellung von ertragreichem Hybridsaatgut gerade in Gräsern, wie etwa Getreide, unerlässlich. Wenn man beispielsweise diese Genotypen dazu bringen könnte, sich über die Mutter und über den Vater zu vererben, würde das einige Züchtungsansätze sehr vereinfachen.“

Larissa Tetsch

Besuchen Sie uns auf der **LABVOLUTION** vom **21.-23.5.19 | Stand C45 | Halle 20** und entdecken Sie unsere Lösungen für...





## Stichwort des Monats

# Architektonische Streifen im Genom

Obleich während der Embryogenese alle Zellen die gleiche genetische Information in sich tragen, können sie sich doch zu unterschiedlichen Gewebearten differenzieren. Woher eine Zelle genau weiß, ob sie mal ein Erythrozyt werden soll oder in der Niere zu Hause sein wird, bleibt bis heute Gegenstand molekular- und zellbiologischer Studien. Dabei ist diese Frage nicht nur für die Grundlagenforschung interessant, sondern könnte auch beim Verständnis und der Früherkennung von Extremitätenfehlbildungen weiterhelfen.

Seit der Beschreibung der DNA durch Watson, Crick und Franklin hat sich in dieser Hinsicht schon einiges getan: Entwicklungsbiologen haben herausgefunden, dass der Zeitpunkt des Ablesens und Kopierens bestimmter Gene, welche die Differenzierungsprozesse der Zelle steuern, durch Transkriptionsfaktoren sowie Enhancer, Promotoren oder – auf pathologischer Ebene – von Onkogenen reguliert wird. Dabei spielen besonders Reihenfolge und Anordnung der Gene, Nonsens-Bereiche und steuernde Abschnitte eine Rolle.

## Viele Finger

Relativ neu dagegen ist die Erkenntnis über den Einfluss der dreidimensionalen Struktur der DNA auf die Transkriptionsprozesse. Hier setzt ein Forscherteam um Stefan Mundlos vom Max-Planck-Institut für Molekulare Genetik in Berlin an. Die Arbeitsgruppe untersuchte bei Mäusembryos die Rolle der räumlichen Struktur bestimmter Entwicklungsgene auf die Entstehung von Extremitätenfehlbildungen, wie sie zum Beispiel auch bei Menschen in Form von zusätzlichen Fingern auftreten können (Polydaktylie). In diesem Zusammenhang beschrieben sie die sogenannten architektonischen Streifen des Genoms und die räumliche Interaktion bestimmter Genabschnitte in *Nature Cell Biology* (21: 305-10).

Geht bei der Embryonalentwicklung in sensiblen Gen-Loci etwas schief, kann es zu einer Fehl-

bildung der Gliedmaßen kommen. Als Ursache vermuten Entwicklungsbiologen falsches Timing bei der Aktivierung von Transkriptionsprozessen während der Embryogenese.

Um diese Prozesse beschreiben und verstehen zu können, haben sich Mundlos und Co. einen ganz bestimmten Ort im Genom angeschaut: den Locus *Epha4*. Dieser Genort ist speziell für die Gliedmaßenentwicklung verantwortlich und lässt sich in diskrete Unterabschnitte gliedern. Räumlich betrachtet sind Schleifen erkennbar, die entstehen, wenn sich die DNA durch ringförmige Proteinkomplexe schiebt. Diese bestehen wiederum aus Cohesin, welches sich in der Form eines Kreises zusammenlagert und diese Schleifenbildung erst möglich macht.

## Ab durch die Schleife

Cohesinmoleküle haben allgemein die Aufgabe, das Chromatingerüst in der Zelle und damit die dreidimensionale Struktur der Chromosomen zu stabilisieren. Während der DNA-Replikation in der S-Phase des Zellzyklus werden die beiden Schwesterchromatiden mithilfe der Cohesin-Ringe der gesamten Länge nach aneinandergebunden. In der Anaphase löst schließlich ein Enzym namens Separase diese Cohesine wieder auf, sodass die Spindelfasern die Schwesterchromatiden zu den Zellpolen ziehen. Damit die DNA aber nicht unbegrenzt durch die Cohesin-Ringe hindurch rutscht, gibt es sogenannte CTCF-Bindungsstellen, welche die einzelnen Schlaufenabschnitte begrenzen.

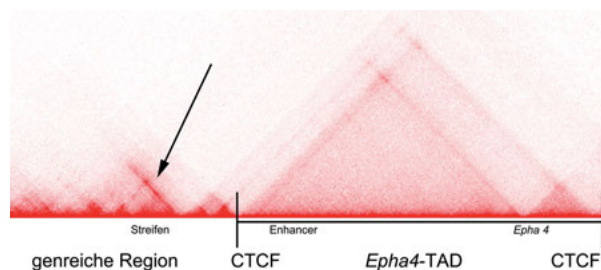
Mundlos und Kollegen haben in ihrer Untersuchung von Mäusembryos um den 11. Tag der Entwicklung herausgefunden, dass der Aufbau des Locus *Epha4* bei der Entstehung von Fehlbildung entscheidend ist. Sie konnten belegen, dass die Verschiebung von Grenzabschnitten durch angeborene Mutationen die dreidimensionale Struktur verändert und schließlich zur Polydaktylie führen kann. Dazu schnitten die Berliner Genetiker DNA-Abschnitte aus dem *Epha4*-Locus heraus und setzten diese an der gleichen Stelle, aber in umgekehrter Reihenfolge, also invertiert wieder ein. Das aktivierte zum Teil Gene, die zu diesem Zeitpunkt eigentlich noch inaktiv sein sollten. Bei den Inversionen 1 und 2 entwickelten die Mäuse außerdem eine Polydaktylie.

## Streifenvolle Karte

Was hat das jetzt aber mit dem Stichwort des Monats, den architektonischen Streifen des Genoms, zu tun? Ganz einfach: Stellt man die Kontaktpunkte der dreidimensionalen DNA-Abschnitte grafisch dar und codiert die Anzahl der Kontakte mithilfe einer Farbskala, entsteht eine Karte mit deutlicher Streifenbildung. Dieses Phänomen wurde bereits vor Mundlos und seiner Arbeitsgruppe von anderen Teams beschrieben.

Das Besondere an der hier thematisierten Veröffentlichung war allerdings, dass diese architektonischen Streifen vor allem bei jenen Inversionen nachgewiesen werden konnten, die zur Polydaktylie führten. Ging man vor diesen

Ergebnissen davon aus, dass das Genom aus klar definierten Einheiten besteht, den *Topologically Associated Domains* (TDAs), muss diese Erkenntnis nun um das Phänomen der architektonischen Streifen erweitert werden. Und wer weiß, vielleicht lassen sich in Zukunft mithilfe der Streifen sogar frühzeitig Fehlbildungen erkennen.



In Zukunft könnten solche Streifen möglicherweise verraten, wie wahrscheinlich eine Fehlbildung ist. Abb.: V. Heinrich / MPIMG

Annika Simon



Kennen Sie die?

## Die Richtungsvorgeberin

*Gerade Wissenschaftlerinnen gelingt es manchmal, zu generellen Vorbildern ihrer Geschlechtsgenossinnen zu werden. Unsere Gesuchte gehört in ihrem Heimatland dazu.*

Was haben Marcello Malpighi, Robin Holliday, Charlotte Friend und Melvin Calvin gemeinsam? – Sie alle entdeckten biologische Strukturen oder Mechanismen, die bis heute nach ihnen benannt sind. Auch unsere Gesuchte entschlüsselte zusammen mit ihrem Ehemann in *E. coli* den Ablauf eines wichtigen Zellvorgangs, dessen Schlüsselstrukturen bald darauf ihren gemeinsamen Namen trugen. Elf Jahre zuvor hatte sie diesen bei ihrer Eheschließung angenommen.

Zur Welt kam die spätere Namenspatin im gleichen Jahr, in dem die Nationalsozialisten unter Adolf Hitler die Macht ergriffen und damit das Ende der Weimarer Republik besiegelten – dies allerdings ganze acht Zeitzonen weiter östlich. Doch obwohl derart weit entfernt, wurde ihr Heimatland schließlich ebenfalls in den Weltkrieg mit hineingezogen, den Hitler bald darauf auslöste. Und am Ende erlitt es ebenso eine Niederlage wie das Dritte Reich.

Die Nachwehen dieser Ereignisse sollten das Leben unseres Forscher-Ehepaares nachhaltig und entscheidend mitprägen. Nur wenig später wurden etwa in ihrem Land als unmittelbare Folge des verlorenen Krieges Frauen den Männern rechtlich gleichgestellt. Und so kam es, dass unsere Gesuchte zur ersten Generation von Frauen ihres Landes gehörte, die eine gleichberechtigte und gemeinsame Ausbildung mit Männern an Schule und insbesondere an der Universität erhielten.

Schnell witterte ihr Vater als Arzt unter den neuen Umständen die Möglichkeit, dass seine Tochter ebenfalls Medizin studieren könnte. Um sie zu motivieren, zeigte er ihr eines Tages unter dem Mikroskop, wie Penicillin Bakterien tötet. Damit war das Interesse seiner

Tochter tatsächlich nachhaltig geweckt – jedoch nicht an Medizin, sondern an der Biologie. Später erklärte sie dazu in einem Interview: „Als Arzt musst du ein kontaktfreudiger Mensch sein. Das war ich nicht. Deswegen wählte ich die Biologie.“

Folglich ging sie zum Studium an die Universität der viertgrößten Stadt ihres Landes. Dort lernte sie auch ihren späteren Ehemann kennen, den sie gleich nach ihrem Abschluss heiratete – im selben Jahr, in dem die Sowjetunion den Ungarn-Aufstand niederschlug.

Zusammen durften sie an ihrer Universität bleiben, um mit eigener Forschung zu starten. Und obwohl die Labors in ihrem Heimatland damals sehr schlecht ausgestattet waren (auch eine Kriegsfolge), gelang ihnen bald die Entdeckung eines neuen Zucker-Nukleotids. Dieses ebnete ihnen schließlich den Weg zu einem dreijährigen Stipendium in den USA, das die beiden

unter anderem in das Labor des späteren Nobelpreisträgers Arthur Kornberg brachte. Die Kontakte und die Unterstützung der US-Kollegen, mit denen sie dort zu tun hatten, sollten auch nach ihrer Rückkehr nie abreißen.

Zurück an ihrer Universität stürzte sich das Forscher-Paar nun endgültig auf „ihr“ Problem, das durch ein großes „Richtungsrätsel“ bei einem essentiellen Zellvorgang definiert war. Wie sie es am Ende lösten, gilt heute als Lehrstück für klare Hypothesenbildung sowie deren konsequenter und erfolgreicher Testung.

In dem Jahr, als hierzulande die Studentenunruhen ihren Höhepunkt erreichten, publizierten sie ihr Modell in zwei *PNAS*-Papern. Bald darauf taufte der US-Biochemiker Rollin Hotchkiss die charakteristischen molekularen Strukturen, die dabei entstehen, während eines Symposiums auf ihren Namen. Und so stehen sie bis heute in den Lehrbüchern.

Nur sieben Jahre später starb der Mann unserer Gesuchten an den Spätfolgen eines „Befehls“, mit denen die USA im letzten Jahr des Zweiten Weltkriegs den Widerstand ihres

Heimatlands endgültig zu brechen gedacht hatten. Das Schicksal hatte es so gewollt, dass er am Tag X als Jugendlicher unweit eines der beiden Zielorte der „Maßnahme“ lebte.

Als frische Witwe alleine mit zwei Kindern sah die damals 42-Jährige zunächst keine Möglichkeit, weiter in der Forschung zu arbeiten. Doch zweierlei ließ sie umdenken: Der Zuspruch ihrer Forscherfreunde aus den USA, allen voran Arthur Kornberg, wie auch die enorme Hilfsbereitschaft ihrer Nachbarn bei der Bewältigung des Alltags.

So sollte sie am Ende auch das letzte Rätsel lösen, das im Gesamtbild des „richtungsweisenden“ Zellvorgangs noch fehlte. Und ganz nebenbei beschrieb sie im Zuge dessen erstmals Prinzip und Konzept des *Primings*, ohne das heute keine PCR funktionieren würde.

Vielfach gepreist blieb die bald 86-Jährige bis heute in verschiedenen Funktionen in und um die Wissenschaft aktiv. Doch waren es am Ende nicht nur ihre wissenschaftlichen Errungenschaften alleine, die unsere Gesuchte generell zu einem großen Vorbild für die Frauen ihres Landes machten. Verständlicherweise.

RN

### Na, wer ist's?

Mailen Sie den gesuchten Namen sowie Ihre Adresse an: [redaktion@laborjournal.de](mailto:redaktion@laborjournal.de)  
Wir verlosen mehrere *Laborjournal*-T-Shirts.

In LJ 3/2018 suchten wir **W. Neal Burnette**. Gewonnen haben **Mario Walter** (Heidelberg) und **Sofia Isabell Rupp-Schröder** (Hannover).

### Auflösung aus LJ 4/2019:

Der „fast Hundertjährige“ ist der Däne **Jens Christian Skou**, der mit der Natrium-Kalium-ATPase den grundlegenden Zellmotor für die neuronale Erregungsleitung inklusive motoneuronaler Aktivierung fand. Er starb letztes Jahr im Alter von 99 Jahren und 232 Tagen.

IM INTERVIEW: ULRICH BIRSNER, DENZLINGEN

## „Sie werden gehypt und geschlagen“

*Auf ein Neues! Sechzehn Jahre nach der Genescan-Europe-Pleite startet deren Ex-Chef Ulrich Birsner mit seinem jüngsten Biotech-Projekt AVA Lifescience durch, um mit spezifischen monoklonalen Antikörpern der chronisch lymphatischen Leukämie den Garaus zu machen. Im Laborjournal-Gespräch erzählt er gemeinsam mit Mitgründer Marcus Dühren-von Minden von Gründungsstolpersteinen, Forschungsidealismus und deutschem Biotech-Potenzial.*

**Laborjournal:** Herr Birsner, Sie werden gern als Biotech-Veteran oder -Urgestein betitelt, als Gesicht des Freiburger Biotech-Booms Anfang der 2000er-Jahre. Sie selbst schreiben auf der Plattform LinkedIn: „Technology-Freak, immer an vorderster Front und unternehmerisch aktiv.“ Sie sind jetzt 62 Jahre alt. Wie sehen Sie sich heute selbst? Und wie schauen Sie auf Ihre bisherige Biotechnologiekarriere zurück?

**Ulrich Birsner** » Veteran... das ist das Einzige, das ich Ihren Kollegen etwas nachtrage [lacht]. Ich bin nicht mehr der Jüngste, klar, aber ich fühle mich wesentlich jünger, zumindest im Kopf. Technologie-Freak, ja, bin ich gern. So bin ich einfach.

Ab 1995 gab es einen politisch gewollten Hype, Genescan war der große Glücksbringer der Biotechnologie in Freiburg und wurde auf einem goldenen Tablett durch die Gegend getragen. Folglich habe ich mich selbst mutiert, vom Leiter der biochemischen Abteilung am Freiburger Max-Planck-Institut [MPI] für Immunbiologie hin zum Wissenschaftsmanager. Und ich denke, alles, was ich angegriffen habe, habe ich erfolgreich umgesetzt.

*Sie sprechen Genescan an. Erzählen Sie doch ein wenig darüber.*

**Birsner** » Mein damaliger Chef am MPI, Nobelpreisträger Georges Köhler, hatte mich 1992 ermuntert, mein erstes Unternehmen zu gründen: BIG Biotech. Als er 1995 starb, war das ein schwerer Schlag für mich, er war ein toller Chef. Ich entschied mich dann dazu, komplett in die Firma zu wechseln. Durch Zukäufe ha-

be ich das Unternehmen auf ungefähr einhundert Mitarbeiter erweitert und 1998 Genescan Europe gegründet. Mit der Aufnahme von Venture Capital wurde das Ganze in Richtung Börse getrieben. Im Juli 2000 erfolgte mit Genescan einer der erfolgreichsten Börsengänge der damaligen Zeit.

*In einem Interview mit wallstreet:online im Jahr 2000 war noch von jährlichen Umsatzsteigerungen von rund einhundert Prozent die Rede, insbesondere für die Biochips-Sparte. Anfang 2003 gab es dann aber bereits Restrukturierungsmaßnahmen bei Genescan, inklusive Personalabbau. Sie selbst haben das Unternehmen Anfang 2003 verlassen. Im gleichen Jahr folgten der Insolvenzantrag von BioChip Technologies und die Übernahme von Genescan durch den Luxemburger Analysedienstleister Eurofins. 2009 zog sich Genescan von der Frankfurter Börse zurück. Was, denken Sie, ist damals schief gelaufen?*

**Birsner** » Schief gelaufen kann man so nicht sagen. Im Jahr 2000 ist die Börse zusammengebrochen, aber Genescan lief ja trotzdem weiter. Genescan hatte zwei Fokuse: Einen umsatztragenden im GMO-Bereich, also *Genetically Modified Organisms*. Dort waren wir Weltmarktführer, und das ist Genescan heute, glaube ich, im Rahmen der Eurofins-Gruppe immer noch. Der zweite waren die Biochips. Damit waren wir unserer Zeit um zehn Jahre voraus. Der Biochip-Bereich wurde von Eurofins eingestampft, weil der zu investiv war. Sie hätten viel Geld einsetzen müssen, was ich gern getan hätte. Die Zahlen, die wir in den Raum gestellt hatten, hätten sich umsetzen lassen können, wenn die Börse nicht weggebrochen wäre – davon bin ich fest überzeugt. Schauen Sie, was es heute alles gibt – mit *Lab on a Chip* und dergleichen.

Aber bis dahin hätten wir noch etliche Jahre gebraucht, und dazu waren die europäischen Aktionäre zu ungeduldig. Anders als die Kollegen der Firma Affymetrix, unserem größten Konkurrenten aus den USA. Affymetrix wurde trotz 40 oder 50 Millionen Dollar Verlusten weiter getragen und später erfolgreich an Thermo Fisher verkauft.

*Warum haben Sie Genescan verlassen? Gab es keine andere Lösung? Oder mussten Sie gar das Unternehmen verlassen?*

**Birsner** » Darüber steht viel Falsches im Internet. Aber es war meine Entscheidung, ich habe das aktiv vorangetrieben. Ich wollte eigentlich bereits 2002 raus. 400 Mitarbeiter, börsennotiert, Niederlassungen in São Paulo, New Orleans, Melbourne... Ich bin gut in Strukturen so um die 50 Mitarbeiter. Ich bin Techniker, aber da war ich der große Boss. Das wollte ich nie sein. Ich habe also aktiv Eurofins kontaktiert und den Verkauf von Genescan vorangetrieben. Als größter Aktionär von Genescan habe ich ihnen mein Aktienpaket angeboten, damit war die Übernahme programmiert. Den Sandkasten habe ich aufgebaut, und den Sandkasten übergebe ich.

### Zur Person

*Ulrich Birsner wechselte nach seinem Chemiestudium 1983 in das Labor des späteren Medizin-Nobelpreisträgers Georges Köhler am Max-Planck-Institut (MPI) für Immunbiologie in Freiburg. 1992 gründete er das Biotechnologie-Unternehmen BIG (Birsner & Grob) Biotech, aus dem später die Genescan GmbH erwuchs. Durch den Zusammenschluss mit den GmbHS Hanse-Analytik und BioChip Technologies entstand 1998 Genescan Europe, die Birsner 2003 verließ. Fünf Jahre später setzte er sich erstmals mit ehemaligen Kollegen aus der Max-Planck-Gesellschaft zusammen, um 2017 als Geschäftsführer sein jüngstes Projekt zu starten: die Antikörper-Theragnostikfirma AVA Lifescience.*



Nicht zu unterschätzen war auch die exorbitant große Öffentlichkeit, die ich hatte. Ich konnte nicht unbemerkt durch die Stadt gehen, das war auch für meine Kinder kein Spaß. Das war für mich mit ein Grund, mich ein bisschen zurückzunehmen und in den Schwarzwald zurückzuziehen.

»Wir wollen vor allem unsere Technologie weltweit etablieren. Es geht uns in keiner Weise ums Geld.«

*Genescan wurde gepusht und ist sehr schnell gewachsen. Waren Sie durch die Risikokapital-Investoren irgendwann fremdbestimmt? Und was machen Sie jetzt mit AVA Lifescience anders?*

**Birsner** » Ja, das heutige Konzept ist anders – das erkläre ich gleich. Bei Genescan waren wir *Venture-Capital* [VC]-finanziert, und das damals mit Absicht. Ich war jung und kam mit wenig Erfahrung im monetären Bereich aus dem MPI. Die VC *Companies* haben uns relativ früh aufgegriffen, haben uns finanziert und all die Internationalisierungen und die Vergrößerungen ermöglicht. Aber sie haben dann natürlich auch die Chance gesehen, Genescan relativ zügig an die Börse zu bringen, um ihr Geld zurückzubekommen. Und sie haben ein Vielfaches zurückbekommen.

Unser heutiger Ansatz ist so, dass die AVA komplett privat finanziert ist. Wir Urgründer – dazu gehören auch Marcus Dühren-von Minden und zwei weitere – halten noch immer über achtzig Prozent des Unternehmens. Nicht ganz zwanzig Prozent haben wir an private Investoren abgegeben, und das wollen wir im Moment auch so beibehalten. Wir haben zwei maßgebliche Finanzierungsrunden hinter uns und eine große vor uns.

*AVA Lifescience ist mit knapp zwanzig Mitarbeitern auch recht überschaubar. Zudem halten Sie mit exakten Daten über Ihre Technologie in der Öffentlichkeit hinter dem Berg. Gehört das ebenfalls zur neuen Strategie?*

**Birsner** » Wir sind mit Absicht erst einmal unter dem Radar geblieben, obwohl wir uns unserer Sache schon seit ein paar Jahren sicher sind. Wir wollten keinen Hype in der Öffentlichkeit. Das kenne ich aus Genescan-Zeiten. Sie werden gehypt und nachher geschlagen. Jetzt haben wir Kooperationspartner, mit denen wir unsere Antikörper in die Präklinik bringen. Dadurch bleiben wir klein. Ich will kein Unternehmen mehr aufbauen mit über 400 Mitarbeitern, so wie bei Genescan in den Endzeiten. Da hat man mehr Organisatorisches als Wissenschaftliches im Kopf.

*Was würden Sie denn machen, wenn doch mal jemand bei Ihnen anklopft und sagt: So, ich geben Ihnen jetzt einen Haufen Geld, und dafür möchte ich Anteile?*

**Birsner** » Wir sind nicht monetär getrieben. Das heißt, wir wollen vor allem unsere Technologie weltweit etablieren. Es geht uns in keiner Weise ums Geld.

*Das klingt sehr idealistisch.*

**Birsner** » Ist es auch. Wir haben Spaß bei der Arbeit, wir haben ein tolles Team. Wir sehen uns als Entwickler. Wir wollen niemals ein fertiges Produkt herstellen und verkaufen, sondern wir entwickeln bis zu einem gewissen Punkt und geben dann entweder das Produkt oder die Lizenz dafür ab. Unsere Forschungspartner sind große und kleine Unternehmen in Diagnostik und Therapie. Für alle die können wir in Zukunft bessere, also zielgerichtete monoklonale Antikörper machen, die ganz sicher ihre Anwendung in patientenspezifischen Therapien finden werden.

**Marcus Dühren-von Minden** » Ja, auf jeden Fall. Hier zu arbeiten, macht unglaublich viel Spaß. Die Arbeit hat den primären Fokus, Dinge voranzutreiben, neue Technologien zu ermöglichen und damit neue Möglichkeiten für Patienten zu schaffen. Wir wollen etwas bewegen. Das klingt schon fast plakativ-idealistisch, ich geb's zu. Ist aber so.

**Birsner** » Weil Geld eben nicht die wichtigste Rolle spielt. Wir hatten vor kurzem eine Diskussion in der Gründergruppe: Was würde passieren, wenn zum Beispiel Novartis kommt und uns zwei Milliarden Euro anbietet? Wir würden wahrscheinlich ablehnen und sagen: Ihr könnt unser Produkt haben... *[lacht laut]* Jetzt lacht der Herr Dühren-von Minden. Er denkt manchmal an Drinks mit Schirmchen auf Hawaii. Ich gebe zu, wir waren uns nicht alle einig. Natürlich muss man unterscheiden – ich bin um die 60, Herr Dühren-von Minden um die 40. Die Jüngeren haben sicherlich noch einen anderen monetären Hintergrund, andere Vorstellungen. Vielleicht würden wir verkaufen, aber dann würden wir wieder mit etwas Neuem anfangen. Ideen haben wir genug.

**Dühren-von Minden** » Wir definieren uns nicht über unsere Produktpalette. Die AVA sind die Leute, die hier arbeiten, das Team, der AVA-Spirit, wie wir es gern nennen. Vielleicht passiert es irgendwann, dass jemand eine unanständig große Summe für eine unserer Entwicklungen auf den Tisch legt. Vielleicht verkaufen wir dann. Wir wollen uns sicher sein – und da kommt der Idealismus wieder durch –, dass das nicht einfach in einer Schublade verschwindet, weil gerade andere Produkte auf dem Markt sind, die man vorantreiben möchte. Dann nehmen wir die Leute und den Spirit und starten mit einer neuen Firma, mit dem Namen einer an-

## Laborgenaue Glukose und Laktatmessung aus einer Probe

MESSUNG  
IN NUR 3  
SCHRITTEN

Hohe Genauigkeit  
Unpräzision: VK  $\leq 1,5\%$   
(12 mmol/L)

Anwenderfreundliches  
Handling

Mehrsprachiges  
Touchscreen-Display

Robuster  
und flexibel  
einsetzbarer  
Analyser

Optimales  
Kosten-/Leistungsverhältnis

Große Messbereiche  
Glukose 0,5-50 mmol/L  
Laktate 0,5-40 mmol/L



Sie möchten den Biosen Analyzer testen oder mehr Informationen?

Dann sprechen Sie uns bitte an!

+49 (0) 39203 511 0  
info@ekf-diagnostic.de

ekfdiagnostics.de

EKF  
Diagnostics

Ulrich Birsner und Marcus Dühren-von Minden haben genug Ideen – verkaufen möchten sie ihre Entwicklungen aber lieber nicht aus Angst, sie könnten in einer Schublade verschwinden.

Foto: AVA Lifescience



deren schönen amerikanischen Schauspielerin. (Auf Laborjournal online erklären Ulrich Birsner und Marcus Dühren-von Minden, was es damit auf sich hat (9.5.19)).

Da gibt es glücklicherweise ja noch ein paar...

**Dühren-von Minden** » Genau. Wir fangen bei A an und schauen, wie weit wir kommen. *[lacht]*

*Wagen wir einen Blick auf Deutschlands Biotech-Szene – jetzt und in den vergangenen 25 Jahren. Zwischen 1997 und 2005 förderte der Bund die Biotechnologie mit der BioRegio-Initiative, es entstanden überall Forschungscluster, die vielfach als künstlich und nicht überlebensfähig kritisiert wurden. BioRegio Freiburg ging später in die Initiative BioValley über, die als Vereinigung von Biotech- und Life-Science-Firmen sowie universitären und anderen Forschungseinrichtungen am Oberrhein agiert. War dieser Förderansatz sinnvoll, oder wurde zu viel in Leere gefördert?*

**Birsner** » Ich denke schon, dass dieser damalige, politisch gewollte Biotech-Hype dazu führte, dass nicht nur universitär und wissenschaftlich gedacht wurde, sondern aus den hochinteressanten, bereits vorhandenen Ergebnissen tolle Firmen entstanden. Auch hier in Freiburg wurden Firmen ausgegründet, ein paar davon haben auch überlebt. Genescan und Biotissue sind an die Börse gegangen. Ich glaube, Biotissue gibt es noch in kleinerem Rahmen. Aber es gab auch welche, die nicht börsennotiert waren und die heute noch immer erfolgreich am Markt sind – zum Beispiel CellGenix oder Chemcon. Ich denke, die Biotech-Initiative hatte damals schon ihre Richtigkeit. Jetzt werden dagegen

Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie gefördert. Es gibt immer solche Phasen.

*Trotzdem liegt Deutschland im internationalen Vergleich, was Biotech-Firmen angeht, abgeschlagen hinter den USA. Woran hapert es denn?*

**Birsner** » Die deutsche und die amerikanische Gründerszene kann man nicht vergleichen. In Amerika ist ein völlig anderer Spirit dahinter. Dort sind Firmenbosse und auch Wissenschaftler Stars. Wenn wir die AVA in den USA gegründet hätten, wären wir jetzt schon mords-gehupt. Das ist aber nicht so unser Ding. Ich hatte vor kurzem ein Gespräch mit einem VC-Menschen, der sagte: „Es gibt eine sehr gute wissenschaftliche Szene hier. Aber wenn man uns mit den USA vergleicht, dann geht das eigentlich nicht. Amerika hat eine vollkommen andere Wissenschaftsszene, die sind dort viel weiter als wir.“

*»Nicht jeder Forscher kann Unternehmer werden. Dazu gehören eine riesige Portion Mut, keine Angst vorm Scheitern und die nötige Ruhe.«*

*Inwiefern weiter? Und warum ist das so?*

**Birsner** » Weil die dort viel mehr Geld in die Wissenschaften stecken. Einzelne Institutionen wie das MIT [Massachusetts Institute of Technology] oder das NIH [National Institutes of Health] haben Etats von einer Milliarde US-Dollar. Zu meiner Zeit hatte die ganze Max-Planck-Gesellschaft einen Etat von einer Milliarde DM, und das sind viele Institute in Deutschland. Die Amerikaner schwimmen im Geld und können ganz anders agieren als wir. Sie gründen auch ohne Probleme, denn dort ist es gewollt, dass ein Professor eine Firma gründet und gleichzeitig noch lehrt. Bei uns führt so etwas zu Schwierigkeiten.

*Gerade in den USA gehört es überdies fast zum guten Ton, dass man mindestens eine Firma in den Sand setzt. Das ist in Deutschland nicht der Fall.*

**Birsner** » So ist es. Wenn Sie hier eine Firma in den Sand setzen, bekommen Sie einen Eintrag bei Creditreform [Wirtschaftsauskunftei und Inkassodienstleister; Anm. der Red.]. Und dann gehen Sie mal zu einer Bank und schauen, wie Sie an einen Kredit kommen. Das ist eine völlig andere Kultur. Deshalb sind die Amerikaner weiter als wir, und wir hecheln immer hinterher.

*Wie können wir aufholen?*

**Birsner** » Erst einmal müssten wir mehr Geld in Forschung und Wissenschaft stecken. Wir sind keine führende Industrienation mehr, wir fahren gerade alle unsere Kernindustrien herunter. Wir



## Zur Person

*Marcus Dühren-von Minden hat Biologie in Kiel und Freiburg studiert. Während seiner Diplomarbeit in der Inneren Medizin der Uniklinik Freiburg forschte er bereits an B-Zell-Leukämien und Lymphomen. Seine Promotion schloss er im Labor von Hassan Jumaa am MPI für Immunbiologie ab. Nach seiner Postdoc-Zeit in Freiburg gründete er gemeinsam mit Ulrich Birsner und zwei weiteren Mitstreitern das Unternehmen AVA Lifescience, in welchem er als CSO für die Umsetzung von wissenschaftlicher Grundlagenforschung zu neuen Produkten zuständig ist.*

sind aber immer noch führend im Kopf. Das ist die Stärke Deutschlands, wir sind Vordenker. Viele Basistechnologien, die heutzutage gängig sind in unserer Welt, stammen aus deutschen Köpfen. Das müssen wir fördern, schon bei den Kindern in der Schule und nachher an den Unis.

*Und wir müssen diese kreativen Köpfe in Deutschland halten. Immer noch zieht es Wissenschaftler in die USA, weil dort die Forschungsbedingungen offenbar besser sind.*

**Birsner** » Es ist in der Industrie momentan nicht schwierig, wissenschaftliches Personal zu bekommen. Wissen Sie warum? Weil die Universitäten nur Zeitvertrag um Zeitvertrag verlängern. Manchmal haben die Leute nur einen Halbjahresvertrag. Das war vor zwanzig Jahren noch nicht so schlimm. Ich finde das sozial unverantwortlich. Wie soll ein Dreißig- oder Vierzigjähriger sein Leben planen, mit Familie, wenn er einen Halbjahresvertrag hat? Mit solchen Verträgen kann man leichter jemanden aus der Uni herauslösen und in ein Unternehmen locken. Oder die Leute hauen ab ins Ausland. Mediziner gehen in die Schweiz oder nach Norwegen, die anderen Disziplinen in die USA. Dort bekommen sie einfach bessere Verträge.

*Dennoch gibt es in Deutschland weiterhin akademische Forschung. Scheitert das Umsetzen vom Denken in die Praxis an der Furcht vor der Wissenschaft? Deutschland wird nachgesagt, wissenschaftsfeindlich zu sein.*

**Dühren-von-Minden** » Ich denke nicht, dass es eine Angst vor der Wissenschaft gibt. Aber ich denke schon, dass man in Deutschland damit ein Stück weit besonnener umgeht. Wenn zum Beispiel etwas Neues kommt wie die Genmodifikation durch CRISPR/Cas, sollte man sich schon die Auswirkungen überlegen und verantwortungsvoll mit den Möglichkeiten umgehen. Das funktioniert sehr gut in Deutschland. Auf der anderen Seite ist es so, dass den Wissenschaftlern die Umsetzung von akademischer Grundlagenforschung in Produkte nicht beigebracht wird. Es ist auch nicht erwünscht. Auf der hellen Seite ist die akademische Forschung – auf der dunklen Seite der Feind, die Pharmaindustrie. Das ist noch immer ein großes Problem. Die Qualität der Forschung hier in Deutschland ist nicht schlechter als in Amerika, aber die Mittel und die Förderung sind andere.

**Birsner** » Aber auch nicht jeder Forscher kann Unternehmer werden. Dazu gehört eine riesige Portion Mut, dazu gehören keine Angst vorm Scheitern und die nötige Ruhe.

Trotzdem gibt es natürlich eine Zukunft der Biotechnologie in Deutschland. Es wird immer wieder Ausgründungen geben. Ich würde mir wünschen, dass es noch weitere Förderungen wie die BioRegio-Initiative von damals geben würde. Die Universitäten versuchen, dies über Exzellenzcluster zu erreichen, aber das ist rein universitär und hat nichts mit Ausgründungen zu tun. Es gibt Förderungen für Start-ups von der Regierung, zum Beispiel das Förderprogramm INVEST. Im ersten Jahr bekommt der Privatinvestor zwanzig Prozent Zuschuss auf eingebrachtes Kapital. Die meisten wissen aber nicht, dass so etwas existiert.

*Heißt das also, dass es neben Chemie, Mathematik und Physik im Biologiestudium auch ein Fach „Ausgründen“ geben sollte?*

**Birsner** » Zu meiner Zeit war BWL noch Pflichtfach. So etwas wäre vielleicht ganz sinnvoll, damit die Studenten wenigstens einmal sehen, wie das funktioniert. Das könnte die Hemmungen abbauen, die es immer noch gibt.

*Interview: Sigrid März*

*Warum die Firma AVA Lifescience heißt, erklären Ulrich Birsner und Marcus Dühren-von Minden auf der Laborjournal-Webseite (9.5.19).*



**Aktion Frühjahr**

Bis zu **30%** Preisvorteil!



**Bis zu 30 % Preisvorteil sichern!**

Thermocycler, Biolmaging, Extraktions-Kits und mehr ...

Promotioncode: **AF2019**

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

**analytikjena**  
An Endress+Hauser Company

Platform for Chemistry,  
Pharmacy and Biotechnology

**ILMAC**

24. bis 27. September 2019 | Messe Basel | [ilmac.ch](http://ilmac.ch)



Neu parallel zur ILMAC  
**MUT**  
24. - 27.09.2019

Jetzt registrieren:  
[www.ilmac.ch/registration](http://www.ilmac.ch/registration)

Main Partner Process

Endress+Hauser

## FIRMENPORTRÄT: ELLA BIOTECH, MARTINSRIED

# Oligos Speciale

*Das bayerische Unternehmen Ella Biotech hat keine Lust auf Massenware. Sie fühlen sich in ihrer selbst gezeimerten Marktnische sehr wohl – darin geht es vor allem um Spezial-Oligonukleotide und den engen Kontakt zum Kunden.*

Das Jahr 2004 hätte für Peter Frischmann nicht aufregender sein können. So gründete er nicht nur ein neues Biotech-Unternehmen in Martinsried, sondern konnte auch seine zur selben Zeit geborene Tochter in den Arm schließen. Die Namensfindung fiel dem Chemiker denkbar einfach – er nannte beide Ella.

Als nicht ganz so einfach erwies sich eine Mammutaufgabe, die sich Frischmann eingebrockt hatte: Zwei bayerische Gensynthese- und Diagnostikfirmen waren an den Martinsrieder herangetreten mit der Bitte, für sie Oligonukleotide zu produzieren und damit in unmittelbarer Nähe eine Oligo-Facility aufzubauen. Mit dem nötigen Know-how in Nukleinsäurechemie und im Alleingang etablierte Frischmann schließlich die privat-finanzierte Ella Biotech GmbH, die sich mittlerweile im Martinsrieder Innovationszentrum Biotechnologie befindet. Neben Frischmann arbeiten dort noch 14 weitere Angestellte. Darunter biologisch-, chemisch- und medizinisch-technische Assistenten, Biologen, eine Biotechnologin sowie der Nukleinsäurechemiker Tim Gehrke, der bereits während seiner Promotion im Arbeitskreis von Thomas Carell an der Ludwig-Maximilians-Universität in München mit Ella Biotech in Kontakt kam.

Die Aufgaben der Martinsrieder Firma sind vielfältig, fokussieren sich jedoch auf die Herstellung von Spezial-Oligonukleotiden. „Unser Steckenpferd sind klar die Trimer-Oligonukleotide“, berichtet Gehrke, der seit sieben Jahren im Unternehmen ist und dort die Forschung und Entwicklung leitet sowie die Qualitätskontrolle verantwortet.

## Alles genau geplant

Trimer-Oligonukleotide bestehen aus Bausteinen mit immer drei Basen, den Trimer-Phosphoramiditen, die jeweils eine bestimmte Aminosäure codieren. Der Vorteil: So schleichen sich bei der Herstellung der Oligonukleotide nicht ungewollt Stopp-Codons ein, und jede Aminosäure-Sequenz kann in einem ganz bestimmten Verhältnis eingebaut werden. Gensynthese-Firmen verwenden Trimer-Oligos beispielsweise, um randomisierte Bibliotheken für Protein- oder Antikörper-Screenings aufzubauen.

Aber auch im Protein-Engineering kommen Spezial-Oligos zum Einsatz. Ein beliebtes Ziel dabei ist es, Proteine oder Antikörper bindungsaktiver zu gestalten. Anhand von Röntgenstrukturanalysen können Forscher Aminosäuren an bestimmten Stellen im Protein auffindig machen, die probeweise deletiert oder ausgetauscht werden sollen. Die dazu passenden Oligos stellen Firmen wie Ella Biotech dann her. So kann sich der Forscher das Mutieren der entsprechenden Gensequenz sparen und sie direkt designen lassen.



