

Laborjournal

Forscher-
Essays:

Mehr
Licht





Es war einmal...

... eine Zelle und sie wurde nimmermehr gesehen?
CELLview™ Slide stoppt den Meniskuseffekt und Verblässen durch Streulicht!



Für die Kultivierung, Färbung und Mikroskopie von Zellen:

- ⌂ Ablösbare schwarze Kompartimentierung
- ⌂ 96 Well Platten Design
- ⌂ Reduzierter Meniskuseffekt
- ⌂ 10 Wells mit alphanumerischer Kennzeichnung
- ⌂ Positionierhilfe für automatisierte Mikroskopie
- ⌂ Glasstärke: 0,17 mm



■ Wie schon im Vorjahr haben auch in dieser Essay-Ausgabe die Wissenschaftler das Wort. Mehr oder weniger frei von der Leber weg erzählen sie, was sie an ihrer Forschungsarbeit begeistert oder welche Dinge in Wissenschaft und Forschung schief laufen. Ein Thema, das beinahe zwangsweise auftaucht sind die Probleme des akademischen Nachwuchses. In vielen Fällen hängt sich dieser von einer Drittmittelförderung zur nächsten, bis er durch nicht bewilligte Anträge aus dem Unibetrieb heraus gekickt wird.

Wie die Pflanzenforscherin Andrea Pitzschke von der Universität Salzburg diese Situation erlebt und wie sie mit ihr umgeht, beschreibt sie in ihrem Essay auf Seite 44. Bei der Suche nach Alternativen zum Privatdozenten-Dasein hat sie sich unter anderem auch nach Jobs in der Industrie umgeschaut – und musste feststellen, „welch hartes Vorurteil in der Industrie über uns ‚Uni-Leute‘ herrscht“. „Zwischen und manchmal in den Zeilen“, so beklagt Pitzschke, „ging hervor, auf der Uni sei Easy-Life, kein Zeitdruck, keine Vorgaben, eben ein bisschen Herumforscherei.“

Liest man den im Juni erschienen Hochschul-Bildungs-Report 2020, den der Stifterverband in Zusammenarbeit mit dem Unternehmensberater McKinsey & Co. verfasste, muss man den Eindruck gewinnen, dass die Wahrnehmung von Pitzschke nicht ganz abwegig ist. Aber nicht nur deshalb hat das Durchhackern des Reports, dessen Kernfrage lautet: „Welche Qualifikationen benötigen Hochschulabsolventen, um auf die Arbeitswelt vorbereitet zu sein?“, dem *LJ*-Redakteur beinahe körperliche Schmerzen bereitet. So viele Banalitäten, inhaltsleere Worthülsen und verkrampte Anglizismen sind ihm bisher selten begegnet.

Die Lese-Tortur beginnt bereits bei der Überschrift des Papiers: „Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0“. Was bitte soll die Arbeitswelt 4.0 sein? Ein Analogon zu den vielen vermurksten Softwareprogrammen, die auch nach dem x-ten Update in der Version 10.0 nicht richtig funktionieren? Was war die Arbeitswelt 1.0? Die industrielle Revolution oder die Erfindung der Fließbandarbeit? Die Arbeitswelten 2.0 und 3.0 wurden vermutlich übersprungen. Oder war das die Zeit in der Computer und Roboter die Regie in den Produktionshallen übernahmen?

Im Vorspann schält sich dann allmählich heraus, was sich die Autoren unter der Arbeitswelt 4.0 vorstellen. Dort heißt es: „Bestehende Arbeitsformen und Tätigkeiten werden durch neue Technologien und die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung einem besonderen Wandel unterliegen.“ Wenn Sie das jetzt nicht wirklich überrascht, sollten Sie sich zumindest auf die zukünftigen Errungenschaften der Arbeitswelt 4.0 freuen. Denn, so heißt es in dem Papier bedeutungsschwanger: „Darüber hinaus werden bestehende Arbeitsformen und Tätigkeiten durch Digitalisierung und Automatisierung auf ein neues Niveau gehoben.“

Aber kommen wir zu den Kernaussagen des Hochschulreports, die die Autoren in acht Thesen zur akademischen Arbeitswelt der Zukunft an die Hochschulportale nageln. Schon die erste These sollten sich alle Forscher und Unibedienteten hinter die Ohren schreiben, die in ihren Laboren und Schreibstuben noch mit Rechenschieber und Abakus herumwerkeln. Sie lautet: „Das Arbeiten mit digitalen Technologien wird zum festen Bestandteil des akademischen Kompetenzprofils“. Empfindet nur die *LJ*-Redaktion physische Schmerzen, wenn sie solche Banalitäten aufgetischt bekommt oder läuft auch gestandenen Forschern die Galle über, wenn sie wie digitale Analphabeten behandelt werden und so etwas lesen müssen?

Wahlweise an Realsatire oder Horrorszenarien erinnern dann die nachfolgenden Ausführungen zu dieser These. Als weiteres Beispiel dienen hier neben Akademikern, die „mehr und tiefer gehende digitale Kompetenzen als bisher“ benötigen, um zum Beispiel bei „Programme(n) zur Analyse großer Datenmengen und digitale(n) Kooperationswerkzeuge(n)“, nicht vor Verzweiflung in Tränen auszubrechen, „technikferne“ Journalisten.

Dreimal dürfen Sie raten, wofür Journalisten nach Meinung des Stifterverbandes mehr digitale Kompetenz benötigen: Um bei automatischen Schreibprogrammen, die „Informationen zusammenstellen, automatisch Texte verfassen und sie für die Veröffentlichung aufbereiten“, das richtige Knöpfchen drücken zu können!

Derartige Programme gibt es tatsächlich. Und so wie es aussieht, ist es höchste Zeit, dass die *LJ*-Redaktion ihre digitale Kompetenz auf Vordermann bringt und die Artikel in Zukunft vom Computer schreiben lässt. Einen Vorteil hätte diese Schreibsoftware allerdings: man könnte inhaltslose Worthülsen und pseudo-hippe Anglizismen aus ihrem Speicher löschen. Dann würden dem Leser des Hochschulreports auch Wörter erspart wie „Change-Agent“. Sie wissen nicht was ein Change Agent ist? Sollten Sie aber, denn: aus „Hochschulabsolventen werden Change Agents“. Steht zumindest im Report des Stifterverbandes. Keine Angst, auch die *LJ*-Redaktion wusste nicht, was ein Change Agent sein soll. Auf Deutsch sind das menschliche Keimzellen, die mit frischen (digitalen) Ideen neuen Wind in verkrustete (analoge) Strukturen bringen. Denn schließlich gilt nach These acht des Pamphlets: „Die Generation junger Akademiker verändert die Arbeitswelt“. Echt jetzt?

Wenn Sie sich auch noch die sechs weiteren Thesen antun wollen, können Sie diese auf der Webseite des Stifterverbandes nachlesen. So viel als Vorwarnung: Sie bewegen sich ungefähr auf dem Niveau von These sechs: „Lernen prägt das neue Arbeiten und Arbeiten prägt das neue Lernen“.

Bei derartigen Thesen verwundert es nicht, wenn Industrie und akademische Forschung häufig nicht zueinanderfinden und die Industrie noch immer längst überholte Vorurteile gegenüber der akademischen Forschung hegt. DIE REDAKTION



„Mehr Licht“

*eine Spezialausgabe
mit Essays von Akteuren
aus den Lebenswissenschaften
und der Biotech-Industrie*



Editorial	3
Alexander Hüttenhofer: <i>Von Gutachten, Gutachtern, Geldgebern und allem anderen</i>	
– Fördergremien agieren oftmals als ziemlich dreiste „Motivationsbremsen“	6
Peter Nick: <i>Was wir von E. coli lernen können</i>	
– Die Forschung braucht mehr anarchische Individualisten	12
Cornelius Frömmel: <i>Zu Fragen des flüssigkeitsarmen Pelzwaschens</i>	
– Wissenschaftliches Fehlverhalten gehört juristisch sanktioniert	14
Matthias Binswanger: <i>Mehr Effizienz durch Wettbewerbe?</i>	
– Effizienzsteigerung durch inszenierte Forschungswettbewerbe ist Unsinn	18
Bernhard Fecher: <i>Offenheit muss sich lohnen</i>	
– Offener Datenaustausch funktioniert nur mit Reputations-Anreizen	22
Nero Bliss: <i>Das „Hammer-Prinzip“</i>	
– Forscher machen Fehler – Hadern und Beschwerden hat jedoch wenig Sinn	24
Helmut Jungwirth & Martin Puntigam: <i>Über Wissenschaft darf nicht gelacht werden – oder doch?</i>	
– (1) Wie kommt der Wissenschaftler zum Kabarett?	26
– (2) Wie kommt der Kabarettist zur Wissenschaft?	28
Victor Spoomaker: <i>Nervige Replikationskrise</i>	
– Zu viele Falschdaten durch unzureichende Statistik und Forscher-Bias	32
Lutz Bornmann: <i>Was kann die Bibliometrie in der heutigen Zeit?</i>	
– Die Bibliometrie hat viele Fallstricke, die nur Experten kennen	36
Robin Haunschild: <i>Alternative Metriken in der Forschungsbewertung</i>	
– Was messen die Online-Nennungen eines Forschungsartikels überhaupt?	40
Andrea Pitzschke: <i>Bedrohte Spezies</i>	
– Die Finanzierung über Drittmittel ist ein ständiger Drahtseilakt	44
Martin Eckert: <i>Vorsicht – kann Spuren von DNA enthalten!</i>	
– Das Potenzial der forensischen DNA-Analyse ist längst nicht ausgeschöpft	47
Florian Becke: <i>Technologietransfer von der Hochschule in die Wirtschaft</i>	
– Was man bei Firmengründungen unbedingt beachten sollte	50
Oliver Einsle: <i>Strukturbiologie im 21. Jahrhundert</i>	
– Ein Wettbewerb der Methoden?	54
Stefan Dübel: <i>Maßgeschneiderte Multitalente</i>	
– Der unaufhaltsame Aufstieg der rekombinanten Antikörper	56
Anna Sacher & Fabian Theis: <i>Von lernfähigen Maschinen lernen</i>	
– Wie bringen Bioinformatiker Maschinen bei, biologische Probleme zu lösen?	59
<hr/>	
Produktübersicht: High Content Screening-Systeme	62
Neue Produkte	68
Kongresse / Schulungen / Vorträge	69
Impressum	76
Stellenanzeigen	79
Comic: Die „Lab-Files“ von Chris Schlag	82

Muster bestellen unter
www.eppendorf.com/5mL



Your Turn

Eppendorf Tubes® 5.0 mL – jetzt mit Schraubdeckel

Wählen Sie das optimale Eppendorf Tube 5.0 mL für Ihre Anforderungen im Labor. Ob Zentrifugieren, Inkubieren, Lagern oder andere Applikationen – das Eppendorf 5.0 mL-System bietet die ideale Lösung für die Probenbearbeitung im unteren und mittleren Volumenbereich.

- > Die hohe g-safe® Stabilität ermöglicht sicheres und schnelles Zentrifugieren
- > Der neue Schraubdeckel kombiniert eine anwenderfreundliche Handhabung mit einer ausgezeichneten Verschluss-sicherheit
- > Höchste Probenintegrität, da keine Entformungshilfen, Weichmacher oder Biozide in der Herstellung verwendet werden



www.eppendorf.com/5mL

Von Gutachten, Gutachtern, Geldgebern und allem anderen

VON ALEXANDER HÜTTENHOFER, WIEN

■ Wie Fördergremien die Forscher behandeln, ist manchmal ziemlich dreist – und demotiviert vor allem den wissenschaftlichen Nachwuchs. Doch die sind nicht die einzigen „Motivationsbremsen“.

Anfang diesen Jahres erschien eine Studie der US-National Institutes of Health (NIH) zum Thema: „NIH peer review percentile scores are poorly predictive of grant productivity“ (Fang *et al.*, *eLife* 2016;5:e13323). Zusammengefasst ging es darum, dass zirka 100.000 geförderte Forschungsprojekte, die zuvor bei ihrer Beantragung allesamt innerhalb der besten zwanzig Prozent aller bewerteten Grants gelegen hatten, am

Ende in Bezug auf Publikationsoutput und andere „objektive“ Parameter auch nicht besser abschnitten als die übrigen 80 Prozent der eingereichten Projekte. Feng *et al.* konstatieren daher:

These observations suggest that despite the overall ability of reviewers to discriminate between extremely strong grant applications and the remainder, they have limited ability to accurately predict future productivity of



meritorious applications in the range relevant to current paylines. This may contribute to a pervasive sense of arbitrariness with regard to funding decisions and dissatisfaction with the peer review system. Perhaps most importantly, these findings contradict the notion that peer review can determine which applications are most likely to be productive. The excellent productivity exhibited by many projects with relatively poor scores and the poor productivity exhibited by some projects with outstanding scores demonstrate the inherent unpredictability of scientific research. The data also suggest that current paylines are inadequate to fund the most productive applications and that considerable potential productivity is being left on the table at current funding levels.“

Das derzeitige Peer-Review-gestützte Antragswesen sei folglich ungeeignet, die

„Ein dressierter Schimpanse würde bei der Gutachterei genauso gut abschneiden wie unser tolles Peer Review-System.“

produktivsten Projekte für eine Förderung auszuwählen. Wow! Das muss man erstmal sacken lassen. Anders ausgedrückt hieße das also: Wenn man einen – dressierten – Schimpansen hernähme (Liebe Tierschützer, jetzt bitte nicht anrufen – das ist nur

ein *hypothetisches* Experiment) und ihn Dart-Pfeile auf eine Wand werfen ließe, auf der die Themen aller möglichen eingereichten

Grants geheftet sind, dann würde er genauso gut abschneiden wie unser tolles, tolles Peer Review System? Oder vielleicht sogar besser? „I glaab’s nit“, wie man bei uns in Tirol sagen würde – was soviel heißt wie: „Das kann doch unmöglich wahr sein.“ Ist es aber!

Gut. Und was heißt das jetzt? Beziehungweise, wird sich durch diese Studie jetzt irgendetwas am Peer-Review-Prozess ändern?

Also zunächst mal heißt es *nicht*, dass alle unsere Gutachterinnen und Gutachter zu dumm sind, um das Potential von guten Forschungsanträgen zu erkennen. Alle, die bereits Gutachten verfasst haben oder gar in Gutachtergremien tätig waren, wissen, wieviel Zeit und Mühe das verursacht. Und in Deutschland, Österreich und der Schweiz wird das in aller Regel nicht einmal finanziell vergütet – im Gegensatz zur freien Wirtschaft. Fragen sie mal bei dem Manager eines Unternehmens nach einer kostenlosen Marktanalyse für irgendein Produkt. Der lässt sie umgehend in eine geschlossene Anstalt einweisen – zurecht! Nur wir Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind so blöd, Anträge unentgeltlich zu begutachten.

Wobei das ja noch ginge. Aber wie man als Gutachter dazu von manchen Fördergremien behandelt wird, ist doch ziemlich dreist. Da heißt es dann: „Sehr geehrter/e Herr oder Frau Prof. Sowieso, wir benötigen ein Gutachten von Ihnen.“

Am besten vorgestern, und wenn man es dann abliefern, kommt in den seltensten Fällen wenigstens ein „Dankeschön“ zurück – geschweige denn irgendeine minimale Vergütung des Zeitaufwandes. Ob sich das letztlich auch auf die Güte der Gutachten niederschlägt? Etwa nach dem Motto: Was nichts kostet, kann auch nichts wert sein?

Woran liegt es also, dass wir Forscher als Gutachter so schlecht in der Vorhersage von vielversprechenden Anträgen sind?

„Nur wir Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind so blöd, Anträge unentgeltlich zu begutachten.“

Ein Grund könnte etwa die Prämisse der Geldgeber sein, nur Anträge auf Projekte zu fördern, die bereits so weit fortgeschritten sind, dass auch dressierte Schimpansen (*siehe oben*) die Aussicht auf Erfolg erkennen würden.

Das erinnert mich an einen DFG-Förderantrag vor vielen Jahren, in dem ich beschrieb, wie ich die Beteiligung einer nicht-kodierenden RNA an der Expressionssteuerung einer Serotonin-Rezeptor mRNA zeigen wollte. Die Antwort damals sinngemäß: „Da gibt es aber bisher überhaupt kein Beispiel für eine solche neue Art der Genregulation; wenn sie uns vorher nur ein einziges zeigen könnten, dann würden wir das Projekt fördern.“ Ja, aber: Wenn ich das gezeigt habe, dann brauche ich doch die Fördermittel nicht mehr, oder?!

Ich denke, wir kennen alle solche oder ähnliche Fälle, in denen lediglich etwas gefördert wird, das ich als „Safe Science“ (in Anlehnung an „Safer Sex“) bezeichne. Oder als „Me too Science“ – also etwas, das eh schon klar ist und eh jeder weiß und der Erkenntnisgewinn daher eher minimal ist.

Das erinnert mich übrigens an meinen früheren Chef Harry Noller, der zu meiner Postdoc-Zeit an der University of Santa Cruz in Kalifornien tätig war – und immer noch ist. Der meinte damals in den frühen Neuzigern zu mir: „Alex, it takes as long to work on something boring than on something interesting (und – mein Kommentar! – es kostet vermutlich genauso viele Fördermittel), that’s why you should always ask yourself: What are the most interesting and most important questions in biology?“ Den Ratschlag sollten vielleicht auch mal einige Gutachter beherzigen, dann würde die Output-Rate womöglich erheblich besser ausfallen als allenfalls durchschnittlich.

Allerdings würde dies wiederum mehr Mut zum Risiko für die Förderinstitutionen

bedeuten (etwa für die DFG in Deutschland, den FWF in Österreich oder den NF in der Schweiz). Wobei das Schöne ist: Da laut NIH der Begutachtungsprozess ja eh mehr oder weniger „random“ ist, was den späteren Output angeht, müssten wir dabei gar nicht befürchten, in der Qualität unserer Forschung abzufallen – wir hätten aber wenigstens „coole“ Projekte gefördert (also keine „Safe Science“ oder „Me too Science“).

Die Wiener Wittgensteinpreisträgerin Renée Schroeder hat beispielsweise vorgeschlagen, aus allen abgelehnten Anträgen des österreichischen Förderverbandes



Illustration: Fotolia / Freshideas

For when every move
needs to be precise



Applied Biosystems™ thermal cyclers enable consistent, precise results no matter the challenge

- Engineered with your highest standards in mind
- Designed to consistently deliver the highest performance
- Accuracy you need to advance your research



Request an in-lab demo at thermofisher.com/consistent

FWF einige per Los herauszuziehen und diese trotzdem zu fördern. D'accord! Das entspricht nämlich letztlich meinem „Dressierten-Schimpanse-Vorschlag“ – mit dem Vorteil, dass der Schimpanse entfällt und man die Lotterie vielleicht auch noch medienwirksam mit Lotterie-Feen (wesentlich charmanter als ein Affe....) im Fernsehen übertragen könnte. Spitzenidee – *let's do it!*

Ach ja, und bei der Gelegenheit: Bitte auch mit diesem ganzen „translationalen“ Blödsinn aufhören – also damit, dass Projekte auch gleichzeitig irgendwie „angewandt“ sein

und einen „humanen Benefit“ haben müssen, um förderungswürdig zu sein. Wäre dies nämlich das Kriterium im Deutschen Humanen Genompro-

jekt (DHGP) gewesen, an dem ich damals Mitte der Neunziger mitarbeiten durfte, dann wäre das ganze Feld der nicht-kodierenden RNAs (ncRNAs), inklusive der von Thomas Tuschl mitentdeckten miRNAs, vielleicht heute noch weitestgehend unentdeckt.

Und wenn wir schon mal beim „Förderer-Bashing“ sind: im Gegensatz dazu nahm das DHGP seinerzeit über das BMBF erhebliche Mittel in die Hand, um das ncRNA-Projekt – das heißt, die globale Identifizierung von ncRNAs in Modellorganismen – zu fördern (damals eine Zusammenarbeit mit Jürgen Brosius von der Universität Münster). In aller Bescheidenheit war das dann eines der wenigen „Leuchtturmprojekte“ im DHGP, das nicht „Me too“ und nicht „Safe Science“ war. Daher hier auch mal ein großes Lob an das BMBF, denn damals hat sich so gut wie niemand für ncRNAs interessiert – im Gegensatz zu heute.

Wozu mir noch was einfällt. Weil's doch so viele Preise für durchschnittliche Forschung gibt, liebe DFG: Wie wär's denn mit einem Preis für das Lebenswerk von Jürgen Brosius, der

im DHGP das Feld der ncRNAs wirklich ins Leben gerufen hatte – zu einer Zeit, als ncRNAs noch total unsexy waren? Okay, das musste mal gesagt werden...

Denken wir uns jetzt aber mal eine ideale Welt, in der die Fördermittelgeber sich an die obigen Vorschläge halten würden (*ja, ja – höchst unwahrscheinlich...*) und insbesondere auch total spannende, dafür aber sehr risikoreiche Projekte för-

dern würden. Stellen wir uns dazu vor, Sie hätten einen solchen Antrag genehmigt bekommen – und nehmen wir weiter an, dass Sie aufgrund dieser Fördermittel ganz, ganz tolle Entdeckungen gemacht hätten. Dann wäre es jetzt Zeit, das Gefundene zu publizieren, da ja Publikationen in entsprechenden High Impact-Journals die Währung sind, in der offenbar der Erfolg der Förder-Investitionen gemessen wird (siehe obige NIH Studie). Leider landen wir damit unmittelbar beim nächsten Problem: Publizieren.