*Ella-Biotech-Gründer Peter Frischmann (hinten rechts) setzt mit Tim Gehrke (vorne, Mitte) und den anderen Mitarbeitern auf Spezial-Oligos. Foto: Ella Biotech*

Die Größe der Oligonukleotide ist auf etwa 100 Basen limitiert: „Es ginge zwar noch länger, dann aber würde die Qualität leiden“, gibt Gehrke zu Bedenken. Schon ein „Hundertmer“ sei in der Herstellung schwierig, denn hinter jedem Einbau einer Base steckten vier chemische Reaktionen – ein gefundenes Fressen für den Fehlerteufel.

Doch nicht nur Trimer-Oligos stehen bei Ella Biotech auf der Bestellliste. Das Unternehmen liefert neben Primern und Sonden auch Oligonukleotide mit einer großen Anzahl unterschiedlicher funktioneller Gruppen oder Modifikationen. „Wir koppeln so gut wie alle gängigen Fluorophore, die wir in Lizenz haben – etwa die Atto-Farbstoffe, aber auch *Black-Hole-Quencher*“, nennt Gehrke zwei Beispiele. Auch Biotin, Phosphorylgruppen und Polyethylenglykol baut das Ella-Biotech-Team an die Oligos ran. Letzteres kommt insbesondere Transfektionen zugute. Denn Oligonukleotide sind von Haus aus geladen und werden deshalb eigentlich ungern in Zellen aufgenommen. Mit einem Polyethylenglykol-Linker nimmt die Zelle die Nukleotid-Sequenz bereitwilliger auf.

Wofür ihre Kunden die Oligos verwenden, interessiert Gehrke und seine Kollegen besonders. „Umso genauer wir wissen, was der Kunde später mit unseren Produkten anstellen möchte, desto eher können wir mit Rat zur Seite stehen.“ Als Beispiel nennt der Chemiker folgendes Problem: „Wenn Sie versuchen, ein bestimmtes *Target*, etwa eine virale Sequenz, zu detektieren, dann brauchen Sie zwei Primer und eine Sonde sowie eine Positiv-Kontrolle“,



erklärt er. „Den größten Fehler, den Sie als Forscher jetzt machen können, ist die gesuchte Sequenz als Positiv-Kontrolle bei demselben Oligo-Anbieter zu bestellen. Denn in einer Firma, in der extrem große Mengen an Oligos produziert werden, ist es schwierig, die Zielsequenz von der Positiv-Kontrolle fernzuhalten. Die Gefahr besteht, dass Sie in Ihrer Negativ-Kontrolle ebenfalls positive Signale haben. Deshalb ist uns wichtig, dass wir vorab wissen, wofür der Kunde unser Produkt nehmen möchte.“

## Hartnäckiger Diebstahlschutz

Eine andere interessante Anwendung für Oligonukleotide ist der Diebstahlschutz, da sich die Gen-Schnipsel an vielen Objekten anbringen lassen und gekoppelt mit einem Fluorophor unter Schwarzlicht recht leicht zu detektieren sind. Großes Interesse an dieser Methodik zeigt laut Gehrke die Deutsche Bahn, die in ständig versucht, die Kupferkabel und -stränge für ihre Bahntrassen zu schützen. Taucht ein verdächtiges Kabel bei einem Händler auf, muss die Polizei lediglich die Schwarzlichtlampe anschalten und bei einem Treffer die gefundenen Oligos abkratzen. Nach einer PCR-Reaktion verraten die Oligonukleotide anschließend, aus welchem Diebstahl und aus welcher Charge der Gegenstand stammt. „Weil die Oligos codierbar sind, kann man sie wie einen Barcode an fast jedes Objekt anbringen“, verdeutlicht Gehrke und ergänzt: „Mittlerweile kann man auch Geld damit schützen.“ Dieser besondere Diebstahlschutz eignet sich vor allem deswegen, weil Oligos ungiftig sind und man sie von Gegenständen kaum vollständig entfernen kann.

Und wie lange halten die Gen-Stücke? „Getrocknet im Labor mehrere Jahre, in einem leicht basischen Tris-Puffer auch mindestens ein Jahr“, weiß Gehrke. „Wir geben unseren Kunden bei sachgemäßer Behandlung und Lagerung mindestens ein Jahr Garantie auf die Stabilität unserer Oligonukleotide. Wenn allerdings Farbstoffe gekoppelt sind, verkürzt sich die Haltbarkeit unter Umständen wegen ihrer Lichtempfindlichkeit.“

Während andere Oligonukleotid-Firmen bis zu 15.000 Primer, Sonden und Co. jeden Tag produzieren, beschränkt sich Ella Biotech auf 30.000 Produkte pro Jahr. Der Grund: Das Unternehmen konzentriert sich nicht auf die Massenabfertigung, sondern auf Spezial-Oligonukleotide – gelegentlich mit Sonderwünschen. „Es kommen auch Arbeitsgruppen zu uns, die selbst synthetisierte Gruppen an ein Oligonukleotid gekoppelt haben möchten“, erzählt Gehrke. „Diese können sie uns dann zuschicken.“

## Verdacht auf Geldwäsche?

Ella Biotech besetzt einen Nischenmarkt und fühlt sich darin sehr wohl. Vieles gehe über Mundpropaganda. Zu Beginn hatte das Unternehmen nicht mal eine Homepage, wie Gehrke aus dem Nähkästchen plaudert: „Wir haben dann eines Tages einen Anruf bekommen, ob es uns wirklich gibt, oder wir nur Geldwäsche betreiben.“ Gründer Frischmann sorgte schließlich für eine rudimentäre Online-Präsenz. Doch selbst das konnte den einen oder anderen Kunden nicht gänzlich überzeugen. „Einer kam sogar extra aus den Niederlanden hergefahren, um sich zu vergewissern, dass das Unternehmen existiert“, schmunzelt Gehrke.

Mittlerweile ist die Homepage ausgereifter, auf ein automatisiertes Bestellverfahren verzichten die Martinsrieder dennoch. „Bei uns müssen die Kunden nach wie vor per E-Mail bestellen.“ Das garantiere den persönlichen Kontakt zum Kunden und eine genaue Absprache. Und das zahlt sich aus: „Vergangenes Jahr hatten wir eine Reklamationsrate von 0,08 Prozent – doch hier spielen auch viele Kontrollen und die Erfahrung der Mitarbeiter eine große Rolle.“

Seit 2018 ist Ella Biotech Teil eines EU-Projektes, das sich mit der Entwicklung eines *In-vitro*-Diagnostik-Kits zur Identifizierung multipler Erreger bei immunsupprimierten Patienten beschäftigt (Eurostar 12135). Mit von der Partie sind zwei Firmen aus den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich sowie die Charité in Berlin. Das Ziel ist ein Multiplex-Blut-Assay basierend auf Oligonukleotiden, der immungeschwächte Patienten (etwa nach einer Krebsbehandlung oder Transplantation) im Falle einer Infektion auf die 23 gängigsten Erreger testet; darunter das Epstein-Barr- oder Cytomegalovirus.

Ella Biotech hilft in dem Projekt beim Design und der Herstellung der Oligonukleotide. „Wir können gut einschätzen, was Synthese-technisch möglich ist“, sagt Gehrke. Bis zum Jahr 2020 hat das europäische Team Zeit dafür.

Für die Zukunft hat Ella Biotech mehrere Ziele. Zum einen möchten sie die „Good Manufacturing Practice“ (GMP)-Zertifizierung erlangen, um langfristig auch therapeutische Oligonukleotide herzustellen. Aber auch ein gesundes Wachstum steht ganz oben auf der Prioritätenliste, sodass die Firma den jährlichen Umsatz von knapp 1,3 Millionen Euro vielleicht bald toppen kann. „Der Markt ist natürlich hart umkämpft, und wir sind nicht die Günstigsten“, gibt Gehrke zu. Der Preis spiegle jedoch die Qualität wider. Die Kunden aus aller Welt und vor allem aus Europa wüssten das zu schätzen. Und für Kunden aus der umliegenden Nachbarschaft gibt es sogar einen Extra-Service: Dort liefern Ella-Biotech-Mitarbeiter Bestellungen noch über den Hof oder fahren schnell mit dem Fahrrad vorbei. „Es ist familiär“, meint Gehrke. „Aber da liegt auch der Spaß. Weil wir Menschen gegenüber haben und nicht nur einen Posteingang.“

Juliet Merz



**Reproduzierbarkeit maXimieren**  
Kosten und Aufwand minimieren

**Pipettierroboter**  
**pipetmaX®**

- Individualisierbar für Ihre Applikation und Labware.
- Intuitive Software-Assistenten (z. B. für qPCR).
- Intelligentes Spitzenaufnahmesystem für die flexible Nutzung von 1, 2, 3... bis 8 Spitzen.
- Günstig und wartungsarm & keine teuren Roboterspitzen
- Konsistente Ergebnisse, unabhängig vom Anwender.
- Zwei parallel montierte Pipettenköpfe.
- Präziser Transfer von 1 - 1200 µL.

[www.gilson.com](http://www.gilson.com) | [info-de@gilson.com](mailto:info-de@gilson.com)

**GILSON®**

# Raus aus dem Labor – ab auf die Messe!

Es ist wieder Messezeit in Hannover. Im Wechsel mit der Analytica in München findet alle zwei Jahre in der niedersächsischen Landeshauptstadt die Labvolution statt – damit sich nicht nur das Labor im Zuge der Digitalisierung immer weiter vernetzt, sondern auch der eifrige Messebesucher.



Ein Blick in die Zukunft: Auf der Labvolution 2019 dreht sich alles um das smarte Labor.

Fotos (2): Deutsche Messe

Am 21. Mai ist es wieder so weit. Dann beschäftigen sich Messeveranstalter, Aussteller und Besucher auf der Labvolution in Hannover für drei Tage mit dem Thema im Laboralltag: Digitalisierung und Automatisierung. Unter dem Motto „Vernetztes Labor“ sind die Aussteller angehalten, in den Hallen 19 und 20 ihre zum Thema passenden Lösungen vorzustellen.

Das Highlight dürfte das zum dritten Mal infolge präsentierte smartLAB der Uni Hannover sein. Wer hier alle Kamellen befürchtet, wird enttäuscht. Die Entwickler zeigen neben bewährten Systemen nämlich auch ganz neue oder überarbeitete Lösungen. Etwa, wie man mit Sprachsteuerung à la Alexa Geräte dirigieren kann oder wie Beamer die schwer zu reinigenden Touch-Displays von Tablets ersetzen, indem sie die Benutzeroberfläche auf allerlei Möbel projizieren.

Besonderes Merkmal des smartLABs ist die Wabenstruktur der einzelnen Module. Dadurch lassen sich diese geschickt aneinander stel-

len und individuell zusammensetzen. Ob das wirklich so gut funktioniert, können Sie auf der Labvolution einfach selbst ausprobieren.

## Nicht nur gucken, auch anfassen

In einer etwas „ruhigeren“ Ecke der Halle 19 treffen schließlich Hersteller und Anwender aufeinander. Beim sogenannten *Lab USER Dialogue* bekommen Sie Produkte in Vorträgen nicht nur vorgestellt, sondern können die Gerätschaften und Lösungen der unterschiedlichsten Firmen vor Ort testen. Sollte Ihnen die Bedienung eines Instruments Schwierigkeiten bereiten, können Sie die anwesenden Produktverantwortlichen während der *Hands-on-Workshops* mit Ihren Fragen löchern. Sowohl die Workshops als auch die Vorträge sind kostenlos und benötigen keine Anmeldung.

„Was sich in der Vergangenheit sehr bewährt hat und deshalb auch noch den alten Namen der Messe trägt, ist das Biotechni-

ca Forum“, gibt der Labvolution-Projektleiter Bernd Heinold einen weiteren Einblick. Dort treffen Industrie und Wissenschaft zusammen, um zum Beispiel am Donnerstag einen Karrieretag zu organisieren. Beim Vortrag am Vormittag vom Jobvector-Team kann sich der Zuhörer hoffentlich hinterher die Frage beantworten: Welcher Job passt zu mir? Karriereberater von academics stellen im Anschluss Berufsbilder in den Lebenswissenschaften vor.

Ebenfalls spannend klingen die Vortrags-Sessions des Wissenschafts-Symposiums am Mittwoch zu den Themen Mikrobiomforschung, Molekulare Zellbiologie und *Genome Editing*. Zu den Referenten gehören beispielsweise der Zellbiologe Michael Knop aus Heidelberg, der Systembiologe Frank Buchholz aus Dresden sowie der Molekularbiologe Philip Rosenstiel aus Kiel.

Trotz des Engagements der Labvolution mit ihren Veranstaltern und Ausstellern, die

Statistik zeichnet eins deutlich ab: Die Messe schrumpft. Seit 2013 nimmt sowohl die Zahl der Besucher, als auch Aussteller stetig ab. Ob die ab 2017 erfolgte Umbenennung der ehemaligen Biotechnica mit blauem Design in die grüne Labvolution mehr Erfolg verspricht, wird sich erst noch zeigen. Genauso wie die Verschiebung hin zur Labortechnikmesse für die Branchen Chemie, Pharma, *Life Sciences*, Umwelttechnik, Medizin und Ernährung. Denn die Labvolution möchte weg von der reinen Fokussierung auf die Biotechnologie, die den noch ein wichtiger Bestandteil bleibt.

## Im Frühling ist es schöner

Die Verlegung der Labvolution vom November in den Frühling sei laut Projektleiter Heinold bei den Ausstellern und Besuchern gut angekommen. „Wir haben uns damals dafür entschieden, die Labvolution in den Mai zu verlegen, weil sie die Analytica in München, die ebenfalls im Frühjahr stattfindet, perfekt ergänzt und sich beide Messen dann im Jahresrhythmus abwechseln“, erklärt Heinold und schmunzelt: „Außerdem fühlt es sich im Frühling ja auch viel schöner an.“

Angesprochen auf die sinkenden Besucherzahlen bleibt Heinold positiv. „Ich bin guter Dinge, dass wir die Besucherzahl von 2017 toppen werden. Das war von Anfang an unser Ziel“, sagt er, gibt jedoch zu: „Aber natürlich ist die Entwicklung so, wie sie ist.“ Gerade deshalb möchten sich die Organisatoren nicht stur am alten Messekonzzept festklammern, sondern die Labvolution weiterentwickeln. Um hoffentlich mit dem neuen Rahmenprogramm und der Messe insgesamt beim Besucher punkten zu können. Ob das gelingt, zeigt sich am 23. Mai ab 17 Uhr. Denn dann rechnen die Veranstalter ab.

Doch vorher kann die Labvolution für drei Tage ihre Messe-Qualität unter Beweis stellen. Und Sie, liebe Leser, können sich davon gerne selbst überzeugen – und das völlig kostenlos. Denn alle *Laborjournal*-Leser können sich mit dem untenstehenden QR-Code oder unter dem angegebenen Link ihre kostenlose



Projektleiter Bernd Heinold ist guter Dinge: „Die Besucherzahl von 2017 werden wir toppen.“

Eintrittskarte sichern. Natürlich ist dies nicht ganz uneigennützig: Wir sind nämlich selbst alle drei Tage auf der Labvolution (Halle 20, Stand B 39) und freuen uns über jeden, der mal „Hallo“ sagt.

Juliet Merz

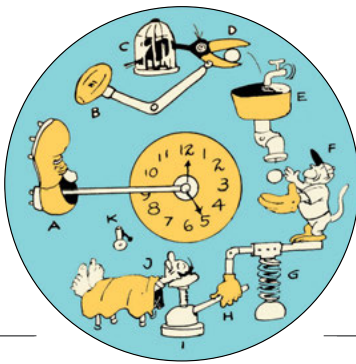
# Hereinspaziert! Hereinspaziert!

Hier gibt's den kostenlosen Eintritt zur Labvolution 2019, Hannover



Schalten Sie sich Ihr kostenloses Ticket frei.  
Auf [labvolution.de](http://labvolution.de) unter Tickets.  
Verwenden Sie dort den Code: unawg  
Oder benutzen Sie diesen QR-Code:





## Neue Produkte

### PROBEN-ANALYSE

#### Spektralphotometer

**Name und Hersteller:**  
NanoPhotometer N120 von Implen

**Technik:** Das sehr kompakte Instrument (20x20 cm) mit integriertem *Touchscreen* scannt zuverlässig bis zu zwölf Proben (200 bis 900 nm) in zwanzig Sekunden. Der Konzentrationsbereich reicht von 2 bis 8.000 ng/µl (dsDNA); es werden lediglich 2 µl je Probe benötigt. Die intuitive Software bietet einfachen Zugriff auf Methoden und Ergebnisse. Das Gerät ist optional mit Batterie sowie 21CFR part 11-kompatibler Software / *User Management* ausgestattet. Es lässt sich auf verschiedene Weise in ein bestehendes Netzwerk einbinden, bis hin zur Datenbank-Integration beziehungsweise Anbindung an ein LIMS-System.



**Vorteile:** Das Photometer eignet sich insbesondere für die Analyse größerer Probensätze in Pharmazie und Biotech, auch bei regulativen Anforderungen. Das Gerät ist einfach zu bedienen (*Touchscreen*, PC oder Tablet) und misst die Probe innerhalb von 1,7 Sekunden. Darüber hinaus ist es wartungsfrei.

**Mehr Informationen:**  
Tel. +49 89 7263718 0  
[www.implen.de](http://www.implen.de)

### ZELLKULTUR

#### Inkubatoren

**Name und Hersteller:**  
HettCube-Linie von Hettich

**Technik:** Alle Modelle verfügen über eine 4,3-Zoll-*Touchscreen*-Steuerung und ermöglichen eine Vielzahl von Programmen, die dem Endverbraucher mehr Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit bieten. Mit zahlreichem Zubehör können sie individuell an die Bedürfnisse des Labors angepasst werden.

**Vorteile:** Das effiziente Design ermöglicht eine dreißig Prozent größere Nutzfläche als bei herkömmlichen Inkubatoren.

**Mehr Informationen:**  
Tel. +49 7461 705 0  
[www.hettichlab.com](http://www.hettichlab.com)



### WIEGEN

#### Laborwaagen

**Name und Hersteller:**  
Cubis II von Sartorius

**Technik:** Die Waagen verfügen über einen großen Wägebereich, hervorragende Ablesbarkeit und Robustheit sowie höchste Genauigkeit für alle Probenarten. Um die Effizienz im Labor zu maximieren und Wägeregebnisse zu optimieren, kann die Zusammenstellung an Hard- und Software individuell konfiguriert und somit die Waage ideal auf den Arbeitsprozess abgestimmt werden.



**Vorteile:** Die Waagen wurden für eine besonders benutzerfreundliche und intuitive Bedienung konzipiert, die durch intelligente Diagnostik-Systeme unterstützt wird. Dies reduziert mögliche Bedienfehler des Anwenders während des Messvorgangs und garantiert zugleich die gleichmäßige Wiederholbarkeit von Arbeitsprozessen. Die Arbeitsabläufe orientieren sich an typischen, in Laboratorien verwendeten Arbeitsanweisungen.

**Mehr Informationen:**  
Tel. +49 551 308 0  
[www.sartorius.de](http://www.sartorius.de)

### SPEKTROSKOPIE

#### Lumineszenz-System

**Name und Hersteller:**  
Spectro-ECL von Metrohm Drop Sens

**Technik:** Mithilfe des integrierten Mikrospektrometers kann die spektrale Zusammensetzung des emittierten Lichtes zwischen 340 und 850 Nanometern analysiert werden. Dies ermöglicht die Entwicklung von Multi-Analyt-Methoden.

**Vorteile:** Das System zeichnet sich aus durch kompakte Bauform, einfache Handhabung durch Einweg-Elektroden, kurze Analysedauer, hohe Selektivität und Empfindlichkeit, direkte Kontrolle über die elektrochemische Reaktion sowie geringes Probenvolumen.

**Mehr Informationen:**  
Tel. +49 711 77088 0  
[www.metrohm.com](http://www.metrohm.com)



## SIGNALWEG-ANALYSE

## Chemokin-Kits

## Name und Hersteller:

Lunaris von Ayoxxa

**Technik:** Die Kits sind für die Analyse von Chemokin-Signalwegen in menschlichen (humaner 11-Plex) und murinen (Maus 12-Plex) Proben entwickelt worden. Die Panels enthalten hochspezifische Antikörperpaare gegen die meisten relevanten Chemokine. Dazu gehören CCL2, CCL3, CCL4, CCL5, CCL11, CCL19, CCL20, CXCL1, murines CCL20, humanes CXCL8 (IL-8), CXCL10, CXCL12 und murines CX3CL1.



**Vorteile:** Die Assays sind als klassische Sandwich-Immunassays mit fluoreszenzbasierter Auswertung aufgebaut. Die BioChips und Tests werden sehr sorgfältig durch den Einsatz qualitativ hochwertiger Antikörperpaare optimiert, um Multiplex-Formate mit höchster Testsensitivität sowie -spezifität und gleichzeitig minimalen Kreuzreaktionen zu gewährleisten. Aufgrund des BioChip-Formats und des planaren Aufbaus können die Assays mit Probenvolumina von nur drei Mikrolitern durchgeführt werden.

## Mehr Informationen:

Tel. +49 221 222 5290

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

## WIEGEN

## Analysewaagen

## Name und Hersteller:

XPR von Mettler Toledo

**Technik:** Die Antistatiklösung StaticDetect bildet in Kombination mit dem optionalen Ionisationsmodul ein umfassendes System zur Erkennung und Unterbindung elektrostatischer Ladungen. Darüber hinaus liefern die Analysenwaagen dank *StatusLight*, *LevelControl* und *GWP-Approved* jederzeit gültige Ergebnisse. Der optionale Anschluss der Waagen an die Laborsoftware LabX ermöglicht ein problemloses Daten-Handling.

**Vorteile:** Die Mikroanalysenwaagen sind die perfekte Wahl für spezielle Anwendungen, wie das Wägen sehr kleiner Proben. Mit einer USP-Mindesteinwaage von 1,4 mg und bis zu 52 g Höchstlast lassen sich teure, seltene und gefährliche Substanzen auf geringste Mengen reduzieren und Übertragungsverluste sowie zeitraubende Neuberechnungen vermeiden.

## Mehr Informationen:

Tel. +49 641 507 444

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

## PIPETTIEREN

## Manuelle Pipette

## Name und Hersteller:

Evolve von Integra

**Technik:** Die 16-Kanal-Pipette ist ergonomisch gestaltet und in den Größen 10, 50 und 100 µl erhältlich. Sie verfügt über einen Spitzenabstand von 4,5 mm, der ideal für die Arbeit mit 384-Well-Platten ist.



**Vorteile:** Anders als herkömmliche manuelle Pipetten mit einem einzigen Drehkolben verfügen die Pipetten über drei verstellbare Räder zur individuellen Einstellung aller Dezimalstellen. Dies reduziert das *Repetitive-Strain-Injury-Syndrom* (RSI – Verletzungen durch wiederholte Belastung). Zudem ist es hierdurch möglich, das Volumen in einem Bruchteil der ursprünglichen Zeit einzustellen, etwa bei der Umstellung von einem niedrigen Volumen zu einem hohen Volumen und umgekehrt.

## Mehr Informationen:

Tel. +49 6409 81999 15

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

## CHROMATOGRAPHIE

## UHPLC-System

## Name und Hersteller:

Nexera LC-40 Serie von Shimadzu

**Technik:** Der zeitgesteuerte Systemstart ermöglicht das Spülen der Säule, die Äquilibration, eine Grundlinienkontrolle sowie einen automatischen Systemtest. Zusätzlich erhöht der FlowPilot die Durchflussrate schrittweise bis zum Sollwert. Intelligente automatische Diagnose- und Wiederherstellungsfunktionen überwachen und beheben Druckschwankungen.

## Vorteile:

Durch integrierte KI-Funktionen können die UHPLC-Systeme Probleme automatisch erkennen und lösen.

## Mehr Informationen:

Tel. +49 0203 76 87 0

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



## PRODUKTÜBERSICHT: ZELLSORTIERER

# Zellen sortieren mit Geister-Bildern

Noch bestimmen klassische Fluoreszenz-aktivierte Cell Sorter (FACS) das Bild in vielen Durchflusszytometrie-Service-Abteilungen. Neue mikrofluidische Zellsortierer mit ausgefeilter Mikroskoptechnik und lernfähiger Software sind ihnen jedoch auf den Fersen.

In konventionellen Zellsortierern werden Fluoreszenz-markierte Zellen in Flüssigkeits-Tropfen eingehüllt und im Gänsemarsch durch eine Flusszelle geführt, die von mehreren rechtwinklig zur Flusszelle verlaufenden Laserstrahlen beleuchtet wird. Die von den Zellen emittierten Streulicht- sowie Fluoreszenz-Signale fängt eine *Photomultiplier*-Röhre ein, die sie in elektrische Signale umwandelt und an eine Recheneinheit weitergibt, die letztlich eine Sortier-Vorrichtung steuert.

FACS-Geräte verlesen mehrere zehntausend Zellen pro Sekunde in die richtigen Auffang-Töpfchen und leisten sich dabei kaum Fehler. Diese irre Geschwindigkeit und hohe Präzision hat aber ihren Preis: Die Auflösung beziehungsweise der Informationsgehalt der sortierten Zellen ist ziemlich gering. Der Experimentator erfährt zum Beispiel so gut wie nichts über die genaue Lokalisierung der ausgesandten Fluoreszenz-Signale in der Zelle.

### Schnell sortiert aber schlecht aufgelöst

Dazu müsste er sehr hoch aufgelöste Bilder der vorbeifliegenden Zellen schießen. Mit *Imaging*-Durchflusszytometern ist dies zwar möglich, die Auswertung der Bild-Daten dauert für die Sortierung in Echt-Zeit aber viel zu lange. Bis die Recheneinheit des *Imaging*-Zytometers die Bilder analysiert und die Daten an die Sortiereinheit weitergegeben hat, sind die Zellen schon längst an der Sortiereinheit vorbeigeflogen.

Von diesem Dilemma ließ sich eine vielköpfige japanisch-US-amerikanische Gruppe um den Physiker und Optik-Spezialisten

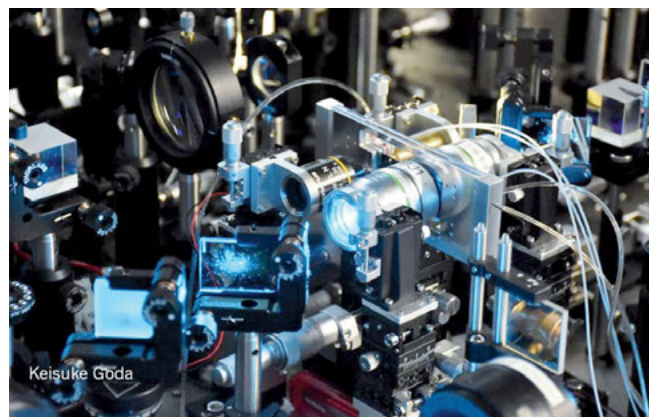
Keisuke Goda von der Universität Tokio jedoch nicht beeindrucken. Seine Mitarbeiter konstruierten einen intelligenten Bild-aktivierten Zellsortierer (IACS), der Zellen im Hochdurchsatz mithilfe hoch aufgelöster Bilder in Echtzeit sortiert und klassische FACS-Geräte ziemlich alt aussehen lässt (*Cell* 175: 1-11).

Die Gruppe kombinierte in dem intelligenten Sorter einen Mikrofluidik-Chip mit einem speziellen Mikroskop sowie einer ausgeklügelten Recheneinheit. Den rechteckigen Mikrofluidik-Chip durchzieht ein winziger Mikro-Kanal, der von einem sogenannten dynamischen Fokussierer an einem Ende des Chips bis zu einem Sortierer am anderen Ende reicht. Die Zellen werden von dem Fokussierer in der Mitte des Kanals ausgerichtet und wandern mit einer Geschwindigkeit

(FDM)-Mikroskop, das kurz nach dem hydrodynamischen Fokussierer platziert ist: Wie eine Hochgeschwindigkeitskamera nimmt es superscharfe Bilder der vorbeiströmenden Zellen auf und leitet die Bilddaten an die Recheneinheit weiter, die den piezoelektrischen Sortierer steuert.

### Extrem schnelle Bilder

Das FDM-Mikroskop ist im Grunde ein spezielles konfokales *Laser-Scanning*-Mikroskop, das extrem hohe Bildfrequenzen von bis zu 16.000 Bildern pro Sekunde erreicht. Um diese hohen Bild-Raten zu erzielen, wird der Anregungs-Laserstrahl des Mikroskops zunächst in zwei Strahlen geteilt. Sogenannte akustische optische Deflektoren splitten die beiden



Im intelligenten Bild-aktivierten Zellsortierer werden die Zellen in den Kanälen eines Mikrofluidik-Chips (rechteckige Glasplatte) fokussiert und von einem optischen System (silbernes und schwarzes Objektiv) detektiert.

Foto: Keisuke Goda

von etwa einem Meter pro Sekunde in Reihe und Glied aufgereiht zur Sortiereinheit. Dort werden sie durch winzige piezoelektrisch gesteuerte Pumpen in kleine Vertiefungen auf dem Chip geschubst, die als Abfall und Sammelbehälter dienen.

Die Fokussierung und Sortierung der Zellen auf einem mikrofluidischen Chip ist nicht allzu aufregend und inzwischen schon beinahe Standard. Revolutionär neu dagegen ist das sogenannte *Frequency-Division-Multiplexed*

Strahlen anschließend wie einen Kamm in zwei unterschiedliche Frequenzbänder weiter auf. Die zwei Strahlen-Kämme werden danach wieder zusammengeführt und treffen als Strahlengitter auf die Probe. Um die Sache noch komplizierter zu machen, wird zudem auch noch die Amplitude der beiden Strahlen-Kämme moduliert.

In Godas intelligentem Bild-aktivierten *Cell Sorter* fällt das Strahlengitter im rechten Winkel auf die vorbeirauschenden Zellen und

erzeugt ein verzerrungsfreies Bild jeder einzelnen Zelle. Gleichzeitig wird über die Vorwärts-Streuung des Lichts die Geschwindigkeit der Zellen gemessen und an die Sortiereinheit übermittelt, die daraus den perfekten Sortierzeitpunkt berechnet.

Ohne superschnelle Recheneinheit, die die Bild-Daten praktisch in Echtzeit an die Sortiereinheit weiterleitet, würde aber auch das FDM-Mikroskop nicht viel bringen. Die Gruppe um Mastermind Goda hat deshalb alles aufgebaut, was moderne Computer-Hard- und Software derzeit hergeben.

Über ein 10 Gbps-schnelles Netzwerk, das auf dem Internetprotokoll (IP) basiert, schlossen seine Computerspezialisten einen Computerprozessor (CPU) mit einem Graphikprozessor (GPU) sowie einem auch in konventionellen *Cell Sortern* üblichen *Field-Programmable-Gate-Array* (FPGA) zusammen.

Anschließend programmierten sie die ganze Chose mit einer lernfähigen Software, die die Bild-Daten innerhalb von 32 Millisekunden auswertet und ohne weitere Verzögerung an den Piezo-Sortierer schickt.

Wer mit einem Zellsortierer in *Cell* landen will, muss aber schon ein bisschen mehr vorweisen können als nur eine Konzeptstudie. Als Demonstrations-Objekte für den zellbiologischen Härtestest des *Sorters* suchte sich Godas Mannschaft *Chlamydomonas reinhardtii* sowie humane Blutplättchen (Thrombozyten) aus.

Keine schlechte Wahl, wenn man Reviewer beeindrucken will: Grünalgen sind ein heißes Thema bei der biologischen Produktion von Wasserstoff und die Analyse humaner Blutbestandteile macht sich auch immer gut.

## Mutanten ins Töpfchen

Tatsächlich sortierte das IACS-Gerät im Handumdrehen seltene Mutanten aus einer *C. reinhardtii*-Population, deren sogenannter Kohlenstoff-Konzentrations-Mechanismus (CCM) ge-

stört ist. Über Eingriffe in den CC-Mechanismus versuchen Bioingenieure, die Photosynthese in Grünalgen zu optimieren – Godas *Cell Sorter* könnte die Suche nach interessanten Mutanten deutlich beschleunigen.

Im zweiten Test sollte das Gerät aktivierte Thrombozyten beziehungsweise Thrombozyten-Aggregate in Blutproben aufspüren, die Vorboten kardiovaskulärer Erkrankungen

sind. Auch diese sortierte der IACS-Sorter sehr schnell und präzise aus dem Blut der Probanden heraus.

## Vermarktung mit Start-up

Wie nicht anders zu erwarten, gründete Goda Ende letzten Jahres mit einem Teil seiner Mitstreiter ein Start-up (CYBO), das den



## MACSQuant® Tyto® Cell Sorter

# The gentleman among cell sorters

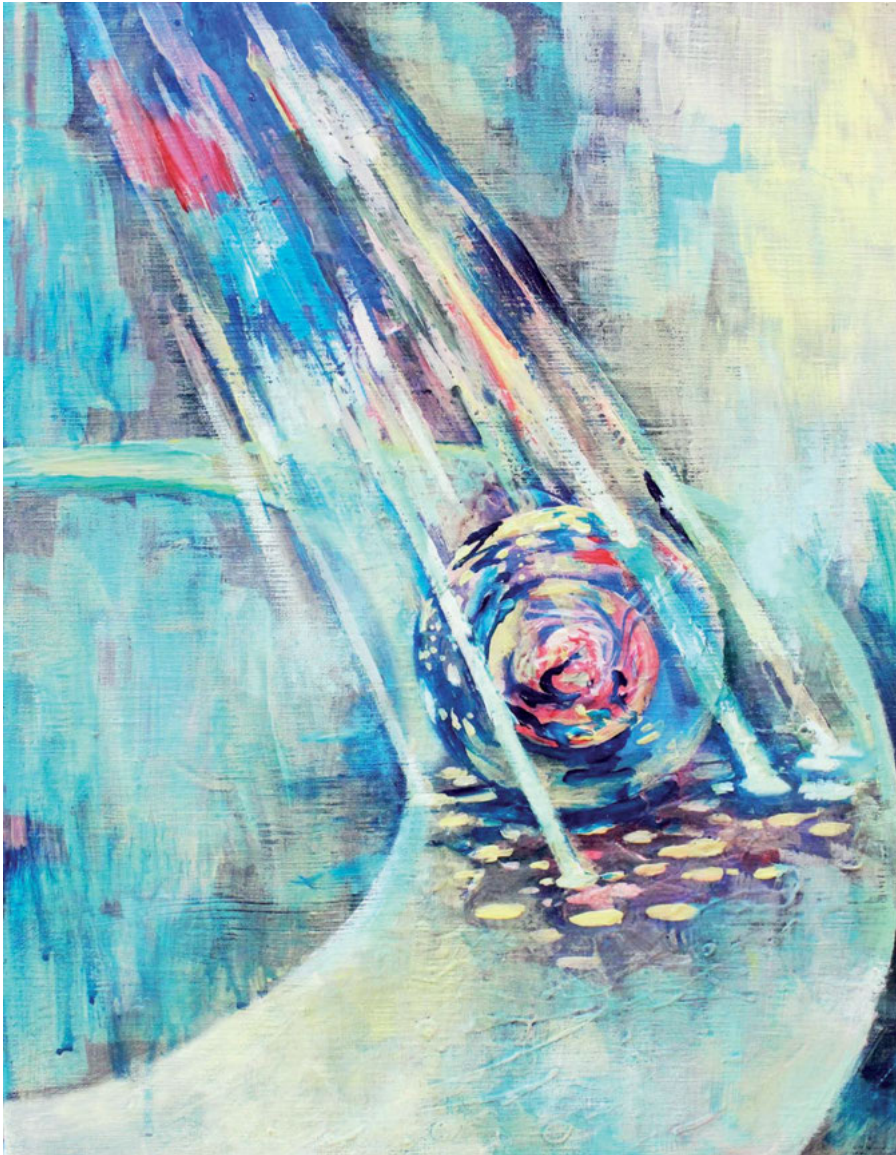
Discover a more gentle way of cell sorting and start benefitting from:

- Increased cell viabilities due to gentle sorting approach
- Contamination-free sorting due to closed cartridge design
- Increased operator safety due to a lack of droplets and aerosols

► [miltenyibiotec.com/tyto](https://www.miltenyibiotec.com/tyto)

Miltenyi Biotec provides products and services worldwide. Visit [www.miltenyibiotec.com/local](https://www.miltenyibiotec.com/local) to find your nearest Miltenyi Biotec contact.

Unless otherwise specifically indicated, Miltenyi Biotec products and services are for research use only and not for therapeutic or diagnostic use. MACS, the MACS logo, MACSQuant and Tyto are registered trademarks or trademarks of Miltenyi Biotec GmbH and/or its affiliates in various countries worldwide. Copyright © 2019 Miltenyi Biotec GmbH and/or its affiliates. All rights reserved.



Ein neuentwickelter japanischer Zellsortierer detektiert und sortiert Zellen anhand von Geister-Bildern, die eine spezielle Optik aufnimmt.

Foto: Sacco Fujishima

IACS-Zellsortierer kommerzialisieren soll. Goda und Co. waren aber nicht die einzige japanische Gruppe, die 2018 mit einem neuartigen Zellsortierer Furore machte. Auch das Team des Bioingenieurs Hiroyuki Noji von der Universität Tokio präsentierte einen neuentwickelten *Cell Sorter* (*Science* 360: 1246-51).

## Geister-Detektor

Die Technik von Nojis *Sorter* ist ziemlich abgefahren: Die *Imaging*-Einheit des Geräts

erzeugt Geister-Bilder und nutzt diese für die Steuerung der Sortiereinheit. Das Ganze nennt sich deshalb auch Geister-Zytometrie.

Wie in Godas Sortierer ist auch im Geister-Zellsortierer ein recht konventioneller Mikrofluidik-Chip verbaut. An einem Ende des Chips werden die Zellen mithilfe eines dreidimensionalen hydrodynamischen Fokussierers auf Linie gebracht, am anderen wartet ein piezoelektrisch gesteuerter Aktuator auf die Zellen, der sie in das passende Auffang-Töpfchen bugsiert. Interessanter ist, was in der

Geister-Detektions-Einheit passiert, die auf halbem Weg zwischen Fokussierer und Piezo-Aktuator liegt. Auf diesem Abschnitt huschen die Fluoreszenz-markierten Zellen über ein völlig unregelmäßig angeordnetes ortsfestes Beleuchtungs-Feld, das wie ein leuchtender Mini-Irrgarten aussieht. Durch diesen genialen Trick werden die Fluorophore in den vorbeifliegenden Zellen an jedem Punkt des Irrgartens unterschiedlich stark angeregt.

Ein *Photomultiplier* registriert sowohl die Fluoreszenz-Intensitäten der angeregten Fluorophore als auch die Licht-Intensität des Beleuchtungs-Feldes und wandelt die Signale in einen elektrischen Strom um. Trägt man die aufsummierten Intensitäten gegen die Zeit in ein entsprechendes X,Y-Koordinatensystem ein, so erhält man eine sogenannte Multiplexe Temporäre Wellenform (MTW), welche die Intensitäts-Verteilung mathematisch exakt beschreibt.

## Gutes Maschinen-Gedächtnis

Im *Geister-Imaging*-Modus geht die Recheneinheit des Geister-Sortierers den umgekehrten Weg und rekonstruiert aus Intensitätsverteilung und MTW-Gleichung ein reales zweidimensionales Bild der Zellen.

Nötig ist die Wiederherstellung aber nicht: Die intelligente lernfähige Software erkennt die Zellen auch ohne Bilder, allein anhand ihrer spezifischen temporären Wellenformen, und sortiert sie danach. Dazu muss man im Vorfeld lediglich verschiedene Zelltypen durch den Mikrofluidik-Chip jagen, um die Software zu trainieren.

Das Maschinengehirn merkt sich die Wellenformen der verschiedenen Zellen und spürt sie auch in einem wilden Zelldurcheinander zuverlässig auf. Nojis Mannschaft setzte den *Geister-Sorter* zum Beispiel ein, um Krebszellen (MCF-7) aus mononukleären Zellen des peripheren Bluts (PBMC) mit einem Durchsatz von 10.000 Zellen pro Sekunde herauszufischen. Der *Sorter* ließ sich dabei auch von zusätzlichen von der Gruppe zugefügten MIA PaCa-2-Zellen nicht beirren, die sich kaum von MCF-7-Zellen unterscheiden.

Klar, dass auch Nojis Team ein Start-up (*ThinkCyte*) gründete, um die Idee zu vermarkten. Mal sehen, wann der Zellsortierer der japanischen Geister-Jäger soweit ist.

Natürlich gibt es aber auch noch die guten alten FACS-Geräte. Sie finden sie in der Tabelle auf den nächsten beiden Seiten.

Harald Zähringer



## Zellsortierer

## Produktübersicht

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT- NAME	SORTIERGESCHWIND., REINHEIT, AUSBEUTE	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>ALS Automated Lab Solutions</b> Jena www.als-jena.de <b>Kontakt:</b> Tel. +49 3641 4820 0 info@als-jena.de	CellCelector	Je <i>Picking Event</i> werden ca. 20 bis 30 Sekunden benötigt   100% Reinheit – selbst eine einzelne Zelle kann in Millionen von Zellen gefunden und gezielt isoliert werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisches Robotersystem zur Erkennung und Sortierung von Einzelzellen, Zellclustern sowie Kolonien aus Zellkulturplatten &amp; Schalen</li> <li>– Kombination aus <i>High Content Imaging System</i> und automatischem <i>Cell Sorter</i></li> <li>– Mikroskopisches Scannen beliebiger Zellkulturplatten und -schalen in Hellfeld, Phasenkontrast und bis zu 6 Fluoreszenzkanälen mit Speichern sämtlicher Bilddaten</li> <li>– Sortieren ohne Verwendung von Fluoreszenzlabeln anhand der Zellmorphologie</li> <li>– Sortierung großer, fragiler Objekte wie z.B. Zellcluster, Sphäroide, Organoide oder adhärenter Zellkolonien</li> <li>– Scannen der Zielplatten (und Erkennung der Zellen) nach dem Sortieren am selben Gerät</li> </ul>	200.000,- bis 350.000,-
<b>BD Biosciences</b> Heidelberg www.bdbiosciences.com/ eu/home <b>Kontakt:</b> Technischerservice@ europe.bd.com	BD FACSMelody	Bei 10.000 <i>Events per second</i> (Eps) werden 98% Reinheit und eine Ausbeute >80% der gewünschten Zell-Population erreicht (max. Geschwindigkeit 34.000 Eps)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Benutzerfreundliche Software in Kombination mit automatisierter Geräteeinstellung ermöglicht Bedienung ohne Operator und Probenmessung innerhalb von &lt;12 Minuten nach Einschalten des Geräts</li> <li>– Bis zu 11 Parameter gleichzeitig messbar (vier verschiedene Laser- Anregungswellenlängen verfügbar)</li> <li>– Gel-gekoppelte Küvette für maximale optische Sensitivität (FITC: 80 MESF, PE: 30 MESF)</li> <li>– Einzelzellablage in verschiedene Plattenformate</li> <li>– Kompakte Abmaße des Messstandes (B x T x H: 50 x 56 x 48 cm)</li> </ul>	Auf Anfrage
	BD FACSAria Fusion	Bei 25.000 Eps werden 98% Reinheit und eine Ausbeute >80% der gewünschten Zell-Population erreicht (max. Geschwindigkeit 70.000 Eps)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Speziell entwickelt für platzsparende Einhausung in Sicherheitswerkbank</li> <li>– Bis zu 20 Parameter gleichzeitig messbar</li> <li>– Automatisierte, Software-gesteuerte Kontrolle des Probenstroms zur Gewährleistung konstanter Sortierbedingungen sowie automatisierte Kontrolle und Dokumentation der Geräteperformance</li> <li>– Gel-gekoppelte Küvette sorgt für maximale optische Sensitivität (FITC: &lt;87 MESF, PE: &lt;29 MESF), fixiertes <i>Laser-Alignment</i> ermöglicht justagefreies Arbeiten, auch als <i>Analyzer</i> im <i>Multi-User</i>-Betrieb nutzbar</li> <li>– 4-Wege-Sortierung, gleichzeitig bis zu vier Populationen sortierbar sowie Einzelzellablage in verschiedene Plattenformate</li> </ul>	Auf Anfrage
	BD FACSymphony S6	Bei 25.000 Eps werden 98% Reinheit und eine Ausbeute >80% der gewünschten Zell-Population erreicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Gleichzeitig bis zu 60 Parameter messbar (bis zu neun Laser, mehr als 25 verschiedene Laser-Anregungswellenlängen stehen zur Auswahl)</li> <li>– 6-Wege-Sortierung, gleichzeitig bis zu sechs Populationen sortierbar sowie Einzelzellablage in verschiedene Plattenformate</li> <li>– Messung von bis zu 20 Parametern pro Laserlinie durch neue Detektionsoptik, neueste VPX-Elektronik</li> <li>– Gel-gekoppelte Küvette in Verbindung mit hochsensitiven <i>Photomultiplier-Tubes</i> gewährleisten maximale optische Sensitivität</li> </ul>	Auf Anfrage
<b>Beckman Coulter</b> Krefeld www.beckman.de <b>Kontakt:</b> Michael Braun Tel. +49 2151 333 711 mbraun@beckman.com	MoFlo XDP High Speed Sorter	Geschwindigkeit: 70.000 Eps im Sortier- Modus 100.00 Eps im Analyse-Modus   Reinheit: >99% mit jeder Geschwindigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 4-Wege „<i>Mixed-Mode</i>“-Sortierfähigkeit</li> <li>– Einzelzellablage auf Objektträgern oder frei definierbaren Formaten für <i>Single-Cell-PCRs</i></li> <li>– Sortierung in 96-, 384- und 1.536-Well-Platten</li> <li>– Integration in Automationssysteme (z.B. Biomek i5/i7) möglich</li> <li>– Hohe Flexibilität durch offene Konstruktion, unbegrenzte Möglichkeiten bei der Auswahl der Anregungswellenlängen</li> <li>– Aerosolabsaugung und <i>Biohood</i> bieten optimale Sicherheit beim Umgang mit gefährlichen, infektiösen Materialien</li> <li>– 1-3 Laser (355, 405, 488, 642 nm), 4-20 Parameter möglich</li> </ul>	Auf Anfrage; abhängig von Geräteaus- stattungen
	MoFlo Astrios EQ Series High Speed Sorter	Geschwindigkeit: 70.000 Eps im Sortier- Modus 100.00 Eps im Analyse-Modus   Reinheit: >99% mit einer 70 µm <i>Nozzle</i> und 60 psi im <i>Purify Modus</i> und einer Ausgangspopulation von 1% positiver Ereignisse   Ausbeute: > 90% der theoretisch erwartbaren Ausbeute	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 6-Wege- „<i>Mixed-Mode</i>“-Sortierfähigkeit</li> <li>– Einzelzellablage auf Objektträgern oder frei definierbaren Formaten für <i>Single-Cell-PCRs</i></li> <li>– Sortierung in 96-, 384- und 1.536-Well-Platten inkl. <i>Index Sorting</i> und Integration in Automationssysteme (z.B. Biomek i5/i7) möglich</li> <li>– Bis zu 7 Laser: hohe Flexibilität bei der Auswahl der Fluorochrome</li> <li>– Aerosolabsaugung und intelligente <i>Biohood</i> für optimale Sicherheit beim Umgang mit gefährlichen, infektiösen Materialien</li> <li>– Exzellente Vorwärtsstreulichtdetektion mit wechselbaren Aperturen auf einem (EQs) oder zwei PMTs (EQ)</li> <li>– 2-7 Laser (355, 405, 488, 532, 561, 592, 640 nm), bis zu 51 Parameter</li> </ul>	Auf Anfrage; abhängig von Geräteaus- stattungen

Produktübersicht

Zellsortierer

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT-NAME	SORTIERGESCHWIND., REINHEIT, AUSBEUTE	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>Bio-Rad Laboratories</b> München www.bio-rad.com <b>Kontakt:</b> Tel. +49 89 31884 177 info.sales.LSG@bio-rad.com	S3e Cell Sorter	Geschwindigkeit: 100.000 Eps; maximal 30.000 Sortierentscheidungen pro Sekunde   99% Reinheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisches <i>Stream-Alignment</i></li> <li>– <i>Walk-Away</i>-Sortierung</li> <li>– Kompaktes <i>Benchtop</i>-Design</li> <li>– Sehr einfache Anwendung; kein dedizierter Nutzer notwendig</li> <li>– Proben-schonende Zwei-Wege-„<i>Jet-in-Air</i>“-Sortierungs-Technologie</li> </ul>	Auf Anfrage
<b>Bucher Biotec</b> Basel, Schweiz www.bucher.ch <b>Kontakt:</b> info@bucher.ch Tel. +41 61 269 11 11 <i>Hersteller:</i> NanoCollect Biomedical	Wolf Cell Sorter	Geschwindigkeit: 300 Eps   Bis zu 99% Reinheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mikrofluidik-basiertes System für <i>Pool</i>-Sortierung oder Einzelzell-Sortierung und Dispensierung in 96- oder 384-Well-Platten</li> <li>– Sanfte Sortierung mit nur 1,5 psi ermöglicht hohe Viabilität auch von sensiblen Zellen</li> <li>– Einweg-Mikrofluidik ermöglicht Aerosol-freies, steriles Arbeiten</li> <li>– 1 Laser, 5 Parameter</li> <li>– Durch die geringe Stellfläche passt der Wolf Cell Sorter in eine Sicherheitswerkbank</li> </ul>	Auf Anfrage
<b>Miltenyi Biotec</b> Bergisch Gladbach www.miltenyibiotec.com <b>Kontakt:</b> Tel. +49 2204 8306 3031 macssales@miltenyibiotec.de	MACSQuant Tyto Cell Sorter	Zellflussrate: Bis zu 55.000 Eps* Ventilbewegungsrate: Bis zu 30.000 Eps*   Reinheit bis zu 99%*   Ausbeute bis zu 90%*  *abhängig von Input und Poisson-Verteilung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sanfte Mikroventil-basierte Zellsortierungs-Technologie (keine Droplets oder Aerosole, geringer Druck &lt; 3 psi, minimale Scherkräfte, keine Dekompression, keine elektrische Ladung)</li> <li>– Geschlossenes und steriles Einweg-Kartuschen-System schützt Zellen vor Kontamination und <i>Carry-Over</i></li> <li>– <i>Benchtop</i>-Zellsortierer mit geringem Platzbedarf (96,5 x 58,5 x 28 cm)   Bis zu 10 Sortierparameter basierend auf 3 Lasern (405, 488, 638 nm; 8 Farben + BSC &amp; SSC)</li> <li>– Einfache Handhabung und automatisiertes Kartuschen-Alignment</li> </ul>	Auf Anfrage
<b>Sony Biotechnology</b> Surrey, Großbritannien www.sonybiotechnology.com <b>Kontakt:</b> Tel. +49 172 858 0490 martin.baumgart@sony.com	Sony MA900	Geschwindigkeit: 70.000 Eps (Elektronik) 70 µm Chip bei 52kHz 12.000 Eps   >98% Reinheit   >80% <i>Recovery</i> Höhere Sortiergeschwindigkeiten ohne Reinheitseinbußen möglich	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Personalisierter Zellsorter mit automatischer Einstellung und Sony-Chip-Technologie (Küvette/<i>Nozzle</i> als Einwegchip)</li> <li>– Leicht auswechselbarer Probenschlauch dadurch minimale <i>Cross-Sample</i>-Kontaminationsgefahr</li> <li>– Vierwege-Sortierung &amp; Einzelzellablage in 96- oder 384-Well-Platten</li> <li>– Stellfläche: 55 x 55 cm</li> <li>– Bis zu 4 Laser (405, 488, 561, 638 nm), bis zu 12 Farb- und 2 <i>Scatter</i>-Parameter</li> </ul>	Auf Anfrage
	Sony SH800	Geschwindigkeit: 100.000 Eps (Elektronik) 70 µm Chip bei 50kHz 12.000 Eps   >98% Reinheit   >80% <i>Recovery</i> 30.000 Eps ohne Reinheitseinbußen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Personalisierter Zellsortierer mit automatischer Einstellung und Sony-Chip-Technologie (Küvette/<i>Nozzle</i> als Einwegchip)</li> <li>– Leicht auswechselbarer Probenschlauch dadurch minimale <i>Cross-Sample</i>-Kontaminationsgefahr</li> <li>– Zweiwege-Sortierung &amp; Einzelzellablage in 96- oder 384-Well-Platten</li> <li>– Stellfläche: 55 x 55cm</li> <li>– Bis zu 4 Laser (405, 488, 561, 638 nm), 6 Farb-, 2 <i>Scatter</i>-Parameter</li> </ul>	Auf Anfrage
	Sony FX500	Geschwindigkeit: 100.000 Eps (Elektronik) 70 µm Chip bei 50kHz 12.000 Eps   > 98% Reinheit   > 80% <i>Recovery</i> 30.000 Eps ohne Reinheitseinbußen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Personalisierter Zellsortierer mit automatischer Einstellung und Sony-Chip-Technologie (Küvette/<i>Nozzle</i> als Einwegchip)</li> <li>– Komplet austauschbare Fluidik (inkl. <i>Sheathline</i>/Reservoir), geeignet für Zelltherapieforschung und Produktions-Zelllinien-Reklonierung</li> <li>– Zweiwege-Sortierung &amp; Einzelzellablage in 96- oder 384-Well-Platten</li> <li>– Stellfläche: 55 x 55cm</li> <li>– Bis zu 3 Laser (488, 561, 638 nm), 6 Farb-, 2 <i>Scatter</i>-Parameter</li> </ul>	Auf Anfrage

Korrektur

Produktübersicht Ausgabe 4/2019, Tabelle 1: Laborschüttler

ANBIETER HERSTELLER	PRODUKT-NAME	ART DER BEWEGUNG	SONSTIGES, BESONDERHEITEN, ALLGEMEINES	PREIS IN EURO
<b>Dunn Labortechnik</b> Asbach www.dunnlab.de <b>Kontakt:</b> Tel. +49 2683 43094 info@dunnlab.de <i>Hersteller:</i> IBI Scientific	ROCAA220S	Rocker	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wippschüttler aus Edelstahl</li> <li>– 0–22 Bewegungen/Min., Kippwinkel: 2°–11°</li> <li>– Maximale Beladung: 9,1 kg</li> <li>– Erweiterbar auf bis zu 4 Plattformen</li> </ul>	Ab 1.233,-

In der Produktübersicht der Ausgabe 4/2019 ist uns leider ein Fehler unterlaufen. Den Laborschüttler „ROCAA220S“ hatten wir versehentlich der Firma Eppendorf zugeordnet. Der „ROCAA220S“ wird von der Firma Dunn Labortechnik vertrieben. Wir bitten, den Fehler zu entschuldigen.

## Methoden-Special: Werkzeuge der synthetischen Biologie

# Von der Klonierung zur Assemblierung

Eine wesentlicher Prozess in der synthetischen Biologie ist der Zusammenbau von DNA-Fragmenten zu größeren Einheiten, die eine gewünschte Funktion erfüllen. Verschiedene Assemblierungs-Techniken und Standards sollen den Forschern bei dieser kniffligen Aufgabe helfen.

Das 21. Jahrhundert könnte nach Meinung vieler Experten das Jahrhundert der Biotechnologie werden. Hauptverantwortlich hierfür sind moderne DNA-Sequenzier- und Synthese-Methoden, die völlig neue Wege für die Untersuchung und Manipulation von Organismen eröffnen. Ein Beispiel ist die synthetische Biologie, die Molekularbiologie, Ingenieurwissenschaften, Informatik, Nanobiotechnologie und organische Chemie mit dem Ziel vereint, neuartige biologische Systeme herzustellen. Ausgangspunkt hierfür sind synthetische DNA-Nukleotide, die zu größeren DNA-Bausteinen (Synthons), Genen oder kompletten Genomen zusammengesetzt (assembliert) werden und künstlichen Zellen oder Organismen neue Eigenschaften verleihen sollen.

Wissenschaftler der synthetischen Biologie verfolgen zwei unterschiedliche Strategien. Eine ist die Integration synthetischer Systeme in biologische Systeme. Die andere zielt auf die Verkleinerung des Genoms ab, um die Systemkomponenten auf das absolute Minimum zu reduzieren. Diese minimalen Organismen werden als Gerüst für sogenannte *Bioparts* genutzt, die biologische Schaltkreise erzeugen. Im Gegensatz zur Gentechnik, die im Wesentlichen das Ziel hat, ein Gen von einem Organismus in einen

anderen zu transferieren, will die synthetische Biologie komplett neue und künstliche biologische Systeme schaffen.

Eine der grundlegenden Techniken, die synthetische Biologen hierzu einsetzen, ist die DNA-Assemblierung, mit der sie zum Beispiel Plasmid-Bibliotheken, Mehr-Komponenten-Systeme oder synthetische Zellen fertigen. Um die hierzu nötigen Gen-Konstrukte herstellen zu können, entwirft man zunächst mithilfe einer Software die entsprechenden Gensequenzen und teilt diese in kleinere überlappende Sequenzen mit etwa 200 bis 1.500 Basenpaare (bp) auf, um sie leichter synthetisieren zu können. Diese sogenannten Synthons werden anschließend zu längeren DNA-Sequenzen assembliert, in einen Expressionsvektor kloniert und schließlich auf Funktionalität getestet. Funktionieren sie nicht wie gewünscht, wiederholt man das Ganze.

### Assemblierung mit Restriktionsenzymen...

Für die Assemblierung wurden in den letzten Jahren verschiedene Techniken vorgestellt. Eine der ersten war die *Golden Gate-Klonierung*, die Sylvestre Marillonets Gruppe am Biozentrum



Illustration: Earlham Institute

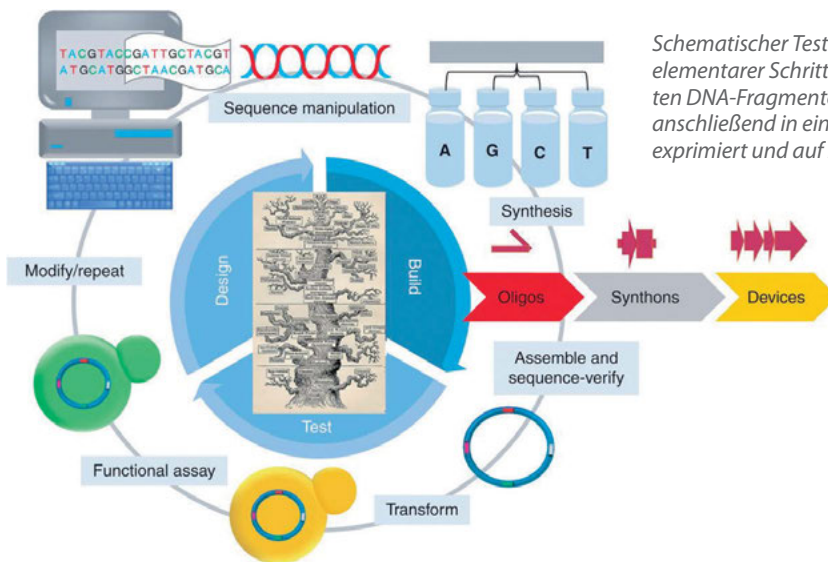
in Halle entwickelte (*PLoS ONE* 3(11): e3647). Marillonets Methode nutzt Typ-IIS-Restriktionsenzyme (BbsI, BsmBI, BsaI), die außerhalb der Erkennungssequenz schneiden, sowie T4-DNA-Ligasen für den *In-vitro*-Zusammenbau multipler DNA-Fragmente. Typ-IIS-Restriktionsenzyme produzieren vier Basenpaare lange, nicht palindromische Überhänge, wodurch die einzelnen Fragmente nahtlos verknüpft werden, ohne „Narben“ zu hinterlassen (*seamless cloning*). Da in dem ligierten Produkt keine Schnittstellen mehr vorhanden sind, kann man Verdau und Ligation simultan durchführen. Das korrekt ligierte Produkt kann hierdurch nicht mehr von Restriktionsenzymen geschnitten werden, die Reaktion ist also irreversibel.

...oder mithilfe homologer Enden

Kurz nach Marillonet veröffentlichte Daniel Gibson vom Craig-Venter-Institut zusammen mit seinen Kollegen eine Assemblierungs-Technik, die auf der Hybridisierung homologer Enden basiert (*Nat. Methods*, 6(5):343-5). Wie bei klassischen Homologie-basierten Klonierungs-Methoden, etwa der *Overlap-Extension*-Klonierung, werden die homologen Enden mithilfe einer PCR an den linearisierten Vektor angehängt. Eine T5-Exonuklease zerkaut an-

schließend die 5'-Enden und erzeugt komplementäre, überhängende klebrige Enden (*sticky ends*), die von einer DNA-Polymerase sowie einer Taq-DNA-Ligase bei 50°C verknüpft werden. Die Gruppe um Gibson synthetisierte mit der Methode das gesamte Genom eines *Mycoplasma mycoides*-Erregers (JCVI-syn1.0) mit 1,08 Mb. Ähnlich wie die Gibson-Assemblierung funktionieren auch andere Homologie-basierte Klonierungs-Verfahren wie zum Beispiel *Sequence and Ligation-Independent Cloning* (SLIC), *Circular Polymerase Extension Cloning* (CPEC) und *Seamless Ligation Cloning Extract* (SLICE).

Ebenfalls von Marillonets Gruppe stammt die *Modular Cloning* (MoClo)-Technik, eine Weiterentwicklung der *Golden-Gate*-Klonierung (*PLoS One*, 6:e16765). Auch dieses Verfahren nutzt Typ-IIS-Restriktionsenzyme, die außerhalb der Erkennungssequenzen schneiden und kompatible Überhänge erzeugen, ohne Rückstände zwischen den DNA-Fragmenten zu hinterlassen. Mit MoClo können bis zu sechs DNA-Fragmente in einem Reaktionsgefäß miteinander verbunden werden. Das System besteht aus drei Klonie-



Schematischer Test-Zyklus in der synthetischen Biologie. Ein elementarer Schritt ist die Assemblierung der synthetisierten DNA-Fragmente zu großen DNA-Konstrukten, die anschließend in einem passenden Wirtsorganismus exprimiert und auf Funktion getestet werden.

Illustration: Cold Spring Harbor

abhängig verbunden werden. Ein Schlüsselement der Methode ist die Endonuklease MspJI, die Eigenschaften von Typ-IIM- sowie Typ-IIS-Endonukleasen kombiniert. MspJI erkennt Methylierungs-spezifische Sequenzen mit einer Länge von vier Basenpaaren und schneidet die DNA außerhalb dieser Erkennungssequenz. Die MASTER-Technik benötigt aber nach wie vor Restriktionsenzyme und eine PCR-Amplifizierung. Für das Zusammensetzen längerer DNA-Sequenzen ist sie daher ungeeignet.

Auch der von Geoff Baldwins Gruppe am Imperial College London entwickelte sogenannte *Biopart Assembly Standard for Idempotent Cloning* (BASIC) basiert auf dem Verdau mit Typ-II-Restriktionsendonukleasen (*Methods Mol. Biol.*, 1472:79-91). Auf den Verdau folgt hier die Ligation an Oligonukleotid-Linker mit langen einzelsträngigen Überhängen, welche die spätere Position sowie Ausrichtung innerhalb des endgültigen Konstrukts definieren. BASIC arbeitet äußerst genau: Bei vier Assemblierungen liegt die Genauigkeit bei 100 Prozent bei sieben immerhin noch bei 90 Prozent.

Auch der von Geoff Baldwins Gruppe am Imperial College London entwickelte sogenannte *Biopart Assembly Standard for Idempotent Cloning* (BASIC) basiert auf dem Verdau mit Typ-II-Restriktionsendonukleasen (*Methods Mol. Biol.*, 1472:79-91). Auf den Verdau folgt hier die Ligation an Oligonukleotid-Linker mit langen einzelsträngigen Überhängen, welche die spätere Position sowie Ausrichtung innerhalb des endgültigen Konstrukts definieren. BASIC arbeitet äußerst genau: Bei vier Assemblierungen liegt die Genauigkeit bei 100 Prozent bei sieben immerhin noch bei 90 Prozent.



DNA-Synthesizer werden in der synthetischen Biologie für die Herstellung von Oligos und kürzeren DNA-Fragmenten eingesetzt, die anschließend zu längeren Konstrukten assembliert werden.

Foto: Universität Wien

### Oligo-Clips

Ohne Verdau funktioniert dagegen die sogenannte *Paper Clip*-Methode, mit der DNA-Fragmente aus bestehenden Bibliotheken in nahezu jedem Plasmid assembliert werden können (*Nucleic Acids Res.* 42, 20:e154). Dazu sind lediglich vier spezielle Oligonukleotide (Clips) für jedes DNA-Fragment nötig, die dessen Richtung im fertigen Konstrukt vorgeben. Die Clips werden durch die Ligation von Oligonukleotid-Paaren hergestellt und mithilfe einer PCR oder durch Zellextrakt-vermittelte Rekombination assembliert. Sind die Clips fertig, kann man mit ihnen bis zu sechs DNA-Fragmente in beliebiger Reihenfolge schnell und effizient zusammensetzen.

Um eine noch höhere Standardisierung zu erreichen, entwickelten Reshma Shetty, Drew Endy und Thomas Knight vom *Massachusetts Institute of Technology* die sogenannten *BioBricks* (*J. Biol. Eng.*, 2:5). Diese Bio-Backsteine werden am 5'-Ende von einer *Prefix*- und am 3'-Ende von einer *Suffix*-Sequenz flankiert, die zum Beispiel beim *BioBrick*-Assemblierungs-Standard „10“ drei, beim sogenannten *Freiburger-Standard* vier Restriktionsschnittstellen aufweisen. Werden zwei *BioBricks* verbunden, entsteht ein größerer *BioBrick* mit den gleichen *Prefix*- sowie *Suffix*-Restriktionsschnittstellen an beiden Enden. Die Assemblierung von Gen-Konstrukten wird hierdurch deutlich vereinfacht und beschleunigt.

Ähnliche Standardisierungen wurden auch für Plasmide und Vektoren eingeführt, um diese in verschiedenen Systemen beziehungsweise Organismen ohne große Anpassungen einsetzen zu können. Ein Beispiel hierfür ist die *Standard European Vector Architecture* (SEVA), bei der grundlegende Bausteine, etwa Selektionsmarker oder Replikationsursprünge (ORI), von standardisierten Restriktionsschnittstellen flankiert werden, um sie einfacher klonieren zu können.

### Klonieren mit Null-Background

Bei all diesen Methoden muss man die DNA-Fragmente zuerst auf einem Plasmid-Vektor unterbringen, der anschließend in Bakterien transferiert wird, welche die Plasmide vervielfältigen. Ein Nachteil ist hierbei, dass nicht alle Insertionen von DNA-Fragmenten in die Vektoren perfekt funktionieren und die erfolgreichen Insertionen zeitaufwendig selektiert werden müssen. Eine neue Technik, die Stefan Schusters Gruppe von der Universität Bayreuth entwickelte, kommt jedoch ohne den aufwendigen Selektions-Schritt aus (*Sci Rep.*;9(1):2980 sowie LJ Online <https://www.laborjournal.de/editorials/1718.lasso> „Klonieren mit Zebra“).

Die Methode, die sich *Zero-Background Vector* oder kurz (ZeBRa) nennt, nutzt einen Vektor mit einem Toxin kodierenden Selbstmord-Gen. Werden die DNA-Fragmente erfolgreich in den Vektor eingebaut, wird das Gen ersetzt. Läuft bei der Insertion aber etwas schief, bleibt das Toxin-Gen intakt und dessen Genprodukt tötet das *E. coli*-Bakterium. Damit ist garantiert, dass nur *E. coli*-Bakterien, die das DNA-Fragment enthalten, Kolonien bilden. Das mühsame Kolonien-Picken kann man sich hierdurch sparen.

### Synthetisieren statt assemblieren

Trotz Standardisierung und ausgeklügelter Klonierungs-Techniken bleibt die Assemblierung von DNA-Fragmenten zeitaufwendig, und was die entstehenden Konstrukte betrifft, teilweise unvorhersehbar. Zumindest für kleine Konstrukte könnte sie aber bald gar nicht mehr nötig sein: Durch sinkende Preise und eine sehr hohe Genauigkeit wird die DNA-Synthese zu einer immer attraktiveren Alternative. Was bereits möglich ist, zeigt die vollständige Synthese eines funktionierenden synthetischen Hefe-Chromosoms mit fast 300.000 Basenpaaren durch ein Team von der *Johns Hopkins University* (*Science* 344(6179):55-8).

Für Konstrukte mit mehr als 2.000 Basenpaaren ist die DNA-Assemblierung mit weiter verfeinerten und standardisierten Verfahren aber das Mittel der Wahl – und wird es vermutlich auch noch einige Zeit bleiben.

Frederique Wieters



**Innovative**  
RESEARCH



**Dunn**



**Dunn**

**Forschen Sie mit?**

**Blut, Plasma, Serum, Komplement Serum**  
Einzelspender oder gepoolt

**Rote Blutkörperchen**

**Krankheitsseren und -plasmen**

**Ascites-Muttermilch-Speichel-Urin**









**Labortechnik**

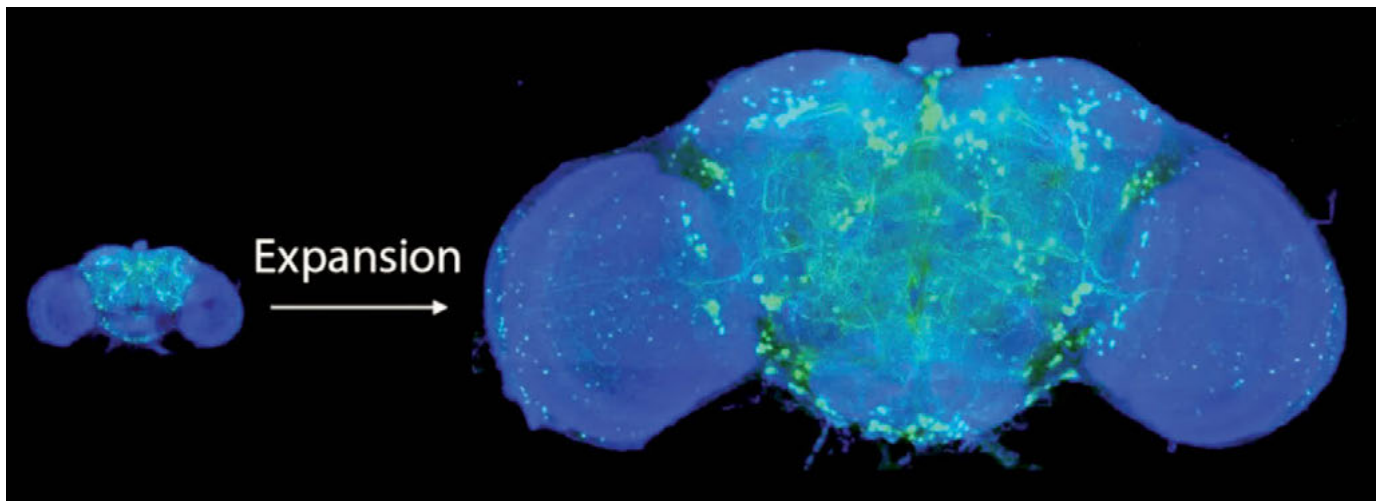
**Dunn Labortechnik GmbH** · Thelenberg 6 · 53567 Asbach  
Tel. +49 (0) 2683 43094 · [info@dunnlab.de](mailto:info@dunnlab.de) · [www.dunnlab.de](http://www.dunnlab.de)



NEULICH AN DER BENCH (188): EXPANSIONSMIKROSKOPIE

## Lichtscheiben-Mikroskopie aufgeblähter Gehirne

Mit aufwendigen höchstaflösenden Mikroskopen können Biowissenschaftler inzwischen Strukturen unterhalb der Auflösungsgrenze abbilden. Aber wieso den Spieß nicht einfach umdrehen und die Probe vergrößern, statt immer kompliziertere und teurere Mikroskope zu entwickeln?



Auf die vierfache Größe aufgeblähtes Gehirn einer Fruchtfliege. Nach der Expansion sind im Lattice Light Sheet-Mikroskop alle dopaminergen Nervenzellen (grün) zu erkennen.

Foto: Gao et al./Science

Die Mikroskopie ist eines der wichtigsten Werkzeuge der biowissenschaftlichen Forschung, das aus keinem Labor mehr wegzudenken ist. Aufgrund des Abbe-Limits ist die Auflösung konventioneller Lichtmikroskope aber auf etwa 200 Nanometer begrenzt.

Um auch Strukturmerkmale jenseits der Auflösungsgrenze herkömmlicher Lichtmikroskope beobachten zu können, entwickelte der Physiker Stefan Hell die *Stimulated Emission Depletion* (STED)-Mikroskopie, für die er 2014 den Chemie-Nobelpreis erhielt. STED gehört zusammen mit der *Structured Illumination* (SIM)- sowie der *Stochastic Optical Reconstruction*-Mikroskopie (STORM), für die der US-Amerikaner Eric Betzig vom *Janelia Research Campus* in Ashburn, USA, ebenfalls den Nobelpreis erhielt, zu den sogenannten *Superresolution*-Mikroskopie-Verfahren (SRM).

Diese Methoden erreichen zum Teil eine Auflösung von wenigen Nanometern, die vorher nur mit der Elektronenmikroskopie (EM)

möglich war. Bei der EM wird die hohe Auflösung jedoch mit einer komplizierten Vorbereitung der Proben und einem hohen apparativen Aufwand erkauft.

Was aber wäre, wenn man die zu untersuchende Probe, zum Beispiel Gehirnschnitte oder sogar ein ganzes Gehirn, einfach vergrößern und sie dann mit der Lichtmikroskopie betrachten würde? Das ist die Grundidee der von Edward Boydens Gruppe am *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) entwickelten Expansionsmikroskopie (*Science* 347(6221):543-8).

### Smarte Expansions-Gele

Bei der Expansionsmikroskopie (ExM) wird die Probe in Natriumacrylat und Acrylamid getränkt, die sich nach der Zugabe eines Polymerisations-Triggers miteinander vernetzen. Die Gel-Technik geht auf die Arbeit von Toyochi Tanakas Gruppe am MIT zurück, die ab Mit-

te der siebziger Jahre synthetische Gele mit „smarten“ Eigenschaften entwickelte. In den achtziger Jahren adaptierten Christine Dreyer und Peter Hausen vom Max-Planck-Institut für Virusforschung in Tübingen diese Polyacrylamid-Hydrogele, um Proben besser färben und mikroskopieren zu können.

Die Expansionsmikroskopie folgt dem Gedanken, dass sich die biologische Information durch die isotrope, gleichmäßige Vergrößerung der Untersuchungs-Objekte nicht verändert. Im ersten Schritt werden die Biomoleküle in den Proben mit molekularen Ankern versehen, an denen sich die aufquellenden Hydrogele festhalten können. Anschließend taucht man die Probe in eine Monomer-Lösung, die mit einem Crosslinker vernetzt wird, wodurch die Anker an das entstehende Polymer-Netz binden. Danach homogenisiert man die vernetzte Probe (Hitze und Detergenzien oder enzymatischer Verdau) und wässert sie. Durch osmotische Kräfte dringt das Wasser in das Hy-

drogel ein, wodurch dieses aufquillt und zur Expansion der Probe führt (*Nature Methods* 16, 33-4).

Die behandelten Gewebeproben können sich bei diesem Prozess um das Hundertfache ihres Volumens beziehungsweise das Viereinhalbfache ihrer Größe in alle Raumrichtungen ausdehnen. Reguliert wird die Stärke der Expansion durch die Konzentration der zugegebenen Polymerisations-Trigger. Mit einer viereinhalbfachen linearen Expansion und einem Mikroskop mit einer Auflösung von 200 Nanometern erreicht man eine Auflösung von circa 45 Nanometern ( $\sim 200 \text{ nm}/4,5 = \sim 45 \text{ nm}$ ).

### Mehrfach aufblähen

Es ist aber auch möglich, zwei oder sogar drei Expansionen hintereinander durchzuführen, wodurch sich die Auflösung weiter verbessert (Details zu den Expansionsprotokollen finden Sie unter [expansionmicroscopy.org](http://expansionmicroscopy.org)). Bei der ExM bleiben Antigene nach Ausdehnung der Polymere erhalten und können auch nachträglich mit Farbstoff-markierten Antikörpern angefärbt werden. Aufgrund der Expansion mit den wasserabsorbierenden Polymeren ist die Methode jedoch nicht für lebende Zellen geeignet.

Aber liefert die Expansionsmikroskopie auch tatsächlich originalgetreue Bilder der Zellstrukturen? Dieser Frage ging der Mikroskopie-Experte Markus Sauer vom Biozentrum der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) zusammen mit Ed Boyden sowie Forschern aus Lausanne und Genf nach. Bislang vertraten viele Wissenschaftler die Meinung, dass die Expansion der Polymere ungleichmäßig verläuft und zu einer verzerrten Darstellung führt.

### Keine Verzerrung der Realität

Das Forscherteam um Sauer zeigte jedoch am Beispiel von Zentriolen, dass die Ultrastruktur-Expansionsmikroskopie (U-ExM) tatsächlich die Realität abbildet (*Nat. Methods* 16(1):71-4). Die vom Biologen Theodor Boveri 1888 erstmals beschriebenen Zentriolen spielen eine entscheidende Rolle bei der Zellteilung. Das Team wählte sie für die U-ExM-Experimente, weil ihre Strukturen durch elektronenmikroskopische Aufnahmen gut beschrieben sind.

Die Gruppe konnte nachweisen, dass es bei der U-ExM zu keiner unregelmäßigen, anisotropen Verschiebung der Zentriolen oder anderer Zellkompartimente kommt, wenn man diese mit Paraformaldehyd oder Glutaraldehyd fixiert.