„[...] wir hätten aber wenigstens ‚coole‘ Projekte gefördert – also keine ‚Safe Science‘ oder ‚Me too Science‘.“

Ganz früher war's ja so, dass man solide Ergebnisse (also nicht „Me too“ und nicht „Safe Science“) in soliden Journals publizieren konnte. Meinewegen in

Nucleic Acids Research (NAR), wo viele Artikel über die Funktionen von Nukleinsäuren publiziert wurden – also auch in Richtung meines Forschungsgebiets, den ncRNAs. Das hat sich jedoch inzwischen signifikant geändert, seit die Editoren und Journale offenbar nur noch interessiert sind, einen höheren Impact Factor (IF) für ihr jeweiliges Journals zu erreichen. Das führt dann dazu, dass selbst durchschnittliche bis gute Journale versuchen, ihren IF über die Ablehnung von Arbeiten mit solider Forschung aufzublasen.

Das merke ich übrigens auch selbst beim Begutachten von guten Manuskripten für NAR, für das ich seit Jahren als Gutachter tätig bin. Während ich selbst zwar kritisch, aber oft auch durchaus wohlwollend Manuskripte begutachte, sind meine Reviewer-Kolleginnen und -Kollegen manchmal wirklich extrem bösartig mit ihrer Kritik an wirklich soliden Studien – was offenbar die Chief-Editoren nicht nur goutieren,

sondern sogar aktiv fördern. Da man bei den meisten Journals die Gutachten der anderen Reviewer auch selbst zu lesen bekommt, beobachte ich da durchaus einen Trend, den die

Editoren der Zeitschriften durchaus zu unterstützen scheinen. Für NAR resultiert daraus etwa, dass sich dessen IF in den letzten zwanzig Jahren nahezu verdoppelt hat.

Dieses System führt wiederum dazu, dass es gerade für unsere jüngeren Forscher, die ganz besonders auf Publikationen angewiesen sind, höchst demotivierend ist, wenn auch ihre guten und soliden Arbeiten abgelehnt werden. Hinzu kommt,



Uniquely designed for when precision is paramount

The new Applied Biosystems™ MicroAmp™ 8-Tube Strip with attached optical or domed caps offers a combination of features designed to lead to a successful PCR/qPCR result every time.

- Individually attached caps
- Etched labeling on individual tubes
- Dual side tabs for strip labeling
- Graduated 20 µL measuring markers

Available exclusively for Applied Biosystems™ thermal cyclers to provide optimal PCR results.

Take control of your PCR reactions at thermofisher.com/microamptubestripswithcaps

ThermoFisher
SCIENTIFIC

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures. © 2016 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified. COL21182 0416

das die Journals oft mehrere Monate brauchen, um Manuskripte zu begutachten, da es immer schwieriger wird, geeignete „Peers“ zu finden, die aufwendige Gutachten erstellen – und dazu noch unentgeltlich (siehe oben). Ich denke, es war zu keiner Zeit leicht, als Wissenschaftlerin oder Wissenschaftler erfolgreich zu sein, aber ich möchte wirklich nicht mit der heutigen Jungforscher-Generation tauschen, die gerade mit all diesen Hindernissen gleichzeitig zu kämpfen hat.

Na ja, wie gesagt – früher war’s auch nicht immer ganz einfach. Zum Beispiel: Thema Stipendien. Ich hatte es offenbar zwischenzeitlich verdrängt, aber jetzt erinnere ich mich doch wieder an mein Ansuchen für ein Habilitationsstipendium bei der DFG. Dort teilte man mir zu meinem Antrag unter anderem folgendes mit: „[...] zum einen haben die gehörten Gutachter den Eindruck gewonnen, dass Sie ein erfahrener RNA-Analytiker mit einer ansprechenden Zahl guter Publikationen – vielleicht einer der besten RNA-Biochemiker des Landes – seien [...]“. Trotzdem wurde der Antrag abgelehnt – und jetzt kommt’s: „[...] Hauptgrund für die Ablehnung Ihres Antrages war die Sorge der Gutachter, dass die Habilitation nicht der richtige Berufsweg sei. Bei der jetzt extrem angespannten Stellensituation könnte Sie eine Habilitation in eine sehr bedenkliche Situation bringen [...]“ Dazu fällt mir nur eine Antwort an die DFG ein, und die ist – zugegebenermaßen – etwas unprofessoral: „Leute, geht’s noch?!“ Also: „einer der besten RNA Biochemiker Deutschlands“ – und dann: „nicht der richtige Berufsweg“?

Zynischer geht’s nicht mehr, würde ich sagen. Und eine offensichtlichere Bankrotterklärung für eine völlig verfehlte Wissenschaftspolitik gibt es wohl auch nicht. Dazu muss gesagt werden, dass ich während meiner Doktorarbeit in München mit einem Promotionsstipendium, sowie zwei Kurzzeitstipendien (EMBO und DAAD, Forschungsaufenthalt am CNRS Strasbourg) gefördert wurde und für meinen vierjährigen Postdoc-Aufenthalt in Kalifornien ein NATO-Stipendium erhielt. Danach, also nach all diesen Fördermaßnahmen, teilte mir die DFG als 39-Jährigem (!) mit: „[...] derzeitig noch unter 40, könnten sie nach Einschätzung der Gutachter unter

„Eine offensichtlichere Bankrotterklärung für eine völlig verfehlte Wissenschaftspolitik gibt es wohl auch nicht.“

„Kollegen, die mich der DFG als Gutachter etwa für SFBs vorschlagen, bekommen seither die Antwort, das ginge nicht, da ich „etwas schwierig“ sei.“

Umständen als exzellenter RNA-Spezialist in der Industrie unterkommen [...]; Und weiter: „[...] zusammengefasst wird die Hoffnung ausgedrückt, dass der – für Sie sicherlich harte – Schritt zum jetzigen Zeitpunkt schlussendlich zu größeren Chancen für Ihre berufliche Zukunft führt.“

Ich fürchte, ich muss mich hier nochmals wiederholen: „Geht’s noch (dümmer), DFG?“ Denn klar, die Pharmaindustrie wartet ja ganz sicher auf fast vierzigjährige Akademikerinnen und Akademiker, die den Großteil ihrer Karriere in der universitären Grundlagenforschung verbracht haben – oder?



Das ganze hatte übrigens zur Folge, dass ich mich künftig weigerte, selbst derartig vernichtende Gutachten für die DFG auszustellen. Kollegen, die mich der DFG als Gutachter etwa für SFBs vorschlugen, bekommen seither die Antwort, das ginge nicht, da ich „etwas schwierig“ sei. Okay, dann bin ich eben „schwierig“, liebe DFG. Aber es gibt ja sicher noch genügend andere „Peers“, die in der Lage sind, Gutachten wie das obige zu verfassen – dann habt ihr den guten wissenschaftlichen Nachwuchs tatsächlich bald vollständig von den Universitäten eliminiert. *Well done* – weiter so!

Was mich dazu bringt, dass wir heute sowieso immer mehr gute Forscherinnen und Forscher an die freie Wirtschaft verlieren. Früher war’s eher so, dass die „nicht

ganz so guten“ Forscher in die Industrie abwanderten, während die „Genies“ an der Uni blieben und eine akademische Karriere verfolgten. Offenbar hat sich das grundlegend geändert oder gar umgekehrt. Aufgrund der fehlenden Perspektiven als Akademikerin oder Akademiker wandern mehr und mehr der wirklich hervorragenden Nachwuchswissenschaftler in die Pharmaindustrie oder Ähnliches ab. Dieser „Brain Drain“ weg von den Universitäten ist meines Erachtens eine sehr bedenkliche Entwicklung.

Nachdem ich nun bereits über ein Jahrzehnt in Österreich bin, möchte ich das mal aus der österreichischen Perspektive beschreiben. Österreich hatte ursprünglich ein System, bei der eine Habilitation automatisch eine unbefristete Anstellung (eine sogenannte Definitivstellung) an der jeweiligen Universität bedeutete. Das hatte zur Folge, dass sich dann einige, aber nicht alle, nach erfolgter Habilitation quasi zur Ruhe setzten und ihrer Pensionierung entgegenfieberten – was zu einem überalterten akademischen Mittelbau führte, der unkündbar war.

Als dies erkannt war, schwenkte man umgehend auf das „deutsche System“ um (weil in Deutschland ja eh alles besser ist, wie man hier zumindest glaubt). Folglich hatte man jetzt auch hier nach einer Befristung von sechs Jahren die Universität zu verlassen. War aber auch nicht

gut, wie man schnell in Österreich erkannte, da nun der gesamte akademische Mittelbau nach jeweils sechs Jahren vollständig eliminiert wurde und an eine Kontinuität von Forschung und Lehre nicht mehr zu denken war. Also nochmals umgeschwenkt zum sogenannten Tenure-Track System ähnlich dem amerikanischen Vorbild, wo gewisse Zielvereinbarungen in Forschung und Lehre getroffen werden, nach deren Erfüllung die Stelleninhaber in ein unbefristetes Dienstverhältnis übernommen werden können. Klingt nicht nur gut, ist es auch! Beim Eurovision Song Contest hieß das: *Austria, twelve points!*

Damit wieder zurück zu unserer idealen Welt. Wo sind wir jetzt, im Idealfall? Wir haben einen tollen Forschungsantrag geschrieben, den auch bewilligt bekommen und sind nach langer Suche nun Professorin oder Professor an einer Universität. Jetzt brauchen wir erst mal motivierte Studentinnen und Studenten, die für uns im

Labor arbeiten; schließlich waren wir selbst da ja wohl lange genug tätig... Da kommt dann aber schon das nächste Problem: die heutige Generation der Studierenden. Diese nennt sich Generation Y (= *Why?*), weil sie alles hinterfragt und – wie mir kürzlich ein Student sagte – nach einer „Work-Life-Balance“ sucht. Aha, „Work-Life-Balance“. Erzählen Sie das mal jemand in Oxford, Cambridge, am MIT, in Berkeley, an der ETH Zürich, etc.... Die erklären ihn gleich mal was „Work-Life-Balance“ ist: nämlich viel „Work“ und wenig „Balance“.

Das heißt nicht, dass alle Studentinnen und Studenten faul, unfähig und dumm wären – im Gegenteil, da gibt's viele, die hochmotiviert sind. Aber meine Kollegen und ich beobachten immer mehr Studentinnen und Studenten, für die Wissenschaft auf die gleiche Art gemacht wird, wie wenn man als Fleischerei-Fachverkäufer arbeiten würde. Nichts gegen Fleischerei-Fachverkäufer, das ist ein sehr ehrbarer Beruf;

„Was mir fehlt, ist diese emotionale Binding der Generation Y an die wissenschaftlichen Projekte, an denen sie arbeiten.“

was mir aber fehlt, ist diese emotionale Binding der Generation Y an die wissenschaftlichen Projekte, an denen sie arbeiten – die schlaflosen Nächte, in denen man sich überlegt, warum ein Experiment nicht funktioniert oder wie man das Experiment

besser machen könnte.

Zugleich haben wir uns in den letzten zwanzig Jahren von einer Ordinarien-Universität (nicht gut!) zu einer

Studenten-Universität hinbewegt (auch nicht gut!). Das heißt, meine Studenten teilen mir jetzt mit, wann sie am liebsten Prüfungen machen wollen (am liebsten natürlich gar nicht) – ja sogar welches für sie die beste Zeit für eine Vorlesung ist. Kürzlich fragte mich beispielsweise ein Student, ob er wegen eines Kletterwettkampfes in Mumbai (Indien) zwei von sechs Praktikumstagen versäumen könnte, weil er eben beides machen wollte – Klettern und Studium; alternativ könnte ich für ihn persönlich ein zusätzliches Praktikum anbieten, in dem er die verlorenen Tage nachholen

könnte. Ich glaube, hier läuft irgendetwas wirklich ganz, ganz falsch. Aber ist es „politically correct“, das auch mal so anzusprechen? Man ist ja sonst wieder gleich der autoritäre Ordinarius aus der Vorzeit.

Von daher mache ich jetzt Schluss mit dem ganzen Gejammer, liebes *Laborjournal*. Vermutlich ist das alles nur ein Zeichen, dass ich mich langsam aber sicher auf meine Pensionierung zubewege und viele Dinge viel zu schwarz sehe. Wie Ihr aber seht, gibt's für Euch auch künftig weiterhin viele Agenden zu behandeln. Bleibt also weiterhin dran, Missstände in der europäischen Forschungslandschaft aufzudecken und nicht unter den Tisch zu kehren. Vermutlich werden es Euch die kommenden Generationen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern danken. Und vermutlich werdet Ihr auch weiterhin wenig Beifall von den Fördergremien bekommen. Aber, *who cares?* Daher: Weiter so!

Alexander Hüttenhofer ist Professor für Molekularbiologie am Biozentrum der Medizinischen Universität Innsbruck und leitet dort das Institut für Genomik und RNomik.

Liquid Handling Station

Zwei Wochen Probezeit in der Praxis.

Testen Sie die Einsatzmöglichkeiten des automatischen Pipettiersystems. Beratung und Unterstützung bekommen Sie von unseren BRAND-Spezialisten – natürlich kostenlos, kompetent und vor Ort in Ihrem Labor.



Sichern Sie sich jetzt Ihren Testtermin unter:
www.brand.de/methodencheck
 oder lhs@brand.de

www.brand.de

Jetzt kostenlos testen!



BRAND GMBH + CO KG · Postfach 1155 · 97861 Wertheim · Germany

Was wir von *E. coli* lernen können

VON PETER NICK, KARLSRUHE

■ Bringt nur die „Schwarmintelligenz“ kollektiver Forschungsverbände Exzellenz hervor? Nicht selten sind „anarchische Einzelfische“ entscheidender.



Illustration: Fotolia / freshideas

In den Universitäten landauf und landab scharren schon alle mit den Hufen: die neue Runde der Exzellenzinitiative wirft ihre Schatten voraus. Diesmal geht es wohl nicht nur um eine auf ein paar Jahre begrenzte Aufstockung von notorisch klammen Forschungsbudgets, sondern um die Chance, die finanzielle Ausstattung für die eigene Forschung nachhaltig zu verbessern. Auch wenn viele Details dieser neuen Initiative noch im Fluss sind, auch wenn Exzellenz in der Lehre wohl wieder einmal außen vor bleibt, und auch wenn die Geldflüsse, um die es geht, sicherlich nicht mal ansatzweise ausreichen werden, um den bewunderten Vorbildern Stanford oder Harvard die Stirn zu bieten – eines ist jetzt schon klar: Exzellenz wird vor allem als kollektive Veranstaltung verstanden. Forschungsverbände, sogenannte Cluster, stehen im Mittelpunkt. Wer es schafft, genügend solcher Verbände auf die Beine zu stellen, hat gute Karten. Großforschungseinrichtungen wie die Helmholtz-Gemeinschaft machen es ja schon lange vor: unter dem Titel „Programmierorientierte Forschung (POF)“ werden dort oft finanzschwere Fünfjahrespläne für Forschung auf den Weg gebracht.

Die Idee dahinter: durch Bündelung von Forschungsarbeit, durch Konzentration auf bestimmte Themen und durch strategisch platzierte Investitionen in Personal und Geräte sollen möglichst viele Synergien freigesetzt werden. Man forsche einfach schneller, besser, effizienter und profitiere auf diese Weise von

der *Win-win*-Situation, die sich aus solch einem Verbund ergibt,... Und was man eben an derlei Ökonomensprech sonst noch zu hören bekommt.

Möglicherweise stimmt das sogar. Immerhin geht es ja um Steuergelder – und dass diese möglichst wirtschaftlich eingesetzt werden sollen, findet vermutlich allgemeine Zustimmung. Die Gretchenfrage dabei: Wie findet man die richtige Strategie, nach der man die Verteilung von Geldern entsprechend steuert? Im Grunde gibt es dafür zwei Wege, die man neudeutsch mit den Begriffen *Top down* oder *Bottom up* bezeichnet. Entweder kommt ein Präsidium nach mehr oder minder tiefeschürfender Bestandsaufnahme und Diskussion mit dem Aufsichtsrat zum Schluss, welche Themen auf das Schild gehoben werden sollen. Oder ein paar erfolgreiche Personen grübeln über den Namen des Schirms, der alle überspannt, der unter diesem Namen noch nicht woanders aufgespannt wurde, der irgendwie spezifisch klingt, aber andererseits vage genug bleibt, um möglichst viele Gruppen darunter platzieren zu können. Ganz egal, welchen dieser beiden Wege man geht – es wird immer Wissenschaft geben, die da ziemlich gut reinpasst.

Und es wird unweigerlich Wissenschaft geben, die zwar auch sehr gut ist, aber nicht so ganz unter den Schirm passt. Hier benutzt man dann eben – frei nach Jürgen Habermas – den transzendentalen Zwang der besseren Förderung, um die nicht ganz so zum Thema passende Forschung passend

zu machen. Ähnlich wie ein Fischschwarm dadurch seine Form erhält, dass die einzelnen Fische auf den Nachbarn schauen, gleichen sich die einzelnen Forschungsgruppen soweit aneinander an, bis daraus eben ein Schwarm entsteht, den man Forschungscluster nennen kann.

Ist das eigentlich schlimm? Schwarmintelligenz ist in der Evolution mehrfach entstanden – aus dem einfachen Grund, dass ein Schwarm effizienter ist als ein Haufen anarchisch in verschiedenen Richtungen vor sich hin forschender „Einzelfische“. Und außerdem wird ja kein Fisch dazu gezwungen, mit dem Strom zu schwimmen. Es steht ihm jederzeit frei, den Schwarm zu verlassen und seine eigenen Wege zu gehen. Die Überlebenschancen sind dann freilich deutlich geringer.

Nun wird eine Forschungsgruppe, die nicht den Weg in ein Cluster gefunden hat, natürlich nicht gleich vom Weißen Hai verspeist. Schließlich haben wir in Deutschland ein gut entwickeltes System der freien Einzelförderung – ein System übrigens, um das uns viele andere Länder beneiden. Freilich stellt sich schon die Frage, was mit diesem System der freien Einzelförderung geschieht, wenn doch erhebliche Geldflüsse in eher kollektive Systeme der Forschungsförderung umgelenkt werden. Sollen wir „anarchische Einzelfische“ überhaupt zulassen, wenn „Forschen im Schwarm“ doch ungleich effizienter ist?

Abgesehen davon, dass diese Argumentation eine Art „naturalistischer Fehlschluss“ wäre, gibt es gute Gründe dafür, die „anarchischen Einzelfische“ gewähren zu lassen – ja sogar, sie stärker zu fördern als das momentan geschieht.

„Und die nicht ganz zum Thema passende Forschung wird passend gemacht.“

Warum? Weil Wissenschaft im Grunde genommen ein Suchprozess ist. Gesucht wird nach etwas, was man unglaublich altmodisch als „Wahrheit“ bezeichnen könnte. Gesucht wird nach Antworten auf Fragen, die vorher durch andere Antworten auf andere Fragen aufgetaucht sind. Gelegentlich kommt man bei dieser Suche an Lösungen vorbei, die das Leben der Menschen vereinfachen – man heilt Malaria (*schön wär's!*) oder Aids, man fliegt zum Mond oder findet heraus, wie man seine Mitmenschen effizienter ins Jenseits befördern kann. Das ist aber nicht der Grund, warum sich Wissenschaft auf den Weg gemacht hat. Wir betreiben Wissenschaft, weil wir wissen wollen, wie die Welt um uns herum aussieht und funktioniert.

Wenn man nicht so genau weiß, wo es hingeht, muss man eben suchen. Wissenschaft ist eine Art metaphysisches Topf-schlagen: So lange es warm und wärmer wird, so lange ist es sinnvoll, den eingeschlagenen Weg weiter zu verfolgen (und hier kann Schwarmintelligenz durchaus sinnvoll sein, weil Wissenschaft letztlich ein sozialer Prozess ist). In dem Moment, in dem das Publikum jedoch „Kälter“ ruft und man folglich auf dem Holzweg ist, muss

man die Richtung ändern – und gerade hier sind die „anarchischen Einzelfische“ dann ganz hilfreich. Sie sind nämlich die Kund-schafter, die womöglich einen neuen Weg aufspüren können.

Auch so was funktioniert in der Evolution neben dem Schwarmverhalten erstaunlich gut. Die vermutlich nicht sehr vernunftbegabten Bakterien tun nämlich dasselbe, wenn sie den Standort oder besser Liegeort der Fliegenleiche erschnüffeln: geradeaus schwimmen, solange die Konzentration des Lockstoffs steigt – und durch Rückwärtsdrehen der Geißel zu zufälligem Taumeln wechseln, wenn die Konzentration des Lockstoffs sinkt. Damit das ganze System erfolgreich funktioniert, muss man folglich nicht nur geradeaus schwimmen können, sondern der Kniff liegt auch darin, wie man taumelt.

Den Moment zu erspüren, in dem die Natur „kälter“ sagt, dann den Mut zu haben, die eingeschlagene Bahn zu verlassen, quer zum Strom zu schwimmen und zu taumeln – das sind genau die Punkte, an denen sich Wissenschaft weiter entwickelt. Gute

Wissenschaft heißt, auf gekonnte Weise scheitern können. Und merkwürdig: das Wort „effizient“ wirkt hier irgendwie fehl am Platz...

Was sich in Milliarden Jahren Evolution auf diese Art bewährt hat, ist vielleicht auch für die Forschungsförderung in Deutschland ein taugliches Modell: Wenn man die über „Schwarmintelligenz“ gefundenen Themen in exzellenten Clustern fördert, sollte man das „Taumeln“ nicht vergessen.

Dafür braucht man ein paar (meiner Meinung nach nicht zu wenige) „anarchische Einzelfische“, die den Raum in ganz anderen Richtungen erkunden als der Rest des Schwarms. Auch wenn es auf den ersten Blick als nicht sehr effizient erscheint, muss man diese am Leben lassen – nicht nur als Maßnahme des Naturschutzes, sondern aus purer Überlebensintelligenz. Denn manchmal können auch ganze Schwärme (siehe etwa Lemminge) in die Irre gehen.