ExM-Proben bestehen zu einem Großteil aus eingelagertem Wasser und sind transparent. Sie sind daher auch für die Lichtblatt- oder Lichtscheiben-Mikroskopie (LSM) geeignet. Bei der LSM wird die Probe nicht punktuell beleuchtet, sondern durch eine Lichtscheibe, die mehrere Fluorophore gleichzeitig anregt, wodurch größere Gewebe schnell und Zell-schonend mikroskopiert werden können. Um eine transparente Probe zu erhalten, wird die LSM meist mit sogenannten *Clearing*-Methoden (CLARITY, CUBIC oder iDISCO) kombiniert, mit denen Lipide entfernt werden. Das hat den Vorteil, dass die Probe nicht kryostatisch geschnitten werden muss, sondern in einem Stück mikroskopiert werden kann was die Bildung von Artefakten beziehungsweise Veränderungen anatomischer Strukturen minimiert.

### Perfekt ergänzt mit Lichtscheiben-Mikroskopie

Ein Team um Ed Boyden und Eric Betzig kombinierte die ExM mit der von Betzig entwickelten *Lattice Light Sheet*-Mikroskopie (LLSM) und visualisierte mit der neuen ExLLSM-Technik komplette *Drosophila*-Gehirne oder den Kortex von Maus-Gehirnen (*Science* 363, 6424, eaau8302). Die Gruppe untersuchte mit ExLLSM unter anderem dendritische Dornfortsätze (*Spines*), die Distanzen zwischen den prä- und postsynaptischen Proteinen Bassoon und Homer1 sowie Zellschicht-spezifische Variationen der axonalen Myelinisierung. Da die Gewebe als Ganzes visualisiert wurden, konnten die Forscher zum Beispiel alle dopaminergen Neuronen eines *Drosophila*-Gehirns und deren Verbindungen zwischen den einzelnen Hirnregionen darstellen.

Die ExLLSM kombiniert die hohe Geschwindigkeit der LSM mit der Nanometer-genaue Auflösung der ExM. Hinzu kommt, dass man Proteine mit spezifischen Fluoreszenzfarbstoffen exakt markieren kann. Die Kombination aus Expansions- und Lichtscheiben-Mikroskopie füllt damit die Lücke zwischen konventionellen optischen Methoden und der Elektronenmikroskopie.

Betzig und Boyden gehen davon aus, dass mit einer zehnfachen Expansion schon bald Protein-spezifische Analysen von gesamten Gehirnen, mit einer Auflösung von 25 Nanometern oder besser möglich sind. Die ExLLSM-Technik wäre dann auch dazu geeignet, die neuronale Entwicklung oder die Korrelation zwischen Verhalten und neuronaler Aktivität auf Nanometer-Ebene zu beobachten.

Frederique Wieters

# Give your cells a competitive edge

With a complete xeno-free, serum-free system for the growth and expansion of stem cells



## NutriStem® Culture Systems

- Defined, serum-free, xeno-free culture systems for hMSC, hiPSC and hESC
- Superior proliferation rate
- Support long-term growth and differentiation potential
- Complete protocols and application data
- FDA Drug Master File (DMF) available
- cGMP manufactured

Discover how our innovative and reliable products facilitate stem cell research and advance cell based therapies

## NutriFreez™ D10 Cryopreservation Medium

- **Protective.**  
Formulation designed to minimize dehydration effects.
- **Efficient.**  
Effective maintenance of cell viability, adhesion, and bioactivity.
- **High-quality.**  
cGMP-manufactured and a DMF submitted to the FDA.
- **Ready-to-use.**  
Complete solution with simple protocols.
- **Universal.**  
Supports a variety of tissue and cell types



Biological Industries  
T. 972-4-9960595  
info@bioind.com  
[www.bioind.com](http://www.bioind.com)



*Ich kenne da einen Trick...*

## Störenfried Phenol

Spectral-Content-Profiling-Spektrometer versprechen eine genauere Bestimmung der RNA-Menge nach der Phenol-Extraktion als UV/Vis-Spektrometer. Aber wie zuverlässig sind sie tatsächlich?

Das A und O bei Genexpressions-Analysen mithilfe der quantitativen *Real-Time*-PCR (qRT-PCR) sind saubere RNA-Proben. Gerade wenn es um mehr als nur simple „Gen ist an oder aus“ Aussagen geht und man mehrere Proben quantitativ vergleichen will, ist Vorsicht geboten. Stimmen die bei der qRT-PCR eingesetzten RNA-Mengen nicht, misst man nur Hausnummern und kann die Expressions-Analyse gleich noch mal machen – falls man den Fehler überhaupt bemerkt.

Schuld an falsch bestimmten RNA-Mengen ist meist das im Extraktionsverfahren eingesetzte Phenol, das im weiteren Verlauf des Protokolls mitgeschleppt wird. Das Absorptions-Maximum von Phenol liegt zwischen 230 und 270 Nanometern und damit gefährlich nahe am Absorptions-Maximum von RNA (260 nm). Bei der Analyse extrahierter RNA mit UV/Vis-Spektrometern, die auf dem Verhältnis der Absorption bei 260 und 280 oder 260 und 230 Nanometern ( $A_{260}/A_{280}$ ;  $A_{260}/A_{230}$ ) basiert, führt dies im Handumdrehen zu überhöhten Werten.

Das  $A_{260}/A_{280}$ -Verhältnis für saubere RNA sollte etwa 2,0, dasjenige von  $A_{260}/A_{230}$  1,8 bis 2,2 betragen. Ein fettes Absorptionssignal führt aber manchmal in die Irre: Es kann sowohl von reiner RNA stammen als auch von RNA, die mit Phenol verunreinigt ist. Phenol täuscht nicht nur falsche RNA-Mengen vor. Es hemmt auch bereits in kleinen Konzentrationen von 0,02 Prozent reverse Transkriptasen sowie Polymerasen.

### Exakter mit Referenzspektren

Wesentlich genauer als konventionelle UV/Vis-Spektrometer sind sogenannte *Spectral-Content-Profiling*-(SCP)-Spektrometer. Mit-



*Trotz Silika-Spin-Säulen und Kits ist die RNA-Extraktion mit Phenol noch in vielen Laboren gebräuchlich. Die RNA sammelt sich in der oberen wässrigen Phase. Problematisch für Folgeexperimente sind Spuren von Phenol, die während der Extraktion in die RNA-Phase gelangen.*

*Foto: Gruppe Jeroen Krijgsveld*

hilfe von Referenzspektren tasten SCP-Instrumente die untersuchte Probe auf Kontaminationen etwa mit Salzen, Proteinen sowie Phenol ab und filtern die Einzelspektren aus den Gesamt-Absorptionswerten heraus.

Alternativ kann man die RNA auch mit Fluoreszenzfarbstoffen anfärben und mit einem Fluorometer messen. Das hat jedoch einen Haken: Man kennt zwar die genaue RNA-Konzentration, steht aber im Hinblick auf mögliche Kontaminationen und deren negativen Einfluss auf reverse Transkriptase und Co. weiter im Dunkeln.

Ein Team um Ilka Axmann von der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, zu dem auch Mitarbeiter der Biotech-Firma Qiagen gehörten, hat die Aussagekraft der drei Verfahren miteinander verglichen und die Auswirkungen von Phenol-Kontaminationen auf die qRT-PCR untersucht (*Anal. Biochem.* 571, 49-50).

Dazu versetzte die Gruppe saubere RNA-Proben (50 ng/ $\mu$ l) mit verschiedenen Phenol-Konzentration (0,0025 bis 0,1 Prozent) und bestimmte die Reinheit der RNA mit UV/

Vis-Spektrometrie, SCP-Spektroskopie sowie Fluorometrie.

Das UV/Vis-Spektrometer maß selbst bei Proben mit 0,2 Prozent Phenol noch „akzeptable“  $A_{260}/A_{280}$ -Werte. Je mehr Phenol die Probe enthielt, desto höher war die Absorption bei 260 Nanometern und damit die vorgetäuschte, zu hohe RNA-Konzentration. Die Gefahr ist hier also sehr groß, dass man wegen der vermeintlich guten RNA-Ausbeute zu wenig RNA in den Folgeexperimenten verwendet.

### Unterschätzte RNA-Menge

Das SCP-Spektrometer entlarvte auch kleine Phenol-Verschmutzungen zwischen 0,0025 und 0,1 Prozent. Es maß jedoch ab einem Phenolgehalt von 0,015 Prozent wesentlich weniger RNA in der Probe, als sie tatsächlich enthielt.

Bei der Fluoreszenzfarbstoff-Methode blieb die ermittelte RNA-Konzentration unverändert – egal wie viel Phenol (bis 0,1 Prozent) zugegeben wurde. Der Farbstoff bindet nur RNA und ignoriert andere Substanzen, die



in der Probe herumlungern. Ein Manko, abgesehen vom Preis, hat das Ganze dennoch: aus ungeklärten Gründen war der errechnete RNA-Gehalt mit circa 100 ng/µl doppelt so hoch wie der tatsächliche. Die Fluoreszenz-Methode ist also nicht besonders genau. Dafür ist sie sehr präzise und führt unabhängig von der Phenol-Kontamination zu reproduzierbaren Ergebnissen, wenn man immer die gleiche Menge RNA einsetzt.

Und wie wirken sich die falsch-gemessenen RNA-Konzentrationen auf die qRT-PCR aus? Um dies herauszufinden, führte die Gruppe eine Einschnitt-qRT-PCR durch, bei der reverse Transkription und qPCR in einem Abwasch hintereinander ablaufen. Diese Technik ist schneller als die zweistufige Methode und auch für den Hochdurchsatz geeignet. Zudem verhindert sie Pipettierfehler. Aber sie hat auch einen Nachteil: Man hat keine Möglichkeit, zwischendurch kontrollierend einzugreifen oder ein cDNA-Aliquot als Reserve anzulegen, was die Suche nach Fehlern erschwert.

## Verschobene Cq-Werte

Die Gruppe um Axmann schickte die mithilfe von UV/Vis- und SCP-Spektrometrie sowie Fluorometer vermessenen RNA-Proben ins Rennen und setzte für die qRT-PCRs jeweils 100 Nanogramm RNA in 20 Mikrolitern Probenvolumen ein. Anschließend untersuchte sie, wie sich die Phenol-Konzentration auf den Cq-Wert der qRT-PCR auswirkt. Der Cq-Wert hängt von der Ausgangskonzentration

der *Template* ab und entspricht dem PCR-Zyklus, in dem das fluoreszierende PCR-Produkt erscheint: je höher die *Template*-Konzentration, desto kleiner der Cq-Wert. Verschiebt sich der Cq-Wert, deutet dies auf eine Hemmung der qRT-PCR-Enzyme hin.

Die Forscher führten deshalb zunächst eine qRT-PCR mit einer RNA-Referenzprobe durch, die bis zu 0,01 Prozent Phenol enthielt. Da sich der Cq-Wert hierdurch nicht verschob, ging die Gruppe davon aus, dass bis zu dieser Phenol-Konzentration keine Hemmung der Enzyme erfolgt. Der Cq-Wert kann jedoch auch durch falsch eingeschätzte RNA-Mengen verschoben werden – und genau dies passierte bei den Proben, deren RNA-Mengen mit dem UV/Vis-Spektrometer bestimmt wurden. Mit zunehmender Phenol-Konzentration enthielt der qRT-PCR-Ansatz immer weniger *Template*-RNA, wodurch sich der Cq-Wert sehr stark erhöhte.

Das exakte Gegenteil geschah bei den mit dem SCP-Spektrometer vermessenen RNA-Proben. Lag der Phenol-Gehalt über 0,0015 Prozent sanken die Cq-Werte, weil das Gerät zu kleine RNA-Konzentrationen maß und hierdurch zu hohe *Template*-Mengen eingesetzt wurden.

Völlig fehlerfrei schnitt dagegen das Fluoreszenzfarbstoff-Verfahren ab. Hier fanden die Forscher keine Cq-Verschiebung.

Wie so oft gibt es also keine allein gültige Lösung. Das Team um Axmann schlägt vor, sich je nach geplanter Weiterverwendung der RNA für eine Quantifizierungsmethode

zu entscheiden. Es empfiehlt die SCP-Spektrometrie zur Detektion von Phenol-Kontaminationen, wenn diese für *Downstream*-Analysen ein Problem sein könnten. Bei Konzentrationen unter 0,01 Prozent führt Phenol zwar nicht zur Inhibition von reverser Transkriptase oder Polymerase. Durch falsch eingeschätzte RNA-Konzentrationen besteht jedoch die Gefahr, dass zu wenig oder zu viel RNA für die qRT-PCR eingesetzt wird. Wenn ein Phenol-Gehalt über 0,1 Prozent die geplanten Anwendungen nicht stört und die Absorptionswerte über den Werten für RNA liegen, raten Axmann und Co. zur Fluoreszenz-Methode.

## Zusätzliche Kontrolle

Wer zusätzlich auf Nummer sicher gehen will, trennt die extrahierte RNA in einem Agarose-Gel. Hier sieht man nicht nur, ob und wie stark die RNA während der Extraktion „angeneigt“ wurde. Man erkennt auch sofort, ob sie genomische DNA enthält, welche die Ergebnisse der qRT-PCR ebenfalls verfälschen kann.

Andrea Pitzschke

### Sie kennen auch einen guten Labortrick?

Für jeden abgedruckten Trick gibt's ein Laborjournal-T-Shirt.

Bitte mailen Sie an: [hz@laborjournal.de](mailto:hz@laborjournal.de)  
(Fotos von Trick & Tricklieferant erwünscht!)



Bestellen Sie unseren **Newsletter**:  
Er ist fresh, fancy und kalorienarm...  
... aber auch informativ und lustig.



Etwa alle 14 Tage informieren wir über  
frische Online-Inhalte und über das  
Erscheinen des Laborjournal-E-Papers.

<https://www.laborjournal.de/rubric/aktuell/index.php>



## Spiele und Bücher – für Groß und Klein

### Ansteckender Spielspaß

Wer das Brettspiel *Viral* gerne mal ausprobieren möchte, sollte drei Dinge mitbringen: Geduld, Zeit und ein wenig Grips. Ein verträumter Spieleabend mit der einen oder anderen Plauderei zwischendurch ist nicht drin. Denn *Viral* fordert uneingeschränkte Konzentration – und dann macht es sogar richtig viel Spaß.

In die Rolle eines Virus schlüpfen und dabei einen menschlichen Körper befallen – das Prinzip des Brettspiels *Viral* von Corax Games klingt einfach, ist es aber nicht. Denn um an die begehrten Viruspunkte zu gelangen, müssen die Spieler Organe infizieren und sogar kollabieren lassen. Wer nach insgesamt sechs Runden die meisten Punkte hat, gewinnt. Dabei arbeiten die unterschiedlichen Viren nicht mit-, sondern gegeneinander.

Erschwerend hinzu kommt die Medizin in Form von Impfstoffen, und auch das Immunsystem des Patienten kann den Pathogenen einen Strich durch die Rechnung machen. Es bedarf also einiges an Geschick, sich im Wirt erfolgreich auszubreiten und ganze Organzonen zu beherrschen. Abhilfe schaffen da die Fähigkeiten der viralen Mitbewohner, zu mutieren und sich hartnäckig im Wirt festzusetzen.

Auf dem großen Spielbrett ist der menschliche Körper in insgesamt fünf Zonen eingeteilt, die aus ein bis drei Organen bestehen. Diese sind hauptsächlich über Arterien und Venen verbunden, die teilweise als Einbahnstraßen das Ausbreiten der Viren verkomplizieren.

Jede Runde ist in sechs Phasen aufgeteilt, in der zum Beispiel die Viren von ihren Besitzerinnen in die Organe verteilt und Mutationskar-

ten gezogen werden, die Entwicklung eines Impfstoffes voranschreitet oder das Immunsystem auf die lästigen Untermieter reagiert. Nach jeder Runde bekommen die Viren-Spieler ihre Zwischenpunkte.

Das Spiel ist für maximal fünf Personen ausgelegt, bei zwei Spielern kommt noch ein imaginärer dritter hinzu. Laut Hersteller können auch schon Kinder ab zehn Jahren mitmachen, die Spielzeit beträgt 60 bis 90 Minuten. Tipp: Sollten Sie das Spiel zum ersten Mal spielen – planen Sie mehr Zeit ein.

#### Sich Zeit nehmen

Denn *Viral* ist etwas für Geduldige. Das beginnt schon mit der Spielanleitung: Diese ist üppig und erstreckt sich über 15 nahezu DIN-A4-große Seiten. Dadurch sind die Regeln zwar ausführlich und verständlich erklärt, bis man sie jedoch durchgelesen und verstanden hat, vergeht gut eine halbe Stunde, wenn nicht mehr. Ärgerlich ist, dass trotz kleinlich ausformuliertem Regelwerk dennoch nicht immer klar ist, ob ein spezifischer Spielzug überhaupt gültig ist. Das hemmt den Spielspaß, stiftet Verwirrung und führt zu unnötigen Diskussionen.

Um den Spieler nicht zu sehr an die Anleitung zu binden, geben die Entwickler Hilfestellungen. So sind die sechs Phasen der einzelnen Runden auf dem Spielbrett minimalistisch aber verständlich skizziert und auch die Aktionssymbole auf der vor jedem Spieler liegenden Spielertafel beschrieben.

Neben den Spielertafeln und dem Spielbrett glänzt *Viral* mit reichlich Spielmaterial. Neben insgesamt 69 zum Teil unterschiedlichen Spielsteinen gibt es noch summa summarum 90 Basis-Mutations- sowie „normale“ Mutations-, Zonen- und Ereigniskarten. Eine haptische Wohltat und der Grund, sich auf einer möglichst großen Oberfläche auszubreiten.

Besonderen Spaß machen die Ereigniskarten, denn sie bringen frischen Wind in den Spielverlauf. So müssen bei der Karte „Großes Geschäft“ etwa alle Viren plötzlich den Dickdarm verlassen, bescheren ihren Besitzern allerdings zusätzliche Punkte.

*Viral* ist für Strategen. Die Spieler müssen eine Menge Faktoren im Blick behalten, um die meisten Punkte zu ergattern. Für den Anfänger ist das nicht immer einfach, ein geübter Spieler hat es da schon leichter und wird sich dennoch nicht langweilen.

Einen weiteren Pluspunkt erhält der Corax-Games-Abkömmling für die liebevoll gestaltete Optik. Die einzelnen Viren sind dermaßen witzig sowie frech illustriert, und auch das Spielbrett mit den farbenfrohen Organen ist sehr ansprechend. An dieser Stelle sei der mazedonische Illustrator Mihajlo Dimitrievski erwähnt, dem die Spielentwickler das Design zu verdanken haben.

*Viral* ist ein Spiel mit vielen Stärken und ein paar Schwächen. Das Thema ist unverbraucht, witzig und frech umgesetzt. Leider ist es gerade als Anfänger manchmal schwierig zu verstehen, was man auf dem Spielbrett eigentlich tun oder vielmehr tun sollte. Was zu Beginn wildem Rumprobieren gleicht, entwickelt sich im Laufe der Zeit zum taktischen Wettstreit mit den Gegenspielern.

Dennoch spielt der Faktor Glück eine nicht unwesentliche Rolle – das kann manchmal frustrierend sein, macht das Spiel aber besonders spannend.

Juliet Merz

Anm. d. Red.: Zur Zeit ist die deutsche Version von *Viral* nicht lieferbar. Der Grund: Corax Games plant für Juli 2019 eine Crowdfunding-Kampagne, um das Spiel zukünftig günstiger anbieten zu können. Wer nicht warten möchte, kann die englische Version bei unterschiedlichen Online-Händlern erwerben.



Gil d'Orey,  
Antonio Sousa Lara  
**Viral**  
Corax Games  
(2017)  
Spieler: 2-5  
Sprache: Deutsch,  
Preis: früher 49,99  
Euro, voraussichtlich bald 35 Euro

# Darwin für Daumenlutscher

Das Evolutionsbuch für die Kleinsten besticht durch schlichte Eleganz und Einfachheit. Dennoch bleibt die Frage: Ist Evolution für Babys wirklich die neue Evo-Bibel für kleine Krabblertiere? Oder bedient das Buch nicht doch eher die pädagogischen Vorstellungen überambitionierter Eltern?

Die Erwartungen waren hoch. Beworben wird die Reihe „...für Babys“ als „Sensationserfolg aus den USA“ inklusive „humorvolle[n] Erklärungen mit Aha-Erlebnissen“. Was für eine tolle Idee, denkt sich der nerdige Wissenschaftler. Muss ich haben.

Zugegeben, ich hatte die Beschreibung des Werkes nur kurz überflogen und war dementsprechend erstaunt, dass mich ein kleinformatiges Büchlein mit 13 dicken Pappseiten erreichte. Unter dem Gesichtspunkt, dass *Evolution für Babys* für junge „Leser“ ab zwei Jahren gedacht ist, macht eine derart griffige Aufbereitung für die Kleinsten unter den potenziellen Nobelpreisträgern durchaus Sinn.

Was erwartet den interessierten Forscher? Am Anfang gibt es einen roten Ball. Und ein schwarzes Loch (kein kosmisches, ein ödes irdisches). Der Ball fällt ins Loch. So ergeht es weiteren roten Bällen, bis ein lilafarbener Ball auftaucht. Der „kann neue Bälle machen“, andersfarbige, gemusterte, eiförmige. Aber alle sind so klein, dass auch sie im Loch verschwinden. Irgendwann jedoch produziert der kleine lilafarbene Ball einen großen lilafarbenen Ball. Und siehe da, der passt nicht mehr ins Loch. Klarer evolutionärer Vorteil, logisch! Dieser Ball macht neue Bälle, bunte und gemusterte, kleine und große. Der Biologin scheint die Darstellung der Evolution auf diesem Wege durchaus schlüssig. Allerdings weiß ich eben auch, was Evolution ist. Wie aber sieht es mit der eigentlichen Zielgruppe aus?

Also habe ich weder Kosten (Bestechung) noch Mühen gescheut und zwei pffiffige Probanden (fünf und sieben Jahre alt) angeheuert. Das Interesse war groß, gebannt schauten zwei Augenpaare auf die bunten Bälle. Empathische Kommentare („Oh, der arme Ball.“) begleiteten jeden evolutionären Ausfall. Wir verfolgten also etliche Bälle, die im Loch verschwanden, freuten uns über Punkte („Der Ball sieht

aus wie ein Schokoladenkeks!“) und Streifen, bis der erste große Ball in der Öffnung stecken blieb. Umso größer die Enttäuschung, dass auch dieser Ball wieder kleine Bälle produzierte, die erneut im Schwarz verschwanden.

Gegen Ende nahm die Anzahl der großen Bälle mit Punkten, Streifen und – ganz neu – mit Noppen zu, sodass die wachsende Gruppe der geretteten Bälle die beiden Probanden zufrieden stimmte. Auf der vorletzten Seite, betitelt als „Dies nennt man natürliche Auslese“, sieht der Pappbuch-Anschauer alle Bälle, die großen auf der oberen Ebene, die kleinen, durchgefallenen im Keller. Große Freude, der Schokoladenkeks ist auch wieder dabei! Leider im Keller. Zu guter Letzt findet sich der Erfolgsausruf „Jetzt kennst du die evolutionäre Biologie!“, umrahmt von einem gelben Stern.

## Kein Verständnis

Ich hegte zu diesem Zeitpunkt bereits massive Zweifel, dass dem so ist. Deshalb wollte ich wissen: Was war bei den beiden Jung-Evoluzzern inhaltlich angekommen? Der Dialog ging in etwa so:

Ich: Und? Wie findet ihr das Buch.

Proband 1 und 2 einstimmig: Guuuut. (Eltern kennen dieses Universal-Guuut, was nichtssagend auf alle Fragen Anwendung findet.)

Ich gehe aufs Ganze: Worum geht es denn in dem Buch?

Proband 1: Um Bälle.

Proband 2: Und ein Loch.

Ich: Ja, das stimmt. Was passiert denn mit den Bällen?

Proband 2: Die fallen in das Loch.

Proband 1: Aber nicht alle.

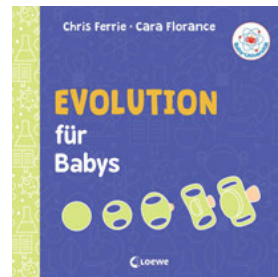
Ich: Welche denn nicht?

Proband 1: Na, die großen.

Ich: Und warum fallen sie nicht in das Loch? Genervte Blicke.

Proband 2: Weil sie zu groß sind.

Ich: Okay, ja. Sie haben sich verändert, vom lilafarbenen kleinen Ball zu den großen, zum Beispiel dem mit den Noppen. Dadurch ha-



Chris Ferrie und  
Cara Florance  
*Evolution für Babys*  
Loewe-Verlag (2019)  
Sprache: Deutsch,  
26 Seiten  
Preis: 9,95 Euro

ben sie einen Vorteil, nicht wahr? Sie passen nicht mehr ins Loch.

Proband 1 schiebt die Unterlippe nach vorn: Ich finde das blöd, dass die kleinen Bälle ins Loch gefallen sind.

Bevor die Stimmung kippt, beende ich das Experiment.

Ob das so im Sinne des Erfinders ist? Chris Ferrie ist immerhin kein Neuling auf dem Gebiet der Junior-Ausbildung. Der australische Quantenphysiker, Autor und Vierfachvater vertritt unter dem Label der Baby-Universität („Man braucht nur einen Funken, um die Vorstellungskraft eines Kindes zu entfachen.“) etliche Varianten der Pappbücher. Raketenwissenschaften, Relativitätstheorie und Quantenphysik erschienen zunächst in englischer Sprache; 2019 gemeinsam mit der Evolution im Kinder- und Jugendbuch-Verlag Loewe auch auf Deutsch. Aus der gleichen Reihe gibt es weitere englische Bücher (zum Beispiel Astrophysik, Elektromagnetismus oder organische Chemie). Im kommenden September erscheint passend zur ersten Aufnahme eines schwarzen Lochs im April „*There Was a Black Hole That Swallowed the Universe*“. Angesichts der Reaktion von Proband 1 auf das Verschwinden der kleinen Bälle werde ich mir dieses Werk eher nicht zulegen.

Nun gut, vielleicht ist die Altersempfehlung „Ab zwei Jahre“ einfach ein wenig zu optimistisch gesetzt? Also habe ich einen dritten Probanden hinzugezogen (elf Jahre) und fünf Minuten mit dem Buch allein gelassen. Ich erhoffte mir hier den Durchbruch, da Proband 3 immerhin zuverlässig liest und ein gewisses biologisches Grundverständnis mitbringt. Auch hier folgte meine Frage: Wie findest du das Buch?

Proband 3: Hm.

Ich: Worum geht es denn, weißt du das?

Proband 3: Um Bälle. Und ein Loch.

Kein weiterer Kommentar.



Das ist ein Ball.



Das ist ein Loch.

Die Sprache ist einfach, die Bilder sind klar – ob Kinder Evolution so verstehen?

Illustr.: Loewe-Verlag

Sigrid März

# Bionik kinderleicht

*Klettverschluss, Biogasanlagen oder Wärmedämmung – seit jeher ist die Natur unerschöpflicher Ideengeber für technische Entwicklungen, erforscht und umgesetzt im Wissenschaftszweig der Bionik. Mithilfe dieses Buches soll das Interesse potenzieller Nachwuchsforscher geweckt werden.*

Ein weiteres Buch über Bionik für Kinder. Bei einschlägigen Buchverkaufsportalen findet sich bereits eine stattliche Liste an entsprechender Literatur inklusive diverser Experimentierkästen. Insbesondere Letztere haben es dem „Bionik – Im Versuchslabor der Natur“-Autor Ulrich Stempel offenbar angetan, ist er doch verantwortlich für zum Beispiel „Die große Baubox: Magnetismus erforschen und verstehen“ oder „Der kleine Hacker: Strom aus Obst und Gemüse.“ Jetzt also ein Bionik-Buch.

Zunächst einmal erklärt der Autor seinen jungen Lesern, was Bionik überhaupt ist – und zwar das „Übertragen von biologischen Strategien der Natur auf menschengemachte Technik“ (S. 7). Beispiele hierfür kennt sicherlich jeder: Lotus-Blätter, Gecko-Füße oder Pustelblumenschirmchen. Das macht Bücher wie das vorliegende spannend. Denn der Adressat erfährt nicht nur Hintergrunddetails zu Techniken, sondern wird aufgefordert, das Erlernete in kleinen Experimenten direkt umzusetzen, um so die Welt der Bionik hautnah zu erfahren.

## Für alle etwas dabei

Auf gut hundert der 144 Seiten finden sich dann auch 24 Experimente, die an Informationstiefe und Komplexität sehr unterschiedlich sind. Somit sollte für jedes Kind (Empfehlung: ab zehn Jahren) etwas dabei sein. Der Aufbau der Experimentierleitfäden ist immer gleich: Potenzielle Dauer des Experiments, Liste der benötigten Utensilien, Versuchsdurchführung und die Erklärung des Hintergrunds (wie kam es zur Entdeckung, welches Vorbild in der Natur, Tierwelt, Pflanzenwelt gibt es) sowie in der

Rubrik „Das kann man damit machen“ die praktische Anwendung oder Alternativen zu dieser Technik.

Die Experimente sind mit erklärenden Fotos sowie Grafiken versehen und ermöglichen so intuitives Nachbasteln. Für die Versuchsgegenstände reicht oftmals ein Griff in die heimische Grabbelkiste oder den Werkzeugkoffer. Lediglich gegen Ende der Versuchsreihe stehen Dinge wie Peltier-Elemente oder Wärmeleitpaste auf dem Plan, die vermutlich nicht jeder Haushalt in großer Stückzahl vorrätig hat. Oder eine Schwimmpfarnpflanze.

## Vergöttert und verteufelt

Als dann kann fröhlich losexperimentiert werden. Gleich am Anfang steht in der Kategorie „Oberflächen und ihre wundersamen Eigenschaften“ der Klettverschluss. Diese Erfindung wird von Eltern vergöttert („Morgens mal eben Schuhe ans Kind.“) und von Pädagogen verteufelt („Die Kinder lernen heutzutage das Schleifebinden nicht mehr.“). Im praktischen Teil befestigt der Experimentator an einem Holzbrett Klettbander und steigert ein angehängtes Gewicht so lange, bis Haken- und Stoffstreifen sich voneinander lösen.

Wir erfahren, dass einst der Schweizer Ingenieur Georges de Mestral versuchte, widerpenstige Klettfrüchte (der Kleinen Klette, vermutet die Rezensentin) aus dem Fell seines Hundes zu präparieren, als ihn der Geistesblitz zu dieser Erfindung ereilte. Die Rezensentin gehört definitiv zur vergötternden Eltern-Gruppe und wird Herrn de Mestral in ewiger Dankbarkeit verbunden sein.

Weiter geht es mit dem selbstreinigenden Lotuseffekt, dem effizienten Rückstoßantrieb der Quallen und dem Stabilitätsphänomen des Bambus. Diverse Papierfalttechniken simulieren das perfekte Faltsystem sich öffnender Knospen oder die Herstellung ultrastabiler Konstruktionen mit möglichst wenig Baumaterialinsatz. Die Samen der Zanonie sind das Vorbild für ein papiernes Fluggerät, bei dem sich je nach Büroklammerpositionierung die Flugeigenschaften ändern.



*Eine Materialliste und schrittweise Anleitung zeigen den Nachwuchsforschern, was zu beachten ist.*

*Foto: FRANZIS-Verlag*

Biogasanlagen hingegen sind quasi Kuhmägen in groß, und auch das kann der Jungforscher nachbasteln: In einer Plastikflasche mit ordentlich Gammel und einem Brühwürfel darin entsteht nach wenigen Tagen unter anderem Methan, welches einen über den Flaschenhals gestülpten Ballon aufpustet.

Etwas aufwendiger wird es, wenn Termitenhügelpendants zur Veranschaulichung perfekter Klimatisierung oder ein Allrad-Modellauto gebaut werden. Letzteres hat als Vorbild Spinnen und Insekten, die sich mühelos auch in schwierigerem Gelände fortbewegen.

Der zweite Teil des Buches bringt nach der Praxis nun die Theorie, erklärt Begriffe wie Bio-Push oder Techno-Pull und führt den Leser in die bunte Welt der Bioniknomenklatur ein. Denn offenbar gibt es mindestens elf unterschiedliche Bionik-Spezies, von Struktur- und Bewegungsbionik über Klima- und Neurobionik bis zu Evolutions- und Anthropobionik. Was in den Hintergrunderklärungen zu den Experimenten oftmals an Tiefe fehlt, wird nun geballt ins Schülerhirn verbracht. Das ist schade, eine geschickte Verquickung beider Teile hätte die Informationshäppchen erheblich unauffälliger und damit möglicherweise effizienter transportiert.

Das gesamte Buch ist ansprechend und altersgerecht illustriert. Konsequenterweise duzt der Autor seine jugendlichen Leser, was dem Werk einen locker-flockigen Stil gibt. Die Experimente sind größtenteils für Kinder ab zehn Jahren machbar, wenngleich hier und da sicherlich die helfende Hand eines Erziehungsberechtigten vonnöten ist.

Fazit: Solides Handwerk, aber vom Hocker gehauen hat es die Rezensentin nicht.

*Sigrid März*

Ulrich Stempel  
**Bionik – Im  
 Versuchslabor  
 der Natur**  
 FRANZIS-  
 Verlag (2018)  
 Sprache: Deutsch,  
 144 Seiten  
 Preis: 17,95 Euro  
 (Softcover),  
 9,99 Euro (E-Book)



# Neues Spiel, neues Peptid

Warum den Zellen die Protein-Synthese überlassen und nicht selbst einmal die Ribosom- und Aminosäuren-Keule schwingen? Mit dem Kartenspiel Peptide baut sich der Spieler ein schickes Peptid nach eigenen Wünschen zusammen und erkennt, dass in den vermeintlich einfachen Dingen der größte Spaß liegt.

Klar, nicht jeder hat Lust, den ganzen Abend mit einem zweieinhalb Stunden andauernden Brettspiel zu verträdeln. Dann doch lieber ein zwangloses, unkompliziertes Kartenspiel. Etwa eine schnelle Runde Mau-Mau oder Uno. Für all diejenigen, denen die Klassiker zu langweilig sind, gibt es *Peptide – A Protein Building Game*. Ein Strategiespiel für alle Molekularbiologie-Fans.

Inspiziert von der Natur dreht sich beim Kartenspiel von *Genius Games* alles (man mag es kaum glauben) um den Zusammenbau von Peptiden. Ziel ist es, eine möglichst lange Peptidkette zu knüpfen und dadurch am Schluss die meisten Punkte einzuheimsen. Die Spielbestandteile und -züge sind dabei den zellulären Komponenten und Mechanismen nachempfunden.

## Ohne ATP nix los

Zu Beginn startet jeder Spieler mit seinem eigenen Start-Codon AUG, welches für die Aminosäure Methionin codiert. Um daran weitere Aminosäuren anzuknüpfen, braucht der Spieler Aminosäure- und RNA-Karten, die er durch Organellen-Karten erhält. Für den Erwerb einer Aminosäure ist die Aminoacyl-tRNA-Synthetase-Karte notwendig; die RNA-Karten bekommt der Spieler derweil beispielsweise durch die Nukleus-Karte. Als Währung dienen kleine ATP-Plättchen, die mit der Mitochondrien-Karte ausgeschüttet werden.

Der Spieler kann nur dann Aminosäuren anbauen, wenn er eine Aminosäure-Karte, drei RNA-Karten mit den passenden Basen und ein ATP-Plättchen hat sowie die Ri-

bosom-Karte ausspielt. Sobald die Aminosäure-Karte UAG, also das Stopp-Codon erscheint, beginnt die finale Runde. Danach werden die Punkte gezählt.

*Peptide* ist ein Spiel, das sich erstaunlich nahe an den Peptidsynthese-Prozessen in der Zelle orientiert. So sind etwa bei den RNA-Karten der Aufbau der Basen sowie die Anzahl der Wasserstoff-Brücken korrekt illustriert. Für Biologen und Mediziner ist diese Detailtreue zwar immer wieder nett anzusehen, ob aber jemand, der von der Proteinsynthese keine Ahnung hat, viel von *Peptide* lernt, bleibt fraglich.

Dabei will das Genius-Games-Team genau das: Spiele (und auch Bücher) entwickeln, die nicht nur unterhaltsam, sondern auch lehrreich sind. „*Simultaneously demystify intimidating Concepts in the Sciences and engage the Players in a lifelong Process of Inquiry*“.

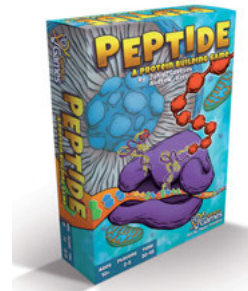
Etwas schade ist, dass die Aminosäure-Karten im Laufe des Spiels durch Umdrehen dauerhaft mit der wachsenden Peptidkette verknüpft werden und deshalb nicht mehr sichtbar sind. So rücken die Aminosäuren, um die es ja bei der Peptidsynthese primär geht, etwas in den Hintergrund.

## Geiz ist nicht geil

Nach ein paar Zügen geht *Peptide* sehr flüssig von der Hand – was viel Spaß macht. Natürlich sind die Möglichkeiten für unterschiedliche Spielzüge durch das recht simple Design limitiert. Dennoch ist ab und an strategisches Denken gefragt, um zum Beispiel taktisch klug die nächste Organellen-Karte zu wählen.

Ein recht unnötiges Manko hat das Spiel dennoch: die geringe Anzahl an Organellen-Karten. Davon gibt es nämlich nur 29 Stück. Warum sich der Hersteller für diese auch noch ungerade Anzahl entschieden hat, bleibt ein Rätsel. Sogar bei zwei Spielern müssen die verworfenen Organellen-Karten viel zu häufig neu gemischt werden. Das bremst den Spielfluss und stört. Besonders brenzlich

*Bunt und sparsam: Peptide glänzt zwar mit schönen Spielkarten, es hätten aber ein paar mehr davon sein können (hier nur eine Auswahl).*



**Peptide: A Protein Building Game**  
Genius Games (2016)  
Spieler: 2-5  
Sprache: Englisch  
Preis: 19,99 US-Dollar  
zuzüglich circa 5  
US-Dollar Versand

wird es bei den angegebenen maximal fünf Spielern. Denn hier müssen pro Runde zwei Organellen-Karten pro Spieler gelegt werden, also insgesamt zehn. Bei nicht mal dreißig Karten müssen die Spieler also alle zwei Runden neu mischen. Das nervt.

Etwas schwieriger zu mischen sind die RNA-Karten. Denn die sind zwar genau wie alle anderen Karten angenehm beschriftet, jedoch recht klein. Das Riffeln, bei dem die Karten mithilfe der Daumen ineinander verzahnt werden, ist gar nicht möglich. Und das *Stripping*, bei der kleinere Gruppen von Karten von oben oder unten von einem Kartenstapel in der Hand auf einen anderen hinzugefügt werden, nur bedingt. Tipp: Machen Sie es wie die Kindergartenkinder und bedienen Sie sich der oft als laienhaft angesehenen Durchwühlen-Methode.

## Leuchtend, liebevoll und lustig

*Peptide* ist ein liebevoll gestaltetes Kartenspiel, bei dem der Spaß an erster Stelle steht. Dabei plätschert der Spielverlauf nicht einfach vor sich hin, sondern fordert auch taktisches Denken. Die schöne Optik und Haptik sowie die leuchtenden Farben der Karten sind ansprechend und klar.

Wer Lust auf ein ganz zwangloses Kartenspiel hat, kann unbesorgt zu *Peptide* greifen. Aber Vorsicht: Die angegebene Spieldauer von 30 bis 45 Minuten werden Sie besonders als Anfänger nicht einhalten können. Rechnen Sie also lieber mit der doppelten Zeit – dann haben Sie auch doppelt so viel Spaß.



Bild: Genius Games

Juliet Merz

## Lab Cooking (11)

# Linsenbratling mit grünem Spargel und Erdbeeren



Wenn die Kinder in den Semesterferien zu Besuch kommen, erleben manche Eltern eine Überraschung. Aus den süßen Kleinen sind nicht nur fleißige Studenten geworden – und gute Menschen sowieso –, sondern auch noch Vegetarier, oder noch schlimmer: Veganer. Wir frieren also den vorbereiteten Sauerbraten ein, machen uns auf in die geheimnisvolle Welt der fleischlosen Küche – und braten einen Bratling.

Veganer schlucken Vitamin-B12-Dragees. Denn Vitamin B12 gibt es nur sehr wenig in ihrem Essen. Zu wenig für Kleinkinder und Schwangere. Die Argumente gegen eine vegane Ernährung sind daher meistens ernährungsphysiologischer Natur.

Die Argumente für eine solche Ernährung sind meist ökologisch und ethisch be-



Rot, grün, knusprig – und vegan.

Fotos: Helga Lorenz und Kai Herfort

## Einkaufsliste (2 Personen)

- » Gelbe Linsen: 1 Packung
- » Kichererbsenmehl: 1 Packung
- » Haferflocken fein: 1 Packung
- » Grüner Spargel: ca. 300 g
- » Erdbeeren: ca. 300 g
- » Panko: 1 Packung
- » Sesam-Mus/Tahin: 1 Glas
- » Außerdem: Aceto balsamico, italienischer Weißweinessig, erhitzbare Öl, Cumin, Chiliflocken, Salz, schwarzer Pfeffer aus der Mühle, brauner Zucker

## Material

- » 1 Pfanne mit Deckel
- » 1 Rührschüssel
- » 1 Pfannenwender
- » 1 Kochmesser
- » 1 Küchenmesser
- » 1 Herdplatte
- » 1 tiefer Teller

gründet. Die unwürdige Quälerei in der Massentierhaltung und die Belastung der Atmosphäre durch das Ausscheiden von Klimagasen durch die massenhaften Schweine- und Rinderpuppe sind nur zwei Beispiele. Aber es gibt auch Gesundheitsaspekte. Schließlich ist unser Fleischkonsum für viele Zivilisationskrankheiten mitverantwortlich.

Vegetarische Ernährung ist längst in der kulinarischen Welt angekommen, selbst Sterne-Restaurants kochen so. Aber bei Vegan wird es schwierig, weil wir dort auf wirklich alle tierischen Produkte verzichten müssen. Da fehlen wichtige Geschmacksträger wie Milch, Sahne, Butter und Käse – aber vor allem fehlt die Bindung durch das Ei.

„Wie soll ich denn so einen Linsenbratling zusammenhalten?“, jammert es aus der Küche. „Wenn ich so viel Mehl dran kippe, dass es auch zusammenhält, dann schmeckt das hinterher auch nach Mehl. Und wenn ich es so lange brate, dass der innen durch ist und nicht mehr mehlig-pappig, dann ist er außen schwarz!“ Da ist wohl Experimentieren angesagt.

Und?

Ja, es geht. Mit feinen Haferflocken und mit Kichererbsenmehl. Das bindet, ohne nach Weizenmehl zu schmecken, und man muss es nicht so intensiv erhitzen. Der Teig ist schnell durch, und vor allem schmeckt er auch ungebraten richtig gut.

Mit Spargel und Erdbeere – einem echten Klassiker – wird der Bratling überdies zu einem tollen, leichten Frühlingessen.

Man muss ja nicht gleich zum hundertprozentigen Veganer werden – aber die Suche nach Alternativen zum Tier bereichert die Küche um so manches Lebensmittel, das wir früher gar nicht entdeckt hätten. Oder haben Sie schon mal Hafer und Linsen gebraten beziehungsweise Kichererbsenmehl und Panko verwendet? Ich nicht.

## Los geht's!

» **Linsen kochen.** Kochen Sie eine halbe Tasse gelbe Linsen (ca. 100 g) ohne Salz in etwa einer Tasse Wasser. Kochzeit etwa sieben Minuten. Die Linsen sollten nicht zerfallen und noch ein wenig Biss haben. In ein Sieb abgießen und in die Teigschüssel geben.

» **Spargel.** Nehmen Sie das hintere Ende in die eine, den Rest etwa in der Mitte in die andere Hand – und brechen die Stange. Den hinteren Teil können Sie wegwerfen, er lohnt keine weitere Mühe. Den vorderen Teil in Stücke schneiden, diejenigen mit der Spitze dürfen ein bisschen länger sein. In einer Pfanne zwei Esslöffel Öl erhitzen, und die hinteren Spargelstücke mit einem halben Teelöffel Salz vier Minuten braten, dann die Spitzen dazu geben und mit geschlossenem Deckel wei-



Spargel ablöschen

ter braten, bis der Spargel weich wird, aber noch Biss hat. Den Spargel mit italienischem Weißweinessig ablöschen, aufkochen lassen und in die Salatschüssel geben.

» **Erdbeeren.** Waschen, vierteln und beiseite legen.

» **Teig anrühren.** Zu den Linsen kommen 50 g Kichererbsenmehl und 40 g Haferflocken sowie zwei Esslöffel Sesam-Mus, ein Teelöf-



Teig gut durchrühren

fel Salz und ein Esslöffel brauner Zucker. Cumin und Chiliflocken können Sie je nach Geschmack ergänzen, maximal je einen Teelöffel. Jetzt 50 ml Wasser dazu und gut durchrühren. Mindestens drei Minuten. Die Masse sollte für vier Bratlinge reichen.

» **Bratlinge formen.** Zuerst füllen Sie einen tiefen Teller zur Hälfte mit Panko. Das ist kein Berliner Stadtteil, sondern eine japani-



Teiglinge kneten

sche Semmelbrösel-Zubereitung. Sie ist fast immer vegan und wesentlich knuspriger als die einheimischen Brösel.

Dann befeuchten Sie Ihre Hände, nehmen etwa ein Viertel der Masse und formen einen kugeligen Kloß. Den kneten Sie am besten noch ein wenig, bevor Sie ihn in Panko wälzen und auf einem Brettchen etwas platt drücken. Etwa 1,5 cm dick wäre ideal.

» **Bratlinge braten.** Erhitzen Sie reichlich Öl in der Pfanne, mindestens acht Esslöffel. Dann legen Sie die Bratlinge vorsichtig in das heiße Fett und braten sie auf jeder Seite goldgelb. Bleiben Sie am besten dabei und wenden Sie die Bratlinge immer mal wieder.

» **Salat mischen.** Geben Sie die Erdbeeren zum Spargel. Mit einem Teelöffel Balsamico und zwei Esslöffel Olivenöl gut durchmischen. Mit den Bratlingen servieren.

Kai Herfort



In Panko wälzen



Anbraten

## Linsen

Bohnen, Erbsen, Erdnüsse, Kichererbsen – sie alle sind Hülsenfrüchte, also Samen von Leguminosen. Eine ihrer Besonderheiten ist es, die Nährstoffe für die Keimlinge zu einem Großteil in Form von Proteinen zu speichern. Spitzenreiter dabei sind die Lupine mit 38 Prozent und die Sojabohne mit 34 Prozent. Aber dann kommt auch schon unsere Linse (26 Prozent). Weitere Inhaltsstoffe sind Aminosäuren, Mineralstoffe und Mehrfachzucker, aber auch toxische Lektine und andere Fraßschutz-Moleküle. Deshalb müssen fast alle Hülsenfrüchte vor dem Verzehr gewässert und/oder gekocht werden.

## Knöllchen

Hülsenfrüchte sind reich an Proteinen und Aminosäuren. Sie müssen also eine sprudelnde Stickstoffquelle haben. Die haben sie, und zwar in Form von Knöllchenbakterien, mit denen sie in ihren Wurzelknollen eine Symbiose eingehen und die den Luftstickstoff fixieren können. Das macht sie unabhängig von Nitratdünger. Und sie sind eigentlich die idealen Pflanzen, um durch Fruchtwech-

sel auf den Feldern eine Anreicherung mit Stickstoff zu erreichen. Leider entsteht inzwischen bei der Tierhaltung so viel Gülle, dass es für die Bauern billiger ist, diese auf den Feldern zu verklappen. Da ist so viel Nitrat drin, das reicht sogar noch für das Grundwasser.

## Blähungen

Für den Menschen unverdauliche Mehrfachzucker, etwa diejenigen der Raffinose-Familie, dienen den Hülsenfrüchten als Kohlenstoffspeicher. Uns Menschen fehlt die  $\alpha$ -Galactosidase. Deshalb werden diese Zucker im Dünndarm nicht gespalten. Im Dickdarm machen das dann Bakterien für uns, allerdings unter Absonderung wüster Gase. Unverdauliche Kohlenhydrate nennt man auch Ballaststoffe. In diesem Fall sind es Ballaststoffe mit Gasantrieb. Es helfen die üblichen Hausmittel.

## Hunger

Die Linse ist momentan ein heißer Geheimtipp zur Lösung von Ernährungsproblemen in den Entwicklungsländern. Sie hat wenig Ansprüche an den Boden

und braucht wenig Wasser. Die Kanadier wissen längst, was sie an der Linse haben, und exportieren fleißig. Sie produzieren Linsen bereits im industriellen Maßstab – vor allem in der Provinz Saskatchewan. Insgesamt produziert Kanada etwa die Hälfte aller Linsen weltweit. Seit Jahren werden die Pflanzen dort zur industriellen Produktion hin optimiert. Das heißt natürlich auch in Richtung Resistenz – gegen Pflanzenvernichtungsmittel, versteht sich.

Die Linse scheint aber vor allem die ideale Pflanze zu sein, um in Entwicklungsländern direkt vor Ort angepflanzt zu werden. Dort könnte sie ein Phänomen bekämpfen, das in letzter Zeit immer präsenter wird: der versteckte Hunger. Man könnte auch einfach Mangelernährung sagen, aber der Begriff dramatisiert das Ganze. Dies allerdings zu Recht!

Die Menschen mögen zwar halbwegs satt werden, vor allem durch Reis oder anderes Getreide, aber ihnen fehlen Mineralstoffe und Vitamine. Das hat erhebliche Auswirkungen. Fast die Hälfte aller Sterbefälle von Kindern unter fünf Jahren haben etwas mit Mangelernährung zu tun. 160 Millionen Kinder sind chronisch mangelernährt und haben Wachstumsverzögerungen.

Wo gibt's Geld? (8): Wissenschaftsgemeinschaft  
Gottfried Wilhelm Leibniz

## Knackfrisch – das muss ein Leibniz sein!



Der Philosoph und Mathematiker Gottfried Wilhelm Leibniz ist nicht nur Namenspate der bekannten Keksmarke, sondern auch der gleichnamigen Wissenschaftsgemeinschaft. Diese gehört heute mit 93 Einrichtungen und über 19.000 Beschäftigten neben der Helmholtz-Gemeinschaft sowie Fraunhofer- und Max-Planck-Gesellschaft zu den größten deutschen außeruniversitären Forschungsorganisationen. Mit Mitteln aus dem Pakt für Forschung und Innovation von Bund und Ländern fördert die Leibniz-Zentrale seit kurzem in ihrem Programm „Leibniz – Beste Köpfe“ sowohl Nachwuchsgruppen als auch Professuren für Frauen mit Tenure-Track-Option.

### Blaue Liste

Die ursprüngliche Bezeichnung „Blaue Liste“ beziehungsweise „Blaue-Liste-Institute“ geht auf das Jahr 1977 zurück. Ein Abkommen, das die gemeinsame Finanzierung von

46 Forschungseinrichtungen von überregionaler Bedeutung durch Bund und Länder regelte, war damals tatsächlich auf blauem Papier gedruckt. Nach der Wiedervereinigung wurden zahlreiche Einrichtungen aus den neuen Bundesländern in die bundesrepublikanische Forschungslandschaft mit eingegliedert, wodurch sich die Zahl der Blaue-Liste-Institute nahezu verdoppelte. 1991 schlossen sich zunächst 32 Einrichtungen zur „Arbeitsgemeinschaft Blaue Liste“ zusammen, die nachfolgend in der „Wissenschaftsgemeinschaft Blaue Liste“ aufging und 1997 in „Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz“ (WGL) umbenannt wurde.

Als Verein fördert die Leibniz-Gemeinschaft mit Geschäftsstelle in Berlin heute Wissenschaft und Forschung an ihren Mitgliedereinrichtungen – unter Wahrung von deren wissenschaftlicher, rechtlicher und wirtschaftlicher Selbstständigkeit. An deren Spitze steht seit 2014 der Maschinenbauer und langjährige DFG-Präsident Matthias Kleinert. Das Gesamtbudget von Leibniz beträgt rund zwei Milliarden Euro pro Jahr. Davon stammt mehr als die Hälfte aus der Grundfinanzierung von Bund und Ländern sowie ein Viertel aus eingeworbenen Drittmitteln.

### Bunte Mischung

Aufgrund der Historie der WGL verwundert es nicht, dass sie Einrichtungen unterschiedlichster inhaltlicher Ausrichtung umfasst. Grob eingruppiert sind sie in fünf Sektionen – darunter die Sektion C für Lebenswissenschaften, Sektion D für Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie Sektion E für Umweltwissenschaften. Von den heute knapp hundert Leibniz-Einrichtungen seien hier beispielhaft das Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin und das Heinrich-Pette-Institut für Experimentelle Virologie, beide in Hamburg, das Deutsche Diabetes-Zentrum in Düsseldorf, die Deutsche Primatenzentrum GmbH in Göttingen oder das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut in Jena genannt. Daneben gehören Forschungsmuseen wie das Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum in Frankfurt dazu. Oder auch das TIB – Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften

Ähnlich heterogen wie die an den jeweiligen Einrichtungen verfolgten Themen gestalten sich auch deren Größe und Budget. Die kleinste Einrichtung umfasst gerade mal dreißig, die größte rund achthundert Beschäftigte. Der jährliche Budgetrahmen pro Einrichtung reicht dabei von drei bis knapp neunzig Millionen Euro.

### Zusammenarbeit forciert

In den letzten Jahren wurde die Zusammenarbeit zwischen einzelnen Leibniz-Einrichtungen sowie deren externe Anbindung stark forciert. So dienen Leibniz-Forschungsverbünde der überregionalen thematischen Schwerpunktbildung in der Leibniz-Gemeinschaft. Neben dem Anspruch auf hohe wissenschaftliche Qualität haben sie sich dabei auch gesellschaftliche Wirksamkeit auf die Fahnen geschrieben. So gibt es beispielsweise die Leibniz-Verbünde „Gesundes Altern“, „Biodiversität“ oder „INFECTIONS'21“.

Die sogenannten Leibniz-Netzwerke, mit Fokus auf einer Schlüsseltechnologie oder ei-

Leibniz-Schriftzug auf Glas

Foto: WGL /Peter Himpfel





nem übergeordneten Thema, bilden hingegen Kommunikationsplattformen für den inhaltlichen oder methodischen Austausch unter den Instituten. Beispiele hierfür sind das Leibniz-Netzwerk „Immunvermittelte Erkrankungen“ oder der Leibniz-Research-Cluster zur Wirkstoffentwicklung.

Im Mittelpunkt der Leibniz-Wissenschafts-Campi stehen wiederum externe Kooperationen mit der jeweiligen Region, in der die Leibniz-Institute angesiedelt sind. Sie dienen der Vernetzung mit Hochschulen und weiteren Forschungseinrichtungen oder Unternehmen der lokalen Wirtschaft. So gibt es zum Beispiel den Campus „Chronische Entzündung“ in Berlin als Kooperation zwischen dem Deutschen Rheuma-Forschungszentrum mit der Charité-Universitätsmedizin und dem Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie.

### Prima Klima – aber noch Luft nach oben

Als Interessenvertretung der Promovierenden an allen Leibniz-Einrichtungen fungiert das Leibniz *PhD Network*. Erst kürzlich stellten dessen Vertreter die Ergebnisse einer Umfrage vor, die das *PhD Network* in Eigenregie durchgeführt hatte. Mehr als 1.000 der

3.800 durch Leibniz-Wissenschaftler betreuten Promovierenden hatten sich an der Studie beteiligt. Dabei zeigten sich rund zwei Drittel mit der Betreuung ihrer Promotion zufrieden oder sogar sehr zufrieden. Jedoch nahm diese Zufriedenheit bei vielen Befragten im Laufe der Promotion ab. Verbesserungsbedarf wurde insbesondere hinsichtlich des Mentorings sowie der Unterstützung bei Forschungsanträgen signalisiert.

Da Promotionen bei Leibniz durchschnittlich 3,8 Jahre dauern, Arbeitsverträge in der Regel aber nur für zunächst 3 Jahre ausgestellt werden, war die „Endfinanzierung“ von Promotionen ebenfalls ein Thema. Heterogen auch die Bezahlung bei gleicher Arbeitszeit: Neben Stipendien wurde ein Drittel der Promovierenden mit einer halben Stelle (50 % TV-ÖD), ein weiteres Drittel zwischen 51 und 65 % TV-ÖD und ein Zehntel mit 76 bis 100 % TV-ÖD entlohnt.

Rund ein Drittel aller Promovierenden bei Leibniz kommen aus dem Ausland oder verfügen über einen ausländischen Pass. Aus dieser Gruppe beklagten sich mehr als 40 % über das Fehlen ausreichender Unterstützung sowie über Sprachbarrieren in den einzelnen Leibniz-Einrichtungen. Unabhängig von der Nationalität sahen zudem viele Leibniz-Pro-

movierende Defizite in der Vereinbarkeit von Beruf und Familie sowie in der Vorbereitung auf eine Karriere außerhalb des akademischen Umfeldes.

### Kluge Köpfe gesucht

Doch welche Karrieremöglichkeiten bietet Leibniz dem wissenschaftlichen Nachwuchs nach einer erfolgreichen Promotion? Im Jahr 2017 waren rund 2.400 Postdocs an Leibniz-Instituten angestellt. Zusätzlich waren an Leibniz-Instituten dreißig Juniorprofessuren durch gemeinsame Berufung mit Hochschulen sowie rund 170 selbstständige Nachwuchsgruppen angesiedelt.

Zur Bindung besonderer Forschertalente gibt es nicht erst seit 2018 eine zentrale Nachwuchsförderung durch die Leibniz-Gemeinschaft. In diesem Jahr jedoch etablierte sie darin zusätzlich den Wettbewerb „Best Minds“, oder „Leibniz – Beste Köpfe“. Dies klingt nicht ganz so langweilig wie „Nachwuchsgruppen-“ oder „Professorinnenprogramm“ und lässt sich überdies auch im Ausland gut verkaufen. In der ersten Runde von „Best Minds“ waren Leibniz-*Junior Research Groups* zur Förderung der frühen wissenschaftlichen Unabhängigkeit sowie das *Leibniz Programme* für

## Theoria cum Praxi – Wer war Gottfried Wilhelm Leibniz?

Der Namenspatron der Leibniz-Gemeinschaft wurde 1646 in Leipzig geboren. Leibniz war zugleich Bibliothekar, Jurist, Historiker, Philosoph sowie Mathematiker und gilt als einer der letzten deutschen Universalgelehrten. Bereits im Alter von 8 Jahren erlernte er mittels illustrierter Bücher die lateinische und später auch die griechische Sprache. Mit 15 Jahren studierte er in Leipzig Philosophie, anschließend in Jena Mathematik und in Leipzig Jura. In Altdorf nahe Nürnberg promovierte er in Zivil- und Kirchenrecht. Mit 30 Jahren wurde er Hofbibliothekar in Hannover. Leibniz gilt als Pionier der Windkraft, entwarf ein Unterseeboot, erfand mit der Staffelwalze eine erste mechanische Rechenmaschine für die vier Grundrechenarten, beschrieb das nur auf 0 und 1 basierende binäre Zahlensystem und trug maßgeblich zur Integral- und Differentialrechnung bei. In der Abhandlung „Theodicee“ führte er aus, dass wir in der „besten aller möglichen Welten“ leben und die Existenz des Übels in der Welt nicht der Güte Gottes widerspre-



Foto: gemeinfrei

che. Leibniz war nicht nur externes Mitglied der Pariser Académie des Sciences und der Londoner Royal Society, sondern gründete auch mehrere wissenschaftliche Gesellschaften, darunter die Königlich-Preußi-

sche Akademie der Wissenschaften, den Vorläufer der heutigen Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Auf den Internetseiten der Leibniz-Gemeinschaft wird Leibniz als Mensch geschildert, der „in der Wahrnehmung seiner Dienstpflichten lax bis zum Ungehorsam war und bei der Durchsetzung seiner Ziele weder Intrigue noch Illoyalität scheute“. Ebenso galt er als taler- und titelsüchtig. So nutzte er geschickt seine Verbindungen, um auf die Erhöhung seines Salärs hinzuwirken oder Titel wie russischer geheimer Hofrat oder Reichshofrat in Wien zu sammeln. Seine angebliche Adelung zum Freiherrn durch Kaiser Karl VI. ist bis heute nicht urkundlich belegt. In der „Encyclopédie“ schrieb Denis Diderot 1765, dass Leibniz Deutschland so viel Ehre gebracht habe, wie Platon, Aristoteles und Archimedes zusammen für Griechenland und dass wohl kein Mensch so viel gelesen, so viel studiert, mehr gedacht und mehr geschrieben habe als Leibniz.

Ralf Schreck

*Women Professors*, das die Berufung von Frauen auf W2/W3-Professuren unterstützt, ausgeschrieben. Sechs Nachwuchsgruppen sowie fünf Professuren für Frauen wurden am Ende eingerichtet.

Im Nachwuchsgruppenprogramm wird eine Grundausrüstung aus Gehalt des Gruppenleiters samt Mitteln für maximal zwei bis drei Doktoranden, ausnahmsweise auch Postdoktoranden, sowie Sachmittel im Umfang von bis zu 1,7 Millionen Euro gewährt. Innerhalb der fünfjährigen Laufzeit wird die Nachwuchsgruppe die ersten drei Jahre durch die Leibniz-Zentrale und die folgenden zwei Jahre durch die aufnehmende Leibniz-Einrichtung finanziert.

Diese Art der Mittel-Aufteilung sowie die Förderdauer gelten auch für das Professorinnenprogramm. Hier wird eine W2/W3-Stelle mit angemessener Grundausrüstung gefördert, die entweder unbefristet oder mit einer *Tenure-Track-Option* versehen ist. Spätestens ein Jahr vor Ende der fünfjährigen Förderperi-

ode entscheiden Leibniz-Einrichtung und beteiligte Hochschule über die Entfristung der Professur.

### **No Pain, no Gain**

Aber auch hier bekommen kluge Köpfe nichts geschenkt. Zunächst gilt es, eine Leibniz-Einrichtung zu finden, die eine Antragstellung unterstützt. Jede der Einrichtungen kann einen oder zwei Anträge mit einem Gesamtvolumen von maximal einer Million Euro pro Runde einreichen. Dies bezieht sich auf die Nachwuchsgruppen sowie zwei bisher nicht erwähnte zusätzliche Förderlinien des Wettbewerbs: „Leibniz-Kooperative Exzellenz“ sowie „Leibniz-Transfer“.

Im Professorinnenprogramm kann hingegen jede Leibniz-Einrichtung eine Kandidatin nominieren. Gemeinsam mit dem beteiligten Leibniz-Institut müssen diese bis zu zwanzig Seiten Antragsprosa auf Englisch sowie eini-

ge Anlagen wie Lebenslauf und Bibliographie einreichen. Hierzu gibt es auf der Leibniz-Webseite Vorlagen samt einem Leitfaden und einer FAQ-Seite. Fördervoraussetzungen sind eine Promotion, die nicht länger als fünf Jahre zurückliegen sollte, sowie „herausragende wissenschaftliche Leistungen“. Kinderbetreuungszeiten werden bei der Berechnung der Fünfjahresfrist berücksichtigt. Interne Bewerbungen aus den Leibniz-Einrichtungen sind möglich. Der Direktor der betreffenden Leibniz-Einrichtung reicht dann den Antrag ein.

Vier externe Gutachter können im Rahmen der Antragstellung angegeben werden. Durch diese werden zunächst die Qualifikation des Antragstellers sowie die Qualität des geplanten Forschungsvorhabens auf Herz und Nieren geprüft. Eine geringere Rolle spielen dabei der Finanzplan sowie die strukturelle Wirkung der Nachwuchsgruppe auf die aufnehmende Einrichtung. Die Einreichungsfrist in diesem Jahr war der 30. April, wobei bis En-

## „Ohne persönliche Unterstützung hat man es schwer“

Im Gespräch: Susanne Beer, zuständig für das Nachwuchsgruppenprogramm in der Leibniz-Geschäftsstelle

**Laborjournal:** *Wie kamen Sie zur Leibniz-Gemeinschaft und zur Nachwuchsförderung?*

**Susanne Beer** » Nach meiner Promotion habe ich zunächst als wissenschaftliche Koordinatorin in einem universitären Verbundprojekt gearbeitet, an dem mehrere Postdocs mitgewirkt haben. Die Frage, wie es nach der Habilitation weitergeht, welche Karrierewege es im deutschen Wissenschaftssystem überhaupt gibt, wie man erfolgreich an eine Professur gelangt und wie wir die Forscherinnen und Forscher dabei am besten unterstützen können, hat uns damals sehr beschäftigt. Diese Fragen haben mich seither begleitet – auch in der Zeit, in der ich am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, einem Leibniz-Institut, tätig war. Hier betreute ich ein Förderprogramm zur deutsch-französischen Vernetzung, über das Mobilitätsstipendien vergeben und Netzwerktreffen organisiert wurden. Dabei habe ich die Leibniz-Gemeinschaft erstmals von „innen“ kennengelernt und bin dann 2017 in die Geschäftsstelle gewechselt.

**Welche Neuerungen sind zukünftig im Nachwuchsgruppen- bzw. Professorinnenprogramm zu erwarten?**

**Beer** » Beide Programme wurden erstmals 2017 ausgeschrieben, die ersten Vorhaben liefen 2018 an. Es handelt sich also noch um relativ junge Förderformate. Mit ihnen will die



Foto: Oliver Lang

**Susanne Beer**

*Die promovierte Soziologin ist seit zwei Jahren als wissenschaftliche Referentin im Referat Wettbewerbsverfahren der Leibniz-Geschäftsstelle in Berlin tätig – und dort unter anderem für das Nachwuchsgruppenprogramm zuständig.*

Leibniz-Gemeinschaft künftig stärker im internationalen Raum sichtbar werden, herausragende Talente gezielt ansprechen und für die Leibniz-Gemeinschaft rekrutieren. Wir bewerben die Programme daher auf internationalen Karrieremessen und planen für die kommende Runde des Wettbewerbs 2021 eine internationale Ausschreibung über einschlägige Stellenportale wie *Nature Jobs*, *Research Gate* und *Academics*.

**Welche weiteren Unterstützungsmaßnahmen bietet die Leibniz-Gemeinschaft hier an?**

**Beer** » Wir wollen die Geförderten künftig auch stärker in ihrer Karriereentwicklung unterstützen, etwa indem wir Weiterbildungs- und Vernetzungsangebote in einem interdisziplinären Umfeld anbieten, die über die Möglichkeiten der einzelnen Institute hinausgehen. Für die Leitungen der Leibniz-*Junior Research Groups* haben wir bereits zwei erste Workshops organisiert, die sich um Fragen rund um die neu gewonnene Leitungsrolle drehten. Am 23. Mai laden wir zudem zu einer Podiumsdiskussion unter dem Titel „Erfolgsfaktor frühe Selbstständigkeit“ ein, auf der Nachwuchsgruppenleiterinnen und -leiter zusammen mit ihren Institutsleitungen über zukunftsfähige Rahmenbedingungen für Nachwuchsgruppen und ihre strategische Bedeutung für die Leibniz-Institute diskutieren werden.

de März eine Interessensbekundung abgegeben war. Die Auswahlitzung des Senatsausschusses Wettbewerb ist auf Mitte September, die Bekanntgabe der Gewinner durch den Leibniz-Senat auf Ende November 2019 terminiert. Die Aufnahme der Tätigkeit bei der Leibniz-Einrichtung erfolgt frühestens 8 bis spätestens 14 Monate nach Antragseinreichung.

Weitere Auskünfte zum Programm erteilt die Referatsleiterin des Leibniz-Wettbewerbs Karin Effertz unter [effertz@leibniz-gemeinschaft.de](mailto:effertz@leibniz-gemeinschaft.de).

## Dezentrale und zentrale Nachwuchsförderung

Für den wissenschaftlichen Nachwuchs verfügt Leibniz zwischenzeitlich über Karrierleitlinien für jede Karrierestufe, in denen allerdings auch viel Selbstverständliches steht – wie auch über zentrale Maßnahmen zu deren Förderung. Ein Beispiel sind die jährlich

stattfindenden Leibniz-Kollegs *for Young Researchers*. Die zweitägigen Veranstaltungen dienen dem intensiven fachlichen Austausch und der Vernetzung zwischen Postdocs und fortgeschrittenen Doktoranden, aber auch der Vermittlung von Informationen hinsichtlich Karrieremöglichkeiten und -planung. So standen 2018 in Karlsruhe die Themen *Open Science* und Datenmanagement im Vordergrund, im Juli diesen Jahres wird sich das Kolleg mit der Durchlässigkeit zwischen wissenschaftlichen und außerwissenschaftlichen Karrieren beschäftigen.

2017 wurde zudem das Leibniz *Postdoc Network* auf den Weg gebracht, in dem auch die Leiter der Nachwuchsgruppen verortet sind. Hier gab es zum Beispiel im letzten Jahr eine Veranstaltung zum Thema „Gute wissenschaftliche Praxis“.

Im Leibniz-*Mentoring* stehen pro Jahr maximal 26 Plätze für exzellente Wissenschaftlerinnen auf dem Weg zur Professur zur Verfü-

gung. Neben der Bildung eines *Mentor-Mentee*-Gespanns werden hier unter anderem Kompetenzseminare angeboten.

Einzelne Leibniz-Einrichtungen bieten überdies auch zusätzliche individuelle Fördermöglichkeiten an. So gibt es beispielsweise am Jenaer Leibniz-Institut für Photonische Technologien (Leibniz-IPHT) bereits seit 2008 unabhängige Nachwuchsgruppen. Diese sind organisatorisch an eine der Forschungsabteilungen angegliedert und ermöglichen herausragenden Postdocs, ein eigenständiges Arbeitsgebiet zu etablieren. Nach sechsjähriger Förderung der Nachwuchsgruppe kann diese zum Beispiel als Forscher- oder Arbeitsgruppe innerhalb des Leibniz-IPHT verstetigt werden.

Viele frische Maßnahmen also. Die nähere Zukunft wird zeigen, ob sie ausreichen, damit am Ende für die Leibniz-Gemeinschaft das Gleiche gilt wie für die gleichnamigen Kekse: Vor allem dem Nachwuchs schmeckt's!

Ralf Schreck

### Wie hoch waren Erfolgsquote und Anteil der Bewerbungen aus dem Ausland bei der letzten Ausschreibung?

**Beer** » Der Leibniz-Wettbewerb umfasst neben den beiden personengebundenen Förderformaten die Programme „Leibniz-Kooperative Exzellenz“ und „Leibniz-Transfer“. Über alle vier Förderformate hinweg lag die Förderquote im vergangenen Verfahren bei 27 Prozent. Anträge in den Förderformaten „Leibniz-Professorinnenprogramm“ und „Leibniz-Junior Research Groups“ waren dabei mit Förderquoten von 67 beziehungsweise 35 Prozent besonders erfolgreich. Der Anteil der Bewerbungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit ausländischer Staatsangehörigkeit oder voriger Anstellung an einer Wissenschaftseinrichtung im Ausland lag in beiden Programmen jeweils bei etwa einem Drittel. In beiden Programmen gehört die internationale Forschungserfahrung der Antragstellenden – etwa durch Gastforschungsaufenthalte im Ausland oder durch Mitwirkung an internationalen Forschungsprojekten – zu den Bewertungskriterien.

### Gibt es bereits Erfahrungen zur Entfristung aus beiden Programmen beziehungsweise auch aus den Vorläuferprogrammen?

**Beer** » Im Professorinnenprogramm muss im Bewerbungsverfahren klar dargelegt werden, dass den Kandidatinnen seitens der Insti-

tute und Hochschulen eine unbefristete Professur oder eine *Tenure-Track*-Option geboten wird. Die Leibniz-*Junior Research Groups* sind ohne eine entsprechende Entfristungsperspektive ausgeschrieben. Wir gehen aber davon aus, dass das Programm eine ähnliche Sprungbrett-Funktion übernehmen wird wie vergleichbare Programme in anderen Forschungsorganisationen. Bereits jetzt hören wir aus einzelnen Instituten, dass die geförderten Nachwuchsgruppenleiter in ersten Berufungsverhandlungen stecken. Da die geförderten Vorhaben alle noch am Anfang stehen, können wir derzeit jedoch noch keine allgemeinen Aussagen über die Karriereentwicklung der Geförderten treffen.

### Können Sie signifikante Nachwuchsgruppenprogramme an individuellen Leibniz-Einrichtungen benennen?

**Beer** » 2018 konnten wir fast 180 Nachwuchsgruppen an Leibniz-Instituten zählen. Davon entfiel ein gutes Drittel auf Sektion C, also die Lebenswissenschaften, die auch die größte Sektion in der Leibniz-Gemeinschaft ist. Einige Institute beherbergen ein oder zwei, andere bis zu 13 Nachwuchsgruppen – was auch mit der unterschiedlichen Größe der Institute zusammenhängt.

### Haben Sie einen Tipp für den wissenschaftlichen Nachwuchs?

**Beer** » Hartnäckigkeit, Kritikfähigkeit und Optimismus gehören wahrscheinlich zu den wichtigsten Eigenschaften, wenn man die Postdoc-Zeit meistern möchte. Unter den abgelehnten Anträgen im Leibniz-Wettbewerb befinden sich zahlreiche, die im Prinzip förderwürdig wären, aber angesichts der Mittelbegrenztheit aufgrund von kleineren Schwachstellen abgelehnt werden. Postdocs sollten sich von der Ablehnung eines Förderantrags nicht entmutigen lassen, die Kritik aufnehmen und es erneut versuchen. Abgesehen davon ist es essentiell, sich ein wissenschaftliches und kollegiales Umfeld aufzubauen, das die eigene Karriereentwicklung unterstützt. Selbst wenn das eigene Thema und die Forschungsleistungen herausragend sind, hat man es ohne die entsprechende persönliche Unterstützung schwer. Davon abgesehen sind neben individuellen Karrierestrategien auch kollektive Anstrengungen wichtig, um die Situation des wissenschaftlichen Nachwuchses zu verbessern.