Peter Nick ist Professor für Molekulare Zellbiologie am Botanischen Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

„Gute Wissenschaft heißt, auf gekonnte Weise scheitern können.“



INTERNATIONAL ACADEMY | RWTH AACHEN UNIVERSITY

Innovative online-course:

M.Sc. in Laboratory Animal Science

Facts of the course:

- Two year, part-time study course in English
- Innovative Blended- and e-learning concept: Lectures in form of webinars complemented by home studies plus attendance block in Aachen for skill training
- International renowned lecturers
- For medical doctors or veterinarians or natural scientists with experience in relevant fields

Curriculum:

- Ethics and Legislation in relation to the use of laboratory animals
- Management & Planning of Animal Facilities and Animal Experiments
- Laboratory Animal Science

Benefits for the graduates:

- Acquiring detailed and special knowledge on the latest scientific discoveries in laboratory animal science and alternative methods
- Ability to plan, conduct, evaluate and improve animal experiments according to the 3R principles as central aspect of the directive EU 2010/63
- Access to a wide range of leading careers in academia, industry and regulatory authorities

Contact:

Mrs. Mitra Rüländ
Kackertstr. 10, 52072 Aachen
Tel.: +49 241 80 23944
M.Rueland@academy.rwth-aachen.de
www.msc-lab-animal.com



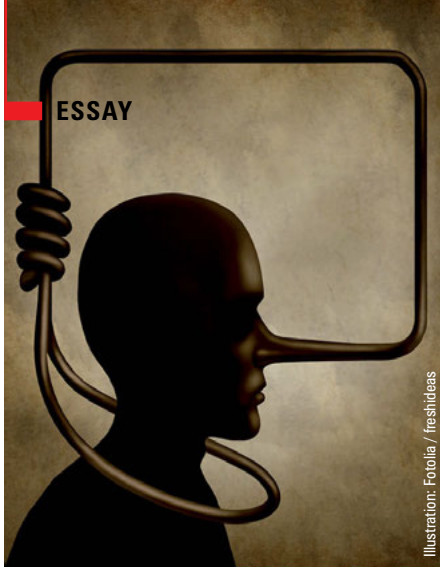


Illustration: Fotolia / freshideas

Zu Fragen des flüssigkeitsarmen Pelzwaschens

VON CORNELIUS FRÖMMEL, GÖTTINGEN

■ Warum scheut man sich, wissenschaftliches Fehlverhalten mit aller gebotenen Härte des Gesetzes zu bestrafen?

Beim Thema ‚Gute wissenschaftliche Praxis und deren Sicherung‘ wundere ich mich immer wieder über die Mutlosigkeit hier in Deutschland. Selbst den Wissenschaftsrat (WR), der 2015 ein Positionspapier „Empfehlungen zu wissenschaftlicher Integrität“ publizierte, kann ich von diesem Vorwurf nicht freisprechen (*Laborjournal* hat diese Empfehlungen einen „Papiertiger“ genannt!). Einerseits werden wichtige Probleme in dem Papier nicht behandelt (kursiv wörtliche Zitate): „[...] nicht in diesem begrenzten Rahmen behandelt werden kann das Thema *Korruption und Beeinflussung von Forschung durch (kommerzielle) Auftraggeber* [...]“, „das Themenfeld *Diskriminierung*“ und „[...] *Sanktion von Betrugsfällen*“. Und zum anderen werden zwei Verantwortungsträger – Souverän und Parlamente als Gesetzgeber wie auch die Studierenden – nicht berücksichtigt. Das Ombudswesen wurde schließlich als Lösung protegiert, ohne die Gefahren einer solchen Herangehensweise näher zu betrachten. Selbstverwaltung an der falschen Stelle wandelt sich schnell zu Selbstjustiz und verletzt damit den Grundsatz ‚Nemo iudex in sua causa‘.

Das Thema ‚Integrität der Wissenschaft‘ ist ein großes. Nicht etwa, weil es so viele Täterinnen und Täter gäbe (wie im normalen Leben ist die Zahl der unredlichen Wissenschaftlerinnen übrigens deutlich kleiner als die der unredlichen Kollegen). Kriminelle Wissenschaftler sind selten. Die Größe des Problems ergibt sich aus der Vielzahl der Untatbestände, aus Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen Vorsatz, bedingtem Vorsatz, Vorsatz durch Unterlassung, Fahrlässigkeit und ‚ehrbarem Irrtum‘, sowie aus der Beschwerlichkeit der Aufklärung und der Ahndung der Untaten. Und vielleicht der wichtigste Faktor für die Größe des Themas: Wissenschaftliches Fehlverhalten erodiert den Kern der Wissenschaft!

Akademisches Fehlverhalten hat in den letzten Jahren zunehmend Aufmerksamkeit erhalten, obwohl man es seit Anbeginn der Wissenschaften kennt. Auch für die akademische Welt gilt die 1895 von D. É. Durkheim gemachte Feststellung, dass Kriminalität ein normales Phänomen und unausrottbar ist („[...] *Es gibt keine Gesellschaft, in der keine Kriminalität existiert* [...], die (als Erscheinung) *unwiderleglich alle Symptome der Normalität aufweist* [...]“). Damit ist es auch für die Wissenschaft naheliegend, sich genauso wie die Gesellschaft gegen Kriminalität zur Wehr zu setzen. Warum sollte die Wissenschaft denn nicht

„Warum sollte die Wissenschaft denn nicht Anleihen am staatlichen Umgang mit Kriminalität aufnehmen – verteilt auf Legislative, Exekutive und Judikative?“

Anleihen am staatlichen Umgang mit Kriminalität, verteilt auf Legislative, Exekutive und Judikative, aufnehmen?

In der Wissenschafts-Community werden viele, sehr verschiedene akademische Delikte diskutiert (siehe Tab. 1). Die meisten Arbeiten zum Thema sehen jedoch das Erfinden (Fabrizieren), das (Ver)Fälschen von Daten und Ergebnissen, und das Plagieren (einschließlich des Autoplagiats – ein Straftatbestand, den es im Urheberrecht übrigens so nicht gibt) als die drei schwerwiegendsten angesehen (= FFP: Fabrication, Falsifying, Plagiarism).

Es fällt leicht, das Erfinden von Daten als kriminell zu charakterisieren, vorausgesetzt man kann es nachweisen. Bei ‚geschickten‘ Datenerfindern, die zum Beispiel die Häufigkeiten von Ziffern in digitalen Angaben (Benford-Verteilung) berücksichtigen oder ‚gut‘ positionierte Ausreißer miterfinden und dabei immer Zeugen vermeiden, ist das schwierig. Der Nachweis setzt den Zugang zu den Originaldaten voraus. Gleiches gilt für verfälschte Daten. Auch ist die Grenze zwischen den massiven Formen des Fehlverhaltens (FFP) und den in Tabelle 1 aufgeführten ‚Fragwürdigen Praktiken‘ nicht scharf. Wenn die Datensammlung früher beendet wird als geplant, weil das erwartete Resultat statistisch bestätigt scheint, muss man sich fragen, ob dies dem Verfälschen (FFP) oder eher den Fragwürdigen Praktiken wie unvollständigem Publizieren zugeordnet werden muss.

Als zwei weitere Beispiele sollen hier das Abschreiben (Plagieren) sowie die Problematik der ‚potentiellen Interessenkonflikte‘ näher betrachtet werden. Abschreiben (Plagiat Typ I) oder Ideendiebstahl (Plagiat Typ II) sind nicht selten, wobei der studentische Bereich häufiger betroffen ist. Die Analyse gestaltet sich von ‚einfach‘ (aus bekannten Texten kopierte Teile können Rechner leicht finden) bis ‚schwierig‘ und ‚fehlerbehaftet‘ (übersetzte oder umformulierte Texte). Dem Rechner entgeht (noch) die inhaltliche Bedeutung. Schwierigkeiten ergeben sich auch bei der Bewertung

vorgefundener Ähnlichkeiten zwischen einem ‚Quelltext‘ und der ‚Kopie‘.

Beispielsweise muss kein Ideenklau vorliegen, wenn zwei Gruppen das gleiche oder sehr ähnliche Projekte starten (und veröffentlichen) – manchmal liegen Ideen eben ‚auf der Straße‘. Ein berühmtes Beispiel ist die Entwicklung der Infinitesimalrechnung durch Leibnitz und Newton vor mehr als dreihundert Jahren. Andererseits kann es strittig sein, was als allbekannt gelten kann und nicht mit einem Zitat belegt werden muss. Zweifelsfrei kriminell jedoch ist das Stehlen von Ideen (Typ II Plagiat) – etwa aus Forschungsanträgen, die man für einen Förderer begutachtet.

Auch unredlich ist der Plagiat Typ III, bei dem Autoren Aussagen untergeschoben werden. Ein nettes Beispiel hierfür ist die Frage Violas in Shakespeare's „Twelfth Night; or, What You Will“, 3. Aufzug, 2. Szene: „Doch wozu ist des Weisen Torheit nützlich?“ (Schlegel'sche Übersetzung). Das Original lautet indes: „But wise men, folly-fall'n, quite taint their wit“ – und enthält nichts über einen potentiellen Nutzen der Torheit. Wie viele Zitate in wissenschaftlichen Arbeiten folgen diesem Schema?

Die Übernahme eines Artikels in das Literaturverzeichnis, ohne ihn je gelesen zu haben (beispielsweise aus einer andern Arbeit), findet sich wahrscheinlich bei mehr als einem Drittel der zitierten Arbeiten einer Publikation. Wiederum 30 Prozent der Zitate stützen nicht die Aussage, für die sie zitiert werden.

Wissenschaftler rühmen sich ihrer Objektivität und Unbeeinflussbarkeit. Bis vor einigen Jahren wurden die Aussagen „Wes Brot ich ess, des Lied ich sing“ oder „Geld verdirbt den Charakter“ als irrelevant für die Wissenschaftlergemeinschaft angenommen. So war es Usus, Auftrag- und Geldgeber einer Studie nicht zu nennen. Ein paar Skandale und leidvolle Erfahrungen später (*leidvoll* ist hier in Bezug auf so manche klinische ‚Gefälligkeitsstudie‘ durchaus wörtlich zu nehmen) ist heute das Nennen der Auftrag- und Geldgeber bei den meisten Zeitschriften (aber leider nicht bei allen) Pflicht – Stichwort pCOI (potential Conflict Of Interest, potentieller Interessenskonflikt). Aber kontrolliert das jemand? Werden pCOIs heute in einer öffentlich zugänglichen Datenbank hinterlegt?

Zur Häufigkeit ‚akademischer Delikte‘ findet man unterschiedliche Angaben. Pro Jahr werden zur Zeit etwa 2.000 Publikationen zurückgezogen. Bei einer Zahl von etwa zwei Millionen Veröffentlichungen pro Jahr ist das mit 0,5-1 Promille ein sehr seltenes Ereignis. Befragungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vermitteln jedoch ein anderes Bild. Die Häufigkeit der drei schweren Vergehen (FFP) für ein Wissenschaftlerleben wurde mit etwa 10 Prozent ermittelt – also einer von Zehn Wissenschaftlern tut es wenigstens ein Mal. Die leichteren Vergehen kommen laut Selbstauskunft je nach Untersuchungstyp auf 15 bis zu 90 Prozent. Das heißt im schlimmsten Fall: Nur einer von Zehn tut es nie! Vergleichbar häufig: 70 bis 90 Prozent der Studierenden schreiben mindestens einmal ohne Zitierung ab.

Fehlverhalten gibt es, seit es Menschen gibt – und verschwand und verschwindet offenbar auch nicht mit der Entwicklung der Wissenschaften seit der Aufklärung. Im Betrugslexikon des Georg Paul Hönn aus dem Jahre 1724 findet sich betrügerisches Fehlverhalten der Professoren (21 Arten) und Studenten (36 Arten) in reichlichem Maße – und da es bis heute beobachtet wird, kann akademisches Fehlverhalten mit Durkheim als *normal* angesehen werden. Für die *normalen* kriminellen Taten des Alltages werden mit gut strukturierten, gesetzlich definierten Prozeduren Antworten zu Schuld, Verantwortung und Haftung, Strafe, Sühne und Wiedergutmachung gesucht. Warum nicht in der Wissenschaft?

Bei allen akademischen Untaten begegnet uns ein Spektrum von ‚eindeutig kriminell‘ bis hin zu nicht-strafwürdigem, ‚ungezogenem Benehmen‘, von Dummheit über Ignoranz bis ‚Hinterher wissen wir es besser‘. Nachweise von Fehlverhalten bedürfen Sachkenntnis und sind schwierig. Vieles kann man nur eruieren, wenn der Zugang zu den Originaldaten gegeben ist und die Beteiligten befragt werden können. Wie bei der ‚Alltagskriminalität‘ ist ohne Berücksichtigung der Tatumstände eine faire Beurteilung unmöglich.

Entsprechende Vergehen rufen auch nach einer (rechtstaatlichen) angemessenen Ahndung. Ein Zeichen für korrektes

Tab. 1:

Formen akademischen Fehlverhaltens

Schwere Formen (‚FFP‘)

- Daten fabrizieren
- Daten fälschen, verfälschen, trimmen
- Plagiat, Autoplagiat

Fragwürdige Praktiken QRP (questionable research practice)

- Doppelpublikation
- Salamipublikation
- Ghostwriting
- Daten-/Ideeendiebstahl
- Publikationsbias
- In der Publikation werden nicht alle relevanten Daten, Maße usw. mitgeteilt
- In Publikationen werden nicht alle (Rand)Bedingungen mitgeteilt
- Anwendung falscher statistischer Methoden
- Rechenfehler in der Statistik
- Es werden mehr Daten gesammelt als geplant – bis Signifikanz auftritt
- Die Datensammlung wird früher beendet als geplant, weil das erwartete Resultat statistisch bestätigt scheint
- In Publikationen einen p-Wert ‚runden‘ (zum Beispiel $p = 0,05$ statt $p = 0,054$)
- Ausschluss von Daten, nachdem deren Einfluss auf das Ergebnis deutlich wurde
- Datensätze so auswählen, bis die Ergebnisse positiv erscheinen
- In Publikationen so berichten, dass (unerwartete) Befunde von Anfang an antizipiert wurden – beziehungsweise nur Thesen dargestellt werden, die erst nach Durchführung der Untersuchung abgeleitet wurden (HARK = Hypothesis After the Results are Known)
- Verschweigen des Einflusses demographischer Variablen (etwa Gender, Alter)
- Unberechtigtes beziehungsweise unkritisches Verwenden von Daten
- Nicht hinterlegen von Daten, Verschwinden von ‚Laborbüchern‘

Schlamperei

- Fehlerhafte Zitate (Angaben inkorrekt, Inhalte in der angegebenen Publikation nicht belegt)
- Schmeichelhafte Zitierungen
- Fehlerhaftes Peer-Review
- Bruch der Vertraulichkeit
- Verleumderisches Whistleblowing
- Ehrenautschaften, Unterdrückung von Auterschaften
- Unethisches Verhalten
- Unethische Versuche und Studien
- Verletzung des Ethikvotums, Untersuchungen ohne Ethikvotum
- Verletzung des Tierschutzvotums
- Fehlverhalten in der Zusammenarbeit
- Mobbing, Missgunst, Diskriminierung
- Schlechte oder fehlende Betreuung
- Ausbeutung anderer
- Versteckter oder offener Sexismus
- Nepotismus
- Sabotage
- Verleumdung
- Beleidigung
- Fehlerhaftes Peer Review

Handeln wäre vergleichbares Behandeln vergleichbarer Taten. Gerhard Dannemann und Debora Weber-Wulff haben sich in ihrem 2015er-Artikel „Viel Licht und noch mehr Schatten – Wie Universitäten auf Plagiatsdokumentationen reagieren“ intensiv mit der Plagiats-Problematik wissenschaftlicher Graduiierungsarbeiten in Deutschland befasst – und halten darin fest:

Die Maßstäbe sind uneinheitlich. Der Dokortitel kann etwa erhalten bleiben, obwohl sich auf 75 Prozent der Seiten Plagiate fanden – und er kann entzogen werden, wenn sich solche auf 39 Prozent der Seiten fanden.

den Austausch und die Vernetzung der Ombudspersonen sollen sich gemeinsame Bewertungsmaßstäbe bilden und Verfahren standardisiert werden.“ Alles gut, aber harmlos!

Man kann nur darüber spekulieren, warum der WR keinen anderen Weg vorschlug, der dem Artikel 103 GG besser gerecht wird („2. Eine Tat kann nur bestraft werden, wenn die Strafbarkeit gesetzlich bestimmt war, bevor die Tat begangen wurde.“). Warum befürwortet man keine ordentlichen Gesetze und Verfahren? „Sind wir Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht schon gequält genug? Die Polizei, Staatsanwälte, Anwälte und Richter nun als endgültige Zerstörer der vertrauensvollen Arbeit und grundgesetzlich garantierter Freiheiten anzufordern, ist Häresie.“ So werden manche rufen.

Tab. 2: Übersicht über rechtsstaatlich zu regelnde Aspekte

- Reichweite Zivilrecht, Reichweite Strafrecht
- Definition der Untaten (Betrug, Korruption,... fehlende Aufsichtspflicht,...)
- ‚Unabhängige Gerichtsbarkeit‘
- Revisionsverfahren
- Zuständigkeiten
- Untersuchungsrechte (Wer darf was einsehen?)
- Rechtssicherer und fairer Umgang mit Whistleblowern
- Zeugnisverweigerungsrecht
- Konsequenzen von Fehlverhalten (Strafen, arbeitsrechtliche Konsequenzen, Regelungen zur Bekanntgabe von Verfehlungen in Science Community und Öffentlichkeit, Veröffentlichung der Strafen, Geldbußen, Titelaberkennung,...)
- Haftung (Haushaltsgelder, Drittmittelgelder, Schmerzensgeld bei fehlerhaften Studien im Rahmen der Patientensicherheit?)
- Regelungen zur Löschung von Einträgen (etwa in einem ‚akademischen Führungszeugnis‘?)
- Regelungen zu Korrektur- und Rückziehungspflichten bei fehlerhaften Publikationen, Graduiierungsarbeiten
- Tatbestand ‚Unwürdigkeit‘? (Erweiterung der Strafen auf eigentlich vom Fehlverhalten nicht betroffene Bereiche, beispielsweise Entzug des Dokortitels bei späterem schweren Fehlverhalten)
- Bewährungsstrafen, Bewährungsregeln
- Verjährungsregelungen
- Regelungen zur Kostenübernahme der Verfahrensaufwendungen (bei Freispruch beziehungsweise nachgewiesenem Vergehen)
- Archivierung, Zugang und Nutzung von Originaldaten (Verantwortlichkeit, Umfang)

Illustration: Fotolia / freshideas

Vor etwa vierzig Jahren fürchtete sich die Medizin in gleicher Weise vor der Jurisprudenz. Und jetzt hat man sich sogar von in Sprache gegossenen Lügen verabschiedet. So wurde etwa der Verantwortung negierende Begriff ‚Kunstfehler‘ durch den Verantwortung heischenden ‚Behandlungsfehler‘ ersetzt. Medizinrecht ist heute ein ausdifferenziertes Rechtsgebiet, das fast tausendseitige Buch dazu ist seit 1983 in sieben Auflagen erschienen – und die Medizin ist nicht zusammengebrochen. Warum sollte der Wissenschaft beim Einzug weiterer rechtsstaatlicher Prinzipien der Untergang drohen?

Ist etwa die grundgesetzlich garantierte Wissenschaftsfreiheit in Gefahr? Wohl kaum. Auch in der Krankenversorgung sind eine Reihe von Artikeln des Grundgesetzes zu berücksichtigen – es gibt eine Vielzahl relevanter gesetzlicher Regelungen und ihre Einhaltung kann, wenn es notwendig erscheint, gerichtlich durchgesetzt werden. Ebenso wenig wie Prävention, Impfung, gesunde Ernährung, liebevoller Umgang miteinander und Stressvermeidung jegliche Erkrankung verhindern, so rotten das Vermeiden verbrechensfördernder Bedingungen oder Präventionsmaßnahmen

Man geht nicht nach ‚sine Ira et Studio‘ vor. Bislang werden etwa Politikerinnen und Politiker schneller und strenger verhandelt als aktive Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler.

Es gibt nur wenig Transparenz. Veröffentlichungen von Untersuchungsergebnissen aus der Science Community findet man nur selten.

Nimmt man diese Hinweise ernst, dann spricht einiges dafür, dass das Übel mit dem bisherigen Herangehen nicht bei der Wurzel gepackt werden kann.

Wie könnte man akademisch Kriminellen also besser in den Arm fallen? Denkbar ist, weiterhin Appelle zur Prävention verfassen. Wie etwa der WR 2015: Wir müssen „[...] den Fokus über die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis hinaus erweitern hin zu einer umfassenden Kultur der Redlichkeit und Qualität [...]“. Wir brauchen „[...]Vermittlung guter wissenschaftlicher Praxis vom Beginn des Studiums an, gute Beratung und Aufklärungsstrukturen in Konfliktfällen sowie eine stärkere Ausrichtung auf Qualität als auf Quantität in der gesamten Forschungs- und Publikationspraxis.“ Weiterhin könnte eine „[...] institutionenübergreifende Einrichtung“ gebildet werden. „Durch

kein kriminelles akademisches Verhalten aus. Zum Umgang mit Kriminalität gehört neben der Vorbeugung, die nie (!) alles verhindern kann, gleichermaßen die Aufdeckung der Untaten wie auch ihre angemessene Ahndung. Ohne Strafen entspricht der Umgang mit wissenschaftlichen Fehlverhalten dem Spruch „Wasch‘ mir den Pelz, aber mach‘ mich nicht nass!“

Gerne wird in diesem Zusammenhang die Gefahr gemäß dem Spruch „Vertrauen ist gut – Kontrolle ist besser!“ gesehen (eine Lenin zugeschriebene Interpretation des russischen Sprichworts ‚Доверяй, но проверяй!‘. Kontrollwahn stünde also vor der Tür! Das zitierte Original macht aber keine Relation auf zwischen dem, was gut und was besser ist, sondern konstatiert, dass man zwar vertrauen sollte, sich aber nicht nehmen lassen sollte, die Angelegenheit(en) jeweils im Nachgang genauer anzuschauen. Nichts anderes macht Wissenschaft schon immer (wenn auch zur Zeit etwas weniger, Reproduktion von Ergebnissen ist gerade ein aktuelles Problem). Andererseits mussten und müssen Forscherinnen und Forscher der guten und akzeptierten Ordnung halber schon immer gut protokollieren – folglich entstünde auch kein höherer Dokumentationsaufwand.