Die Fragen stellte: Ralf Schreck

Weitere Infomaterialien:  
Broschüre zum Vernetzungstreffen der geförderten Nachwuchsgruppen unter [https://leibniz-gemeinschaft.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/UEber\\_uns/Wettbewerb/Best\\_Minds\\_Broschuere.pdf](https://leibniz-gemeinschaft.de/fileadmin/user_upload/downloads/UEber_uns/Wettbewerb/Best_Minds_Broschuere.pdf)

# Kongresse, Tagungen, Symposia

## 2019

17.5.–18.5. Köln  
**1st Cologne Symposium on the Missing Links in HPV-Biology: Focus on Head and Neck and Skin Cancer** | Info: [www.cmmc-uni-koeln.de/events](http://www.cmmc-uni-koeln.de/events)

18.5.–22.5. Hamburg  
**39th Blankenese Conference: Reflection on Forty Years of Blankenese Conferences – Signaling Processes in Health and Disease** | Info: [www.zmnh.uni-hamburg.de/blankenese\\_conferences](http://www.zmnh.uni-hamburg.de/blankenese_conferences)

19.5.–23.5. Ascona (CH)  
**Conference on Marine Particles and Phycospheres (MPP 2019)** | Info: [www.mppconference.com/](http://www.mppconference.com/)

20.5. Berlin  
**15th Current Topics in Bioinformatics: Can we predict outcome?** | Info: [www.healthcapital.de/termine](http://www.healthcapital.de/termine)

20.5.–21.05. Wien (AT)  
**6th annual Ubiquitin and Friends Symposium** | Info: <https://ubiquitin.at/symposium/>

21.5.–22.5. Berlin  
**MCPD Esters and Glycidyl Esters – Symposium 2019 on New Developments in Toxicology, Legislation, Analytics and Mitigation** | Info: [https://veranstaltungen.gdch.de/tms/frontend/index.cfm?l=8620&sp\\_id=2](https://veranstaltungen.gdch.de/tms/frontend/index.cfm?l=8620&sp_id=2)

21.5.–23.5. Hannover  
**Labvolution – Die ganze Welt des Labors, Messe** | Info: [www.labvolution.de/](http://www.labvolution.de/)

21.5.–23.5. Mainz  
**CIMT 2019 – 17th Annual Meeting of the Association for Cancer Immunotherapy** | Info: [www.meeting.cimt.eu/](http://www.meeting.cimt.eu/)

22.5.–24.5. Hennef  
**PhD Retreat des Max-Planck-Instituts für Pflanzenzüchtungsforschung** | Info: [www.mpipz.mpg.de/events/14381/7334](http://www.mpipz.mpg.de/events/14381/7334)

23.5. Halle (Saale)  
**Leopoldina Life Science Symposium Lebenswissenschaften** | Info: [www.leopoldina.org/veranstaltungen/veranstaltung/event/2687/](http://www.leopoldina.org/veranstaltungen/veranstaltung/event/2687/)

23.5.–24.5. Montreux (CH)  
**New Trends in Proteomics – Annual Swiss Proteomics Meeting** | Info: <https://meetings.ls2.ch/proteomics-2019>

23.5.–25.5. Jena  
**Molecular Plasmonics: Bioanalytical and Nanophotonic Applications of Plasmonic Effects at Nanoscale Metal Structures** | Info: <http://molecular-plasmonics.de/wordpress/>

25.05.–31.5. Les Diablerets (CH)  
**Gordon Research Seminar and Conference on Modulation of Neural Circuits and Behavior** | Info: [www.grc.org/modulation-of-neural-circuits-and-behavior-conference/2019/](http://www.grc.org/modulation-of-neural-circuits-and-behavior-conference/2019/)

27.5.–29.5. Berlin  
**12th Annual International Conference on Systems Biology of Human Disease (SBHD 2019)** | Info: [www.sbhdberlin.org/](http://www.sbhdberlin.org/)

28.5.–30.05. Heidelberg  
**EMBL Conference: BioMalPar XV – Biology and Pathology of the Malaria Parasite** | Info: [www.embl.de/training/](http://www.embl.de/training/)

1.6. Berlin  
**Berliner Immunologie-Seminar (BIS 2019): Blick zurück nach vorn – Entzündliche Erkrankungen der Augeneroberfläche** | Info: [www.bis-auge.de/BIS-Home/](http://www.bis-auge.de/BIS-Home/)

1.6.–7.6. Les Diablerets (CH)  
**Gordon Research Seminar and Conference on Cell Junctions as Integrators of Molecular and Mechanical Signals in Development and Disease** | Info: [www.grc.org/cell-contact-and-adhesion-conference/2019/](http://www.grc.org/cell-contact-and-adhesion-conference/2019/)

2.6.–6.6. Ascona (CH)  
**3rd International Symposium on Embryonic Diapause in Mammals** | Info: [www.diapause2019.ethz.ch/](http://www.diapause2019.ethz.ch/)

3.06.–4.6. Heidelberg  
**EMBL Conference: CO<sub>2</sub> Fixation Summit** | Info: [www.embl.de/training/events](http://www.embl.de/training/events)

4.6.–6.6. Jülich  
**WissKom 2019 – Forschungsdaten: Sammeln, sichern, strukturieren** | Info: [www.fz-juelich.de/zb/DE/UeberUns/Tagungen/wisskom2019](http://www.fz-juelich.de/zb/DE/UeberUns/Tagungen/wisskom2019)

5.6.–7.6. Berlin  
**13th German Meeting on Immune Regulation** | Info: [https://dgfi.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/Programm\\_ImmuneRegulation.pdf](https://dgfi.org/wp-content/uploads/sites/2/2019/03/Programm_ImmuneRegulation.pdf)

6.6.–8.6. Münster  
**Symposium on Cellular Signaling Platforms – From Molecules to Organisms** | Info: <http://sfb1348.uni-muenster.de/symposium>

8.6.–14.6. Les Diablerets (CH)  
**Gordon Research Seminar and Conference on Computational Aspects of Biomolecular NMR** | Info: [www.grc.org/computational-aspects-of-biomolecular-nmr-conference/2019/](http://www.grc.org/computational-aspects-of-biomolecular-nmr-conference/2019/)

11.6.–12.6. Berlin  
**Neuroscience in Discovery & Development Congress** | Info: [www.oxfordglobal.co.uk/neuroscience-congress/](http://www.oxfordglobal.co.uk/neuroscience-congress/)

12.6.–14.6. Tübingen  
**Novel Concepts in Innate Immunity** | Info: [www.innate-immunity-conference.de/](http://www.innate-immunity-conference.de/)

13.6.–14.6. Düsseldorf  
**8th International Fresenius Conference on “Residues of Food Contact Materials in Food”** | Info: [www.akademie-fresenius.com/events/detail/produkt/8th-international-fresenius-conference-residues-of-food-contact-materials-in-food/](http://www.akademie-fresenius.com/events/detail/produkt/8th-international-fresenius-conference-residues-of-food-contact-materials-in-food/)

14.6.–16.6. Mainz  
**9th International Conference on cGMP – Generators, Effectors and Therapeutic Implications** | Info: [www.cyclicgmp.net/](http://www.cyclicgmp.net/)

17.6.–19.6. Kandersteg (CH)  
**9th Basel Postdoc Network Retreat** | Info: <https://postdocretreat.biozentrum.unibas.ch/>

18.6. Marburg  
**Synmikro-Symposium 2019: You Never Walk Alone – We and Our Microbiome** | Info: <https://synmikro.com/news/events/you-never-walk-alone-we-and-our-microbiome.html>

18.6.–21.6. Halle (Saale)  
**Plant Science Student Conference (PSSC 2019)** | Info: [www.ipb-halle.de/en/career/phd-program/pssc/](http://www.ipb-halle.de/en/career/phd-program/pssc/)

19.6.–21.6. Zürich (CH)  
**Combined International Symposium for Applied Cardiovascular Biology and Vascular Tissue Engineering** | Info: [www.irem.uzh.ch/isacb-isvte-zh2019](http://www.irem.uzh.ch/isacb-isvte-zh2019)

25.6.–27.6. Limburg  
**Time-Proof Perspectives on Glycoscience – Beilstein Glyco-Bioinformatics Symposium 2019** | Info: <http://glyco.beilstein-symposia.org>

27.6.–28.6. Wiesbaden  
**10th International Fresenius Conference on “Pesticide Residues in Food”** | Info: [www.akademie-fresenius.com/events/detail/produkt/10th-international-fresenius-conference-pesticide-residues-in-food/](http://www.akademie-fresenius.com/events/detail/produkt/10th-international-fresenius-conference-pesticide-residues-in-food/)

27.6.–28.6. Hamburg  
**Tropical Medicine Symposium 2019** | Info: <https://hamburg.bwkrankenhaus.de/startseite/%20ausbildung-forschung/tropical-medicine-symposium-2019.html>

28.6.–30.6. Bielefeld  
**BieleWelt der Wissenschaft – Sommersymposium der Junior-GBM** | Info: <http://sommersymposium.junior-gbm.de/>

30.6.–4.7. Ascona (CH)  
**Monte Verita Conference 2019: Global Change and Biodiversity – Integrating the Impact of Earth and World Drivers Across Scales** | Info: [www.gcb.uzh.ch/en/Events/](http://www.gcb.uzh.ch/en/Events/)

30.6.–5.7. Lindau  
**69th Lindau Nobel Laureate Meeting** | Info: [www.lindau-nobel.org/](http://www.lindau-nobel.org/)

1.7.–4.7. Wien (AT)  
**12th International Conference on Frontiers in Immunology Research** | Info: [www.conferences-fim.com/2016-conference/](http://www.conferences-fim.com/2016-conference/)

1.7.–4.7. Zürich (CH)  
**43rd New Phytologist Symposium** | Info: [www.newphytologist.org/symposia/43](http://www.newphytologist.org/symposia/43)

3.7.–4.7. Herrsching  
**6th Munich Cancer Retreat** | Info: <https://dktk.dkfz.de/en/about-us/events/save-date-6th-munich-cancer-retreat>

3.7.–6.7. Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: Mechanical Forces in Development** |  
 Info: [www.embo-embl-symposia.org](http://www.embo-embl-symposia.org)

4.7.–6.7. Potsdam  
**The Mystery of Risks: How Can Science Help Reconcile Perception and Assessment? Conference Event Series "Crossing Boundaries in Science"** | Info: [www.leopoldina.org/veranstaltungen/veranstaltung/event/2672/](http://www.leopoldina.org/veranstaltungen/veranstaltung/event/2672/)

8.7.–10.7. Seon  
**International Congress on Human Change Processes: Psychotherapy Research – Neuroscience – Nonlinear Complex Systems** | Info: [www.humanchangeprocesses.com/](http://www.humanchangeprocesses.com/)

10.7.–13.7. Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: New Approaches and Concepts in Microbiology** | Info: [www.embo-embl-symposia.org/symposia/2019/EES19-06](http://www.embo-embl-symposia.org/symposia/2019/EES19-06)

14.7.–15.7. Schöntal  
**Genetics of Neurological Diseases: From Mutations to Personalized Medicine – Annual Retreat of the International Center für Neurosciences (IZN)** | Info: [www.izn.uni-heidelberg.de/](http://www.izn.uni-heidelberg.de/)

14.7.–19.7. Bremen  
**Vegetation Science and Biodiversity Research – 62nd Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science (IAVS)** | Info: <http://iavs.org/2019-Annual-Symposium/Home.aspx>

18.7.–19.7. Freiburg  
**Meeting on Sensory and Regulatory RNAs in Prokaryotes (srNA2019)** | Info: <https://srna2019.biologie.uni-freiburg.de/>

20.7.–26.7. Les Diablerets (CH)  
**Gordon Research Seminar and Conference on Archaea: Ecology, Metabolism and Molecular Biology** | Info: [www.grc.org/archaea-ecology-metabolism-and-molecular-biology-conference/2019/](http://www.grc.org/archaea-ecology-metabolism-and-molecular-biology-conference/2019/)

21.7.–25.7. Basel (CH)  
**27th Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology / 18th European Conference on Computational Biology (ISMB/ECCB 2019)** | Info: [www.iscb.org/ismbecb2019](http://www.iscb.org/ismbecb2019)

23.7.–27.7. Berlin  
**41st International Engineering in Medicine and Biology Conference** | Info: <https://embc.embs.org/2019/>

25.8.–28.8. Linz (AT)  
**22nd European Congress on Alternatives to Animal Testing / 19th Annual Congress of the European Society for Alternatives to Animal Testing (EU-SAAT)** | Info: [www.eusaat-congress.eu/](http://www.eusaat-congress.eu/)

26.8.–28.8. Konstanz  
**Summer Conference on New Frontiers in the Study of Animal Behaviour** | Info: [www.uni-konstanz.de/asab-summer-2019/](http://www.uni-konstanz.de/asab-summer-2019/)

28.8.–29.8. Heidelberg  
**EMBL Conference: A Life for Science – Symposium in Memory of Fotis Kafatos** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/MFK19-01](http://www.embl.de/training/events/2019/MFK19-01)

1.9.–5.9. Berlin  
**Microscopy Conference 2019** | Info: [www.microscopy-conference.de/](http://www.microscopy-conference.de/)

1.9.–6.9. Potsdam  
**Symposium of Aquatic Microbial Ecology (SAME 16): From Boat to Bench – Integrating Field Observation with Lab Experiments** | Info: <https://same16.org/>

4.9.–6.9. Berlin  
**Jahrestagung 2019 der Gesellschaft für Genetik: Genome Editing with CRISPR/Cas** | Info: <http://hu.berlin/crispr2019>

4.9.–6.9. Cottbus  
**27. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Immungenetik (DGI)** | Info: [www.dgi2019.de/](http://www.dgi2019.de/)

4.09.–6.9. Frankfurt/M.  
**12th International Symposium on the Biology of Acinetobacter** | Info: [www.acinetobacter2019.com/](http://www.acinetobacter2019.com/)

4.9.–6.9. Mainz  
**9th European Conference on Tetranspanins – Tetranspanins in Infection and Disease** | Info: [www.unimedizin-mainz.de/virologie/research/9th-european-conference-on-tetranspanins.html](http://www.unimedizin-mainz.de/virologie/research/9th-european-conference-on-tetranspanins.html)

4.9.–7.9. Heidelberg  
**EMBL Conference on Protein Synthesis and Translational Control** | Info: [www.embl.de/training/events/2019](http://www.embl.de/training/events/2019)

Gläsernes Labor  
 Akademie

## WORKSHOPS

### AUF DER LABVOLUTION HANNOVER 2019

#### „Labor 4.0 für Technische Angestellte in den Life Sciences“

Automatisiertes Liquid Handling, das Digitale Laborbuch, CRISPR/Cas für Einsteiger; **auf Deutsch**  
 22.5.2019 | 10:30 – 16:00 Uhr

#### „Young Life Scientists – Business Orientation“

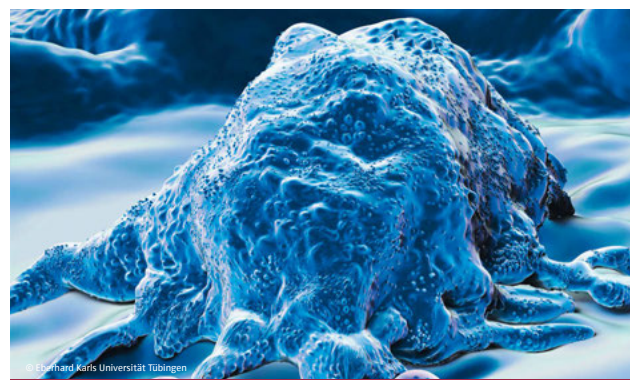
Life Sciences go Industry – Challenges/Perspectives/Pitfalls, Clinical Development – Still a Professional Option for Life Scientists? GMP in Biotechnology – A brief overview; **in English**  
 23.5.2019 | 10:30 – 16:00 Uhr

Teilnahme für Messebesucher kostenfrei und ohne Voranmeldung.

Informationen unter:  
[www.labvolution.de](http://www.labvolution.de)  
[www.glaesernes-labor-akademie.de](http://www.glaesernes-labor-akademie.de)

LAB  
 VOLUTION

EBERHARD KARLS  
 UNIVERSITÄT  
 TÜBINGEN



## NOVEL CONCEPTS IN INNATE IMMUNITY

12–14 June 2019 | Tübingen, Germany

#### Topics

- Pattern recognition receptors and inflammasomes
- Innate immune cell cross-talk
- Innate lymphoid cells
- Trained innate immunity
- Antifungal innate responses
- Host-microbiota interactions
- Antiviral innate responses
- Innate immunity in the skin
- Innate immunity and oncogenesis

Details on scientific and social programme, oral presentations and poster session:  
[www.innate-immunity-conference.de](http://www.innate-immunity-conference.de)

conventus  
 CONFERENCE MANAGEMENT

5.9.–6.9. Bonn  
**1st Bonn Nanobody Symposium: Versatile Tools in Research, Diagnostics and Therapy** |  
 Info: [www.iii.uni-bonn.de/schmidt\\_lab/symposium.html](http://www.iii.uni-bonn.de/schmidt_lab/symposium.html)

5.9.–6.9. Lübeck  
**10. Symposium für industrielle Zelltechnik** | Info:  
[www.industrielle-zelltechnik.de/](http://www.industrielle-zelltechnik.de/)

5.9.–6.9. Potsdam  
**Insecta 2019 – International Conference** | Info:  
<http://insecta-conference.com/>

5.9.–7.9. Mannheim  
**53. Wissenschaftliche Tagung der Deutschsprachigen Mykologischen Gesellschaft** |  
 Info:  
[www.dmykg-kongress.de/](http://www.dmykg-kongress.de/)

7.9. Bremen  
**Neuro 2019 – Morbus Parkinson, Multiple Sklerose und Kopfschmerz** |  
 Info: [www.neuro2018.de](http://www.neuro2018.de)

8.9.–11.9. Dortmund  
**Wandel gestalten: Kreative Lösungen für innovative Medizin – 64. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDs)** |  
 Info: <https://gmds.de>

8.9.–11.9. Wien (AT)  
**International Symposium on Tick-Borne Pathogens and Disease ITPD 2019** | Info: <https://registration.azmed-info.co.at/events/itpd2019/itpd2019.php>

9.9.–10.9. Heidelberg  
**6th International Symposium on Phospholipids in Pharmaceutical Research** | Info: [www.phospholipid-institute.com/symposium/](http://www.phospholipid-institute.com/symposium/)

9.9.–12.9. Basel (CH)  
**Basel Life 2019: Showcasing Europe's Excellence in Life Sciences** |  
 Info: [www.basellife.org](http://www.basellife.org)

9.09.2–12.9. Göttingen  
**16th International Symposium „Horizons in Molecular Biology“** |  
 Info: [www.horizons-molbio.de/](http://www.horizons-molbio.de/)

9.09.–13.9. München  
**15th International Symposium on Biomineralization (Biomim XV)** |  
 Info: [www.biomim2019.de/](http://www.biomim2019.de/)

10.9.–12.9. Essen  
**Supramolecular Principles in Biological Systems – 3rd International Symposium of the CRC1093** | Info: [www.uni-due.de/crc1093/en/events](http://www.uni-due.de/crc1093/en/events)

10.9.–12.9. Rüdeshheim  
**Molecular Function, Catalysis and Regulation – Beilstein Enzymology Symposium** | Info: <http://enzymology.beilstein-symposia.org>

10.9.–13.9. Jena  
**112. Jahrestagung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft** |  
 Info: <https://dzg-meeting.de>

10.9.–13.9. München  
**2nd Joint Meeting of the German Society for Immunology (DGfI) and the Italian Society of Immunology, Clinical Immunology and Allergology (SIICA)** | Info: [www.immunology-conference.de/](http://www.immunology-conference.de/)

11.9.–12.9. Kiel  
**12. Bundesalgenstammtisch** |  
 Info:  
<https://dechema.de/Algen2019.html>

11.9.–13.9. Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: From Multiomics to Biological Insights – Opportunities and Challenges in Data Integration** | Info: [www.embo-embl-symposia.org/symposia/2019/EES19-07](http://www.embo-embl-symposia.org/symposia/2019/EES19-07)

11.9.–13.9. Tübingen  
**4th Cyanobacteria Young Investigator Symposium** | Info:  
<https://vaam.de/aktivitaeten/termine/>

11.9.–13.9. Würzburg  
**22nd International Symposium on Signal Transduction at the Blood-Brain Barriers** | Info:  
[www.bbb-conference.fraunhofer.de/](http://www.bbb-conference.fraunhofer.de/)

12.9.–13.9. Aachen  
**German Conference on Synthetic Biology (GCSB 2019)** |  
 Info: [www.gcsb.info/](http://www.gcsb.info/)

13.9.–14.9. Berlin  
**19. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Akkreditierter Laboratorien** |  
 Info: [www.aal-tagung.de/](http://www.aal-tagung.de/)

15.9.–17.9. Köln  
**35th Ernst Klenk Symposium in Molecular Medicine 2019: Rare Diseases – From Mechanisms to Therapy and Beyond** |  
 Info: [www.cmmc-uni-koeln.de/events](http://www.cmmc-uni-koeln.de/events)

15.9.–18.9. München  
**Jahrestagung 2019 der Paläontologischen Gesellschaft** |  
 Info: [www.palaeontologie.geowissenschaften.uni-muenchen.de/palges\\_tagung2019/index.html](http://www.palaeontologie.geowissenschaften.uni-muenchen.de/palges_tagung2019/index.html)

15.9.–19.9. Rostock  
**Botanikertagung 2019 – International Plant Science Conference** |  
 Info: [www.botanikertagung2019.de/](http://www.botanikertagung2019.de/)

16.9.–19.9. Heidelberg  
**German Conference on Bioinformatics (GCB 2019) – Precision Medicine: Where Bioinformatics & Medical Informatics Meet** |  
 Info: <https://gcb2019.de/>

19.9.–21.9. Magdeburg  
**Annual Meeting of the German Society for Neuropathology and Neuroanatomy (DGNN)** |  
 Info: [www.dgnn-conference.de/](http://www.dgnn-conference.de/)

23.9.–25.9. Bonn  
**e:Med Meeting 2019 on Systems Medicine** | Info: [www.sys-med.de/de/meeting/emed-meeting-2019](http://www.sys-med.de/de/meeting/emed-meeting-2019)

24.9. Düsseldorf  
**Gene Therapy – International BMFZ Meeting 2019** |  
 Info: [www.BMFZ.de](http://www.BMFZ.de)

24.9.–27.9. Basel (CH)  
**ILMAC Basel, Fachmesse für Prozess- und Labortechnologie** |  
 Info: [www.ilmac.ch/](http://www.ilmac.ch/)

25.9.–27.9. Innsbruck (AT)  
**16th Meeting of the Austrian Neuroscience Association (ANA) / 25th Meeting of the Austrian Pharmacological Society (APHAR)** |  
 Info: [www.austrian-neuroscience.at/event-3104280](http://www.austrian-neuroscience.at/event-3104280)

25.9.–27.9. Tübingen  
**Age-Related Human Diseases – Special Focus Autophagy: Gemeinsame Herbsttagung der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie (GBM) und der Deutschen Gesellschaft für Zellbiologie (DGZ)** | Info:  
<https://herbsttagung.gbm-online.de/>

**16. JAHRESTAGUNG**  
 der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin e.V.

**ABSTRACT-DEADLINE**  
 15.06.2019

**25. - 28.09.2019**  
**Labormedizin**  
**#moderndenken**

**Messe**  
**magdeburg**

Moderne Diagnostik als Grundlage  
 der individualisierten Medizin

Zellbasierte Diagnostik

Microfluidics in der Labormedizin

Hämophilie und Hämostaseologie

Digitalisierung im Gesundheitssystem

Infektionserologie im Kontext der  
 personalisierten Medizin

**TAGUNGSPRÄSIDENT**  
 Prof. Dr. med. Berend Isermann

**DGKL**  
 Deutsche Gesellschaft für  
 Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin e.V.

[www.dgkl2019.de](http://www.dgkl2019.de)

# Workshops

## 2019

25.9.–27.9. Würzburg  
**114. Jahrestagung der Anatomischen Gesellschaft** | *Info: <http://anatomische-gesellschaft.de/index.php?id=geplante-jahresversammlungen>*

25.9.–28.9. Magdeburg  
**Labormedizin #moderndenken – 16. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin (DGKL)** | *Info: <https://dgkl2019.de/>*

25.9.–28.9. Stuttgart  
**92. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN)** | *Info: [www.dgnkongress.org/](http://www.dgnkongress.org/)*

26.9.–27.9. Tübingen  
**Tübingen Systems Neuroscience Symposium 2019** | *Info: [https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2019](https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2019)*

29.9.–2.10. Heidelberg  
**EMBO | EMBL Symposium: Systems Genetics – From Genotypes to Complex Traits** | *Info: [www.embo-emblo-symposia.org/symposia/2019/EES19-08](http://www.embo-emblo-symposia.org/symposia/2019/EES19-08)*

30.9.–2.10. Freiburg  
**2nd International TRR130-Symposium on B Cell Responses in Immunity and Autoimmunity** | *Info: [www.trr130.forschung.uni-erlangen.de](http://www.trr130.forschung.uni-erlangen.de)*

30.9.–2.10. Ulm  
**98th Meeting of the German Physiological Society (DPG) – Joint Meeting with the Austrian Physiology Society (APS) & Life Science Switzerland Physiology (LS2)** | *Info: [www.dpg2019.de](http://www.dpg2019.de)*

1.10.–3.10. Berlin  
**2nd World Aging and Rejuvenation Conference** | *Info: <https://arc-2019.org/>*

2.10.–6.10. Seeon  
**11th Kloster Seeon Meeting „Angiogenesis“ and Young Investigators Meeting** | *Info: [www.vwfb.de/](http://www.vwfb.de/)*

7.10.–9.10. Berlin  
**Seed and Soil: Mechanisms of Metastasis – Conference of the European Association for Cancer Research (EACR)** | *Info: [www.eacr.org/conference/seedandsoil2019](http://www.eacr.org/conference/seedandsoil2019)*

7.10.–9.10. Kiel  
**18. Fachsymposium Lebensmittel-mikrobiologie** | *Info: [www.lebensmittelmikrobiologie.org/](http://www.lebensmittelmikrobiologie.org/)*

23.5.–24.5. Homburg  
**BioVoxel Workshop “Processing and Analysis of Scientific Images”** | *Info: [www.molmed-saarland.eu/event/irtg-1830-workshop-internal-2/](http://www.molmed-saarland.eu/event/irtg-1830-workshop-internal-2/)*

27.5.–29.5. Bad Herrenalb  
**Transporter- und Barrieretage 2019 – Workshop** | *Info: <https://sites.google.com/site/transportertage/>*

4.6.–7.6. Plön  
**Workshop: Breathing Life into Chemistry** | *Info: [www.evolbio.mpg.de/events/18014/2163](http://www.evolbio.mpg.de/events/18014/2163)*

5.6.–7.6. München  
**IMPRS-LS-Workshop: Introduction to Statistics** | *Info: <https://imprs-ls.opencampus.net/en/node/12070>*

13.6.–14.6. Köln  
**6th European Workshop on Plant Chromatin (EWPC)** | *Info: [www.mpipz.mpg.de/EWPC-2019](http://www.mpipz.mpg.de/EWPC-2019)*

16.6.–21.6. Ascona (CH)  
**Ascona Workshop on Statistical Challenges in Medical Data Science** | *Info: [www.bsse.ethz.ch/cbg/cbg-news/ascona-2019.html](http://www.bsse.ethz.ch/cbg/cbg-news/ascona-2019.html)*

17.6.–21.6. Berlin  
**EcSeq-Kurs: 3rd Berlin Summer School** | *Info: [www.ecseq.com/workshops/workshop\\_2019-04-3rd-Berlin-Summer-School-NGS-Data-Analysis](http://www.ecseq.com/workshops/workshop_2019-04-3rd-Berlin-Summer-School-NGS-Data-Analysis)*

19.6.–20.6. Berlin  
**Wer hat die beste Idee? – Kreativ-Workshop „in vitro-Challenge“** | *Info: [www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/in-vitro-challenge-wer-hat-die-beste-idee-7592.php](http://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/in-vitro-challenge-wer-hat-die-beste-idee-7592.php)*

22.6.–26.6. Davos (CH)  
**ETOX 19 – European Workshop on Bacterial Protein Toxins** | *Info: <https://etox19.ch/>*

1.7.–3.7. Innsbruck (AT)  
**Neurobiology for Non-Specialists: Studying the Brain – 3rd HBP Curriculum Workshop Series** | *Info: <http://bit.ly/HBP-Neurobio2019>*

4.8.–9.8. Bad Honnef  
**Physics of Bacteria – Workshop der Bad Honnef Physics School** | *Info: [www.dpg-physik.de/veranstaltungen/2019](http://www.dpg-physik.de/veranstaltungen/2019)*

28.8.–30.8. Würzburg  
**30th Annual Neurobiology Doctoral Students Workshop (Neuro DoWo 2019)** | *Info: <https://neurodowo.nwg-info.de/>*

28.8.–31.8. Berlin  
**From Target To Market – The GLA Biotech & Pharma Summer School** | *Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de/de/biotech-pharma](http://www.glaesernes-labor-akademie.de/de/biotech-pharma)*

4.9.–7.9. Heidelberg  
**EMBO Workshop: Protein Synthesis and Translational Control** | *Info: [www.embl.de/training/events/2019/TRC19-01/](http://www.embl.de/training/events/2019/TRC19-01/)*

10.9.–13.9. Wien (AT)  
**EMBO Workshop: Organization of Bacterial and Eukaryotic Genomes by SMC Complexes** | *Info: <http://events.embo.org>*

11.9.–14.9. Berlin  
**The GLA Lab 4.0 Summer School – Get Your Laboratory Ready for the Future** | *Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de/de/Seminar-Lab4](http://www.glaesernes-labor-akademie.de/de/Seminar-Lab4)*

15.9.–17.9. Jena  
**International VAAM Workshop 2019: Biology of Microorganisms Producing Natural Products** | *Info: [www.vaam-natural-products.de](http://www.vaam-natural-products.de)*

16.9.–19.9. Kiel  
**Degradomics – Protease Web in Health & Disease (Summer School of the IRTG in the CRC 877)** | *Info: [www.uni-kiel.de/Biochemie/](http://www.uni-kiel.de/Biochemie/)*

16.9.–20.9. Les Diablerets (CH)  
**EMBO Workshop: DNA Topology and Topoisomerases in Genome Dynamics** | *Info: <http://meetings.embo.org/event/19-dna-topology>*

17.9.–20.9. Berlin  
**EMBO Workshop: Beyond the Standard – Non-Model Vertebrates in Biomedicine** | *Info: <http://meetings.embo.org/event/19-nonmodel-vertebrates>*

22.9.–25.9. Heidelberg  
**EMBO Workshop: Creating is Understanding – Synthetic Biology** | *Info: <https://www.embl.de/training/events/2019/SYN19-01>*

27.9.–29.9. Regensburg  
**8th Central European Workshop of Myrmecology (CEWM 2019)** | *Info: [www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat\\_Fak\\_III/Cewm2019/](http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_III/Cewm2019/)*

27.9.–30.9. Dresden  
**EMBO Workshop: Lipid Function in Health and Disease** | *Info: <http://meetings.embo.org/event/19-lipid-function>*

3.10.–6.10. Mainz/Budenheim  
**16th International Workshop on Langerhans Cells** | *Info: [www.lc2019.de/](http://www.lc2019.de/)*

7.10.–9.10. Hamburg  
**EMBO Workshop: Tools for Structural Biology of Membrane Proteins** | *Info: <https://www.embl-hamburg.de/training/events/2019/TBP19-01>*

21.10.–23.10. Erding/München  
**Workshop on Solutions and Workflows in (Environmental) Molecular Screening and Analysis (SWEMSA 2019)** | *Info: [www.swemsa.eu/](http://www.swemsa.eu/)*

23.10.–25.10. Schöntal  
**Workshop of the German Research Platform for Zoonoses: Cell Biology of Zoonotic Viral Infections: From Reservoirs to Humans** | *Info: <https://cellviro.g-f-v.org/>*

25.10. Würzburg  
**Neurobiology Doctoral Students Workshop (Neuro DoWo 2019)** | *Info: <https://neurodowo.nwg-info.de/content/get-ready-neuro-dowo-2019>*

26.10.–29.10. Berlin  
**EMBO Workshop: The Impact of Bacterial Infections on Human Cancer** | *Info: <http://events.embo.org/coming-soon/index.php?EventID=w19-56>*

8.11.–9.11. Regensburg  
**Workshop on Nutrition and Microbiome in Allogeneic Haematopoietic Stem Cell Transplantation** | *Info: [www.falk-foundation-symposia.org/symposia-and-workshops/2019/](http://www.falk-foundation-symposia.org/symposia-and-workshops/2019/)*

# Fortbildungen, Kurse

## IMMUNOLOGIE

18.5. Lübeck  
**DVTA-Seminar: Moderner Einsatz der Immunhistochemie (Grundkurs)** | Info: <https://dvta.de/fortbildungen>

27.5.–28.5. München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Immunpräzipitation** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

1.7.–2.7. Heidelberg  
**Promocell Academy: ELISA Basiskurs** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## KARRIERE

17.5. Berlin  
**DHV-Seminar: Wissenschaftliches Fehlverhalten** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

23.5. Bonn  
**DHV-Seminar: Drittmittelwerbung und -verwaltung** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

23.5. Hannover  
**Akademie Gläsernes Labor: Labor 4.0 für Technische Angestellte in den Life Sciences (Labvolution-Workshop)** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de](http://www.glaesernes-labor-akademie.de)

23.5. Hannover  
**Akademie Gläsernes Labor: Young Life Scientists – Business Orientation (Labvolution-Workshop)** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de](http://www.glaesernes-labor-akademie.de)

23.5. Mannheim  
**DHV-Seminar: Wissenschaftszeitvertragsgesetz und TV-L** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

28.5. Mannheim  
**DHV-Seminar: Berufungsverhandlungen effektiv führen** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

3.6. Mannheim  
**DHV-Seminar: Wege aus der Wissenschaft – Unterstützung für die alternativen Karrierewege von Wissenschaftler/innen** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

## KARRIERE

5.6. Berlin  
**Transferable Skills Course: Career Planning for Scientists (MPI for Molecular Genetics)** | Info: [www.molgen.mpg.de/events/15530/3811159](http://www.molgen.mpg.de/events/15530/3811159)

27.6. Berlin  
**DHV-Seminar: Bewerbung auf eine Professur** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

2.7. Berlin  
**DHV-Seminar: Erfolgreiche Besoldungsverhandlungen und Besoldungsoptimierungen in „W“** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

8.7. Bonn  
**DHV-Seminar: Die Professur – Rechte und Pflichten** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

10.7. Frankfurt/M.  
**Dechema-Seminar: Verständlich kommunizieren – Themen aus Forschung und Entwicklung zielgruppengerecht aufbereiten** | Info: <https://dechema-dfi.de/Kommunikation.html>

11.7. Bonn  
**DHV-Seminar: Berufungsverhandlungen an Medizinischen Fakultäten** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

20.8. Mannheim  
**DHV-Seminar: Verhandlungen bei Erstberufung** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

12.9. Bonn  
**DHV-Seminar: Berufungsverhandlungen effektiv führen** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

12.9.–13.9. Berlin  
**Mediomix Transferable Skills Course: Proposal Writing (MPI for Molecular Genetics)** | Info: [www.molgen.mpg.de/events/15532/3811159](http://www.molgen.mpg.de/events/15532/3811159)

16.9. Bonn  
**DHV-Seminar: Stressmanagement** | Info: [www.dhvseminare.de/naechste\\_termine](http://www.dhvseminare.de/naechste_termine)

## MIKROSKOPIE

19.5.–24.5. Heidelberg  
**EMBL Course: Advanced Fluorescence Imaging Techniques** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/](http://www.embl.de/training/events/2019/)

25.5.–26.5. Münster  
**Mikroskopierkurs: Entzündliche Dermatosen, Kutane Neoplasien und mehr** | Info: [www.derma.de/de/kalender/uebersicht/detail/browse/6/article/5129/1044/](http://www.derma.de/de/kalender/uebersicht/detail/browse/6/article/5129/1044/)

8.7.–13.7. Heidelberg  
**EMBL Course: Super-Resolution Microscopy** | Info: [www.embl.de/training](http://www.embl.de/training)

## CHROMATOGRAPHIE UND SPEKTROMETRIE

20.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Protein- und Peptidanalytik mit MALDI-TOF MS und ESI-Quadrupol MS** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

21.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Quantitative Massenspektrometrie in der Proteomanalytik** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

27.5. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: HPLC – Troubleshooting und Methodenentwicklung** | Info: [www.dr-bichlmeier.de](http://www.dr-bichlmeier.de)

28.5. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: LC-MS-Kopplungstechniken** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/](http://www.dr-bichlmeier.de/)

29.5. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: Interpretation von Massenspektren** | Info: [www.dr-bichlmeier.de](http://www.dr-bichlmeier.de)

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)

## CHROMATOGRAPHIE UND SPEKTROMETRIE

3.6. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: Datenintegrität im HPLC-Labor** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/di-hplc-labor/](http://www.dr-bichlmeier.de/di-hplc-labor/)

24.6.–27.6. Nürnberg  
**GDCh-Kurs: Einführung in die HPLC** | Info: [www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung](http://www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung)

26.7.–2.8. Garching  
**EMBO Practical Course: Structure, Dynamics and Function of Biological Macromolecules by NMR** | Info: <http://events.embo.org>

16.9. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: HPLC-Basiskurs für die Qualitätskontrolle** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/hplc-basisseminar/](http://www.dr-bichlmeier.de/hplc-basisseminar/)

17.9. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: Grundlagen der Massenspektrometrie** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/ms-grundlagenseminar/](http://www.dr-bichlmeier.de/ms-grundlagenseminar/)

18.9. München  
**Dr.-Bichlmeier-Seminar: Massenspektrometrie für Anwender** | Info: [www.dr-bichlmeier.de/ms-anwenderseminar/](http://www.dr-bichlmeier.de/ms-anwenderseminar/)

23.9.–27.9. Köln  
**GDCh-Kurs: Grundlagen der Massenspektrometrie: Messtechnik und Interpretation von Massenspektren** | Info: [www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung](http://www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung)

24.9.–26.9. Mainz  
**GDCh-Kurs: Grundlagen der praktischen NMR-Spektroskopie für technische Mitarbeiter** | Info: [www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung](http://www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung)



## BIOTECHNOLOGIE

15.8.–23.8. Berlin  
**Akademie Gläsernes Labor: Basic Course Biotechnology (GMP)** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de/de/gmp\\_english](http://www.glaesernes-labor-akademie.de/de/gmp_english)

## BIOCHEMIE

20.5.–21.5. München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Western Blot** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

29.5. München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Antikörper** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

24.6.–25.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: Proteinreini-gungs- und Analysemethoden** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

1.7.–4.7. München  
**Lab-Academy-Kompaktfortbildung Proteine** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

10.9.–12.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Enzymatische Analysen und Enzymkinetik** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## MIKROBIOLOGIE

20.5.–21.5. München  
**Lab-Academy-Grundkurs: Mikrobiologie** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

12.6.–19.6. Heidelberg  
**EMBO Practical Course: Microbial Metagenomics – A 360° Approach** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/MET19-01/](http://www.embl.de/training/events/2019/MET19-01/)

8.7.–9.7. Heidelberg  
**Promocell Academy: Grundlagen der mikrobiellen Fermentation** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

10.7.–11.7. Heidelberg  
**Promocell Academy: Mikrobiologie, Reinraumkontamination, Monitoring, geeignete Dekontaminationsmaßnahmen** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

16.9.–18.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Mikrobiologie und Einführung in die Qualitätskontrolle** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## NEUROBIOLOGIE

27.6.–29.6. Köln  
**NWG-Methodenkurs: Functional Anatomy of the Mouse III: Amygdala, Olfactory System and Caudate Putamen** | Info: [https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2019](https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2019)

8.9.–13.9. Freiburg  
**NWG-Methodenkurs: Analysis and Models in Neurophysiology** | Info: [https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2019](https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2019)

23.9.–27.9. Magdeburg  
**NWG-Methodenkurs: Imaging of the Synaptic Organization** | Info: [https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse\\_workshops/2019](https://nwg-info.de/aktivitaeten/kurse_workshops/2019)

## ZELLEN UND GEWEBE

21.5. Hamburg  
**Eppendorf-Training: Dosiersysteme im Labor – Grundlagen, Wartung und Qualitätssicherung** | Info: [www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center/trainings/](http://www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center/trainings/)

21.5.–22.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Zellviabilitäts-, Proliferations- und Toxizitätstests** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

22.5.–23.5. München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Viraler Gentransfer** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

23.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Labor-Kompaktkurs Apoptose-Assay** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

23.5.–24.5. Hamburg  
**Eppendorf-Training (in Kooperation mit Promega): Zellkultur – Theorie und Praxis** | Info: [www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center/trainings/](http://www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center/trainings/)

27.5.–28.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Konzeption von 3D In vitro-Modellen** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

28.5.–29.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Induzierte pluripotente Stammzellen – Maßgeschneiderte Zellmodelle** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## ZELLEN UND GEWEBE

2.6.–7.6. Heidelberg  
**EMBO Practical Course: Extracellular Vesicles – From Biology to Biomedical Applications** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/EX019-01/](http://www.embl.de/training/events/2019/EX019-01/)

3.6.–7.6. München  
**Lab-Academy-Kompaktfortbildung: Zellkultur** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

4.6.–6.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: Aufbaukurs Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

12.6.–14.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: Angiogenese-Modelle** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

17.6.–19.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: Zellkultur Troubleshooting** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

25.6.–28.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

1.7.–3.7. Heidelberg  
**Promocell Academy: Qualitätsmanagement in der Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

2.7.–4.7. Heidelberg  
**Eppendorf-Training (in Kooperation with EMBL): Microinjection in Zebrafish and Medaka – From Transgenesis to CRISPR** | Info: [www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center/trainings/](http://www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center/trainings/)

8.7.–9.7. München  
**Lab-Academy-Grundkurs: In-situ Hybridisierung** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

9.7.–10.7. Heidelberg  
**Promocell Academy: Kompaktkurs Validierung in der Molekular- und Zell-Biologie** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

10.7.–11.7. München  
**Lab-Academy-Grundkurs: Immunfluoreszenz** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

## ZELLEN UND GEWEBE

26.8.–30.8. Heidelberg  
**EMBL Course: Attacking Open Chromatin with ATAC Sequencing** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/](http://www.embl.de/training/events/2019/)

2.9.–6.9. Heidelberg  
**EMBL Course: Chromatin Signatures During Differentiation – Integrated Omics** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/](http://www.embl.de/training/events/2019/)

4.9.–6.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Zellviabilitäts-, Proliferations- und Toxizitätstests** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

8.9.–17.9. Heidelberg  
**EMBO Practical Course: Current Methods in Cell Biology** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/](http://www.embl.de/training/events/2019/)

10.9.–13.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

11.9.–13.9. München  
**Lab-Academy-Grundkurs: Zellkultur** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

16.9.–18.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Qualitätsmanagement in der Zellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

19.9.–20.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Induzierte pluripotente Stammzellen – Maßgeschneiderte Zellmodelle** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

23.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Mykoplasmen-Nachweis, Prävention und Eliminierung** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

24.9.–25.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Durchflusszytometrie** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

25.9.–27.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Zellkultur Troubleshooting** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

1.10.–2.10. Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Primärzellkultur** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## PCR

22.5.–24.5. Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Real Time PCR** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

4.6.–5.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: PCR in der Gendiagnostik** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

18.6.–19.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: PCR und qPCR in der Lebensmittelanalytik** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

27.6.–28.6. Heidelberg  
**Promocell Academy: PCR-Optimierung** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

## LABOR-MANAGEMENT

20.5.–21.5. Berlin  
**Klinkner-Seminar: Projektmanagement in Labor, Wissenschaft und Technik** | Info: [www.klinkner.de](http://www.klinkner.de)

20.5.–23.5. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Group Leaders** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

29.5.–31.5. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Negotiation for Scientists** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates/TR-NEG-2019>

4.6.–5.6. Berlin  
**Klinkner-Seminar: Kommunikationstraining für Labor- und Qualitätsmanager/innen** | Info: [www.klinkner.de](http://www.klinkner.de)

24.6.–27.6. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Group Leaders** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

2.7.–4.7. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Postdocs** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

## LABOR-MANAGEMENT

8.7.–10.7. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Project Manag. for Scientists** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates/TR-PM-2019>

15.7.–18.7. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Group Leaders** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

9.9.–11.9. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Creative Problem Solving for Scientists** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates/tr-create-2019>

17.9.–19.9. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Labor. Leadership for Postdocs** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

23.9.–26.9. Leimen  
**EMBO Laboratory Management Course: Laboratory Leadership for Group Leaders** | Info: <http://lab-management.embo.org/dates#>

## MOLEKULARBIOLOGIE

1.7.–4.7. Heidelberg  
**EMBL Course: Shift your DNA and RNA Sequencing Library Preparation into Hyper-Drive** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/ROC19-01](http://www.embl.de/training/events/2019/ROC19-01)

9.7.–10.7. Heidelberg  
**Promocell Academy: Molekularbiologie – Troubleshooting** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

15.7.–27.7. München  
**Lab-Academy-Fortbildung: Fachkraft Molekularbiologie** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

29.7.–2.8. Heidelberg  
**EMBL Course: Hands-on Flow Cytometry – Learning by Doing!** | Info: [www.embl.de/training/events/2019](http://www.embl.de/training/events/2019)

25.8.–6.9. Dresden  
**EMBO Practical Course: Mouse Genome Engineering** | Info: <http://events.embo.org/>

## MOLEKULARBIOLOGIE

3.9.–6.9. Heidelberg  
**Promocell Academy: Basiskurs Molekularbiologie** | Info: [www.promocell-academy.com](http://www.promocell-academy.com)

11.9.–12.9. München  
**Lab-Academy-Intensivkurs: Molekularbiologie Update** | Info: [www.lab-academy.de](http://www.lab-academy.de)

13.9.–14.9. Hannover  
**DVTA-Seminar: Grundlagen der Molekularbiologie** | Info: <https://dvta.de/fortbildungen>

13.9.–14.9. Wuppertal  
**DVTA-Seminar: In-situ-Hybridisierung** | Info: <https://dvta.de/fortbildungen>

20.9. Hamburg  
**DVTA-Seminar: Humangenetik / Zytogenetik – Ein kompakter Einblick** | Info: <https://dvta.de/fortbildungen>

23.9.–28.9. Heidelberg  
**EMBL Course: Liquid Biopsies** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/LIQ19-01](http://www.embl.de/training/events/2019/LIQ19-01)

## IN SILICO

27.5.–28.5. Frankfurt/M.  
**Dechema-Seminar: Explorative Datenanalyse** | Info: <https://dechema-dfi.de/EDA.html>

3.6.–7.6. Heidelberg  
**EMBL Course: Whole Transcriptome Data Analysis** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/DAT19-01](http://www.embl.de/training/events/2019/DAT19-01)

11.9.–12.9. Berlin  
**Akademie Gläsernes Labor: Basiskurs Biotechnologie (Good Manufacturing Practice)** | Info: [www.glaesernes-labor-akademie.de/de/gmp](http://www.glaesernes-labor-akademie.de/de/gmp)

23.9.–26.9. Leipzig  
**EcSeq-Kurs: RNA-Seq Data Analysis Workshop** | Info: [www.ecseq.com/workshops/ngs-data-analysis-courses](http://www.ecseq.com/workshops/ngs-data-analysis-courses)

30.9.–4.10. Heidelberg  
**EMBL Course: Whole Transcriptome Data Analysis** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/DAT19-02](http://www.embl.de/training/events/2019/DAT19-02)

## RANDGEBIETE

17.5. Fulda  
**DVTA-Seminar: Parasiten im Stuhl** | Info: <https://dvta.de/fortbildungen>

18.5. Fulda  
**DVTA-Seminar: Parasiten im Stuhl** | Info: <https://dvta.de/fortbildungen>

9.9.–13.9. Düsseldorf  
**GDCh-Kurs: Einführung in die Medizinische Chemie** | Info: [www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung](http://www.gdch.de/veranstaltungen/fortbildung)

## SONSTIGE VERANSTALTUNGEN

22.5.–24.5. Berlin  
**Klinkner-Seminar: Messunsicherheit und Validierung** | Info: [www.klinkner.de](http://www.klinkner.de)

25.5.–26.5. Münster  
**Mikroskopiekurs entzündliche Dermatosen, kutane Neoplasien und mehr** | Info: [www.medizin.uni-muenster.de/fakultaet/news-themen/veranstaltungen/](http://www.medizin.uni-muenster.de/fakultaet/news-themen/veranstaltungen/)

24.6.–25.6. Saarbrücken  
**Klinkner-Seminar: Mess- und Prüfmittelüberwachung** | Info: [www.klinkner.de](http://www.klinkner.de)

28.6. Erlangen  
**Fortbildung für Lehrkräfte: Grünlandvegetation – Morphologie, Systematik und Ökologie von Wiesenpflanzen** | Info: [https://fibs.alp.dillingen.de/suche/details.php?v\\_id=182651](https://fibs.alp.dillingen.de/suche/details.php?v_id=182651)

4.7. Hannover  
**Forschungs- und Laborprozesse nachhaltig ausrichten – Ihr Weg zum Green Lab** | Info: <https://tinyurl.com/y8ngnr5r>

11.9. Gießen  
**Mettler-Todedo-Seminar: Life-Science-Anwendungen – Pipettieren und Grundlagen der UV/VIS-Spektroskopie** | Info: [www.mt.com/de/de/home/events/seminars/LabTalk\\_Life\\_Science.html](http://www.mt.com/de/de/home/events/seminars/LabTalk_Life_Science.html)

15.9.–22.9. Heidelberg  
**EMBO Practical Course: Synthetic Biology in Action – Bridging Natural/Non-Natural** | Info: [www.embl.de/training/events/2019/SYN19-02](http://www.embl.de/training/events/2019/SYN19-02)

# Vorträge, Seminare, Kolloquien

## AACHEN

### Dienstag, 21. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Physiologie, Pauwelsstr. 30, Bibliothek, 6. OG, neben D4, Raum 28 | **J. Maurer, Aachen** | **Tumorstammzellen im Triple Negativen Mammakarzinom – von den Grundlagen zur klinischen Anwendung**

### Mittwoch, 5. Juni

12:30 Uhr | Seminar | Institut für Medizinische Mikrobiologie, Bibliothek, 6. OG, Flur D, Raum 35 | **A. Westermann, Würzburg** | **Multi-organism RNA-seq approaches to bacterial infection biology**

### Dienstag, 18. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Physiologie, Pauwelsstr. 30, Bibliothek, 6. OG, neben D4, Raum 28 | **I. Kadurin, London** | **Post-translational regulation of Ca<sub>v</sub> channels via  $\alpha_2\delta$  auxiliary subunits**

### Mittwoch, 26. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Physiologie, Pauwelsstr. 30, Bibliothek, 6. OG, neben D4, Raum 28 | **T. Price, Dallas** | **Using RNA sequencing to gain insight into neuropathic pain mechanisms from mice to humans**

## BASEL

### Donnerstag, 17. Mai

12:15 Uhr | Seminar | Biozentrum, Klingelbergstr. 70, Raum 103 | **B. Schwendele, Basel** | **Impact of neural stem cells on oligodendrogenesis**

### Mittwoch, 22. Mai

17:00 Uhr | Seminar | Pharmazentrum, Klingelbergstr. 50, HS 1 | **D. Geerke, Amsterdam** | **Molecular simulations of flexible enzymes: Binding affinity prediction and insights into biocatalyst and antidote design**

### Freitag, 24. Mai

12:15 Uhr | Seminar | Biozentrum, Klingelbergstr. 70, Raum 103 | **P. Cinelli, Zürich** | **Mesenchymal stem cells: What are they exactly and how can we use them?**

### Freitag, 24. Mai

18:15 Uhr | Vortrag | Naturhistorisches Museum, Augustinergasse 2, Aula | **H. Läubli, Basel** | **Wie man mit Zucker das Immunsystem gegen Krebs aktiviert**

### Freitag, 07. Juni

18:15 Uhr | Vortrag | Naturhistorisches Museum, Augustinergasse 2, Aula | **T. Schäfer, Basel** | **Protein synthesis in stemness and cancer**



Antibiotika-resistente Keime entwickeln sich zu einem immer größeren Problem in der Medizin. Viele Antibiotika binden an die Ribosomen pathogener Bakterien und blockieren hierdurch die Protein-Biosynthese. Resistenzen gegenüber Antibiotika auszubilden, zählt aber schon seit Urzeiten zu den wichtigsten Überlebensstrategien von Mikroorganismen. Entsprechend einfallsreich sind ihre Abwehrmechanismen, die von Mutationen in den Bindetaschen für Antibiotika auf den Ribosomen bis hin zur enzymatischen Inaktivierung reichen. Verhindern lässt sich dies nur, wenn man die entscheidenden Strukturelemente der Ribosomen genau kennt und sie mit maßgeschneiderten Antibiotika attackiert. Wie dies im Detail funktioniert, erläutert die Strukturbiologin und Nobelpreisträgerin Ada Yonath am 12. Juni in Berlin.

### Dienstag, 11. Juni

16:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Klingelbergstr. 70, BZ 511 | **N. Rohner, Kansas City** | **Metabolic evolution in cavefish & implications for human disease**

### Donnerstag, 20. Juni

18:30 Uhr | Vortrag | Naturhistorisches Museum, Augustinergasse 2, Aula | **D. Paris** | **Von Milben, Menschen und Migration**

### Freitag, 21. Juni

11:00 Uhr | Seminar | Pharmazentrum, Klingelbergstr. 50, HS 1 | **B. Roska, Basel** | **The first steps in vision: Cell types, circuits and repair**

### Mittwoch, 26. Juni

12:30 Uhr | Seminar | Unispital, Petersgraben 4, Klinikum 2, 2. OG, DIM-Konferenzraum | **L. Leiter, Basel** | **SGLT2 inhibition and benefits beyond glycemia: Latest evidence**

## BERLIN

### Dienstag, 21. Mai

9:15 Uhr | Seminar | DRFZ, Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 1+2 | **A. Pascual-Reguant, Berlin** | **Analysis of rare cell populations *in situ* using MELC**

### Donnerstag, 23. Mai

14:00 Uhr | Seminar | DRFZ, Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 3 | **A. Lahmann, Berlin** | **Development and maintenance of T follicular helper cells**

### Donnerstag, 6. Juni

14:00 Uhr | Seminar | DRFZ, Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 3 | **J. Callhoff, Berlin** | **Claims data for health services research in chronic inflammatory diseases**

### Dienstag, 11. Juni

9:15 Uhr | Seminar | DRFZ, Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 1+2 | **S. Wilantri, Berlin** | **Circadian rhythms of immune cells in healthy individuals and patients with Rheumatoid Arthritis**

### Mittwoch, 12. Juni

18:00 Uhr | Vortrag | Kaiserin-Friedrich-Haus, Robert-Koch-Platz 7, HS | **A. Yonath, Revohot** | **Next generation environmentally friendly antibiotics**

### Donnerstag, 13. Juni

14:00 Uhr | Seminar | DRFZ, Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 3 | **C. Helmstetter, Berlin** | **Quality versus quantity in T cell cytokine production**

### Donnerstag, 20. Juni

14:00 Uhr | Seminar | DRFZ, Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 3 | **S. Frischbutter, Berlin** | **Most cells in chronic inflammation**

## BERN

### Mittwoch, 22. Mai

12:15 Uhr | Seminar | Institut für Pharmakologie, Inselspital, SR INO-F 703 | **C. Widmann, Lausanne** | **Cell-permeable peptides enter cells in multiple (and unusual) ways**

16:30 Uhr | Seminar | Chemie und Biochemie, BCG, Freiestr. 3, EG, R16 | **S. Cobbs, Durham** | **The development of peptide- and peptoid-based treatments for neglected tropical diseases**

### Mittwoch, 5. Juni

12:15 Uhr | Seminar | Institut für Pharmakologie, Inselspital, SR INO-F 703 | **M. Funke-Chambour, Bern** | **Search for new antifibrotic drugs**

## BERN (Fortsetzung)

## Mittwoch, 19. Juni

12:15 Uhr | Seminar | Institut für Pharmakologie, Inselspital, SR INO-F 703 | H. Riezman, Genf | **Novel approaches to study lipid homeostasis and function in physiology**

## Freitag, 21. Juni

11:00 Uhr | Seminar | Institut für Physiologie, Bühlpplatz 5, SR 259 | Y. Rudy, St. Louis | **Multi-scale integration of cardiac excitation and arrhythmia: From ion-channel molecular structure to the human heart**

## BONN

## Donnerstag, 17. Mai

12:15 Uhr | Kolloquium | IZMB, Nussallee 4 | M. Nakazono, Nagoya | **Genetic and physiological analyses of root traits for internal aeration of plants under flooded soil conditions**

## Montag, 20. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Pharmazeutisches Institut, Gerhard-Domagk-Str. 3, HS 2 | M. Sommer, Berlin | **Revisiting how GPCRs activate arrestins**

## Freitag, 24. Mai

12:15 Uhr | Kolloquium | IZMB, Nussallee 4 | M. Yu, Foshan | **Boron alleviates aluminium toxicity by promoting root alkalization in transition zone via polar auxin transport**

## Montag, 27. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Pharmazeutisches Institut, Gerhard-Domagk-Str. 3, HS 2 | I. Moreira, Coimbra | **Artificial intelligence application to structural biology**

## Montag, 3. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Pharmazeutisches Institut, Gerhard-Domagk-Str. 3, HS 2 | M. Hartmann, Tübingen | **The chemical ligand space of Cereblon – Towards the rational design of novel immunomodulatory drugs**

## BRAUNSCHWEIG

## Montag, 20. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Chemiezentrum, Hagenring 30, HS HR 30.1 | C. Steinem, Göttingen | **Liquid-ordered/liquid-disordered phase separation in model membranes: Influence of the globoside Gb3 and Shiga toxin**

## DRESDEN

## Dienstag, 28. Mai

16:00 Uhr | Seminar | MPI-CBG, Pfotenhauerstr. 108, Auditorium | M. Zerial, Dresden | **How to write a job application**

## ERLANGEN

## Dienstag, 21. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie, Wasserturmstr. 3/5, 1. OG, SR | E. Wagner, Madrid | **Innate immune signaling in inflammatory skin / Joint disease and lung fibrosis**

## Mittwoch, 22. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie, Wasserturmstr. 3/5, 1. OG, SR | S. Uderhardt, Washington | **Effectors vs Protectors: How anti-inflammatory tissue macrophages maintain tissue homeostasis**

## Dienstag, 28. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie, Wasserturmstr. 3/5, 1. OG, SR | J. Esser-von Bieren, München | **Regulation of the arachidonic acid metabolism during type 2 immune responses**

## Dienstag, 18. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie, Wasserturmstr. 3/5, 1. OG, SR | A. Hutloff, Berlin | **T cell/B cell interactions in chronically inflamed tissues**

## FRANKFURT

## Montag, 20. Mai

14:00 Uhr | Kolloquium | KHPI, Breite Gasse 28, HS | R. Gottschalk | **Management von mit hochpathogenen Krankheitserregern infizierten Personen**

## Dienstag, 21. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Molekulare Biowissenschaften, Biozentrum, Campus Riedberg, Raum NU 260/3.13 | A. Moeglich, Bayreuth | **Controlling nucleic-acid-based processes by light**

## FREIBURG

## Donnerstag, 17. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Fakultät für Chemie und Pharmazie, Hebelstr. 27, HS Chemie | B. Trost, Stanford | **Self assembly of dinuclear main group complexes for asymmetric catalysis**

## Montag, 20. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Fakultät für Chemie und Pharmazie, Hebelstr. 27, HS Chemie | A. T. Biju, Bangalore | **Molecular rearrangements involving aryne intermediates**

## Mittwoch, 22. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Fakultät für Chemie und Pharmazie, Hebelstr. 27, HS Chemie | H.-J. Grützner, Zürich | **Building blocks with phosphorus: From curiosities to applications**

17:15 Uhr | Kolloquium | Neurozentrum, Breisacher Str. 64, EG, Konferenzraum 2 | M. Simon, Bielefeld | **Genetische Risikofaktoren bei Hirntumoren und cerebrovaskulären Fehlbildungen**

## Donnerstag, 23. Mai

13:00 Uhr | Vortrag | MPI-IE, Stübweg 51, Bauteil VII, EG, HS | M. Jinek, Zürich | **CRISPR-Cas genome editors: From structures to applications**

## Freitag, 24. Mai

14:15 Uhr | Seminar | SFB 850, ZBMZ, Stefan-Meier-Str. 17, 1. OG, Raum 01006 | A. Sanchez-Danes, Brüssel | **Defining the cell populations responsible for skin cancer initiation and relapse following therapy**

## Mittwoch, 29. Mai

13:00 Uhr | Vortrag | MPI-IE, Stübweg 51, Bauteil VII, EG, HS | C. Mosimann, Zürich | **Decoding cardiovascular lineage formation in space and (deep) time**

## Mittwoch, 12. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Neurozentrum, Breisacher Str. 64, EG, Konferenzraum 2 | A. Aschendorff, Freiburg | **Cochlear Implant bei Meningitis**

## Montag, 17. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Fakultät für Chemie und Pharmazie, Hebelstr. 27, HS Chemie | M. von Delius, Ulm | **Chemie des Bieres**



## Nothilfe Zyklon Idai Jetzt spenden!

Wirbelsturm Idai hat im südlichen Afrika eine Spur der Verwüstung hinterlassen. Hunderttausende Menschen haben alles verloren. Aktion Deutschland Hilft leistet Nothilfe. **Helfen Sie den Menschen jetzt – mit Ihrer Spende!**



Spendenkonto: DE62 3702 0500 0000 1020 30  
Stichwort: Zyklon Idai  
Online unter: [www.Aktion-Deutschland-Hilft.de](http://www.Aktion-Deutschland-Hilft.de)

## GÖTTINGEN

**Mittwoch, 22. Mai**

13:30 Uhr | Seminar | MPIBPC, Am Faßberg 11, Administrationsgeb., GSR | **M. Herbert, Newcastle** | **Preventing germline transmission of pathogenic mitochondrial DNA mutations**



Verteilung und Wachstum von Pflanzen hängen von verschiedenen abiotischen Faktoren ab, wie zum Beispiel Temperatur, Licht und Niederschlag. Setzt man Pflanzen einem abiotischen Stress aus, induziert dies eine Umstellung des Metabolismus, was sich auf verschiedene metabolische Pfade und Signal-Kaskaden auswirkt. Die Quantifizierung und Vorhersage der während der metabolischen Umprogrammierung ablaufenden Prozesse ist aber äußerst schwierig, weil sehr viele Metaboliten daran beteiligt sind. Wie man dennoch an die Schlüssel-Komponenten der Stress-induzierten Umprogrammierung in Pflanzen herankommt, erklärt Thomas Nägele am 13. Juni in Göttingen.

**Dienstag, 28. Mai**

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie und Genetik, Grisebachstr. 8, EG, HS MN06 | **B. Aeverhoff, Frankfurt** | **Acinetobacter baumannii – an emerging pathogen: Metabolic adaptation to the human host**

**Mittwoch, 29. Mai**

17:15 Uhr | Kolloquium | Hygiene-Institut, Kreuzberggring 57, Forum | **M. Pulz, Hannover** | **Masern – zwischen Anspruch und Wirklichkeit**

**Dienstag, 4. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie und Genetik, Grisebachstr. 8, EG, HS MN06 | **T. F. Schärerle, Gießen** | **Antibiotics biosynthesis cluster**

**Donnerstag, 6. Juni**

13:00 Uhr | Seminar | MPIBPC, Am Faßberg 11, Tower IV, 2. OG, SR | **C. Dekker, Delft** | **Nanotechnology for biology at the single-molecule scale**

**Dienstag, 11. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie und Genetik, Grisebachstr. 8, EG, HS MN06 | **N. Takeshita, Tsukuba** | **Fungal tip growth and highway for bacteria**

**Mittwoch, 12. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Hygiene-Institut, Kreuzberggring 57, Forum | **F. Schaumburg, Münster** | **Epidemiology of *Staphylococcus aureus* in Africa**

**Donnerstag, 13. Juni**

13:15 Uhr | Seminar | Schwann-Schleiden-Forschungszentrum, Julia-Lermontowa-Weg 3, Raum 1.101 | **T. Nägele, München** | **Stress-induced kinetics of plant metabolism**

**Dienstag, 18. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie und Genetik, Grisebachstr. 8, EG, HS MN06 | **S. Halbedel, Wernigerode** | **Cell division and cell wall synthesis in gram positive bacteria: Genes, suppressors and beyond**

**Mittwoch, 19. Juni**

13:30 Uhr | Seminar | MPIBPC, Am Faßberg 11, Administrationsgeb., GSR | **M. Piel, Paris** | **System biology of cell polarity and cell division**

**Dienstag, 25. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Mikrobiologie und Genetik, Grisebachstr. 8, EG, HS MN06 | **K. Thormann, Gießen** | **Got stuck, feel cramped, suffering from slow advancement? Screw out!**

**Mittwoch, 26. Juni**

17:15 Uhr | Seminar | Schwann-Schleiden-Forschungszentrum, Julia-Lermontowa-Weg 3, Raum 1.101 | **M. Wirtz, Heidelberg** | **Target of Rapamycin – A sensor kinase controlling cell proliferation, translation and nutrient recycling**

## HAMBURG

**Montag, 20. Mai**

16:15 Uhr | Kolloquium | MIN-Fakultät, Chemie, Martin-Luther-King-Platz 6, HS D | **L. Schäfer, Bochum** | **Molecular dynamics simulations of ABC transporters**

**Mittwoch, 22. Mai**

17:00 Uhr | Seminar | Chemie, Martin-Luther-King-Platz 6, HS D | **M. Fischer, Hamburg** | **Original oder Fälschung? Strategien zur Authentifizierung von Lebensmitteln**

**Montag, 27. Mai**

16:15 Uhr | Kolloquium | MIN-Fakultät, Chemie, Martin-Luther-King-Platz 6, HS D | **Y. Hashem, Bordeaux** | **Evolutionary divergence in the initiation of translation between pathogenic kinetoplastids and their mammalian hosts**

**Montag, 3. Juni**

14:00 Uhr | Seminar | ZMNH, Falkenried 94, SR E.82 | **G. Schratt, Zürich** | **Non-coding RNA regulation in mammalian synapse development and plasticity**

**Dienstag, 4. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Organische Chemie, Martin-Luther-King-Platz 6, HS D | **C. Beemelmans, Jena** | **Novel secondary metabolites from microbial symbionts – Isolation, (bio)synthesis and activity studies**

18:15 Uhr | Vortrag | Uni Hauptgebäude, Edmund-Siemers-Allee 1, Magdalene-Schoch-HS J | **H. Weller, Hamburg** | **Nanowissenschaften: ein interdisziplinärer Streifzug durch Chemie, Physik und Biologie**

**Donnerstag, 6. Juni**

14:00 Uhr | Seminar | ZMNH, Falkenried 94, SR E.82 | **J. Boltze, Warwick** | **Cell-drug interactions in experimental stroke treatments**

**Donnerstag, 13. Juni**

14:00 Uhr | Seminar | ZMNH, Falkenried 94, SR E.82 | **J. Gräff, Lausanne** | **Face your fears – Recent insights into remote fear memory attenuation**

**Donnerstag, 20. Juni**

14:00 Uhr | Seminar | ZMNH, Falkenried 94, SR E.82 | **M. D. Ledesma, Madrid** | **Lipid modulation in synaptic plasticity**

**Mittwoch, 26. Juni**

17:00 Uhr | Seminar | Chemie, Martin-Luther-King-Platz 6, HS D | **R. Maul, Berlin** | **Mykotoxine – Von "Emerging Toxins" und der Herausforderung, sie zu erfassen**

## HANNOVER

**Mittwoch, 22. Mai**

16:15 Uhr | Seminar | TiHo, Institut für Pharmakologie, Toxikologie und Pharmazie, Bünteweg 17, EG, SR | **C. Grothe, Hannover** | **Etablierung und Validierung eines alpha-Synuclein-Ratten-Modells für Morbus Parkinson – mögliche protektive und substituierende therapeutische Ansätze**

17:00 Uhr | Vortrag | TiHo, Research Center for Emerging Infections and Zoonoses (RIZ), Bünteweg 17, 2. OG, SR | **C. Reis, Porto** | **The role of glycosylation in gastric cancer**

**Dienstag, 4. Juni**

16:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Gartenbauliche Produktionssysteme (IGPS), Herrenhäuser Str. 2, IPP, SR | **S. Laurenz, Göttingen** | **Attract and kill strategy**

16:15 Uhr | Kolloquium | MHH, Institut für Versuchstierkunde, Carl-Neuberg-Str. 1, HS Q (J6) | **R. Striepecke, Hannover** | **Humanized mice for pre-clinical efficacy and safety testing in immune-oncology**

**Mittwoch, 12. Juni**

17:00 Uhr | Vortrag | TiHo, RIZ, Bünteweg 17, 2. OG, SR | **G. Verjans, Rotterdam** | **Pathogenesis of varicella-zoster virus pneumonia re-visited**

**Mittwoch, 19. Juni**

17:00 Uhr | Vortrag | TiHo, RIZ, Bünteweg 17, 2. OG, SR | **D. Cadar, Hamburg** | **Exploring the potential of next-generation sequencing in detection of arboviruses and virus evolution**

## HEIDELBERG

**Donnerstag, 17. Mai**

17:00 Uhr | Vortrag | ATV, Im Neuenheimer Feld 242, EG, SR A0.106 | **E. Winkler, Heidelberg** | **Was ich (nicht) weiß, macht mich nicht heiß – ethische Aspekte des Umgangs mit genetischem Wissen**

**Mittwoch, 22. Mai**

13:00 Uhr | Vortrag | IZN, Im Neuenheimer Feld 306, HS 2 | **C. Agulhon, Paris** | **Contributions of astrocyte and satellite signaling to sensory processing**

16:15 Uhr | Seminar | Innere Medizin V, Im Neuenheimer Feld 410, HS | **M. Thomas, Heidelberg** | **Lungenkarzinom**

**Mittwoch, 29. Mai**

16:00 Uhr | Kolloquium | ZMBH, Im Neuenheimer Feld 282, EG, SR 001 | **A. F. O'Donnell, Pittsburg** | **Ticket to Ride: Alpha-arrestin regulation of selective protein trafficking**

16:15 Uhr | Seminar | NCT, Im Neuenheimer Feld 460, 2. OG, Konferenzraum 2/3 | **J. Seitz, Heidelberg** | **Ovarial- und Zervixkarzinom**

**Montag, 3. Juni**

9:30 Uhr | Seminar | EMBL, Meyerhofstr. 1, Small Operon | **J. E. Phillips-Cremins, Pennsylvania** | **3D genome reconfiguration in mammalian brain development and disease**

**Freitag, 7. Juni**

11:00 Uhr | Seminar | EMBL, Meyerhofstr. 1, Large Operon | **L. Mahadevan, Harvard** | **Guts and brains: Molecules, mechanics and morphogenesis**

**Mittwoch, 12. Juni**

16:15 Uhr | Seminar | NCT, Im Neuenheimer Feld 460, 2. OG, Konferenzraum 2/3 | **A. Radujkovic, Heidelberg** | **Myelodysplastisches Syndrom und Myeloproliferative Erkrankungen**

16:30 Uhr | Kolloquium | Institut für Humangenetik, Im Neuenheimer Feld 366, 4. OG, Konferenzraum R 413 | **A.-K. Kahlert, Dresden** | **Genetics of congenital heart disease**

**Dienstag, 25. Juni**

18:00 Uhr | Vortrag | RKU, Grabengasse 1, Alte Aula | **J. Krause, Jena** | **Die Reise unserer Gene: Die genetische Geschichte unserer Vorfahren**

**Mittwoch, 26. Juni**

16:15 Uhr | Seminar | Innere Medizin V, Im Neuenheimer Feld 410, HS | **H. Goldschmidt, Heidelberg** | **Multiples Myelom**



Moderne DNA-Sequenzier-Methoden machen es möglich, Genome von Menschen wie am Fließband zu entschlüsseln. Davon profitiert auch die Archäogenetik, die mit den neuen Technologien die Genome unserer Vorfahren untersucht. Mit der Sequenzierung wollen die Archäogenetiker einige der großen Fragen der Menschheitsgeschichte beantworten: Woher kommt der Mensch und wie hat er sich entwickelt? Welche Rolle spielt die Umwelt in dieser Entwicklung, und was sind die besonderen Anpassungsleistungen unserer Spezies? Wie sahen die Menschen vor tausenden von Jahren aus? Welche Antworten die Archäogenetiker bisher auf diese Fragen gefunden haben, erklärt Johannes Krause am 25. Juni in Heidelberg.

**Freitag, 24. Mai**

14:00 Uhr | Kolloquium | ZMBH, Im Neuenheimer Feld 282, EG, SR 001 | **J. Raff, Oxford** | **Hidden rhythms of the cell: The potential role of oscillators in organelle size control**

**Montag, 27. Mai**

17:15 Uhr | Seminar | Institut für Pathologie, Im Neuenheimer Feld 224, SR 1.004 | **C. Hellerbrand, Erlangen-Nürnberg** | **Steatosis – A lubricant for liver disease**

**Mittwoch, 29. Mai**

13:00 Uhr | Seminar | IZN, Im Neuenheimer Feld 366, HS2 | **E. Tsingos / L. Tan, Heidelberg** | **To niche its own: Strategies of retinal stem cell proliferation in different tissues / Dissection of cortical circuits underlying nociception and pain**

**Mittwoch, 5. Juni**

13:00 Uhr | Vortrag | IZN/SFB1134, Im Neuenheimer Feld 306, HS 2 | **N. Totah, Tübingen** | **Insights into the roles of attention, error detection, and noradrenergic neuromodulation during learning using a electrophysiology-compatible rodent set-shifting task**

16:15 Uhr | Seminar | NCT, Im Neuenheimer Feld 460, 2. OG, Konferenzraum 2/3 | **P. Federspil, Heidelberg** | **Nasenzarzinome**

**Donnerstag, 6. Juni**

14:00 Uhr | Seminar | EMBL, Meyerhofstr. 1, Large Operon | **J. Canales, Urbana** | **The trouble with Einstein's time**

16:00 Uhr | Kolloquium | ZMBH, Im Neuenheimer Feld 282, EG, SR 001 | **M. Schwartz, Rehovot** | **Harnessing the power of systemic immunity to fight against Alzheimer's disease**

## INNSBRUCK

**Donnerstag, 17. Mai**

16:00 Uhr | Seminar | CCB, Innrain 80-82, HS M.01.490 | **S. Hoser, Innsbruck** | **Mitochondrial-derived tRNAs: A novel mechanism of gene expression regulation?**

**Montag, 20. Mai**

17:00 Uhr | Seminar | CCB, Innrain 80-82, HS M.01.470 | **P. Carvalho, Oxford** | **Mechanisms of organelle biogenesis and quality control**

**Freitag, 24. Mai**

16:00 Uhr | Seminar | CCB, Innrain 80-82, HS M.01.490 | **S. Werten, Greifswald** | **Structural analysis of biomolecular logic circuits**

**Dienstag, 11. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Victor-Franz-Hess Haus, Technikerstr. 25, HS C | **S. Garcia-Manyes, London** | **Mechanical unfolding of proteins; from single molecules to individual cells**

**Montag, 17. Juni**

17:00 Uhr | Seminar | CCB, Innrain 80-82, HS M.01.470 | **V. Heissmeyer, München** | **Post-transcriptional control of T cell differentiation**

## JENA

**Samstag, 19. Mai**

11:30 Uhr | Seminar | MPI für chemische Ökologie, Hans-Knöll-Str. 8, Schleiden/Stahl-Raum | **R. Last, East Lansing** | **Metabolic diversification at the tip of the trichome: the Solanaceae as a model system**

**Freitag, 31. Mai**

11:30 Uhr | Seminar | MPI für chemische Ökologie, Hans-Knöll-Str. 8, Schleiden/Stahl-Raum | **R. Anholt & T. Mackay, Greenwood** | **The genotype-phenotype relationship: Lessons from *Drosophila***

**Donnerstag, 13. Juni**

14:00 Uhr | Seminar | MPI für Biogeochemie, Hans-Knöll-Str. 10, HS | **H. S. Groucutt, Jena** | **Extreme events in biological, societal and earth systems**

## KAISERSLAUTERN

**Montag, 27. Mai**

17:15 Uhr | Kolloquium | Biologie, Geb.42, HS 110 | **M. Rothermel, Aachen** | **Investigating top-down control of early sensory information processing using imaging, electrophysiological and optogenetic tools**

**Montag, 17. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Biologie, Geb.42, HS 110 | **J. Moser, Braunschweig** | **Characterization of proteins involved in lipid homeostasis of *Pseudomonas aeruginosa* and *Agrobacterium tumefaciens***

**Montag, 24. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | Biologie, Geb.42, HS 110 | **J. Fahrer** | **The DNA damage response in colorectal carcinogenesis**

## KASSEL

## Donnerstag, 13. Juni

17:15 Uhr | Vortrag | Institut für Biologie, Heinrich-Plett-Str. 40, HS 1409 | **F. Bratzel, Frankfurt** | **Next-generation phylogeny based on target enrichment of nuclear genes in Bromelioideae**

## KIEL

## Mittwoch, 22. Mai

16:30 Uhr | Seminar | Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, HS Rechtsmedizin | **W. Misch, Berlin** | **Aktuelle Schadstoffe in der Innenraumluft**

## Mittwoch, 29. Mai

16:30 Uhr | Seminar | Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, HS Rechtsmedizin | **F. Steinmann, Kiel** | **Wasser, Grundwasser, die Stickstoffbelastung in Schleswig-Holstein**

## Mittwoch, 5. Juni

16:30 Uhr | Seminar | Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, HS Rechtsmedizin | **J. Strehse, Kiel** | **Arzneimittelrückstände in Gewässern – (k)ein Problem?**

## Mittwoch, 19. Juni

16:30 Uhr | Seminar | Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, HS Rechtsmedizin | **M. Kolossa, Berlin** | **Kunststoffzusätze – was ist neu?**

## Mittwoch, 26. Juni

16:30 Uhr | Seminar | Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler, HS Rechtsmedizin | **J. P. Schuchardt, Hannover** | **Fat-free oder free fat? Neubewertung der Rolle von Nahrungsfetten für das kardiovaskuläre Risiko**

## KÖLN

## Mittwoch, 22. Mai

15:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Biochemie, Zülpicher Str. 47, Raum 170 | **O. Volkov, Brüssel** | **Seeing the invisible by NMR: Study of lowly-populated states in electron transfer protein complexes**

## Mittwoch, 26. Juni

15:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Biochemie, Zülpicher Str. 47, Raum 170 | **U. Gruneberg, Oxford** | **Regulation of chromosome segregation in human cells by the spindle assembly checkpoint**

## KONSTANZ

## Dienstag, 21. Mai

15:15 Uhr | Seminar | SFB 969, Biologie, Raum A 704 | **L. Andreas, Göttingen** | **A beta barrel for oil transport through lipid membranes: Dynamic NMR structures of Alkl**

## Donnerstag, 23. Mai

12:15 Uhr | Vortrag | Biologie, Raum M 629 | **K. Diederichs, Konstanz** | **Coping with large amounts of noisy data**

## Dienstag, 4. Juni

15:15 Uhr | Seminar | SFB 969, Biologie, Raum A 704 | **M. Ryckelynck, Straßburg** | **Ultrahigh-throughput evolution and characterization of RNA using droplet-based microfluidics**

## Donnerstag, 6. Juni

12:15 Uhr | Vortrag | Biologie, Raum M 629 | **B. Schink, Konstanz** | **29 years of Limnic Microbiology in Konstanz**

## LANGEN

## Donnerstag, 23. Mai

13:15 Uhr | Kolloquium | Paul-Ehrlich-Institut, Paul-Ehrlich-Str. 51-59, HS | **R. Gnihl, München** | **GMP-non-compliance bei Drittland-Inspektionen**

## Mittwoch, 26. Juni

16:30 Uhr | Kolloquium | Paul-Ehrlich-Institut, Paul-Ehrlich-Str. 51-59, HS | **O. P. Gracia, Madrid** | **Mode of action of novel vaccines targeting dendritic cells for allergic diseases**

## LÜBECK

## Mittwoch, 29. Mai

16:30 Uhr | Vortrag | Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Bibliothek Haus 10 | **M.-E. Göbeler, Würzburg** | **Anwendung bispezifischer T cell Engagers in der Onkologie**

## MAGDEBURG

## Donnerstag, 23. Mai

17:00 Uhr | Seminar | SFB 854, Campus Medizinische Fakultät, Haus 10, Kinderklinik, HS | **M. Bender, Würzburg** | **The role of ADAP in megakaryocyte polarization and platelet biogenesis**

## Donnerstag, 13. Juni

17:00 Uhr | Seminar | SFB 854, Campus Medizinische Fakultät, Haus 10, Kinderklinik, HS | **G. van Zandbergen, Langen** | **Magic bullets against Leishmania**

## MAINZ

## Mittwoch, 22. Mai

8:00 Uhr | Seminar | Institut für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin, Geb. 605, 1. OG, Konferenzraum 1209 | **K. Bruns, Mainz** | **Trennverfahren**

19:15 Uhr | Vortrag | Chirurgie, Langenbeckstr. 1, HS | **H. Kaulen, Wiesbaden** | **Genchirurgie mit CRISPR/Cas9 – eine Bestandsaufnahme**

## MARBURG

## Montag, 20. Mai

13:15 Uhr | Seminar | SFB 987, MPterMic, Karl-von-Frisch-Str. 10, HS | **H. Ochman / N. Moran, Austin** | **Defining species in the microbial world / The evolution and functions of gut microbiota in bees**

## Montag, 27. Mai

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Pharmazeutische Chemie, Marbacher Weg 6, KHS | **L. Beerhues, Braunschweig** | **Hypericum (Johanniskraut) biotechnology**

## Montag, 3. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Pharmazeutische Chemie, Marbacher Weg 6, KHS | **F. Parmeggiani, Bristol** | **Sculpting proteins: Design and assembly of custom modular structures**

## Montag, 17. Juni

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Pharmazeutische Chemie, Marbacher Weg 6, KHS | **A. Ciulli, Dundee** | **Targeting proteins to degradation with small molecules: How PROTACs work**

## Montag, 24. Juni

13:15 Uhr | Seminar | SFB 987, MPterMic, Karl-von-Frisch-Str. 10, HS | **P. C. Dos Santos, Wake Forest** | **Sulfur incorporation into tRNA: Unique mechanistic features and functions in bacteria**

17:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Pharmazeutische Chemie, Marbacher Weg 6, KHS | **S. Knapp, Frankfurt** | **Selective targeting of epigenetic acetylation reader domains**

## MÜNCHEN

## Mittwoch, 22. Mai

17:00 Uhr | Seminar | Helmholtz-Zentrum, Großhadern, Raum 101 | **C. Münz, Zürich** | **Infection and immune control of human oncogenic gamma-herpesviruses in vivo**

## Donnerstag, 23. Mai

11:00 Uhr | Seminar | BMC, Großhaderner Str. 9, Raum N02.017 | **J. Matos, Zürich** | **Chromatin remodelling and the control on crossing-over**

17:15 Uhr | Kolloquium | SFB 924, TU, WZW, Freising, Emil-Ramann-Str. 2, HS 12 | **M. Potocký, Prag** | **A well oiled machine: the role of anionic phospholipids in plant membrane traffic**



Kommt zum Science Slam!