Das genaue Hinsehen sollte ein ganzes Spektrum von Möglichkeiten umfassen – vom kollegialen Gespräch über Probleme, Befassung durch Ombudsgremien bis in zur rechtlichen Prüfung durch Gerichte. Das Gegenteil wäre die Anwendung eines Zunftrechtes in Form der ‚Selbstreinigungskraft der Wissenschaft‘. Dabei wird der Öffentlichkeit weisgemacht, dass all die unschönen Dinge der schlechten wissenschaftlichen Praxis mittels wissenschaftsimmanenter Kräfte erkannt, umfänglich ermittelt und angemessen geahndet werden können. (WR: *„Es ist daher eine beständige Aufgabe der Wissenschaft, sich im Sinne von Selbstbeobachtung und Selbstkontrolle um Rahmenbedingungen und Regeln zu bemühen, die wissenschaftliche Redlichkeit unterstützen.“*). Es schaut so aus, als wolle sich die Science Community gegen Eindringlinge schützen. Wir Wissenschaftler sind Legislative, Exekutive und Judikative in einem! Auf diese Weise entsprechen die Vorschläge des WR in gewissem Sinne tatsächlich einer akademischen Adaptation des ‚flüssigkeitsfreien Pelzwaschens‘.

So umfangreich die akademischen Untaten sind, so breit sind die Anforderungen an die Entwicklung eines ‚Wissenschaftsrechts‘ (Tab. 2) – wobei die juristischen Ansprüche auf Grund der Nähe zu grundgesetzlichen Vorgaben hoch sind.

Dabei verbergen sich hinter den einzelnen Stichworten oft ganze Suiten von Problemen. So wäre zum Beispiel bei der Verjährung zu klären, ob überhaupt und welche Fristen sinnvoll

„Ohne Strafen entspricht der Umgang mit wissenschaftlichen Fehlverhalten dem Spruch ‚Wasch‘ mir den Pelz, aber mach‘ mich nicht nass!‘“

sind. Wie soll mit dem *Corpus delicti* des Fehlverhaltens (etwa der Promotionschrift) umgegangen werden? Eine Verjährung würde die Tat nicht ungeschehen machen. Es bleibt aber zu klären, wie das Fehlverhalten berichtet (Kennzeichnung der jeweiligen Fehler in Text, Bild, Zitat usw.) und der Text berichtet werden müssen. Ebenso komplex sind Haftungsfragen und die Ahndung der Untaten bis hin zu ihrer zivil- beziehungsweise strafrechtlichen Würdigung. Es kann nicht sein, dass es mehr oder weniger nur kleine Strafmaßvariationen (‚Akademische Todesstrafe Titelaberkenning‘ oder erhobener Zeigefinger) bei der Vielzahl unterschiedlicher Taten gibt.

Wissenschaftliches Fehlverhalten auszurotten ist unmöglich – ihm vorzubeugen, es zu erkennen und es zu ahnden sehr wohl! Wie beginnt die Pressemitteilung des Wissenschaftsrates zum Thema? *„Wir brauchen mehr als Regeln.“* Ja, wir brauchen grundgesetzfeste rechtliche Regelungen, auch in Gesetzesform samt unabhängiger Gerichte. Das heißt nicht, dass *alles* detailliert in Gesetze gegossen werden muss – es genügt oft, dass die Universitäten die Regelungskompetenz erhalten *und* wahrnehmen (müssen).

Cornelius Frömmel war bis 2012 Dekan des Fachbereichs Humanmedizin sowie Vorstandssprecher der Universitätsmedizin Göttingen. Im April 2012 übernahm er dort auf eigenen Wunsch die Gründungsprofessur Orthobionik.

F · S · T[®]
FINE SCIENCE TOOLS

STATE OF THE ART

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

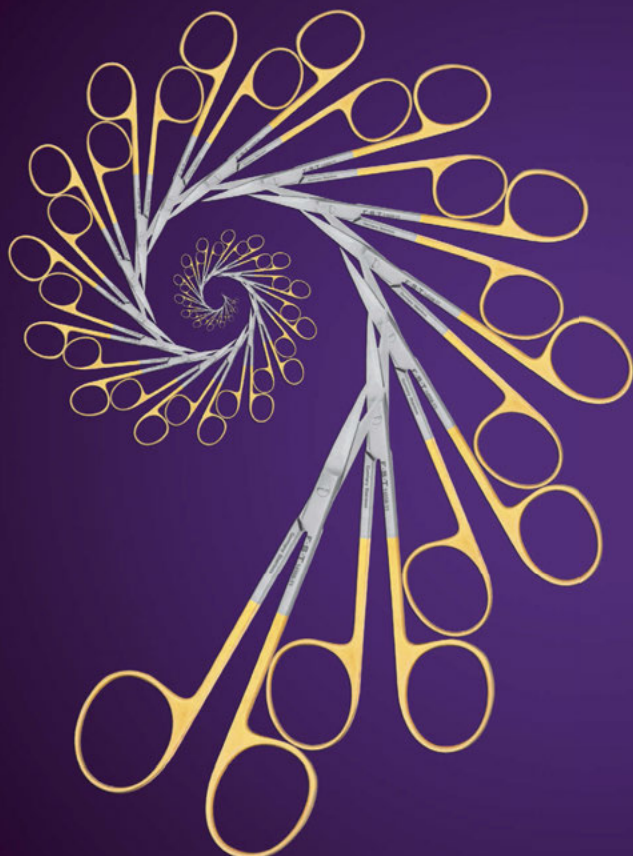




Illustration: Fotolia / freshideas

Mehr Effizienz durch Wettbewerbe?

VON MATTHIAS BINSWANGER, OLTEN (CH)

■ Zu meinen, künstlich inszenierte Wettbewerbe steigerten die Effizienz der Forschung, ist Unsinn. In der Wirtschaft weiß man das schon länger.

In vielen Bereichen der Wirtschaft gibt es keine oder nur unvollständig funktionierende Märkte. Im Zuge einer zunehmenden Markt- und Wettbewerbsgläubigkeit ist man daher über die letzten Jahrzehnte auf die fatale Idee gekommen, künstliche Wettbewerbe zu inszenieren, um so die angeblich überlegene Effizienz der Marktwirtschaft bis in den hintersten Winkel jeder öffentlichen und privaten Institution voranzutreiben. Mit missionarischem Eifer werden überall Leistungsanreize gesetzt, doch was dabei als Leistung herauskommt, ist in Wirklichkeit meist Unsinn. Ein neues Gespenst geht also um in Europa. Es ist das Gespenst des künstlichen Wettbewerbs, welches sich zu einer neuen Ideologie entwickelt hat, in die sich ein großer Teil von Politik und Wirtschaft verrannt hat (siehe Binswanger, 2010).

Betrachten wir die Politik der letzten 25 Jahre, dann sind es überraschenderweise gerade sozialistische Regierungen, welche die Idee des künstlichen Wettbewerbs am stärksten vorangetrieben haben. Diese waren nämlich schon seit längerer Zeit daran, ihre alte, an Marx orientierte Ideologie über Bord zu werfen – und da kam ihnen der mit den Regierungen Thatcher und

Reagan verbreitete neue Wettbewerbsenthusiasmus gerade recht. Zwar predigten sie keinen Staatshass im Sinne Milton Friedmans, aber staatliche Institutionen sollten durch künstlich inszenierte Wettbewerbe auf Pseudomärkten entbürokratisiert und auf Effizienz getrimmt werden.

Allen voran ging dabei der „sozialistische“ Nachfolger Margaret Thatchers, Tony Blair, indem er mit entsprechenden Reformen den bisherigen bürokratischen Staat (beziehungsweise das, was von diesem nach der Ära Thatcher noch übrig war) umzukrempeln versuchte. Wegen der Ähnlichkeit seiner Politik zu derjenigen seiner Vorgängerin bezeichnete ihn der Britische Historiker Hobsbawm daher als eine „Maggie Thatcher in Hosen“.

Im Schlepptau dieser „Maggie Thatcher in Hosen“ fühlte sich dann auch Gerhard Schröder in Deutschland dazu berufen, überall im Staat Wettbewerb zu propagieren – womit die Inszenierung künstlicher Wettbewerbe endgültig zum Standardprogramm „fortschrittlicher Sozialisten“ wurde.

Doch nicht nur die Politik, sondern auch Beratungsfirmen wie McKinsey sprangen auf den Zug auf. Diese hatten jetzt die monetär sehr attraktive, vom Steuerzahler finanzierte Gelegenheit, auch staatliche Institutionen wie Universitäten oder Spitäler zu „beraten“ – und ihnen zu zeigen, wie man diese „marktwirtschaftlich“ auf Vor-

dermann bringt und überall Wettbewerb walten lässt. So wird also heute politisch von rechts bis links Wettbewerb auch außerhalb des Marktes gepredigt, ohne dass man sich der negativen Folgen dieser neuen Ideologie bewusst ist.

In diesem Zusammenhang werden oft die Begriffe „Markt“ und „Wettbewerb“ in einen Topf geworfen, nach dem Motto: Wo Markt ist, da ist auch Wettbewerb – und umgekehrt. Doch das ist ein gewaltiger Irrtum. Markt und Wettbewerb sind keine siamesischen Zwillinge. Auf der einen Seite haben wir Märkte mit sehr wenig Wettbewerb, wie etwa bei einem Monopol oder einem

„Das Gespenst des künstlichen Wettbewerbs hat sich zu einer neuen Ideologie entwickelt.“

Kartell; und umgekehrt gibt es unzählige Wettbewerbe, die mit einem Markt überhaupt nichts zu tun haben, wie etwa

im Sport. Bei diesen Wettbewerben gibt es dann keinen Preismechanismus, der eine Anpassung des Angebots an die Nachfrage erzwingt, wie das bei einem funktionierenden Marktwettbewerb der Fall ist. So liefern sich die Läufer bei einer Olympiade einen Wettkampf um Medaillen, Ritter bestritten Turniere, um als Trophäe eine Braut entgegenzunehmen, und Wissenschaftler wetteifern miteinander um den Zuschlag eines Forschungsprojekts. All das sind Beispiele für Wettbewerbe ohne Markt.

Allgemein herrscht unter den Wettbewerbsenthusiasten die Ansicht, dass Wettbewerbe auch ohne Märkte für optimale Resultate sorgen. So lesen wir etwa in einer

von der Schweizerischen Grossbank UBS herausgegebenen Broschüre „Verwaltungsmanagement“ (2005, S. 20):

„Der Staat muss daher in allen Bereichen vermehrt Wettbewerbssituationen schaffen, selbst dort, wo die Aufgaben beziehungsweise Leistungsangebote nicht direkt dem freien Markt ausgesetzt werden können. [...] Wo für öffentliche Dienstleistungen aus irgendwelchen Gründen kein marktwirtschaftlicher Wettbewerb geschaffen werden kann, müssen wettbewerbsähnliche Maßnahmen an dessen Stelle treten.“

Also versucht man überall, künstliche Wettbewerbe zu inszenieren, um so auch Bereiche wie Wissenschaft, Bildung oder Gesundheitswesen auf Effizienz zu trimmen. Wie im Spitzensport soll ein stetiger Wettkampf um Höchstleistungen stattfinden.

In der Realität erweist sich dieses Ideal aber schnell als naiver Wunschtraum. Würden „Wettbewerbe ohne Markt“ nämlich funktionieren, dann hätten auch die kommunistischen Planwirtschaften erfolgreich sein müssen. Dort gab es keinen Markt, aber jede Menge künstlich inszenierter

Wettbewerbe, um so trotzdem Anreize für mehr Effizienz zu setzen.

In der ehemaligen DDR nannte man das sozialistischen Wettbewerb, denn schon Lenin schrieb nach dem Erfolg der Revolution in Russland: „Jetzt, da eine sozialistische Regierung an der Macht ist, besteht unsere Aufgabe darin, den Wettbewerb zu organisieren“ (Lenin, 1961, S. 405).

Doch die sozialistische Planwirtschaft mit ihren künstlich inszenierten Wettbewerben scheiterte kläglich – und genau so kläglich scheitern wir auch mit den heutigen, künstlich inszenierten Wettbewerben.

Ein Beispiel aus der Zeit der Planwirtschaft möge das Problem illustrieren. Der ehemalige tschechische Wirtschaftsminister zur Zeit des Prager Frühlings und spätere Professor für Volkswirtschaftslehre an der Universität St. Gallen, Ota Sik, dessen Vorlesungen ich selbst in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts besucht habe, erzählte uns dazu folgende Geschichte. Wie andere Produktionsbetriebe auch,

war die Schuhindustrie in der Sowjetunion durch geringe Arbeitsproduktivität und eine gewaltige Ressourcenverschwendung geprägt. Niemand hatte einen Anreiz, sich

Mühe zu geben, denn die Löhne waren von der Produktion vollkommen unabhängig – und dazu auch noch auf geringem Niveau. Was also tun in dieser Situation? Die naheliegendste Lösung, näm-

lich die Einführung von Märkten, war aus ideologischen Gründen nicht möglich. So blieben nur künstlich inszenierte Wettbewerbe, um bestimmte positive Effekte einer Marktwirtschaft zu simulieren – was ideologisch weniger bedenklich war. Also begannen die Wirtschaftsexperten mit der Suche nach Leistungskriterien, um deren Erfüllung sich die Arbeiter dann einen Wettbewerb liefern sollten.

Für die Schuhindustrie kamen die Experten auf die brillante Idee, einen Wettbewerb um möglichst hohen Materialverbrauch zu veranstalten, und den besten Arbeitern dann entsprechende „Leistungs-

„Würden Wettbewerbe ohne Markt funktionieren, hätten auch die kommunistischen Planwirtschaften erfolgreich sein müssen.“

Fast track your sequencing results



NEW

ExoSAP-IT[®] Express PCR Cleanup Reagent

- Easy to use—one simple pipette step minimizes errors
- Improved efficiency—novel enzyme enables new 5 min protocol
- Reliable—superior sequencing results every time

GET YOUR FREE SAMPLE

Take a test ride to better results

usb.affymetrix.com/tryexpress

© 2016 Affymetrix Inc. All rights reserved.
For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures.

prämiert“ zu zahlen. Der Gedanke hinter dieser Tonnenideologie ist durchaus nachvollziehbar. Wer mehr Schuhe produziert, braucht mehr Material, dessen Verbrauch sich wiederum in Gewichtseinheiten messen lässt. Doch das Resultat war anders, als die Experten sich dies vorgestellt hatten. Im Verlauf weniger Jahre wurden die Schuhe immer schwerer. Die zuvor nur wenig motivierten Arbeiter in der Schuhindustrie zeigten sich plötzlich innovativ und entwickelten kontinuierlich neue Modelle, bei denen sie noch mehr Material verwenden konnten. Materialintensität ist allerdings nicht gerade eine Eigenschaft, die der Konsument beim Kauf eines Schuhs besonders schätzt. Statt die Effizienz der Wirtschaft zu erhöhen, bewirkte der künstlich inszenierte Wettbewerb die Produktion von immer klobigeren und unbequemen Schuhen, die schließlich niemand mehr tragen wollte. Die hohe „Wettbewerbsfähigkeit“ der sowjetischen Arbeiter in der Schuhindustrie erwies sich folglich als fatal.

Schön, wird man sagen – das beweist eben die Unmöglichkeit eines planwirtschaftlichen Systems, welches zum Glück der Vergangenheit angehört. Die Schuhversorgung klappt in unseren Marktwirtschaften nämlich ganz hervorragend, und der Konsument kann aus einem Riesangebot an modischen und leichten Schuhen auswählen.

Doch wenn wir uns einmal etwas genauer umsehen, dann können wir heute ganz ähnliche Phänomene wie in der planwirtschaftlich organisierten Schuhindustrie beobachten. Wiederum liefern sich tausende von Menschen mit Akribie und Fleiß in großem Umfang Wettbewerbe um irrelevanten Leistungen und Produkte, die niemand haben will und deren Nutzen für den Normalsterblichen

im Verborgenen bleibt. Nur ist der normale Konsument meist weniger davon betroffen, als durch die zu schwe-

„Künstliche Wettbewerbe um messbare Kennzahlen pervertieren das Verhalten.“

ren Schuhe in der Sowjetischen Planwirtschaft. Mit vielen der durch künstliche Wettbewerbe in Wissenschaft, Bildung oder Gesundheitswesen erzeugten „Leistungen“ und „Produkte“ kommt er im Alltag gar nicht in Kontakt und merkt somit unmittelbar kaum etwas von diesem ganzen Unsinn.

Doch nicht nur die Produkte, auch das Verhalten wird durch künstlich inszenierte Wettbewerbe um messbare Kennzahlen pervertiert.

Ganz allgemein ist es mit der Korrelation von gemessenen Indikatoren und tatsächlich relevanten Leistungen in einer modernen Wirtschaft nicht weit her. Neh-

men wir als Beispiel einmal die Kundenzufriedenheit, deren Verbesserung sich viele Organisationen auf die Fahne geschrieben haben. Heutzutage spricht man nämlich überall von Kunden: Staatsbürger sind Kunden der öffentlichen Verwaltungen, Studenten sind Kunden der Universitäten und Patienten sind Kunden ihrer Ärzte.

Demzufolge ist die Steigerung der Kundenzufriedenheit das A und O nicht nur jeder privatwirtschaftlichen, sondern auch fast jeder öffentlichen Tätigkeit. Doch die Erzeugung von „Kundenzufriedenheit“ lässt sich als Leistung nicht direkt quantifizieren und messen. Also müssen Indikatoren her, die diese Kundenzufriedenheit irgendwie abbilden.

Mit der Entwicklung solcher Indikatoren sind Wissenschaftler und Berater seit längerer Zeit intensiv beschäftigt. Ein Aspekt der Kundenzufriedenheit ist zum Beispiel der schnelle und effiziente Umgang mit Beschwerden. Um diesem Umgang auf die Spur zu kommen, kann man etwa ermitteln, wie viele Kunden länger als zehn Tage auf die Behandlung ihrer Beschwerde warten mussten. Dieser Indikator hat den Vorteil, dass er leicht messbar ist, aber den Nachteil, dass seine Erhöhung kaum etwas zur Kundenzufriedenheit beiträgt. Werden die dafür zuständigen Mitarbeiter nämlich aufgrund dieses Indikators beurteilt, dann werden sie sich bald darauf konzentrieren, Beschwerden von Kunden zu erledigen, die bereits acht oder neun Tage warten, so dass die Grenze von zehn Tagen in keinem Fall überschritten wird. Sie gewinnen aber nichts, wenn sie gerade neu eintreffende Beschwerden bearbeiten, denn deren Be-

arbeitung führt zu keiner Verbesserung des gemessenen Resultats. Die Folge davon ist, dass die durchschnittliche Zeit für die Bear-

beitung von Beschwerden zunehmen wird, was der Kundenzufriedenheit insgesamt nicht zu- sondern abträglich ist.

Natürlich wird man dieses kontraproduktive Resultat früher oder später (meistens später) anhand der Reaktionen von Kunden bemerken, und nach langen Diskussionen und Sitzungen darauf kommen, nicht die Zahl der Beschwerden zu messen, die länger als zehn Tage nicht bearbeitet wurden, sondern die durchschnittliche für die Bearbeitung aufgewendete Zeit. Doch auch die Freude über diese zunächst brillant anmutende Lösung wird nicht lange anhalten. Beurteilt man die Mitarbeiter

„Wie die Indikatoren mit der gesuchten Leistung zusammenhängen, wird zur Black Box.“

nach dem neuen Indikator, dann werden sie sich mit der Zeit auf die leichten Fälle konzentrieren und diese auch umgehend beantworten. Schwierige Fälle lassen sie hingegen links liegen, denn deren Bearbeitung „lohnt“ sich nicht mehr. Auf diese Weise wird sich der gemessene Indikator zwar verbessern, doch die Kunden, deren Beschwerden unerledigt bleiben, werden ihr Missbehagen kaum für sich behalten und dem Image der Organisation schaden.

Die beiden eben beschriebenen Verhaltensreaktionen auf die Beurteilung von Mitarbeitern anhand von Indikatoren sind absolut typisch. Im ersten Fall konzentrierten sie sich darauf, einen bestimmten messbaren Aspekt der Kundenzufriedenheit zu erfüllen und vergaßen das eigentliche Ziel ihrer Tätigkeit. Im zweiten Fall konzentrierten sich die Mitarbeiter auf die Bearbeitung der leichten Fälle und ließen die komplizierten Beschwerden links liegen. Sie begannen damit Rosinen zu picken, was im angelsächsischen Sprachraum unter dem Begriff „Cream Skimming“ oder „Cherry Picking“ diskutiert wird.