22.05.2019: Dresden  
22.05.2019: Hamburg  
24.05.2019: Köln  
14.06.2019: Köln  
15.06.2019: Lübeck  
27.06.2019: Hamburg  
12.07.2019: Ludwigsburg

Mehr Infos unter  
[www.scienceslam.de](http://www.scienceslam.de)

## MÜNCHEN (Fortsetzung)

**Montag, 27. Mai**

16:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Martinsried, Großhaderner Str. 2, HS B01.027 | **A. Narwani**, Dübendorf | **Phyt to compete: Responses to competition and resource limitation over evolutionary time**

**Dienstag, 28. Mai**

18:30 Uhr | Vortrag | MPI für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2-10, HS | **L. Schaaf & K. Mahler**, München | **Psyche und Umwelt: Wie wirken sich Stress, Ernährung und Licht aus?**

**Montag, 3. Juni**

18:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Großhaderner Str. 2, R B00.019 | **G. Buzsaki**, New York | **Space, time and memory**

**Dienstag, 4. Juni**

19:00 Uhr | Vortrag | MPI für Biochemie, Martinsried, Am Klopferspitz 18, T-Geb., GHS | **S. Werth**, München | **Flechten – Doppelwesen oder Mikro-Ökosysteme?**

**Donnerstag, 6. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | SFB 924, TU, WZW, Freising, Emil-Ramann-Str. 2, HS 12 | **S. Kopriv**, Köln | **Natural variation in nutrient homeostasis in *Arabidopsis* and beyond**

**Freitag, 07. Juni**

12:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Großhaderner Str. 2, Raum B00.019 | **J. Nunari**, Davis | **Mitochondrial behavior**

**Donnerstag, 13. Juni**

17:15 Uhr | Kolloquium | SFB 924, TU, WZW, Freising, Emil-Ramann-Str. 2, HS 12 | **J. K. Pauling**, München | **Automated lipidome analysis from fragment spectra enabling high-throughput applications**

**Montag, 24. Juni**

16:00 Uhr | Seminar | Biozentrum, Martinsried, Großhaderner Str. 2, HS B01.027 | **A. Lazcano**, Mexico-Stadt | **Prebiotic chemistry and the origins of life: looking back again at the Miller experiment**

**Dienstag, 25. Juni**

18:30 Uhr | Vortrag | MPI für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2-10, HS | **P. Beiting** & **A. Häblein** | **Ein Bierchen vor dem Schlafengehen? Das vermeintliche Hausmittel schadet mehr, als es nützt**

## MÜNSTER

**Donnerstag, 17. Mai**

15:00 Uhr | Seminar | Institut für Epidemiologie & Sozialmedizin, Domagkstr. 3, 2. OG links, GSR | **T. Framke**, Hannover | **Methodische Grundlagen einer Metaanalyse – Was tun bei Heterogenität?**

**Montag, 20. Mai**

17:00 Uhr | Vortrag | Med. Fakultät, Waldeyerstr. 15, HS | **T. Lahoutte** | **Nanobody imaging and therapy**

**Mittwoch, 22. Mai**

17:00 Uhr | Seminar | Med. Fakultät, Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. D3 | **A. Karch**, Münster | **Datenanalyse-konzepte in der Epidemiologie – Same but different**

**Donnerstag, 23. Mai**

12:00 Uhr | Vortrag | Uniklinik, Ebene 05 Ost, Konferenzraum 403 | **Y. Padberg** | **Macromolecular uptake via scavenger endothelial(-like) cells in the zebrafish embryo**

16:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Medizinische Mikrobiologie, Domagkstr. 10, HS | **D. Grainger**, Birmingham | **The unexpected complexity of bacterial genomes**

**Montag, 27. Mai**

17:00 Uhr | Vortrag | Med. Fakultät, Waldeyerstr. 15, HS | **B. Kornmann** | **Organelle contact sites: What are they, what are they good for and how can they be bad**

**Mittwoch, 29. Mai**

16:15 Uhr | SFB 858 | Chemisches Institut, Wilhelm-Klemm-Str. 6, Hörsaalgebäude, HS C2 | **H. Mootz**, Münster | **Chemical control of protein function**

17:00 Uhr | Seminar | Medizinische Fakultät, Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. D3 | **T. Mütze**, Basel | **Group sequential designs for recurrent event models**

**Donnerstag, 6. Juni**

12:00 Uhr | Vortrag | Uniklinik, Ebene 05 Ost, Konferenzraum 403 | **D. Kronenberg** | **Integrin  $\alpha\beta 1$  mediates structural differences in murine tendon**

**Mittwoch, 12. Juni**

17:00 Uhr | Seminar | Med. Fakultät, Albert-Schweitzer-Campus 1, Geb. D3 | **D. Dobler**, Amsterdam | **Comparison of survival chances in multiple groups: Cox models, Efron's dice and relative effects**

**Donnerstag, 13. Juni**

12:00 Uhr | Vortrag | Uniklinik, Ebene 05 Ost, Konferenzraum 403 | **A. Helfen** | **In vivo imaging of tumor promoting S100A9 within the tumor micro-environment**



Wenn die Versorgung mit Stickstoff zu gering ist, können einige Pflanzen eine Symbiose mit Stickstoff-fixierenden Knöllchenbakterien im Boden eingehen. An den Wurzeln bilden sich hierdurch Wurzelknöllchen, in denen die Bakterien leben und die Pflanzen mit Ammonium beliefern. Im Austausch erhalten sie von den Pflanzen Kohlenhydrate. Bei der Entwicklung und Regulation der Wurzelknöllchen spielen Zytokine und sogenannte CLE-Peptide eine Schlüssel-Rolle. Wie sie die Bildung und Verteilung der Wurzelknöllchen steuern, erläutert Celine Mens am 27. Mai in Potsdam.

## POTSDAM

**Montag, 27. Mai**

11:00 Uhr | Seminar | MPIMP, Golm, Am Mühlberg 1, Zentralgeb., SR | **R. Last**, Michigan | **Metabolism at the tip of the trichome: the Solanaceae as a model system**

**Montag, 27. Mai**

14:00 Uhr | Seminar | MPIMP, Golm, Am Mühlberg 1, Zentralgeb., SR | **C. Mens**, Brisbane | **Molecular mechanisms in the control of legume nodulation**

**Mittwoch, 29. Mai**

13:00 Uhr | Kolloquium | DIFE, Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzraum | **M. Deleidi**, Tübingen | **Enhancing mitochondrial biogenesis via NAD<sup>+</sup> precursors in neurodegenerative diseases**

**Mittwoch, 12. Juni**

13:00 Uhr | Kolloquium | DIFE, Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, Konferenzraum | **S. Entringer**, Berlin | **Maternal stress during pregnancy and fetal programming of health and disease risk**

## REGENSBURG

**Donnerstag, 23. Mai**

11:00 Uhr | Kolloquium | SFB 960, Universität, Biologie, Am Biopark, Raum DE.2.121 | **M. Butenko**, Oslo | **The IDA peptide modulates cell separation and immunity in *Arabidopsis***

**Dienstag, 25. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | SFB 960, Universität, Biologie, Am Biopark, Raum H 53 | **M. Jähnel**, Dresden | **Shedding light on RNA biology: Probing molecular dynamics with optical tweezers**

## SAARBRÜCKEN

**Donnerstag, 23. Mai**

18:00 Uhr | DPhG-Vortrag | Universität des Saarlandes, Campus, HIPS, E 8.1 Raum 0.27 | **A. Bechthold**, Freiburg | **Regulation of natural product biosynthesis in *Streptomyces***

**Donnerstag, 6. Juni**

18:00 Uhr | DPhG-Vortrag | Universität des Saarlandes, Campus, HIPS, E 8.1 Raum 0.27 | **F. Hof**, Victoria | **Epigenetic drug and assay development: Inhibitors of Polycomb methyl readers, and novel methyltargeting reagents**

## TÜBINGEN

**Montag, 20. Mai**

17:00 Uhr | Kolloquium | IFIB, Hoppe-Seyler-Str. 4, KHS | **A. Jeltsch**, Stuttgart | **Mechanistic insights into chromatin modifying enzymes and epigenome readers**



**Donnerstag, 23. Mai**

13:00 Uhr | SFB 1101 | Hörsaalzentrum, Auf der Morgenstelle 16, HS N5 | J. Nickelsen, Tübingen | **Using flow cytometry to do plant science**

**Montag, 27. Mai**

17:00 Uhr | Kolloquium | IFIB, Hoppe-Seyler-Str. 4, KHS | B. Schrul, Homburg | **An unexpected liaison of lipid droplets and peroxisomes – PEX19-mediated protein targeting to lipid droplets**

**Montag, 3. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | IFIB, Hoppe-Seyler-Str. 4, KHS | M. Conrad, München | **Ferroptosis, a metabolic death pathway**

**Donnerstag, 6. Juni**

12:30 Uhr | Kolloquium | Mikrobiologie, Auf der Morgenstelle 28, E-Bau, HS 3N12 | J. Nickelsen, München | **Biogenesis of thylakoid membranes in cyanobacteria**

13:00 Uhr | Kolloquium | SFB 1101, Hörsaalzentrum, Auf der Morgenstelle 16, HS N5 | T. Spallek, Hohenheim | **Extended phenotypes of root parasitic plants**

**Montag, 17. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | IFIB, Hoppe-Seyler-Str. 4, KHS | P. Carvalho, Oxford | **Mechanisms of organelle biogenesis and quality control**

**Montag, 24. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | IFIB, Hoppe-Seyler-Str. 4, KHS | M. van der Laan, Homburg | **Biogenesis and functional architecture of mitochondrial membranes**

**WIEN****Dienstag, 21. Mai**

17:00 Uhr | Seminar | Vetmed, Veterinärplatz 1, Geb. NA, 2. OG, SR | P. Phillips, Eugene (US) | **Evolutionary filters of complex genetic architecture**

**Mittwoch, 22. Mai**

11:00 Uhr | Seminar | IMBA/GMI, Bohrgasse 3, HS | A. Goldberg, Boston | **Regulation of the proteasome: From basic understanding to disease therapy**

**Donnerstag, 23. Mai**

10:00 Uhr | Seminar | IMP, Campus Biocenter 1, HS | K. Lominac, Bar Harbor | **Efficient mouse colony management**

10:45 Uhr | Seminar | IMP, Campus Biocenter 1, HS | K. Lominac, Bar Harbor | **Reproductive biology of mice**

12:00 Uhr | Seminar | IMP, Campus Biocenter 1, HS | K. Lominac, Bar Harbor | **Essential tips for new mouse researchers**

**Dienstag, 28. Mai**

11:30 Uhr | Seminar | IMBA/GMI, Bohrgasse 3, HS | K. Schumacher, Heidelberg | **Being in the right place at the right time – Charting and navigating the plant endomembrane system**

17:00 Uhr | Seminar | Vetmed, Veterinärplatz 1, Geb. NA, 2. OG, SR | M. Richie, St. Andrews | **Sexual selection, speciation and genomic divergence**

**Mittwoch, 29. Mai**

11:00 Uhr | Seminar | IMP, Campus Biocenter 1, HS | M. Levine, Princeton | **Enhancer-promoter communication in living *Drosophila* embryos**

**Dienstag, 4. Juni**

17:00 Uhr | Seminar | Vetmed, Veterinärplatz 1, Geb. NA, 2. OG, SR | T. Mackay, Clemson | **Charting the genotype-phenotype map: Lessons from *Drosophila***

**Dienstag, 11. Juni**

17:00 Uhr | Seminar | Vetmed, Veterinärplatz 1, Geb. NA, 2. OG, SR | T. Wicker, Zürich | **It's all about repeats – How transposable elements drive genome evolution**

**Dienstag, 18. Juni**

11:00 Uhr | Seminar | IMP, Campus Biocenter 1, HS | G. Narla, Ann Arbor | **Allosteric regulation of protein phosphatase 2A – Lessons from tumor mutants, small molecules and DNA tumor viruses**

17:00 Uhr | Seminar | Vetmed, Veterinärplatz 1, Geb. NA, 2. OG, SR | K. Lohmueller, Los Angeles | **Causes and evolutionary consequences of recessive deleterious mutations**

**Dienstag, 25. Juni**

17:00 Uhr | Seminar | Vetmed, Veterinärplatz 1, Geb. NA, 2. OG, SR | G. Sella, New York | **Polygenic adaptation after a sudden change in environment**

**WÜRZBURG****Dienstag, 21. Mai**

17:00 Uhr | Kolloquium | IMIB, Josef-Schneider Str. 2, Geb. D15, Raum 01.002-004 | P. Redder, Toulouse | **RNA decay in *Staphylococcus*: Global scale and molecular detail**

**Mittwoch, 22. Mai**

16:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Virologie, Versbacher Str. 7, Geb. E5, HS | A. Grundhoff, Hamburg | **Repressive chromatin states and herpesvirus latency establishment: Who is in the driving seat?**

**Donnerstag, 23. Mai**

17:15 Uhr | Kolloquium | Julius-von-Sachs-Inst., Julius-von-Sachs-Platz 2, Seminarpavillon | A. de Angeli, Montpellier | **Function of vacuolar ALMT channels for storage of organic and inorganic anions in plant cells**

**Montag, 27. Mai**

16:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Virologie, Versbacher Str. 7, Geb. E5, HS | T. Pietschmann, Hannover | **Genetic determinants of severe respiratory syncytial virus infection in infants**

**Dienstag, 4. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | IMIB, Josef-Schneider Str. 2, Geb. D15, Raum 01.002-004 | A. R. Brochado, Würzburg | **Deciphering antimicrobial drug interactions using high-throughput approaches**

**Montag, 17. Juni**

16:15 Uhr | Kolloquium | Institut für Virologie, Versbacher Str. 7, Geb. E5, HS | N. Gagliani, Hamburg | **CD4 T cell functional heterogeneity and plasticity: Understanding immune homeostasis and its underlying mechanisms**

**Dienstag, 18. Juni**

17:00 Uhr | Kolloquium | IMIB, Josef-Schneider Str. 2, Geb. D15, Raum 01.002-004 | J. Rohn, London | **The secret life of invasive bacteria: modelling chronic urinary tract infection with a novel human organoid platform**

**IMPRESSUM****Laborjournal  
26. Jahrgang | Heft 5/2019**

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:**

D-Keine #@iStock;  
Montage: Kai Herfort

**Ständige MitarbeiterInnen:**

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: FDDODEMMXXX

## ZÜRICH

**Donnerstag, 17. Mai**

10:00 Uhr | Seminar | UZH, Andreasstr. 15, Raum AND 4.19 | E. Porcu, Lausanne | **Mendelian randomization integrating GWAS and EQTL data reveals genetic determinants of complex and clinical traits**

12:15 Uhr | Seminar | Tierspital, Winterthurerstr. 270, SR, TBA 00.05 | J. Kubacki, Zürich | **The first steps into environmental virology**

16:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Neuroinformatik, Winterthurerstr. 190, Raum Y35 F51 | G. Martius, Tübingen | **Self-organization of behavior in autonomous robot development**

16:15 Uhr | Seminar | Pflanzen- und Mikrobiologie, Zollikerstr. 107, GHS | P. Mergaert, Paris | **Resistance to antimicrobial peptides in symbiotic bacteria of plants and animals is essential for chronic infection of their hosts**

**Montag, 20. Mai**

12:30 Uhr | Seminar | HiFo / INI, 35F32, Universität Zürich, Winterthurerstr. 190 | R. Cossart, Paris | **A developmental scaffold for adult hippocampal dynamics**

16:15 Uhr | Kolloquium | Kinderspital, Steinwiesstr. 75, HS | B. Wollscheid, Zürich | **The *in silico* human surface-ome and clinical proteotyping**

**Dienstag, 21. Mai**

12:00 Uhr | Seminar | Physiologisches Institut, Winterthurerstr. 190, SR Y23 K52 | C. Magnan, Paris | **Role of brain lipid sensing in regulation of energy balance**

14:00 Uhr | Seminar | UZH, Winterthurerstr. 190, Raum Y25 H 38 | K. Deiner | **Global measure of the terrestrial biosphere by understanding biogeochemical cycling of environmental DNA**

16:15 Uhr | Seminar | Uni Irchel, Raum Y15-G-19, Universität Zürich, Winterthurerstr. 190 | L. Excoffier, Bern | **Uncovering the evolutionary constraints acting in the human genome**

**Dienstag, 21. Mai**

16:30 Uhr | Seminar | Anatomisches Inst., Winterthurerstr. 190, Raum Y23 G 04 | C. Nombela-Arrieta, Zürich | **Spatial and functional analysis of the bone marrow microenvironment in health and disease**

17:00 Uhr | Seminar | Institut für Pharmakologie und Toxikologie, Irchel Campus, Raum Y-17-H-05, Universität Zürich, Winterthurerstr. 190 | P. Miller, Cambridge | **Insights into modulation of GABA-A receptors**

**Freitag, 24. Mai**

16:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Neuroinformatik, Winterthurerstr. 190, Raum Y35 F51 | M. Pfeiffer, Stuttgart | **Safe, robust, and explainable perception for automated driving**

**Samstag, 25. Mai**

10:00 Uhr | Vortrag | Uni Zentrum, Rämistr. 71, Aula, KOL G-201 | M. Brock, Zürich | **Genregulation durch microRNAs: Kleine Strukturen als neuartige Therapieansätze für Lungenerkrankungen**



Platzen oder nicht platzen. Mit diesem Problem sind wachsende Pflanzenzellen permanent konfrontiert. Der Turgor bläht die Zelle auf, die Zellwand hält dagegen und verhindert eine zu starke Expansion. Ist die Wand zu steif, gibt es keine Ausdehnung. Ist sie zu schwach, platzt die Zelle. Dieses heikle Zusammenspiel lässt sich in *Arabidopsis* anhand von Pollenschläuchen mithilfe von Mikrofluidik, Zellkraftmikroskopie und numerischen Verfahren (Finite-Elemente-Modellierung) analysieren. Wie man dabei im Detail vorgeht, erklärt Hannes Vogler am 29. Mai in Zürich.

**Mittwoch, 22. Mai**

11:15 Uhr | Vortrag | Pflanzen- und Mikrobiologie, Zollikerstr. 107, GHS | L. Kunz, Zürich | **The AvrPm3-Pm3 effector-NLR interactions control both race-specific resistance and host-specificity of cereal mildews on wheat**

12:05 Uhr | Seminar | Balgrist Uni Spital, Forchstr. 340, Auditorium | R. H. Hassani | **Assessing gait quality with IMUs**

16:15 Uhr | Seminar | Institut für Evolutionäre Medizin, Winterthurerstr. 190, SR Y42 G53 | J. Krause, Jena | **The genetic history of plague: What we learn from ancient pandemics**

**Freitag, 24. Mai**

12:15 Uhr | Seminar | Virologisches Inst., Winterthurerstr. 270, SR, TBA 00.05 | A. Meier, Zürich | **AAV-2 genome circularization**

**Montag, 27. Mai**

16:15 Uhr | Kolloquium | Kinderspital, Steinwiesstr. 75, HS KIN, KIN HOE | E. Wetter-Slack, Zürich | **Controlling the intestinal jungle: Cross-talk between the microbiota and the host immune system**

**Dienstag, 28. Mai**

12:00 Uhr | Seminar | Physiologisches Inst., Winterthurerstr. 190, SR Y23 K52 | M. A. Aboouf Ali, Zürich | **Role of myoglobin in breast cancer**

16:15 Uhr | Seminar | Uni Irchel, Raum Y15-G-19, Univ., Winterthurerstr. 190 | S. Immler, Norwich | **The evolutionary causes & consequences of haploid ga-metic selection in diploid organisms**

16:30 Uhr | Seminar | Anatomisches Inst., Winterthurerstr. 190, Raum Y23 G 04 | M. Sobecki & C. Thiel | **Vaccination-inspired immunotherapy for fibrotic disease / Microgravity induced rapid changes and adaptations in human immune cells**

**Mittwoch, 29. Mai**

11:15 Uhr | Vortrag | Pflanzen- und Mikrobiologie, Zollikerstr. 107, GHS | H. Vogler, Zürich | **Mechanics of cell growth**

12:05 Uhr | Seminar | Balgrist Uni Spital, Forchstr. 340, Auditorium | V. Huynh | **Brain connectivity in neuropathic pain**

**Freitag, 31. Mai**

16:00 Uhr | Kolloquium | Institut für Neuroinformatik, Winterthurerstr. 190, Raum Y35 F51 | H. Nienborg, Tübingen | **Visual processing for context dependent perceptual decisions**

**Mittwoch, 5. Juni**

12:05 Uhr | Seminar | Balgrist Uni Spital, Forchstr. 340, Auditorium | C. Meyer, Zürich | **Characterizing gait deficits of patients with a chronic incomplete spinal cord injury**

**Freitag, 14. Juni**

12:15 Uhr | Seminar | USZ, Raum HAL E3 | S. Holst, Kopenhagen | **A search for glymphatic-like mechanisms in the human brain**

**Mittwoch, 19. Juni**

12:05 Uhr | Seminar | Balgrist Uni Spital, Forchstr. 340, Auditorium | A. Sartori, Zürich | **Neuroanatomical changes involved in bladder dysfunction**

**Mittwoch, 26. Juni**

12:05 Uhr | Seminar | Balgrist Uni Spital, Forchstr. 340, Auditorium | R. Lütolf, Zürich | **Pain phenotyping following SCI**

Weitere Vorträge finden Sie auf unserer Homepage unter dem Stichwort „Veranstaltungen“. Gerne können Sie Ihre Veranstaltungshinweise an die Mailadresse „[kalender@laborjournal-online.de](mailto:kalender@laborjournal-online.de)“ schicken. Oder Sie tragen die Vorträge, Seminare etc. selbst auf unserer Website 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)

# Stellenanzeigen



Für das Marketing-Team in unserer Zentrale in Renningen bei Stuttgart suchen wir zum nächstmöglichen Termin eine engagierte Verstärkung

**WIR  
SUCHEN**

## LABORANT (BTA, CTA, MTA) ALS TECHNISCHER REDAKTEUR M/W/D

### Ihr Aufgabengebiet

- Pflege, Prüfung und Abstimmung von Produktdaten
- Redaktion von Produkttexten in Deutsch sowie das Übersetzungsmanagement
- Datenaufbereitung für Print- und Online-Nutzung

### Ihr Profil

- Hohes Verständnis für Datenqualität und die Anforderungen an Produktinformationen im Laborbereich
- Ausgezeichnetes Ausdrucksvermögen in Wort und Schrift auf Deutsch und Englisch
- Gute Kenntnisse von Datenbanken und -strukturen, Klassifikationen, etc.
- Kenntnisse im Umgang mit einem Redaktions-System sowie idealerweise Erfahrung in der Bildbearbeitung
- Termintreue, strukturiertes und selbstständiges Arbeiten, Zuverlässigkeit, Teamfähigkeit

**Th. Geyer bietet als Business-to-Business-Handelsunternehmen für Laborverbrauchsmaterial und -geräte, Chemikalien sowie Life Science-Produkte maßgeschneiderte herstellerunabhängige Lösungen für den kompletten wie auch den individuellen Bedarf seiner Kunden. Das Sortiment des 1892 gegründeten Familienunternehmens umfasst mehr als 200 Top-Marken mit 1,5 Millionen Artikeln.**

### Haben wir Ihr Interesse geweckt?

Unser Recruiting Team freut sich über Ihre aussagekräftige Bewerbung. Senden Sie uns bitte Ihre Unterlagen unter Angabe der ausgeschriebenen Stelle und Ihrer Gehaltsvorstellung an:

**Th. Geyer GmbH & Co. KG**  
Dornierstr. 4-6  
D-71272 Renningen  
Tel.: +49 7159 1637-162  
recruiting-marketing@thgeyer.de

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



### Anzeigenschlusstermine Serviceteil

Ausgabe 6/19 (erscheint am 19.06.2019) **05.06.2019**

Ausgabe 7-8/19 (erscheint am 16.07.2019) **01.07.2019**

Bitte beachten Sie auch unseren Online-Stellenmarkt, wo Sie noch mehr Job-Angebote finden ([https://www.laborjournal.de/rubric/markt/stellen\\_liste.php?typus=3](https://www.laborjournal.de/rubric/markt/stellen_liste.php?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) 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. Kontakt: Tel. 0761-292 5885 oder [stellen@laborjournal.de](mailto:stellen@laborjournal.de)

**PIONIER DER  
GEN- UND  
ZELLTHERAPIE**

**WIR STELLEN EIN  
(M/W/D)**

- Technische Assistenten
- Naturwissenschaftler

für Herstellung  
und Qualitätskontrolle

apceth Biopharma GmbH  
Ottobrunn bei München  
[career@apceth.com](mailto:career@apceth.com)  
[www.apceth.com](http://www.apceth.com)

**modis**

**Life Sciences**

**Liebe Laborantinnen, Liebe Laboranten**

**Sie wollen endlich einen neuen Job, haben aber keine Lust, 1000 Bewerbungen zu schreiben?  
Eine reicht: an UNS!**

**Wir erledigen den Rest ...**

- beraten Sie zu Ihrer beruflichen Entwicklung
- checken Ihren Lebenslauf
- stellen Sie bei bekannten Unternehmen aus der Pharma- und Biotechindustrie vor

**Wir holen das Beste für Sie raus und das alles völlig kostenfrei.**

Senden Sie uns einfach eine E-Mail mit dem Betreff „Laborjournal“ und wir vereinbaren einen Termin für ein telefonisches Kennenlernen.

**Wir freuen uns auf Sie!!!**

Ihr Kontakt:  
Frau Sofche Spasikova – [Bewerbung.FreiburgLS@modis.com](mailto:Bewerbung.FreiburgLS@modis.com)

# Träum' nicht länger

von einem Basen-Triplet mit den beiden von nebenan ...

... lern' Aminosäuren und mach' sie klar!



Die neuen T-Shirts von LABORJOURNAL: Sozusagen Lifestyle Wechseltattoos mit IQ-Boost!



Erhältlich in geschmackvollem Schwarz für nur 15,- € inkl. MwSt. und Versand. Das Original gibt's nur bei uns im Laborjournal-Shop unter: [www.laborjournal.de/rubric/shop](http://www.laborjournal.de/rubric/shop)



Hessisches  
Landeskriminalamt

Im Hessischen Landeskriminalamt in der Abteilung 6 – Kriminalwissenschaftliches und -technisches Institut – in der Fachgruppe 63 – Biologie/DNA-Analytik – ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine Stelle

## einer Technischen Assistentin / eines Technischen Assistenten mit staatlicher Anerkennung

zu besetzen.

Die Eingruppierung erfolgt in der EntGr. 9 TV-H. Die Stelle ist in Vollzeit befristet bis zum 31.07.2020.

### Das Aufgabengebiet umfasst im Wesentlichen folgende Tätigkeiten:

- makroskopische und mikroskopische Suche und Präparation biologischer Spuren
- Durchführung enzymatischer, immunologischer und mikroskopischer Nachweisverfahren
- manuelle und halbautomatische DNA-Extraktionen
- Bedienung von rechnergestützten Pipettierrobotern
- quantitative DNA-Bestimmung mittels Real-Time-PCR (TaqMan-Technologie)
- Bestimmung individualspezifischer DNA-Merkmale mittels STR-Analyse (autosomale und y-chromosomale Marker)
- Bedienung von rechnergestützten DNA-Analysegeräten (3500/3500xL Genetic Analyzer)
- EDV-gestützte Auswertung der Befunde (Genemapper IDX)
- administrative Aufgaben für die Labororganisation (z. B. Initiierung von Geräte- und Materialbeschaffungen, Controlling der Beschaffungsmaßnahmen)
- allgemeine Vorgangsannahme, elektronische Vorgangserfassung und Steuerung der Vorgangsausgänge bzw. Asservatenverwaltung
- Steuerung der Asservate innerhalb des KTI
- Koordination der Geschäftskorrespondenz mit Polizeidienststellen, Staatsanwaltschaften und Gerichten
- Qualitätssicherung bzw. Optimierung der Vorgangsverwaltung innerhalb der Fachgruppe 63

### Voraussetzungen:

- abgeschlossene Ausbildung zur Technischen Assistentin / zum Technischen Assistenten mit staatlicher Anerkennung
- sehr gute Kenntnisse der deutschen und englischen Sprache
- gute MS-Office-Kenntnisse
- gute Zeugnisse sowie die Bereitschaft zu Dienst außerhalb der Regelarbeitszeit

### Wünschenswert sind:

- Erfahrungen im Verwaltungsbereich
- Erfahrungen im Bereich der forensischen Spurenuntersuchungen
- Erfahrungen in einem der o. a. molekularbiologischen Spezialgebiete
- weiterführende EDV-Kenntnisse (z. B. Hardware, Netzwerk)

Bewerbungen von Laborantinnen bzw. Laboranten können aufgrund der spezifischen Aufgabenstellung nicht berücksichtigt werden.

**Da es sich um eine Stelle mit sachgrundloser Befristung handelt, werden Bewerberinnen und Bewerber, die bereits in einem Beschäftigungsverhältnis mit dem Land Hessen gestanden haben, einer gesonderten Überprüfung unterzogen, ob sie gemäß § 14 Abs. 2 Satz 2 TzBfG im Auswahlverfahren berücksichtigt werden dürfen. Um entsprechende Hinweise in Ihren Bewerbungsunterlagen wird gebeten.**

Als Ansprechpartner für Rückfragen fachlicher Art stehen Herr Dr. Schneider oder Frau Dr. Schmidt unter den Tel.-Nr. 0611/83-63000 bzw. 63200 zur Verfügung. Für Fragen rund um Ihre Bewerbung kontaktieren Sie bitte das Einstellungsmanagement unter den Tel.-Nr. 0611/83-23161 oder -23162.

Teilzeitbeschäftigung ist grundsätzlich möglich, es muss jedoch gewährleistet sein, dass die Stelle in vollem Umfang besetzt wird. Die berufliche Gleichstellung von Frauen und Männern wird gewährleistet. Bewerbungen von Frauen in Bereichen, in denen sie unterrepräsentiert sind, sind besonders erwünscht.

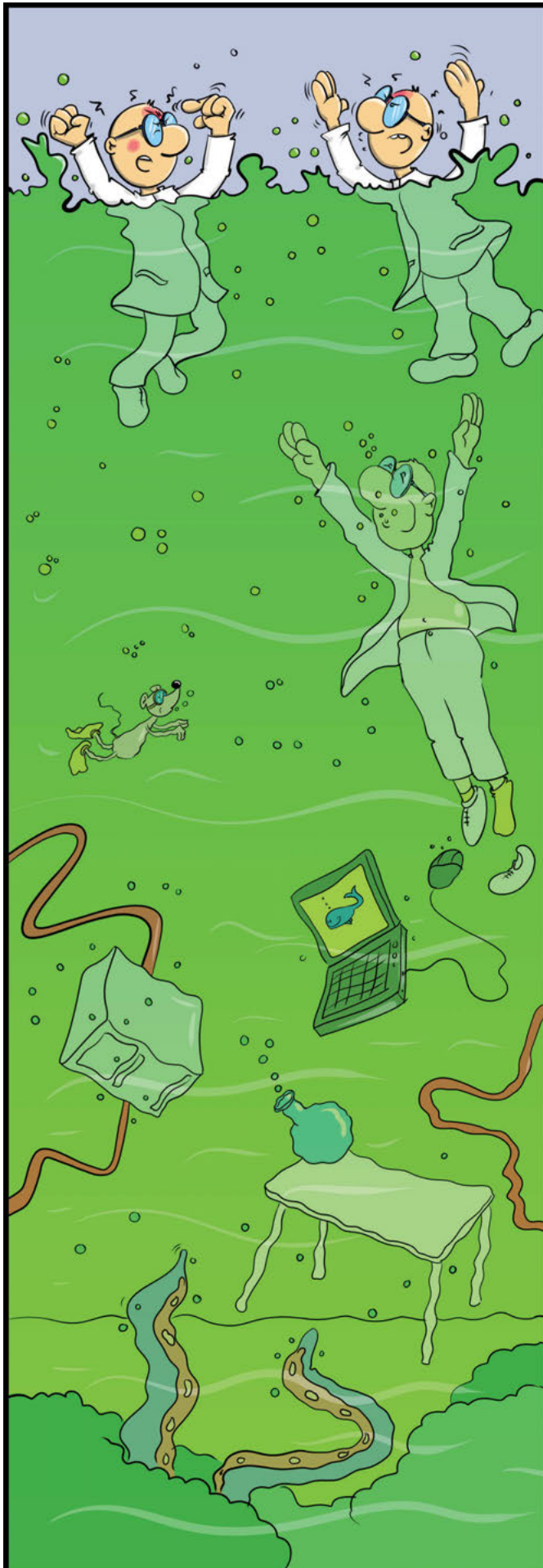
Bewerbungen von Menschen mit Behinderungen im Sinne des § 2 Abs. 2 SGB IX werden bei gleicher Qualifikation bevorzugt berücksichtigt. Ein entsprechender Nachweis ist der Bewerbung beizufügen.

Ehrenamtliches Engagement wird in Hessen gefördert. Soweit Sie ehrenamtlich tätig sind, wird gebeten, dies in den Bewerbungsunterlagen anzugeben. Im Ehrenamt erworbene Erfahrungen und Fähigkeiten können gegebenenfalls im Rahmen von Eignung, Befähigung und fachlicher Leistung positiv berücksichtigt werden, wenn sie für die vorgegebene Tätigkeit förderlich sind.

Dem Hessischen Landeskriminalamt wurde aufgrund der Sicherheit des Arbeitsplatzes und einer wertschätzenden Behördenkultur das Gütesiegel „Familienfreundlicher Arbeitgeber Land Hessen“ vom Hessischen Ministerium des Innern und für Sport verliehen.

Für die Beschäftigten des Landes Hessen besteht, zunächst bis Ende 2019, die Möglichkeit zur kostenfreien Nutzung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) in Hessen.

Vollständige Bewerbungsunterlagen sind unter Angabe der Kennziffer **A 11/2019** bis zum 31. Mai 2019 per Mail an **bewerbung@hika.de** zu senden. Anlagen zu Ihrer Bewerbung können ausschließlich im pdf-Format entgegengenommen werden. In Ausnahmefällen ist auch eine Übersendung der Bewerbungsunterlagen auf dem Postweg an das Hessische Landeskriminalamt, Einstellungsmanagement, Hölderlinstraße 1 - 5, 65187 Wiesbaden, möglich. Eine Rücksendung von Bewerbungsunterlagen und Mappen erfolgt jedoch nicht.



Wusstest Du eigentlich, dass die FUBböden hier im Institut vielleicht mit PAK verseucht sind?

Ja, habe ich auch schon gehört. Langsam mache ich mir echt sorgen um meine Gesundheit.

CHRIS

# Kleine Berührung, große Gefühle.

**Gefühlvoll**  
echtes  
Latexfeeling

**Einfaches Anziehen**  
dank spezieller  
Innenbeschichtung

**Hautfreundliche,  
reine Rezeptur**  
ohne Naturkautschuk-  
latex-Proteine

**Beschleunigerfrei**  
ohne Vulkanisations-  
beschleuniger

**Umweltfreundlich**  
wasser- und energie-  
sparende Herstellung

**Sicherer Griff**  
durch texturierte  
Fingerspitzen

## Die Revolution im Handschuhmarkt ist zum Greifen nah!

Der ROTIPROTECT® Nitril green vereint in sich alles, was ein Handschuh heutzutage braucht. Seine Herstellung schont Ressourcen, sein Material schont die Hände und obendrein besticht er durch echtes Latexfeeling bei höchstem Tragekomfort. So haben Sie Ihr Labor perfekt im Griff.

Mehr erfahren unter  
[nitrilgreen.de](http://nitrilgreen.de)



Seit 140 Jahren  
in besten Händen  
#140Gründe





Halle 19, Stand B77  
21. – 23. Mai 2019

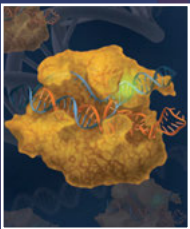
NEW ENGLAND  
**BioLabs** GmbH

be INSPIRED  
drive DISCOVERY  
stay GENUINE

# Cloning 2.0

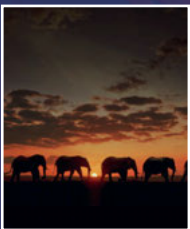
Innovative und zuverlässige Produkte für:

## Cloning, Gene Editing, DNA Assembly & Synthetic Biology



### **EnGen Produkte für Ihren CRISPR/Cas Workflow:**

Verschiedene rekombinante Cas9 und Cas12a (Cpf1) Proteine, sgRNA Synthese, Mutation Detection und mehr.



### **NEBuilder HiFi DNA Assembly:**

Einfache und gerichtete Restriktionsenzym-freie Assemblierung von DNA-Fragmenten in weniger als einer Stunde.



### **NEB Golden Gate Assembly Kit (BsaI-HFv2)**

Ermöglicht die gerichtete Multiplex-Assemblierung von über 20 DNA-Fragmenten ohne störende zusätzliche Basen an den Übergängen.

Erfahren Sie mehr unter: [www.neb-online.de/synbio](http://www.neb-online.de/synbio)