Doch zurück zu unserem Beispiel und der Suche nach Indikatoren zur Messung von „Kundenzufriedenheit“. Hat man einmal festgestellt, dass sich der erfolgreiche Umgang mit Beschwerden mit keinem Indikator adäquat beurteilen lässt, wird man sicher bald zur Erkenntnis gelangen, dass es stattdessen ein ganzes Kennzahlen- oder Indikatorensystem braucht. Im einfachsten Fall kombiniert dieses einfach die beiden oben schon erwähnten Indikatoren. Es wird also die Zahl der Beschwerden, die länger als zehn Tage nicht bearbeitet wurden, kombiniert mit der durchschnittlichen Bearbeitungszeit – und beide Indikatoren werden dann mit je fünfzig Prozent gewichtet.

Doch schon bei einem so einfachen Indikatorensystem ist vom Schiff aus nicht mehr erkennbar, welche Anreize dadurch genau geschaffen werden. Zwar werden die durch die einzelnen Indikatoren gesetzten negativen Anreize abgeschwächt, aber genau dasselbe gilt auch für die beabsichtigten positiven Anreize. So wird der Anreiz, schwierige Fälle einfach liegen zu lassen, geringer, aber genau dasselbe gilt auch für den beabsichtigten Anreiz, die durchschnittliche Bearbeitungszeit zu reduzieren.

Je komplexere Indikatorensysteme eingeführt werden, umso komplexer werden auch die dadurch erzeugten Anreize. Für

die Mitarbeiter wird es immer unklarer, wie sie sich optimal verhalten sollen, um bei den Indikatoren möglichst gut abzuschneiden. Und wie die Indikatoren mit der gesuchten Leistung (in diesem Fall Kundenzufriedenheit) wirklich zusammenhängen, wird zu einer Black Box. So setzt ein Indikatorensystem mit vielen Indikatoren kaum mehr wirksame Anreize und erzielt deshalb auch keine Leistungssteigerungen weder im erwünschten noch im unerwünschten Sinn. Hingegen führt die Entwicklung, Erhebung und Auswertung der Indikatoren zu einem enormen zusätzlichen bürokratischen Aufwand. Es werden in großem Ausmaß Potemkinsche Dörfer gebaut, bei denen mit Hilfe von Computern Unmengen an irrelevanten Daten erfasst, verarbeitet und gespeichert werden, die ein Wissen über die Qualität von Leistungen vorgaukeln, das in Wirklichkeit nicht vorhanden ist.

Zusammengefasst sorgen künstlich inszenierte Wettbewerbe im Gegensatz zu einem funktionierenden Marktwettbewerb also nicht dafür, dass die Produktion optimal auf die Bedürfnisse der Nachfrager angepasst ist. Nur wo Wettbewerb und Markt zusammenfallen und Marktwettbewerb herrscht, kann die von Adam Smith erstmals beschriebene „unsichtbare Hand“ unter bestimmten Bedingungen über das Preissystem wirken und für Effizienz sorgen. Bei Wettbewerben ohne Markt ist das hingegen nicht der Fall. Statt an den Bedürfnissen der Nachfrager orientieren sich die Produzenten eines Produktes oder einer Leistung an irgendwelchen Kennzahlen oder Indikatoren, die für den Erfolg im Wettbewerb maßgebend sind. Die Ausrichtung an diesen Kennzahlen führt jedoch nicht zu Effizienz, sondern sorgt für perverse Anreize, die dann folgerichtig auch perverse Resultate ergeben.

Dummerweise wird heute aufgrund solcher künstlich inszenierter Wettbewerbe massenhaft Unsinn produziert. Da werden von Wissenschaftlern mit Fleiß und Akribie jedes Jahr in Tausenden von Fachzeitschriften über Hunderttausende von Seiten hinweg Fragen beantwortet, deren Antwort niemand wissen will (siehe Binswanger, 2011). In unzähligen Projekten werden von Planern und Strategen Konzepte für Reformen und Neuorganisationen entworfen, ohne dass jemand Bedarf dafür angemeldet hat. Immer mehr junge Menschen werden über lange Jahre als Studenten in Hochschulen ausgebildet,

um irgendwelche Bachelors und Masters zu erwerben, die nichts zu ihrem Können in ihrem zukünftigen Berufsleben beitragen. Es werden immer mehr medizinische Untersuchungen und Tests für die Prävention von Krankheiten durchgeführt, die nie eintreten. Und wenn wir einen für uns geeigneten Joghurt oder eine geeignete Universität auswählen wollen, werden wir mit aufwendig erstellten Qualitätslabels und Zertifikaten konfrontiert, die uns bei der Auswahl keine Hilfe sind.

Diese Entwicklungen sind aber, so wird uns gesagt, zentral für unseren Wohlstand und unser persönliches Wohlbefinden. Je mehr Fachartikel publiziert werden, je mehr Reformen durchgeführt werden, je mehr Menschen studieren, je mehr medizinische Untersuchungen wir haben, je mehr Qualitätslabels ausgestellt wurden – umso besser gehe es uns. Nur leider ist das nicht der Fall. Die Produktion nutzloser Erzeugnisse schafft zwar Arbeitsplätze, doch verhindert sie gleichzeitig

die Produktion der qualitativ wertvollen Erzeugnisse, die tatsächlich benötigt werden. Sinn wird durch Unsinn verdrängt, Qualität durch Quantität – und die Freude an einer Tätigkeit durch Zuckerbrot und Peitsche.

Auf diese Weise ist eine neue Wettbewerbsbürokratie entstanden, welche die alte Beamtenbürokratie abgelöst hat. Doch die neue Bürokratie ist viel raffinierter, da sie unter dem Deckmantel von Markt, Wettbewerb und Effizienz daher kommt.

Matthias Binswanger ist Professor für Volkswirtschaftslehre an der Fachhochschule Nordwestschweiz in Olten und Privatdozent an der Universität St. Gallen. 2010 erschien von ihm das Buch „Sinnlose Wettbewerbe. Warum wir immer mehr Unsinn produzieren“.

Literatur

- Binswanger, M. (2010). Sinnlose Wettbewerbe. Warum wir immer mehr Unsinn produzieren. Freiburg, Herder Verlag.
- Binswanger, M. (2011). Künstliche Inszenierung – Über Wettbewerbe in *Forschung und Lehre*, in *Forschung & Lehre* 7/11
- Lenin, W. (1961). Werke Band 26, September 1917 – Februar 1918. Berlin, Dietz Verlag, S. 405
- UBS (2005). *Verwaltungsmanagement*. UBS Outlook, Impulse zur Unternehmensführung.

Introducing the new FACSVia™ system



Fast, easy quality control

The new BD FACSVia™ system delivers fast, effective leucodepletion testing for blood product manufacturing, allowing you to improve both quality control and workflow efficiency. The system delivers full-function clinical flow cytometry capabilities in a small, cost-effective, and easy-to-use format that's optimized for your quality control processes.

Discover more at:

bdbiosciences.com/eu/go/facsvia

BD
Tullastr. 8 – 12
69126 Heidelberg
t: +49 6221 305 0
f: +49 6221 305 216



bd.com

© 2016 BD. BD and the BD Logo are trademarks of Becton, Dickinson and Company.



Offenheit muss sich lohnen

VON BERNHARD FECHER, BERLIN

Illustration: Fotolia / Freshideas

■ Nach dem Willen des EU-Rats „Wettbewerbsfähigkeit“, sollen bis 2020 Forschungsdaten möglichst nachnutzbar im Netz veröffentlicht werden. Eine „Kultur der Datenoffenheit“ wird jedoch nur entstehen, wenn die entsprechenden Systeme direkt auf die Reputation der Forscher abzielen.

An die Offenlegung von Forschungsprimärdaten werden hohe Erwartungen geknüpft. Vor allem soll Forschung dadurch effizienter werden. Schließlich kann man mit offengelegten, „alten“ Daten ohne eigenen Erhebungsaufwand neuen Fragestellungen nachgehen. Zudem wird im Falle einer frühzeitigen Veröffentlichung von Daten (oder durch die Pre-Registrierung von Erhebungen, wie in der Psychologie angedacht) die Gefahr von Mehrfacherhebungen reduziert (Buck, 2015).

Darüber hinaus sollen durch den offenen Zugang zu Publikationsdaten Ergeb-

nisse überprüfbarer werden, indem etwa Re-Analysen ermöglicht werden. Schon jetzt ist in der Publikationsflut eine eingehende Qualitätssicherung der Ergebnisse allein durch Peer-Review unmöglich (Ioannidis, 2005). Die dadurch sicherlich mitverursachte „Replikationskrise“ war dem *Economist*, der sich sonst selten wissenschaftspolitischen Themen annimmt, immerhin eine Titelseite wert. Datenbasierte Replikationsstudien, etwa in der Lehre, könnten da vertrauensstiftend wirken.

Neben diesen, vor allem wissenschaftsimmanenten Vorteilen sind Daten aus dem Forschungsbetrieb aber natürlich auch in anderen Kontexten nützlich. Die Messdaten des *US National Weather Service (NWS)* werden auch von privaten Wetterunternehmen genutzt, was einem Wirtschaftswert – gemessen am Umsatz – von immerhin 1,4 Milliarden Euro entsprechen soll. Die *NASA Landsat*- Bilddaten werden bei *Google Earth* genutzt (OECD, 2015). Bürgerwissenschaftsprojekte, wie *GalaxyZoo*, bei dem Nutzer Satellitenbilder des *Sloan Digital*

Sky Survey annotieren, zeigen zudem, dass wissenschaftliche Daten auch Potential für den Wissenstransfer haben (Franzoni and Sauermann, 2014).

In Anbetracht der großen Hoffnungen, die in die Nachnutzung von Forschungsdaten gesetzt werden, ist es wenig verwunderlich, dass der offene Zugang zu Forschungsdaten ganz oben auf der forschungspolitischen Agenda steht. Neelie Kroes, die damalige EU-Kommissarin für die digitale Agenda, erkennt darin einen „Boost“ für die europäische Innovationskraft (Kroes, 2012). Mit der *European Open Science Cloud* werden bereits entsprechende Weichen gestellt. Für die Wissenschaftspolitik ist

„Jeder Forscher weiß um das Potential von Daten für den wissenschaftlichen Fortschritt, aber nur wenige stellen sie zur Nachnutzung bereit.“

der offene Zugang zu Forschungsdaten ein effizienter Einsatz von Ressourcen und eine Investition in die gute wissenschaftliche Praxis. Sie übersetzt

Robert K. Mertons Ideale der *organisierten Skepsis* und der *kommunistischen* Behandlung wissenschaftlicher Produkte quasi ins digitale Zeitalter.

Zwischen Anspruch und Wirklichkeit liegen allerdings Welten. Vorzeigefälle für

die Nachnutzung von Forschungsdaten stammen fast immer aus der Großgeräteforschung (beispielsweise vom CERN oder dem Sloan Digital Sky Survey (SDSS)), institutionellen Services (wie beim Sozi-ökonomischen Panel des deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW)) oder massiven Verbundanstrengungen (etwa dem *Human Genome Project*). In der "Small Science", also unter Einzelforschern und kleinen Forscherteams, werden Daten dagegen nur sehr verhalten geteilt. Wenn überhaupt stellen Forscher ihre Daten denjenigen Kollegen zur Verfügung, die sie kennen. In einer Befragung von 1.560 Wissenschaftlern aller Disziplinen, die Kollegen und ich im letzten Jahr durchgeführt hatten, stimmten 76 Prozent der Befragten zu, dass Forscher ihre Daten veröffentlichen sollten. 88 Prozent der Forscher nutzten regelmäßig Daten, die sie nicht selbst erhoben haben. Aber: Nur 13 Prozent der Befragten haben jemals ihre Daten offengelegt (Fecher *et al.*, 2015).

Darin offenbart sich ein soziales Dilemma. Jeder Forscher weiß um das Potential von Daten für den wissenschaftlichen Fortschritt, aber nur wenige stellen sie zur Nachnutzung bereit. Mit Forschungsdaten verhält es sich in etwa wie mit dem elektronischen Auto, von dem jeder weiß, dass es gut für die Umwelt ist – man sieht aber lieber den Nachbarn mit einem fahren.

Es ist allerdings nicht unbedingt den Forschern anzukreiden, dass sie ihre Daten nicht offen, also online

frei zugänglich bereitstellen. Es gibt vielmehr viele Gründe. Teils sprechen Datensicherheits- und Datenqualitätserwägungen dagegen. Hinzu kommen mangelnde Kenntnisse im Datenmanagement (selbst archivierte Daten sind ohne entsprechende Dokumentation unbrauchbar).

Das Hauptproblem aber liegt im System: Im Gegensatz zu Artikel-Publikationen, die bei Beförderungen, Berufungen und Drittmittelentscheidungen entscheidend ins Gewicht fallen, haben Daten *per se* quasi keinen Wert. Entsprechend identifizierten in unserer Befragung Forscher die Gefahr, dass andere Forscher mit *deren* Daten Artikel publizieren, als den Hauptgrund, ihre Daten nicht zu teilen. Als in einem vieldiskutierten Kommentar im *New England Journal of Medicine* die Autoren kürzlich die Nachnutzung von Daten sogar als ein „parasitäres Verhalten“ bezeichneten, kam dieses Sentiment, dem viele Forscher offenbar schweigend zustimmen

würden, zum Ausdruck. Für die Nachnutzung von Daten solle, so die Autoren, zumindest eine Koautorenschaft für den oder die Produzenten der entsprechenden Daten herauspringen (Longo and Drazen, 2016).

Abgesehen davon, dass eine Koautorenschaft das Potenzial von Data Sharing beschneiden würde und im Falle von Meta-Analysen und Replikationsstudien schlichtweg unsinnig wären, haben die Autoren in einer entscheidenden Sache Recht – wenn auch auf indirekte Weise: Für (gute) Forschungsdaten fehlt eine angemessene Anerkennung.

Es ist ja kein Geheimnis, dass es vor allem Reputation ist, die Wissenschaftler antreibt. Schon Niklas Luhman bezeichnete Reputation als die einzige wissenschaftseigene Währung (Luhmann, 2009). Der französische Soziologe Pierre Bourdieu betrachtet den *Homo Academicus* als einen Menschen, der permanent nach sozialer Anerkennung strebt (Bourdieu and Schwibs, 2010). In der *Economics of Science* sind es Artikel-Publikationen und -Zitationen, die das Verhalten von Forschern erklären. Die Wissenschaft ist folglich eine

Reputationsökonomie – ein System, in dem Wissen und Information nur gegen (zählbare) Anerkennung geteilt werden.

Die Ergebnisse unserer Befragung belegen das gewissermaßen:

Die Hauptmotivation für die Forscher, ihre Daten offenzulegen, ist die Daten-Zitation, also eine etablierte Form der Anerkennung. Monetäre Anreize werden dagegen strikt abgelehnt. Die Befürchtung, dass andere Forscher mit den „eigenen“ Daten publizieren, lässt sich ebenso mit einer Reputationskultur erklären, die Daten quasi keinen eigenen Wert beimisst. Sie sind ein Vorprodukt, das erst durch die narrative Veredelung einen Wert erfährt.

Der verhaltene Umgang mit Forschungsdaten hat auch – ja sogar insbesondere – mit einem tradierten Reputationsdenken zu tun, in dem Forschungsartikel, die zum größten Teil ohnehin nicht gelesen werden, eine unverhältnismäßig große Rolle spielen. Damit den Forderungen nach mehr Offenheit im Umgang mit Forschungsdaten auch in der Praxis Folge geleistet wird, muss Forschern ersichtlich werden, dass ihre Daten wertvoll sind – und dass dieser Wert auch geschätzt wird.

„Daten haben per se keinen eigenen Wert. Sie sind ein Vorprodukt, das erst durch die narrative Veredelung einen Wert erfährt.“

Es müssen ein Markt und eine Kultur des Forschungsdatenaustausches entstehen, beispielsweise durch die Förderung von Sekundärdatenforschung (wie etwa großangelegte Replikationsstudien) und Datenproduktion, durch die Berücksichtigung von Daten-Publikationen bei Einstellungen und Beförderungen, durch Datenmanagementpläne bei Drittmittelanträgen, durch die Verbesserung der Auffindbarkeit von Daten oder auch durch „Best-Data-Awards“.

In anderen Worten: Daten-Offenheit muss incentiviert werden – sie muss sich für die Reputation der Forscher lohnen.

Benedikt Fecher arbeitet als Doktorand in der Abteilung „Forschungsinfrastruktur“ des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung (DIW) sowie im Projekt „Open Science“ am Alexander von Humboldt Institut für Internet und Gesellschaft.

Referenzen

- Bourdieu, P., and Schwibs, B. (2010). *Homo academicus* (Frankfurt am Main: Suhrkamp).
- Buck, S. (2015). Solving reproducibility. *Science* 348, 1403–1403.
- Enserink, M. (2016). In dramatic statement, European leaders call for "immediate" open access to all scientific papers by 2020. *ScienceNews*, May 27th 2016.
- Fecher, B., Friesike, S., Hebing, M., Linek, S., and Sauermaun, A. (2015). A Reputation Economy: Results from an Empirical Survey on Academic Data Sharing. DIW Berlin Discussion Paper 1454.
- Franzoni, C., and Sauermaun, H. (2014). Crowd science: The organization of scientific research in open collaborative projects. *Research Policy* 43, 1–20.
- Ioannidis, J.P.A. (2005). Why Most Published Research Findings Are False. *PLoS Medicine* 2, e124.
- Jones, B. (2015). Towards the European Open Science Cloud. <https://zenodo.org/record/16001>
- Kroes, N. (2012). Opening Science Through e-Infrastructures. SPEECH/12/258
- Longo, D.L., and Drazen, J.M. (2016). Data Sharing. *New England Journal of Medicine* 374, 276–277.
- Luhmann, N. (2009). *Die Wissenschaft der Gesellschaft* (Frankfurt am Main: Suhrkamp).
- OECD (2015). *Making Open Science a Reality*.



Das „Hammer-Prinzip“

VON NERO BLISS

■ Auch Forscher machen Fehler. Doch Hadern und vor allem Beschwerden bringt nichts – das zeigt schon pure Statistik. Am besten also einfach korrigieren und weitermachen!

Beschwerden haben mir jahrzehntelang schlaflose Nächte verursacht, weil ich sehr harmoniebedürftig bin und alles richtig machen will. Sie werden zu meinem persönlichen Problem, wenn ich tatsächlich oder *ex officio* für die entsprechenden Ursachen verantwortlich bin. Dabei macht doch jeder Fehler. Und genau deshalb bin auch ich immer wieder das direkte Ziel von Beschwerden: Beim Einkaufen den Puderzucker vergessen, das Fenster offen gelassen, den Autoschlüssel nicht ans Schlüsselbrett zurückgehängt... Oder bei der Arbeit: Nicht rechtzeitig alle Beteiligten informiert, in Eile und daher intransparent entschieden, wichtige Angelegenheiten verzögert oder vergessen ... Ich bin kein schlechter Mensch und mache all das nicht absichtlich. Es passiert einfach. All das sind menschliche Fehler, finde ich – und ich kann sie meistens wieder gerade biegen.

Komplizierter und weitaus vielfältiger wird die Angelegenheit bei Beschwerden über Probleme, die ich *ex officio* zu verantworten habe oder lösen muss. Hier reicht das Spektrum von nicht sauber hinterlassenen Toiletten [sic!] über unzureichend gereinigte Büros und Schreibtische bis zu Versäumnissen bei der Ankündigung von Baumaßnahmen. Und es fällt mir gelegentlich wirklich schwer, nicht von einem überhöhten Anspruchsdenken auszugehen, das unsere insgesamt exzellenten Beschäftigungs- und Arbeitsbedingungen vollkommen außer Acht lässt.

Im Labor führen zu entsprechenden Schwierigkeiten und Beschwerden typischerweise aufgebrauchte Reagenzien, die nicht wiederbestellt wurden, oder unordentlich zurück gelassene Instrumente und Arbeitsplätze. Natürlich ist das ärgerlich. Und entsprechend kommt es in solchen Fällen bei unseren wöchentlichen Labor-konferenzen immer wieder zu langwierigen Diskussionen. Weil aber offenbar die gegenseitige Loyalität unter den Kolleginnen und Kollegen zu groß ist, finde ich jedoch nie heraus, wer

wirklich die Schuld trägt. Die Leute halten dicht – und es sieht nicht so aus, als seien immer wieder dieselben schwarzen Schafe für das Chaos verantwortlich.

In der Regel folgen auf solche Diskussionen ernsthafte Aufforderungen zur Besserung und die Implementation von Gegenmaßnahmen. Aber es ändert sich nichts. Die Frequenz des Fehlverhaltens und der entsprechenden Beschwerden bleibt relativ konstant: Etwa drei- bis fünfmal im Jahr kommt es zu Eskalationen. Und weil sich nichts ändert, ist die Stimmung bei der Erörterung solcher Probleme zumeist extrem gereizt und hoffnungslos – als hätten wir es mit lauter unverbesserlichen, kritikresistenten, gedankenlosen und egoistischen Schmutzfinken zu tun.

„Die Frequenz des Fehlverhaltens und der Beschwerden bleibt relativ konstant: Drei- bis fünfmal im Jahr kommt es zu Eskalationen.“

Dass das wahrscheinlich nicht der Fall ist und unsere Schwierigkeiten mit aufgebrauchten Reagenzien und verdreckten Arbeitsplätzen möglicherweise naturgegeben sein

könnten, ging mir nach einem Kommentar meines Kollegen Henry Marteau auf. Während einer besonders hitzigen Diskussion meinte er, dass wir ganz auf Beschwerden

und deren Analyse verzichten sollten, weil unsere Chaos-Frequenz im Rahmen der ganz normalen menschlichen Fehlerquote liege: Selbst wenn jedes Mitglied unserer Gruppe nur einmal im Jahr einen blöden Fehler mache, müssten wir jede zweite Woche eine Beschwerdediskussion führen.

Ich fand die Marteau-Hypothese vollkommen plausibel – und zudem extrem hilfreich, weil sie wunderbar als universelle Rechtfertigungsstrategie bei eigenen Fehlern dienen kann. Deshalb habe ich sie sofort als „Hammer-Prinzip“ (für *le marteau*, frz., der Hammer) in mein Argumentations-Arsenal übernommen. Das Problem ist, dass die allermeisten meiner Kolleginnen und Kollegen nicht an das Hammer-Prinzip glauben; vielleicht machen sie ja keine Fehler. Aber inzwischen habe ich Beweise.

Wie erwähnt, ist eines ja sowieso klar: Jeder macht Fehler. Fluglotsen machen Fehler – relativ häufig sogar (bereits ein bis zwei Fehler in 15 Minuten bei zehn zu lotsenden Flugzeugen), wobei die Fehlerquote mit dem Verkehrsaufkommen wächst. Allerdings handelt es sich hier in den allermeisten Fällen um „kleine“ Fehler, die üblicherweise keine fatalen Konsequenzen haben (Moon *et al.*, 2011, *J Transport Technol* 1: 47-53). NASA-Flugingenieure machen ebenfalls Fehler, wobei die Fehlerquote beispielsweise beim Umschalten eines Schalters im Bereich von $1-2 \times 10^{-3}$ liegt (www.hq.nasa.gov/office/codeq/rm/docs/hra.pdf).

Tatsächlich werden in allen Bereichen des Lebens Fehler gemacht (Smith, D.J., *Reliability, Maintainability and Risk*, Elsevier). Die typische Fehlerquote bei Routineaufgaben, die Sorgfalt verlangen, liegt im Bereich von $1-2 \times 10^{-2}$ (zum Beispiel Milch überkochen lassen, Stecker falsch verbinden, falsche Wahl am Süßigkeitenautomaten). Mit einer durchschnittlichen Fehlerquote von 1×10^{-2} versagen Menschen beim korrekten Ablesen einer Anzeige – was vergleichbar ist mit der korrekten Feststellung, ob ein Reagenziengefäß leer ist. Und wenn Stress oder Müdigkeit hinzukommen, können Fehlerquoten um ein Vielfaches ansteigen.

Wenn man also schon bei der Feststellung, ob ein Reagenziengefäß leer ist oder

„Beschwerden nutzen kaum, da unsere Chaos-Frequenz im Rahmen der ganz normalen menschlichen Fehlerquote liegt.“

„Es ergibt also keinen Sinn, sich über diese Fehler zu beschweren – wie auch die Beschwerde über ein Naturphänomen keinen Sinn ergibt.“

nicht, von einer normalen menschlichen Fehlerquote von 1×10^{-2} ausgehen muss, kann man abschätzen, wie häufig ein Fehler samt entsprechender Beschwerde und darauf folgender, ärgerlicher Diskussion in unserer Laborkonferenz auftreten müssen. Als Beispiel können die aufgebrauchten und neu beschafften Einheiten an Restriktionsenzymen und Antikörpern dienen, deren Zahl sich im Jahr 2015 in unserer Forschungsabteilung mit vier Arbeitsgruppen auf 314 belief. 314-mal im Jahr musste also mit Sicherheit festgestellt werden, dass ein Reagenziengefäß leer war und wieder beschafft werden musste. Bei einer Fehlerquote von 1×10^{-2} wird dies in etwa drei Fällen pro Jahr vergessen. Diese Zahl – 3 Fehlleistungen pro Jahr – stimmt fast genau mit der Frequenz überein, mit der wir solche Probleme in der Laborkonferenz diskutieren müssen. Und dabei sind Faktoren wie Eile, Stress und Übermüdung oder viele andere Reagenzien, die ebenfalls regelmäßig aufgebraucht werden, nicht einmal berücksichtigt.

Das Hammer-Prinzip ist also gültig, und ich finde, es sollte fortan unsere Einstellung zu Fehlern und Problemen definieren – in allen Lebensbereichen. Basierend auf dem Hammer-Prinzip gehe ich davon aus, dass ich und jede Person in meinem Umfeld mit einer relativ konstanten Frequenz Fehler machen. Diese Fehler sind in der Regel die Konsequenz der normalen menschlichen Fehlerquote und daher nicht auf Gedankenlosigkeit, Böswilligkeit oder Rücksichtslosigkeit zurückzuführen. Es ergibt also gar keinen Sinn, sich über diese Fehler zu beschweren – genauso wenig wie eine Beschwerde über ein Naturphänomen Sinn ergibt. Natürlich existieren Ausnahmen und vereinzelte schwarze Schafe, die direkt und am besten persönlich angegangen werden müssen. Aber in der Regel sollte doch einfach gelten: Fehler korrigieren und weitermachen! Schließlich führen die meisten unserer Fehler nicht zu Flugzeugkollisionen.

Nero Bliss heißt in Wirklichkeit anders und arbeitet als biomedizinischer Forscher in gehobener Position an einem deutschen Institut

What is more efficient than ELISA & Western Blot?

HTRF® technology

Learn how the reference TR-FRET assay platform can boost your research



Discover ready-to-use, no wash, cell-based assays from Cisbio

- **Save time:** simple, add-and-read protocol
- **Save precious samples:** extremely low sample consumption
- **Trust your results:** high reproducibility and reliability

info.cisbio.com/HTRF-guide



„Über Wissenschaft darf nicht gelacht werden – oder doch?“



Foto: agentur-o.de

Ließen die Science Busters 2007 „urknallen“: Kabarettist Martin Puntigam (m.) und die Physiker Werner Gruber (l.) und Heinz Oberhummer (r.)

VON HELMUTH JUNGWIRTH, GRAZ (TEIL 1), UND MARTIN PUNTIGAM, WIEN (TEIL 2)

(1) Wie kommt der Wissenschaftler zum Kabarett?

■ Seit 2007 gibt es die „Science Busters“, ein Wissenschaftskabarett, das mit Bühnenshows, Radiokolumnen, Büchern und Fernsehshows unzählige Preise gewinnen konnte – unter anderem den renommierten Deutschen Kleinkunstpreis. 2015 entschieden sich die Science Busters-Gründungsmitglieder Martin Puntigam und Heinz Oberhummer zu einer Erweiterung des wissenschaftlichen Personals. Und wenn die Science Busters rufen, dann ist es – zumindest in Österreich – eine Ehre; diesem Ruf zu folgen. Und so stieß ich zu den Science Busters und wurde Ensem-

„Ich war nicht in der Lage, meinem Vater meine wissenschaftliche Arbeit verständlich zu kommunizieren.“

blemmitglied der „ungebrochen schärfsten Science-Boygroup der Milchstraße“.

Eigentlich bin ich gelernter Mikrobiologe. Mein wissenschaftlicher Werdegang lief auch anfangs ganz nach Programm ab. Dissertation, danach Auslandsaufenthalt

mit dem österreichischen Erwin-Schrödinger-Wissenschaftstipendium für Nachwuchswissenschaftler. Mein Weg führte mich dann aber doch nicht wie eigentlich geplant in die USA, sondern nur 600 km weiter nach Deutschland an die Universität Tübingen. Retrospektiv betrachtet ein Glücksfall. Zum einen lernte ich dort meine

Ehefrau kennen, zum anderen bekam ich die Möglichkeit bei Frank Madeo zu arbeiten, einem der weltweit renommiertesten Altersforscher.

Immer wieder versuchte ich, meinem Vater zu erklären, woran ich forschte, so richtig verstand er es aber nie, was ich auf das mangelnde Fachwissen meines Vaters zurückführte. Nach einem Jahr veröffentlichten wir unsere Forschungsergebnisse, bei denen wir zeigen konnten, dass sich in der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* Mutterzellen zum Wohle der Tochterzellen opfern. Wir konnten Altruismus in einem einzelnen Organismus nachweisen (1). Diese Ergebnisse wurden zudem in der Sendung „Abenteuer Forschung“ präsentiert und so erklärt, dass auch mein Vater verstand, wo-

rum es ging. Mir wurde schlagartig klar, dass es nicht an meinem Vater lag, sondern vielmehr ich ganz einfach nicht in der Lage war, ihm meine wissenschaftliche Arbeit verständlich zu kommunizieren. Das war mein intrinsischer Schlüsselreiz, mich auf dem Gebiet der Wissensvermittlung und Wissenschaftskommunikation weiterzubilden.

Nach meiner Habilitation wurde ich mit der Etablierung eines molekularbiologischen Mitmachlabors für Schüler, dem „Offenen Labor Graz“, betraut. Eine spannende Aufgabe, aber in den Augen einiger meiner Kollegen war dies eher ein Zeichen für das Scheitern meiner wissenschaftlichen Karriere. Zum einen, da ich mich nicht mehr mit voller Intensität der Altersforschung widmen und entsprechend publizieren konnte; zum anderen, da die Wissenschaftskommunikation im Jahre 2008 von einem Großteil der Wissenschafts-Community in Österreich nur bedingt akzeptiert wurde. In leichter Abwandlung, als Wissenschafts-PR, wurde sie bei der Einwerbung von Fördermitteln zwar als durchaus nützlich erachtet, aber als Wissenschaftsbereich, zumindest damals und in meinem Umfeld, nur von wenigen Wissenschaftlern anerkannt.

Ein beliebter Vorwurf an die Wissenschaftskommunikation – und da hat sich bis heute nichts geändert – ist, dass man komplexe wissenschaftliche Inhalte und Forschungsergebnisse für Laien einfach nicht ernstzunehmend aufbereiten könnte. Meiner Meinung nach sollte man das auch

gar nicht – zumindest nicht, wenn man das Wort „ernst“ so nimmt, wie es im Duden steht. Der Duden schreibt zur Bedeutung des Wortes „ernst“ unter anderem: „von Ernst (und Nachdenklichkeit) erfüllt, nicht lachend“ (2). Meine Intention ist es jedenfalls nicht, Wissenschaft und Forschung so zu präsentieren, dass Spaß bei einem Laborbesuch vorweg ausgeschlossen wird oder über wissenschaftliche Errungenschaften nicht gelacht werden darf. Ganz im Gegenteil, ich bin vielmehr der festen Überzeugung, dass durch Spaß und Lachen die wissenschaftliche Message keinesfalls verloren gehen muss.

Das beste Beispiel in diesem Zusammenhang ist für mich die Verleihung der Ig-Nobel-Preise. Diese Preise zeichnen jedes Jahr, kurz vor der Verleihung der Nobelpreise, an der Harvard-Universität Forschungsergebnisse aus, die durchaus skurril sind und über die man lachen kann; die aber trotzdem von hohem wissenschaftlichem Wert sind. Das Motto ist einfach und erfolgreich: „Menschen zuerst zum Lachen, dann zum Nachdenken zu bringen.“

Und diese Preise sind nicht unwürdig oder schmachvoll, wie die Wortähnlichkeit zu *ignoble* (engl.) vermuten lässt. Der Ig-Nobel-Preis wird vielmehr als ein willkommener Anlass für Wissenschaftler gesehen, sich in Selbstironie zu üben. Der Physiker Sir Andre Geim ist beispielsweise nicht nur

Ig-Nobel-Preisträger (3), sondern auch Nobelpreisträger für Physik (4).

Es ist mir sehr wohl bewusst, dass das Wort „ernstzunehmend“ von Kritikern der Wissenschaftskommunikation auch in

„Die Wissensvermittlung wird aufgelockert, ohne an Wertigkeit zu verlieren – für Zuschauer und Wissenschaftler.“

einem anderen Kontext verwendet wird – nämlich, dass man Wissenschaft, wenn auf Laienniveau heruntergebrochen, nicht als wissen-

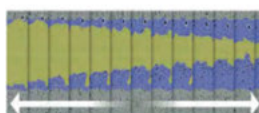
schaftlich relevant im Sinne eines Forschers bezeichnen kann. Aber so geht es auch meinem Mechaniker, wenn er mir nach einer Jahresinspektion meines Autos erklären muss, warum er einige (teure) Relais in der hochkomplizierten Elektronik austauschen musste, und bei dieser Konversation sein Fachwissen auf mein Niveau herunterbrechen muss. Für mich geht es bei der Wissensvermittlung vor allem darum, Wissen zu verbreiten, das von Forschern generiert wird. Dieses Wissen darf nicht einem kleinen Kreis vorbehalten bleiben, sondern sollte jedem zugänglich gemacht werden. Gerade das Zitat Marie von Ebner-Eschenbachs, das sich die Science Busters als Leitspruch gewählt haben, verdeutlicht, warum das so wichtig ist: „Wer nichts weiß, muss alles glauben“.

Humor ist dabei, zumindest für mich, das perfekte Werkzeug, um Menschen dazu zu bringen, sich auch nach einem harten Arbeitstag mit komplexen wissenschaftlichen Themen auseinanderzusetzen und sich durchaus auch weiterzubilden. Jedoch bedarf es, im Gegensatz zu wissenschaftlichen Vorträgen vor einem Fachkollegium, einer anderen Dramaturgie der Vermittlung. Ein Punkt, den ich für meine Auftritte

„In den Augen einiger Kollegen war dies eher ein Zeichen für das Scheitern meiner wissenschaftlichen Karriere.“

Gain biological insights with IncuCyte® Live-Cell Analysis

- Automated real time image gathering and analysis
- Living non-perturbed cells—no fix/stain/wash artefacts
- Label-free (phase, brightfield) or fluorescence, morphological or live-cell reporter readouts
- In situ (incubator) via regular tissue culture consumables (e.g. flasks, plates)
- Streamlined reagent and assay build & validation
- Applications—cell health, cell QC, phenotypic assays



Learn more at www.IncuCyte.com

bei den Science Busters erst lernen musste und der mir teilweise noch immer Schwierigkeiten bereitet.

Würden wir etwa bei unseren Bühnenshows bereits im Titel oder innerhalb der ersten Sätze die wissenschaftliche

Wissenschaftler gezielt aufgebaut werden – und resultiert in Wortwitz, Pointen und letztendlich in der wissenschaftlichen Kernaussage. Dadurch wird die Wissensvermittlung entscheidend aufgelockert, ohne dabei an Wertigkeit zu verlieren – sowohl für den Zuschauer, als auch für den Wissenschaftler.

Bei einer unserer ORF-Aufzeichnungen hatte ich mal einen Blackout, ich wusste im Text nicht mehr weiter. Wäre mir das bei einem wissenschaftlichen Kongress passiert, hätte man mir vermutlich mangelnde Vorbereitung oder Inkompetenz vorgeworfen. Im Wissenschaftskabarett werden solche Fehler verziehen und meist mit Gelächter und Applaus goutiert. Jedenfalls sofern der Wissenschaftler in dieser Situation über die nötige Portion Humor und Selbstironie verfügt – eine Eigenschaft, die man für die Bühne unbedingt haben muss.

Das Engagement bei den Science Busters ist für mich immer wieder eine große Herausforderung, zumal ich die Komfortzone des gewohnten universitären Hörsaals verlasse. Dennoch freue ich mich auf jeden neuen Auftritt. Darauf, von unserem Mastermind, dem Kabarettisten

Martin Puntigam, immer wieder neu in die hohe Kunst der Selbstironie, Theaterdramaturgie und des Humors eingeführt zu werden. Darauf, auf der Bühne in erstaunte und lachende Gesichter im Publikum zu blicken, wenn ich meinen Wissensbereich präsentiere. Aber auch auf den interdisziplinären wissenschaftlichen Austausch mit meinen neuen Science Busters-Kollegen, dem Astronomen und Wissenschaftsblogger Florian Freistetter und der Verhaltensbiologin Lisa Oberzaucher, die übrigens letztes Jahr für ihre Forschung mit dem Ig-Nobel-Preis ausgezeichnet wurde (5).

Helmut Jungwirth ist Professor am Institut für Molekulare Biowissenschaften der Universität Graz und steht seit 2015 als Science Buster auf der Bühne



Helmut Jungwirth auf der Bühne

Grundaussage preisgeben, wie es bei Kongressvorträgen der Fall ist, wäre jegliche Spannung und der damit verbundene Unterhaltungseffekt für den Zuhörer genommen. Diese Spannung muss im Wissenschaftskabarett vielmehr durch ein Frage-Antwort-Spiel zwischen dem vermeintlich ahnungslosen Kabarettisten und dem

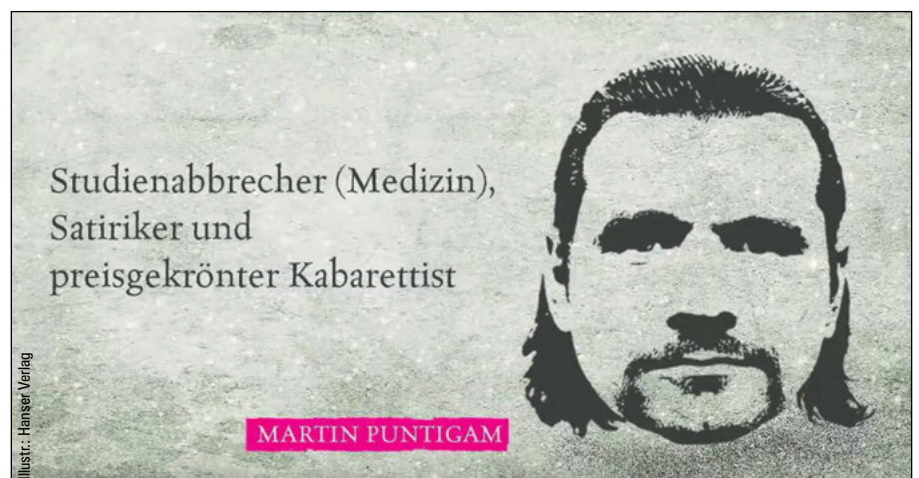
Referenzen

- (1) Herker, E; Jungwirth, H; Lehmann, H; Maldener, C; Fröhlich, KU; Wissing, S; Büttner, S; Fehr, M; Sigrist, S; & Madeo, F. (2004). Chronological aging leads to apoptosis in yeast. *J. Cell Biol.* 164. 501-507.
- (2) <http://www.duden.de/rechtschreibung/ernst>, 13.6.2016
- (3) Berry, M & Geim, A. (1997). Of flying frogs and levitrons. *Eur. J. Phys.* 18 (1997) 307-313.
- (4) <http://www.improbable.com/>, 13.6.2016
- (5) Oberzaucher, E. & Grammer, K. (2015). The case of Moulay Ismael-fact or fancy? *PLoS One* 14;9(2):e85292.

2) Wie kommt der Kabarettist zur Wissenschaft?

Wie kommt man als Kabarettist in die Welt der Wissenschaft? Auch wenn Wissenschaft und Komik mittlerweile immer wieder glückliche Verbindungen eingehen, wie etwa die Arbeiten der britischen Komiker Robin Ince oder Dara Ó Briain und anderen mit dem Physiker Brian Cox zeigen – naheliegend ist es nach wie vor nicht.

Als mich Heinz Oberhummer, damals frisch emeritierter Professor für Theoretische Physik an der TU-Wien, im Jahr 2005 anrief, ob ich Lust hätte mich mit ihm zu treffen und über eine Zusammenarbeit zu sprechen, staunte ich trotzdem nicht in dem Maße, wie man denken könnte. Aber gefreut habe ich mich doch, weil mir gleich





Fernstudium Chemie

für Chemielaborant/-innen
und CTA's

Dein Weg zum Bachelor!

Das Fernstudium Bachelor Chemie* ist für Chemielaborant/-innen, CTAs und PTAs der optimale Start für mehr Erfolg im Beruf. Intensive Betreuung durch erfahrene Dozenten und eine minimale Präsenzzeit garantieren ein passgenaues nebenberufliches Studium!

Neue Studiengruppen

Im Herbst starten neue Studiengruppen in:

- Leverkusen
- München
- Basel
- Göttingen
- Mannheim

Jetzt
informieren!

Jetzt informieren unter
springer-campus.de

* Das Bachelor-Fernstudium Chemie wird veranstaltet von der Hochschule Ostwestfalen-Lippe und Springer Spektrum.

springer-campus.de

ein wenig geschwant hat, was daraus entstehen könnte – und was es dann mit viel Glück und Fleiß auch geworden ist.

Denn Naturwissenschaft und Technik können faszinierend sein. Schon allein deshalb, weil auch solche wie ich sich heute mit wissenschaftlichem Halbwissen in fast jeder Gesellschaft hervorragend wichtig machen können.

Allein durch meinen jahrelangen Umgang mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern besitze ich mittlerweile in meinem Bekanntenkreis eine Glaubwürdigkeit, dass fast alles, was ich diesbezüglich sage, ernst genommen wird – obwohl ich wirklich keine nennenswerte Expertise vorweisen kann. Und obwohl das, was ich sage, auch oft falsch ist. Aber egal, wer sich nicht vor Naturwissenschaft graust, sondern sogar in der Öffentlichkeit damit angibt und durchkommt, ist fein heraus. Kann ich nur empfehlen.

Aber der Reihe nach.

Mein Zugang zur Naturwissenschaft war ursprünglich erstmal nicht Prahlerei sondern Sprache. Konkret recherchierte ich vor mittlerweile knapp zwanzig Jahren während der Entwicklung meines Kabarettos „Wildwochen“ über Elementarteilchenphysik. Die Handlung des Stückes ist kurz umrissen: ein promovierter Teilchenphysiker möchte am größten Teilchenbeschleuniger der Welt arbeiten, kommt aber vorerst nur auf die Warteliste. Bis er Einlass in den unterirdischen Super-Collider findet, muss er helfen Drittmittel einzuwerben. Und das schaut so aus: Im angeschlossenen oberirdischen Vergnügungspark „Teilchenbeschleunigerland“ tanzt er dreimal täglich als Up-Quark verkleidet im Elementarteilchenballett.

Damals war das die absurde Annahme eines Laien – heute weiß ich aus Erzählungen, dass der akademische Alltag sich mitunter nur marginal davon unterscheidet. Allein meine Kostüme waren vermutlich bizarrer.

Interessiert hat mich die Teilchenphysik aber vor allem deshalb, weil es sich um eine wahrlich eigenartige Welt handelt, die hauptsächlich in Superlativen kommuniziert: der größte Beschleuniger der Welt, die komplizierteste Maschine der Menschheit, die schnellsten Teilchen, die höchsten Energie, und so weiter. Gleichzeitig klingt

diese Welt aus Hadronen, Gluonen, Leptonen, Quarks und Co. wie ein Spielzeugbauernhof mit lauter kleinen Tierchen. Und den Begriff Teilchenzoo gibt es ja tatsächlich. Einerseits. Andererseits wird

Theorien und Beschleunigeranlagen aber konsequent nach Frauenvornamen benennen: PETRA, SUSY, DESY, DORIS, HERA, VERA...

Diese komische Welt, in der verhaltensauffällige Männer die unglaublichsten Dinge vollbringen – diese Welt hat mich interessiert. Und so bin ich zur Physik gekommen, habe Heinz Oberhummer kennengelernt, die Science Busters mitbegründet und kann mir heute ein Leben ohne Naturwissenschaften nicht mehr vorstellen.

Die Science Busters sind ein Showprogramm, das sich unter dem Claim „Wer nichts weiß, muss alles glauben“ (Marie von Ebner-Eschenbach) nichts weniger vorgenommen hat, als zu beweisen, dass Topwissenschaft und Spitzenhumor keine Feinde sein müssen. Das war natürlich dick aufgetragen, aber die Verbindung von Komik und Wissenschaft darf – nach zehn erfolgreichen Jahren auf der Bühne und im Fernsehen, einer ebenso langen laufenden Radiokolumne und mittlerweile drei Büchern, die sich allesamt zu Bestsellern entwickelt haben – als geglückt gelten.

Wie kann die Verbindung von Wissenschaft und Komik gelingen, und ist sie überhaupt wünschenswert? Und wie bringt man Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf der Bühne dazu, ihr Fachgebiet mit Humor zu präsentieren, so

dass es auch den Ansprüchen des Theaters genügt? Denn wissenschaftliche Vorträge sind, bei aller Liebe zum Thema, in der Regel nicht selten brotfade Angelegenheiten, bei denen dem Publikum einfach PowerPoint-Folien vorgelesen werden. Im Theater würde man damit nicht durchkommen.

Es dauerte eine Zeitlang, bis ich verstand, dass man in der Wissenschaft anders denkt und dramaturgisch anders arbeitet. Bei Publikationen und Vorträgen steht das Abstract am Beginn – und darin wird erklärt, was untersucht wurde, wie auch, was man folglich zu erwarten habe und was

„Diese komische Welt, in der verhaltensauffällige Männer die unglaublichsten Dinge vollbringen, hat mich interessiert.“

„Wissenschaftliche Vorträge sind, bei aller Liebe zum Thema, in der Regel nicht selten brotfade Angelegenheiten.“

nicht. Jede Überraschung wird damit vorweggenommen – und das ist gewollt. Am Theater ist eine derartige Vorgangsweise natürlich verheerend – also wenn man mit der Pointe beginnt, um dann den Witz zu erzählen. Da werden im Gegenteil hohe Erwartungen geweckt, ohne Genaueres zu verraten, um sie dann nach Möglichkeit noch zu übertreffen, oder aber – was genauso wirkungsvoll sein kann – sie zu enttäuschen.

Nicht selten kam es daher vor – und passiert mitunter immer noch –, dass Wissenschaftler neben mir auf der Bühne mit der Quintessenz der Nummer beginnen und dann ein paar Minuten lang erzählen müssen, wie überraschend ihr Befund sei.

Anfangs verfiel ich dabei immer etwas und hoffte eben auf Besserung bei der nächsten Vorstellung. Inzwischen aber lache ich meine Mitstreiterinnen und Mitstreiter einfach auf offener Bühne aus und mache den Vorgang fürs Publikum transparent. Denn es hat sich als günstig erwiesen, dass die wirkungsvollste Maßnahme, um Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in gutem Licht zu präsentieren, die ist, sie als Menschen mit Schwächen und Leidenschaften zu zeigen – inklusive der Fähigkeit, über ihre eigenen Unzulänglichkeiten zu lachen.

Wenn ein Fehler passiert, dann passiert er eben – und dann schaut man, was man daraus machen kann. Denn zum einen hat sich gezeigt, dass es für das Publikum oft am spannendsten wird, wenn wir auf der Bühne das vorbereitete Programm hinter uns lassen und improvisieren – wenn also etwas entsteht, was es nur in diesem Moment so zu sehen gibt und dann nie wieder. Und zum anderen sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einfach keine Schauspieler. Man darf daher auch nicht von ihnen verlangen, dass sie über Rollengestaltung und Subtext nachdenken – oder dass sie ihren Text so gut können, dass sie damit nach Belieben spielen können.

An diesem Punkt wird es zwar für mich als Solist am interessantesten, wenn ich eines meiner Kabarettprogramme spiele, weil man dann selbst mit dem Rhythmus der Atmung das Publikum manipulieren

kann – aber bei unseren Science Shows ist das die falsche Maßnahme.

Zu Beginn unserer Zusammenarbeit ließ ich mich dazu hinreißen, die beiden Physiker an meiner Seite zu nötigen, einen von mir geschriebenen Text auswendig zu lernen und ihn exakt zu reproduzieren. Heraus kam ein Fest für alle, die es lieben, wenn Laien Bauerntheater schlecht parodieren. Die beiden hatten sich nach eigener Aussage tatsächlich bemüht, ihr Bestes zu geben; hätten sie sich aber umgekehrt bemüht, meine Begehrlichkeiten wirkungsvoll zu sabotieren – das Ergebnis hätte nicht anders ausgesehen. Es war mein Fehler, nicht

„Am wirkungsvollsten ist es, die Wissenschaftler als Menschen mit Schwächen und Leidenschaften zu zeigen.“

Physiker an meiner Seite zu nötigen, einen von mir geschriebenen Text auswendig zu lernen und ihn exakt zu reproduzieren. Heraus kam ein Fest für alle, die es lieben, wenn



Die Science Busters-Urbesetzung mit Martin Puntigam an der Blockflöte

sofort zu erkennen, dass man das Fachwissen, das in den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern geparkt ist und weiter reift, zärtlich aus ihnen herausmoderieren muss. Und dass ich ihnen weiterhin dabei das Gefühl geben muss, dass sie sich, ohne auf Strukturen achten zu müssen, in jedem Fall auf mich verlassen können; dass ich sie, solange sie nicht vor der Zeit die Pointe verraten, sicher durch die Nummer geleite in dem Bemühen, uns alle möglichst gut dastehen zu lassen – den Kabarettisten, die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und vor allem die Wissenschaft selbst.

„Wir müssen die Forschungsergebnisse stark verkürzen und aufs Wesentliche eindampfen. Das ist keine kleine Kunst“

Denn natürlich müssen wir die von uns verhandelten Forschungsergebnisse stark verkürzen und aufs Wesentliche eindampfen, damit das Theater- oder Fernsehpublikum die Chance hat zu verstehen, worum es geht. Und das ist keine kleine Kunst. Denn alle wissen, dass ein Forschungsergebnis, indem man es populär erzählbar macht, mit jeder Vereinfachung ein bisschen weniger ganz richtig wird. Die Kunst besteht nun darin, Richtiges so wegzulassen, so dass die Erzählung zwar nicht mehr vollständig richtig, aber eben trotzdem nicht falsch ist.

Helmut Jungwirth und ich halten an der Universität Graz eine Lehrveranstaltung, in der wir versuchen, Studierenden das „Prinzip Science Busters“ zu erklären. Also, wie wir konkret Themen aussuchen, warum das hautenge rosa Shirt und die

Kunststoffnippel eine wichtige dramaturgische Funktion haben, und wie man kürzt, ohne zu verfälschen. Dazu teilen wir Publikationen aus und bitten die Studierenden, das für sie Wesentliche herauszuarbeiten und zu präsentieren. Nach mehreren Arbeitsschritten kam oft die Rückmeldung, dass sie nie gedacht hätten, man könne soviel weglassen und trotzdem noch das Wesentliche referieren.

Durch diese Verkürzung bekommt man den Stoff nicht nur zeitlich in eine Länge, während der sich das Publikum gut konzentrieren kann, sondern man bekommt auch die Hände frei, neben der Sprache noch andere Gestaltungsmittel einzusetzen, um das Thema zu veranschaulichen. Das können Bilder, Töne, Experimente, Verkleidungen, Scheingefechte der Darsteller und dergleichen mehr sein.

Heinz Oberhummer erzählte immer, um eine neue Studie auf einen Aufsatz zu kürzen, der auf eine DIN A4-Seite passt, brauchte er mindestens zwei Tage. Und das war dann erst die Grundlage für alle weiteren Formen wie Radiokolumne, Bühnen- oder TV-Nummer.

Aber wenn alles passt, dann kommt dabei eine Nummer heraus, in der man die Errungenschaften der Wissenschaft feiern kann – etwa die Suche nach dem Ursprung

des Lebens. Denn um dem Ursprung des Lebens auf die Spur zu kommen, schicken wir Menschen inzwischen Sonden über Jahre und Millionen Kilometer durchs All, um auf Kometen zu landen und zu schauen, woraus sie bestehen. Denn es könnte sein, dass Wasser oder andere Bausteine des irdischen Lebens mit Kometen zu uns gekommen sind. Findet man das, woraus Leben auf der Erde ist, woraus wir sind, auch dort?

Und es gibt tatsächlich Hinweise darauf – konkret in der Atmosphäre des Kometen Churyumov-Gerasimenko (der auch in der Welt der Wissenschaft liebevoll „Tschuri“ genannt wurde, was für Wiener Ohren ziemlich einschlägig klingt). Man hat darin die Aminosäure Glycin gefunden, Bestandteil vieler Proteine auf der Erde. Und Phosphor. Phosphor ist zwar kein Popstar unter den Elementen wie Gold oder Helium, aber ohne ihn gibt es kein Leben, wie wir es kennen – ohne Phosphor könnten wir nicht existieren. Und das war längst nicht alles, man hat noch viel mehr herausgefunden. Man weiß auch, wonach der Komet riecht. Die Sonde „Rosetta“ hat Moleküle, die der Komet ausgegast hat, analysiert – und viele davon kennen wir auch auf der Erde. Gefunden wurden Schwefelwasserstoff – der riecht bekanntlich nach faulen Eiern, Ammoniak – so duften Latrinen auf dem Oktoberfest, Formaldehyd, das einen säuerlich-beißenden Geruch verbreitet, das bittermandelartige Aroma von Cyanwasserstoff, und Schwefeldioxid, das nach Essig riecht. Und Methanol hat man auch entdeckt – also Alkohol.

Der Komet riecht somit wie ein Bubenzimmer am Morgen nach dem Abschlussabend des Schul-Skikurses. Eine Mischung aus Mundgeruch, Schweiß, Bierschiss und Eierfurz. Allerdings, wenn man uns Menschen kennt, vermutlich gar kein schlechter Ort, um nach dem Ursprung des Lebens zu suchen.

Und wer Heinz Oberhummer erlebt hat, wie er nach einer derartigen Erklärung begeistert aus diesen Zutaten noch einen Do-it-Yourself-Kometen live auf der Bühne gebastelt und danach den tosenden Applaus des Publikums entgegengenommen hat – der hat gesehen, wie gut Humor und Wissenschaft zusammenpassen können, und wie vielen Menschen man so von der Faszination der Naturwissenschaften erzählen kann, die nie eine Universität betreten oder sich einen wissenschaftlichen Vortrag anhören würden.

Begonnen haben die Science Busters zu dritt, heute stehen in wechselnden Besetzungen sechs Leute auf der Bühne: eine Verhaltensbiologin, ein Astronom, ein Molekularbiologe, zwei Kabarettisten und ein Chemiker. Der Experimentalphysiker Werner Gruber ist nicht mehr dabei, da er sich seit geraumer Zeit auf die Leitung eines Planetariums konzentriert. Und der Physiker Heinz Oberhummer ist leider im November 2015 gestorben. Aber er hat den Umbau der Science Busters noch mitinitiiert, hat auch noch erste Auftritte im erweiterten Ensemble miterlebt – und hätte sich sehr gefreut, wie gut es gelungen ist, das Projekt der populärwissenschaftlichen

Wissensvermittlung um andere Disziplinen zu erweitern.

Die „Feinabstimmung des Universums“ war sein wissenschaftlicher Tophit, für den er sogar für den Nobelpreis nominiert war; mit den Science Busters hat er den Deutschen Kleinkunstpreis gewonnen, die wichtigste Auszeichnung des deutschsprachigen Raumes in diesem Gebiet. Es gibt nicht viele Wissenschaftler auf der Welt, denen dieser Spagat gelungen ist, in Österreich war Heinz Oberhummer der einzige. Und hat damit geholfen, die Grundlage zu legen, dass mit den Science Busters das Hohelied der Wissenschaft für alle gesungen werden kann.

Denn wenn Menschen Wissenschaft nicht mehr verstehen, dann halten sie diese auch bald nicht mehr für wichtig für ihr Leben und unsere Gesellschaft. Dann wollen sie kein Geld dafür ausgeben und wenden sich Pseudowissenschaften zu, halten Zuckerkügelchen für Medizin, fürchten sich vor Kondensstreifen und lassen ihre Kinder nicht mehr impfen.

Aber wenn man dem Publikum ein Lachen ins Gesicht zaubern kann, während man ihm erzählt, wie außergewöhnlich die Reise der Sonde „Rosetta“ zum Kometen Tschuri war, und wenn es sich danach nicht nur gemerkt hat, was Tschuri auf Wienerisch heißt, sondern wie phantastisch Wissenschaft sein kann – dann können Wissenschaft und Humor zufrieden auf ein Bier gehen.

Martin Puntigam macht seit 1989 Kabarett und hat inzwischen 12 Soloprogramme aufgeführt. Seit der Gründung 2007 ist er kabarettistisches Mastermind der Science Busters, die Anfang dieses Jahres mit dem Deutschen Kleinkunstpreis ausgezeichnet wurden.

„Wenn Menschen Wissenschaft nicht mehr verstehen, dann halten sie diese auch bald nicht mehr für wichtig.“



Jetzt haben wir zu viele Tassen im Schrank. Aber Sie können uns helfen.

Bestellen Sie eine

***Laborjournal* – „Rabor-Latte“**

Die Tasse kostet

9,90 Euro inkl. Versand.

Lieferung gegen Rechnung.

Bestellbar online im LJ-Shop

oder unter

verlag@laborjournal.de

(bitte mit vollständiger Lieferadresse)





Nervige Replikationskrise

VON VICTOR SPOORMAKER, MÜNCHEN

■ Viele Befunde aus den Neurowissenschaften scheinen schwer reproduzierbar. Die Gründe liegen meist in unzureichender Statistik, gepaart mit Forscher-Bias. Was könnte die gesamte medizinische Forschung aus dem Dilemma lernen?

Illustration: Fotolia / freshideas

Die Reproduzierbarkeit neurowissenschaftlicher Ergebnisse erwies sich zuletzt als derart gering, dass manche Forscher von einer Replikationskrise in den Neurowissenschaften sprechen. Obwohl Statistiker schon lange auf die Grenzen der Art und Weise hingewiesen haben, wie hier bis heute Signifikanztests (auch als Nullhypothese-Signifikanztests bezeichnet) durchgeführt werden. Doch erst der inzwischen berühmt-berüchtigte Artikel des Stanford-Professors John Ioannidis mit dem Titel „Warum die meisten veröffentlichten Forschungsergebnisse falsch sind“ verschaffte den Themen Reproduzierbarkeit und falsch positive Ergebnisse vor gut zehn Jahren erhöhte Aufmerksamkeit in der medizinischen und neurowissenschaftlichen Forschung.

Die experimentelle Evidenz aus systematischen Untersuchungen zu Reproduzierbarkeitsraten wächst seitdem dennoch nur langsam. Gleichwohl verheißen bereits die ersten, hierzu erhobenen Daten nichts Gutes. 2011 veröffentlichten etwa Forscher des Pharmariesen Bayer interne Studien zur Replikation präklinisch-experimenteller Ergebnisse aus der Onkologie, zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie zu Aspekten der Frauengesundheit. Die Autoren berichteten, dass sie die Ergebnisse von 21 Prozent aller Versuche voll reproduzieren konnten, bei weiteren 11 Prozent gelang dies wenigstens

teilweise (2). In einer ähnlichen Analyse präklinischer Resultate aus der Onkologie kam die Firma Amgen gar auf eine Reproduzierbarkeitsrate von nur 11 Prozent (3). Es gibt noch keine empirischen Daten über präklinische Experimente in den Neurowissenschaften, aber eine Analyse legt nahe, dass die entsprechenden Ergebnisse ähnlich (oder gar schlechter) ausfallen.

Der generelle Schlüssel, um solide Resultate zu erhalten, ist, dass man die Probenzahl hoch genug wählt, um einen erwarteten Effekt bestimmter Größe zuverlässig erfassen zu können – man bezeichnet dies auch als statistische Power. Wenn große Effekte erwartet werden, reichen kleine Probenzahlen aus, um mit hinreichender Wahrscheinlichkeit den Effekt so zu detektieren, wie er auch für die Gesamtpopulation gilt – entsprechend sind für kleinere Effekte größere Proben erforderlich. Als hinreichende Wahrscheinlichkeit sieht man in der Regel 80 Prozent an (sie kann aber auch bei 70 oder 90 Prozent liegen) – was bedeutet, dass man die Probengröße für eine angepeilte Studie derart wählt, dass man damit einen Effekt bestimmter Größe mit 80-prozentiger Wahrscheinlichkeit detektiert. Wählt man eine kleinere Probenzahl, sinkt diese Chance. In einer Analyse von häufig in präklinisch-neurowissenschaftlichen Studien verwendeten Experimenten, deren Effektgrößen durch Meta-Analysen geschätzt wurden, stellte

sich heraus, dass die mittlere statistische Power lediglich 18 bis 31 Prozent betrug (4). Das ist besorgniserregend, da es zeigt, dass die Stichprobengrößen oftmals viel zu niedrig waren. Wir müssen daher befürchten, dass in einigen Fällen echte Effekte von mäßiger Größe überhaupt nicht detektiert werden konnten – und stattdessen in anderen Fällen überschätzte falsch positive Ergebnisse als „wahr“ berichtet wurden.

Gerade bei letzterem – dem Entdecken falsch positiver Effekte – kommt noch das Thema „Bias“ dazu (1). Ein Beispiel dafür ist, dass zu viel Flexibilität in den Analysen steckt, über die man zudem oftmals auch nicht aufgeklärt wird. Das heißt, dass Forscher die erhaltenen Daten letztlich für andere Zielsetzungen und/oder auf eine andere Weise analysieren als ursprünglich geplant, bis sie irgendwo einen signifikanten Effekt finden. Ein weiteres Beispiel ist ein positiver Publikations-Bias innerhalb eines Felds. In den neurowissenschaftlichen Zeitschriften hat etwa die Veröffentlichung positiver Ergebnisse klaren Vorrang: rund 85 Prozent der Publikationen beschreiben positive Resultate, Null-Befunde sind die Ausnahme (5).

Wenn ein solcher Bias existiert, und das Feld zudem von vielen kleinen, „unterpowernten“ Studien getragen wird statt von solchen mit adäquater Power, dann führt dies unweigerlich zu einer relativ hohen Verbreitung von publizierten „Fehlalarmen“ – Falsch Positiven also. Und selbst wenn sta-

„Null-Befunde sind die Ausnahme.“

tistisch unterpowerte Studien einen echten Effekt detektieren, können sie leicht das Ausmaß des Effekts überschätzen, da es immer eine Zufallsvariabilität von Probe zu Probe gibt – gerade bei kleinen Stichproben (6). Einige Proben werden daher einen Effekt zeigen, der *unter* dem wahren Effekt liegt, haben damit eine geringere Wahrscheinlichkeit für signifikante p-Werte – und werden eher nicht (mit) veröffentlicht; andere werden einen Effekt über dem wahren Effekt und dadurch eher signifikante p-Werte zeigen – und natürlich veröffentlicht werden. Dies führt schließlich dazu, dass die geschätzten Effektgrößen in Meta-Analysen oftmals künstlich aufgeblasen werden und stattdessen „in Wahrheit“ viel kleiner sein könnten – was wiederum bedeutet, dass die statistische Power häufig noch niedriger sein könnte als die ohnehin schon niedrige beobachtete Power (4).

Die beiden Berichte von Bayer und Amgen liefern zwar Werte für die Größe dieses „dunklen Problems“, gehen aber nicht auf die Gründe ein, *warum* die meisten Experimente nicht repliziert werden konnten. Mehr zu diesem Aspekt bietet eine kürzlich veröffentlichte großangelegte Replikationsstudie (7) von der Open Science Collaboration, in der mehrere Teams hundert kognitiv-psychologische und sozialpsychologische Studien aus dem Jahr 2008 wiederholten. Die Replikations-Teams holten dazu Originalmaterialien von den Autoren der Erststudien ein, veröffentlichten ihre Studienprotokolle vor deren Durchführung und stellten sicher, dass ihre Replikationsexperimente hohe statistische Power hatten (Gesamtpower von 92 Prozent im Mittel). Die Reproduzierbarkeit prüften sie auf mehrfache Weise – etwa ob wieder entsprechende Signifikanz erhalten wurde, ob der ursprüngliche Effekt in den 95%-Zufallsfehlerbereich des Replikationsergebnisses fiel, oder ob die Autoren seinerzeit subjektiv über die Replikation ihrer experimentellen Befunde berichteten.

Die erste wichtige Erkenntnis dieser Replikationsstudie war, dass die erhaltenen Effektgrößen im Allgemeinen etwa nur halb so groß waren wie diejenigen der exakt gleichen Originalstudien (Bild 1). Der Anteil der positiven Effekte mit signifikanten Ergebnissen betrug 97 Prozent in den ursprünglichen Studien, doch nur 36 Prozent in den replizierten Studien. Etwa die Hälfte der ursprünglichen Effekte fiel in den 95%-Zufallsfehlerbereich der Ergebnisse aus den entsprechenden Replikationen; 39 Prozent der Studien wurden subjektiv als „repliziert“ berichtet. Insgesamt waren

„Wir sollten mit der Statistik strikter sein.“

die Zahlen für die kognitiv-psychologischen Studien besser als für die sozialpsychologischen: rund 50 Prozent der ersteren hatten einen signifikanten p-Wert in der Replikation, dagegen nur 25 Prozent der letzteren. Interessanterweise variierten die p-Werte der nicht-replizierten Studien sehr stark, zudem war die Verteilung der nicht-reproduzierten Effektgrößen nahezu um Null zentriert.

Diese groß angelegte Replikationsstudie erfasste zudem noch weitere Charakteristika der Original- und Replikationsarbeiten, unter anderem etwa die Bedeutung des jeweiligen Ergebnisses (unter anderem in Form von Zitierungen), die „Unerwartetheit“ des Ergebnisses, Erfahrung und Know-how des Teams, Effektgröße und p-Wert des Ergebnisses. Keine dieser Variablen konnte den Replikationserfolg alleine erklären, obwohl die empfundene Bedeutung des Effekts wie auch die Expertise der Original- oder Replikationsteams offenbar keinen Einfluss auf die Replikationsrate hatten.

Stattdessen wiesen die p-Werte der Originaleffekte samt deren Größen eher auf ei-

nen Replikationserfolg hin. Ergebnisse mit p-Werten knapp unter 0,05 konnten nicht gut repliziert werden; solche mit p-Werten zwischen 0,04 und 0,05 hatten eine magere Erfolgsquote von 18 Prozent (zwei von 11 Resultaten waren erneut signifikant); diejenigen mit p-Werten zwischen 0,02 und 0,04 kamen zusammen auf 26 Prozent (sechs von 23). Im Gegensatz dazu wurden von 32 Studien mit einem p-Wert < 0,001 zwanzig erfolgreich repliziert (wiederum definiert als signifikanter p-Wert bei der Replikation) – macht 63 Prozent. Diese Studie liefert damit empirische Daten für die Forderung der Statistiker, nicht blind einem p-Wert von 0,05 zu vertrauen.

(Natürlich sollten wir grundsätzlich nicht von *irgendeinem* beliebigen p-Wert abhängig sein, überhaupt sollten wir Nullhypothesen-Signifikanztests am besten ganz vergessen und stattdessen Bayes'sche Statistiker verwenden – aber bis das ganze Feld dort ankommt, können wir ruhig damit beginnen, ein bisschen strikter zu sein.)

Was sagen diese Zahlen über neurowissenschaftliche Forschung mit menschlichen Probanden? Zunächst sollte man im Auge behalten, dass die kognitive Neurowissen-

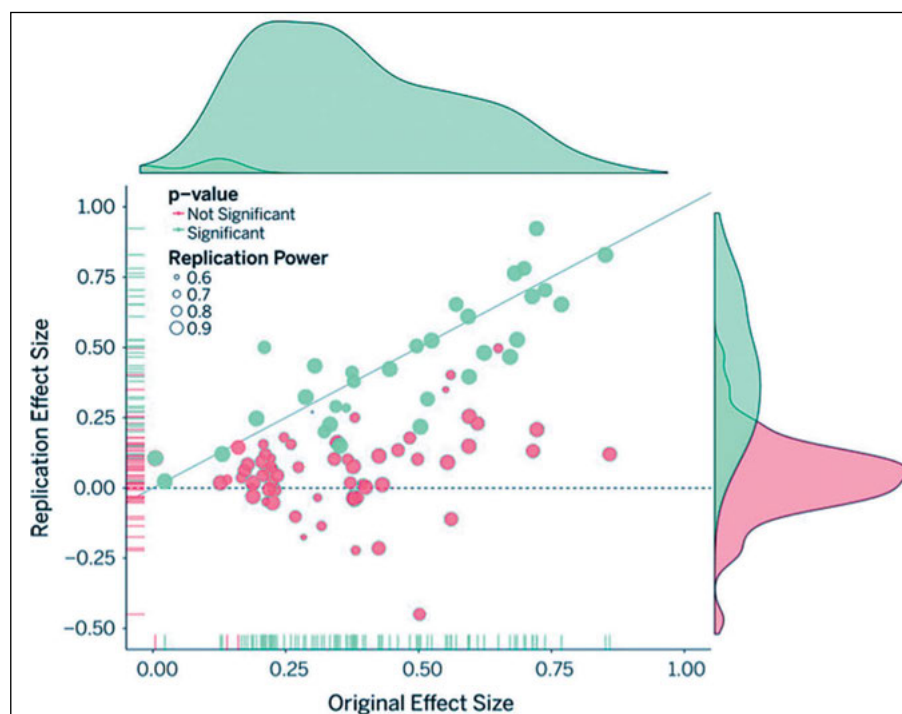


Abbildung 1: Die Effektgrößen von hundert Originalarbeiten (x-Achse) und replizierten Studien (y-Achse), wobei jede Studie als einzelner Punkt aufgetragen ist (die Punktgröße zeigt die statistische Power der Replikation, die Werte reflektieren die Effektgröße R). Auf der Diagonalen liegen Studien, die in der Replikationsstudie ähnliche Effekte zeigten wie in der ursprünglichen Arbeit – also Studien, die als repliziert gelten konnten (grün). Rund um die gepunktete Linie liegen Studien, die nicht repliziert werden konnten (rot) und deren Effektgrößen-Verteilung sich nahezu um 0 zentrierte (rote Kurvenfläche auf der rechten Seite). Reproduziert mit freundlicher Genehmigung der American Association for the Advancement of Sciences (7).

schaft solche kognitionswissenschaftlichen Studien wie oben erwähnt durch bildgebende Verfahren wie etwa die funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) erweitert. Grundsätzlich sind zwar ähnliche Replikationsraten zu erwarten, insbesondere zwei Faktoren können diese hier allerdings noch weiter nach unten ziehen:

fMRT-Datenpunkte sind meist geglättet, um Ausreißer loszuwerden und „wahre“ Aktivität zu verstärken. Dazu werden die Voxel-Werte jeweils durch den Mittelwert aller Voxel ersetzt, die in einer Kugel mit bestimmtem Radius um ihn herum liegen. Aber auch nach dieser Glättung kann man davon ausgehen, dass es unabhängige Ele-

Wenn man nun noch dazu nimmt, dass man Aktivität, funktionelle Konnektivität, effektive Konnektivität sowie neuerdings noch weitere Parameter analysieren kann, und dass man zudem auf einen Test auf Gruppenebene mehrere Post-hoc-Kontraste anwenden kann (um am Ende den zu nehmen, bei dem man etwas findet) – dann wird das Problem unvermeidlich noch größer. Dass unkorrigierte Schwellenwerte dabei mehrere große Cluster hervorbringen können, die völlig beliebig wie in einem Gaußschen Zufallsfeld auftauchen, scheint einigen nicht bewusst zu sein (Abb 2). Zudem können p-Werte pro Voxel durchaus beeindruckend aussehen, wenn man die schiere Menge der Voxel vergisst.

Ein bis zwei Jahre grundlegende, aufbauende und spezifische fMRT-Statistik wären vielleicht ein guter Start für Gruppen, die erstmals eine fMRT-Studie durchführen wollen. Andererseits können manchmal auch erfahrene Gruppen nicht der Versuchung widerstehen, die Schwellen zu senken, nur um ein schönes Bild für eine großartige Geschichte zu haben. Die fMRT hat deshalb zuletzt viel Kritik von Neurowissenschaftlern und sogar von Journalisten einstecken müssen, die nicht mit der Technik vertraut sind. Dabei ist nichts falsch mit der Technik an sich, und es existieren zudem sehr ordentliche Verfahren zur statistischen Korrektur – sie werden nur einfach nicht angewendet. Das Hauptproblem der fMRT sind folglich deren Nutzer, die allzu oft nicht wahrhaben wollen, dass sie auf statistische Karten schauen – und nicht direkt auf Aktivitätskarten.

fMRT-Studien sind zwar nicht die einzigen, in denen statistische Fehler lauern, allerdings können hier kleine statistische Missverständnisse unverhältnismäßig große Effekte verursachen. Immerhin hat inzwischen jedoch vor allem die multiple Testkorrektur einige Aufmerksamkeit bekommen und wird innerhalb der Neuroimaging-Gemeinde offen diskutiert; in anderen Disziplinen, in denen multiple Tests durchgeführt werden – beispielsweise präklinische Arbeiten, die mit mehreren Verhaltensexperimenten auf Unterschiede zwischen Testgruppen testen –, ist dieses Problem jedoch womöglich noch nicht sichtbar genug. Zudem begegnet man häufig auch anderen methodischen und statistischen Fehlern in Studien,

die einfache oder „klassische“ Techniken verwenden. Zum Beispiel offenbarte eine aktuelle Analyse, dass die Hälfte aller in High-Impact-Zeitschriften veröffentlichten Interventionsstudien versäumt hatte, die richtigen statistischen Tests durchzuführen

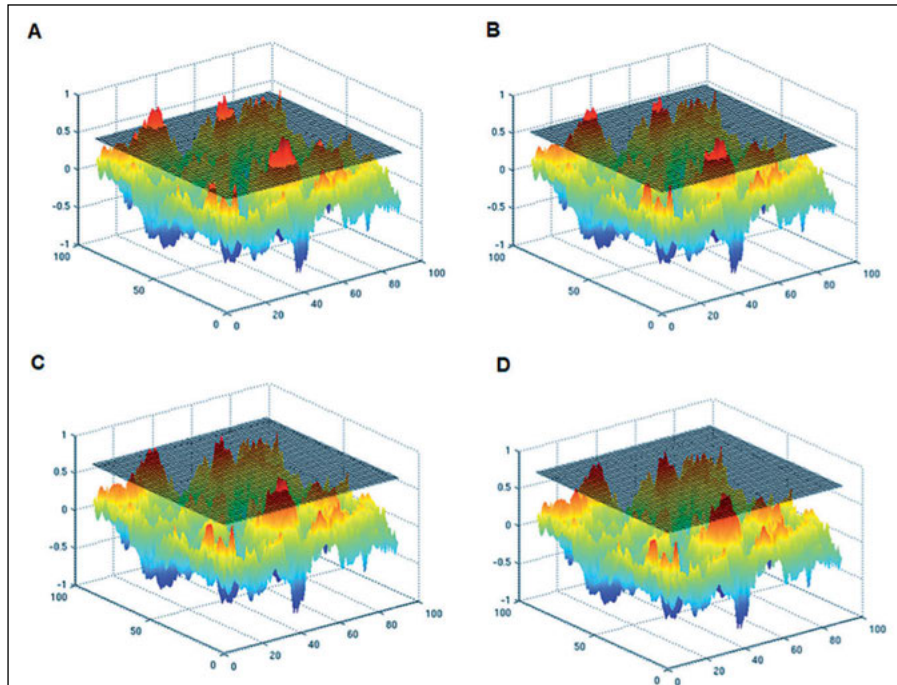


Abbildung 2:

Wenn Sie zufällig generierte Werte glätten und die Schwelle niedrig genug ansetzen, werden Sie viele ‚Cluster‘ und einzelne Spitzen finden, die ziemlich überzeugend erscheinen – vor allem, wenn man sie auf einen Gehirnatlas projiziert und diese in ‚bedeutungsvollen‘ Bereichen auftauchen (steigende Schwellen von Platten A bis D). Die Korrektur von Ganzhirn-Analysen ist daher eine Notwendigkeit. Gut erklärt wird dies in Lehrbüchern zur fMRT-Statistik (siehe zum Beispiel www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/doc/books/hbf2/pdfs/Ch14.pdf). Die Abbildungen wurden erzeugt in MATLAB R2015a (Mathworks, Natick, USA).

niedrigere Probengrößen und weitverbreitete Missverständnisse über die multiple Testkorrektur bei fMRT.

Zum Thema niedrigere Probengrößen können wir uns kurz fassen: Die oben erwähnte Studie über präklinisch-neurowissenschaftliche Arbeiten untersuchte überdies auch Neuroimaging-Projekte mit menschlichen Probanden – und berichtet eine mittlere statistische Power von lediglich acht Prozent (4). Das ist absurd niedrig und ist wahrscheinlich den hohen Investitionen an Zeit und Kosten selbst bei kleinen fMRT-Studien geschuldet. Schlimmer aber ist, dass einige offenbar nicht verstehen, dass man mit einer regulären fMRT-Analyse leicht 200.000 Voxel testen kann. Und man muss dabei nicht einmal 200.000 Testentscheidungen korrigieren – zum Beispiel indem man Alpha durch 200.000 dividiert –, da diese Voxel ja miteinander korreliert sind...

mente in den Gehirndaten gibt, die man als *Resolution Elements* (Resel) bezeichnet und deren Anzahl von der durchschnittlichen Glättung der Daten abhängt. Diese unabhängigen Elemente kann man verwenden, um multiple Testprobleme zu beheben – wobei hierzu auch andere Verfahren vorgeschlagen und geprüft wurden (8).

Allerdings wendet einer Schätzung zufolge nur 60 Prozent aller fMRT-Arbeiten überhaupt eine Form der multiplen Testkorrektur (9) an, wovon wiederum ein Drittel diese nicht weiter spezifiziert.

Und selbst wo eine multiple Testkorrektur korrekt eingesetzt wurde, landet man im besten Fall wieder nur beim 0,05-Niveau – was ja, wie gesagt, eigentlich eine sehr milde Schwelle ist. Als Fazit heißt das, in fMRT-Projekten werden bereits bestehende statistische Fehler noch verstärkt – und allzu oft nicht wirklich verstanden.

„Und dann kommt noch Bias dazu.“

ren – was in einigen Fällen zu ernsthaften Fehldarstellungen der Daten führte (10).

Fest steht, dass in Biologie und Medizin die methodische und statistische Ausbildung in der Doktorandenphase deutlich mehr Aufmerksamkeit bekommen muss – angefangen bei der klassischen Deskriptiven und Inferenzstatistik bis hin zu einer Einführung in die Bayes-Statistik. Die meisten Originalarbeiten in den Neurowissenschaften setzen irgendeine Form von Statistik ein, so dass deren Verständnis von entscheidender Bedeutung ist, um die Literatur verstehend zu lesen, beschriebene Effekte adäquat zu bewerten und sich Klarheit über die eigenen Ergebnisse zu verschaffen. Es kann daher nur helfen, Statistik als akademische Kern-Fertigkeit anzusehen, und nicht nur als Soft Skill wie etwa Antragschreiben, Management oder Präsentation.

Dummerweise erfordert das Lernen von Methodik und Statistik, zusätzlich zum Erlernen der experimentellen Techniken des jeweiligen Feldes sowie dem Entwickeln von Arbeitshypothesen, schlichtweg Zeit und kann nicht immer in ein Master-Studium oder die frühe Doktorandenphase eingepasst werden. Jedoch kann eine unzureichende statistische Ausbildung – wie etwa ein zweitägiger Workshop in irgendeinem statistischen Programm, mit dem man Hunderte von bivariaten Korrelationen durchklicken und erzeugen kann, ohne etwa das multiple Testproblem tatsächlich zu verstehen –, das Falsch-Positive-Problem am Ende sogar stärker verschlimmern als gar keine statistische Ausbildung. Denn schließlich ruft man im letzteren Fall in aller Regel einen erfahrenen Statistiker um Hilfe.

Allerdings muss es auch nicht zwingend die beste Lösung sein, das „Problem“ an Statistiker outzusourcen und sich von diesen beispielsweise bei den Power-Analysen helfen zu lassen. Schließlich arbeiten Statistiker in aller Regel nicht im Labor. Folglich können sie um Rat gefragt werden oder nicht, sie können angehört werden oder auch nicht – aber sie können ganz sicher nicht einen PI überstimmen, wenn die betreffenden Ergebnisse zwar allzu schön, aber wahrscheinlich falsch sind.

Alternativ könnte eine direkte statistische Beratung natürlich während des Review-Prozesses einer Zeitschrift stattfinden. Allerdings ist leider unwahrscheinlich, dass Zeitschriften für Dienstleistungen bezahlen, die ansonsten einer der Gutachter oftmals umsonst liefert. Zumal sie diese womöglich dazu zwingen würden, mehr

wirklich solide und weniger „spannende“ Ergebnisse zu publizieren.

Wie also können wir letztlich wahre Signale gegenüber dem belanglosen Rauschen in Forschungspublikationen verstärken? Natürlich durch eine bessere Ausbildung und mehr Verständnis in Statistik, durch höhere statistische Power in den Untersuchungen, indem wir zweifelhafte Arbeiten nicht zitieren, indem wir Doktoranden einen t-Test wenigstens einmal von Hand machen lassen, indem wir Konfidenz- und Vertrauensintervalle mit veröffentlichen, ... und und und. Allerdings kann es Jahre, wenn nicht Jahrzehnte dauern, bis die Mehrheit endlich den bequemen Weg verlässt, auf dem Wissenschaft innerhalb des derzeitigen Belohnungssystems betrieben wird. Schließlich juckt es ja nicht, wenn man „Lärm“ erzeugt – solange man dafür belohnt wird.

Dabei hat zumindest eine neue Analyse prinzipiell gezeigt, dass es gar nicht schwer sein muss, das derzeitige „Falsch-Positiv“-System zu verändern. Wir müssen einfach nur strikter sein.

Valen Johnson von der Texas A & M University entwickelte einen Weg, klassische p-Wert-Tests (auch als frequentistischer Ansatz bezeichnet, da der Fokus auf der Wahrscheinlichkeit eines gegebenen Testergebnisses liegt) mit Bayes'schen Faktoren zu vergleichen. Dabei stellte er fest, dass ein p-Wert von etwa 0,05 einem Bayes-Faktor zwischen 3 und 5 entspricht (11) – was in der Regel als schwacher Hinweis dafür angesehen wird, dass eine gegebene

Hypothese stärker als eine andere gestützt wird. Auch Johnson sieht darin das Hauptproblem dafür, dass man viele unreproduzierbare Ergebnisse erhält – und folgert, dass man es zuerst durch das Anlegen strengerer statistischer Schwellen lösen könnte, wie beispielsweise $p < 0,005$ oder gar $p < 0,001$. Solche Schwellen würden viel überzeugendere Beweise für die betreffenden Hypothesen bieten (und würden die Forscher automatisch zwingen, größere Probenmengen zu verwenden).

Ein Jahr, nachdem Johnson seine Berechnungen veröffentlicht hatte, untermauerte die oben erwähnte großangelegte Replikationsstudie seine Analyse mit den ersten empirischen Daten: Die Replikationsraten reichten von 18 Prozent für einen p-Wert knapp unter 0,05 bis zu 63 Prozent für Werte unter 0.001 (7).

Valen Johnson schloss damals: „Es ist wichtig zu beachten, dass diese hohe Rate

an Nichtreproduzierbarkeit nicht das Ergebnis von wissenschaftlichem Fehlverhalten, von Publikations- und Schubladen-Bias, oder von fehlerhaftem statistischen Studiendesign ist; vielmehr ist dies schlichtweg die Folge davon, Schwellen zu verwenden, die keine ausreichend starke Evidenz liefern, um einen erwarteten Effekt zu untermauern.“

Zeit also, den Glauben an einen magischen p-Wert von 0,05 zu stoppen. Und Zeit aufzuhören, derjenigen Forschung zu vertrauen, die weiterhin daran glaubt.

Victor Spoormaker ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München. Seit 2011 ist er Mitglied des Jungen Kollegs der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Referenzen

- Ioannidis JPA. Why Most Published Research Findings Are False. *PLoS Med.* 2005;2(8):e124.
- Prinz F, Schlange T, Asadullah K. Believe it or not: how much can we rely on published data on potential drug targets? *Nat Rev Drug Discov.* 2011;10(9):712-.
- Begley CG, Ellis LM. Drug development: Raise standards for preclinical cancer research. *Nature.* 2012;483(7391):531-3.
- Button KS, Ioannidis JPA, Mokrysz C, Nosek BA, Flint J, Robinson ESJ, et al. Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nat Rev Neurosci.* 2013;14(5):365-76.
- Fanelli D. "Positive" Results Increase Down the Hierarchy of the Sciences. *PLoS ONE.* 2010;5(4):e10068.
- Halsey LG, Curran-Everett D, Vowler SL, Drummond GB. The fickle P value generates irreproducible results. *Nat Meth.* 2015;12(3):179-85.
- Open Science Collaboration. Estimating the reproducibility of psychological science. *Science.* 2015;349(6251).
- Nichols T, Hayasaka S. Controlling the familywise error rate in functional neuroimaging: a comparative review. *Statistical Methods in Medical Research.* 2003;12(5):419-46.
- Carp J. The secret lives of experiments: Methods reporting in the fMRI literature. *NeuroImage.* 2012;63(1):289-300.
- Nieuwenhuis S, Forstmann BU, Wagenmakers E-J. Erroneous analyses of interactions in neuroscience: a problem of significance. *Nat Neurosci.* 2011;14(9):1105-7.
- Johnson VE. Revised standards for statistical evidence. *Proc Natl Acad Sci USA.* 2013;110(48):19313-7.

Was kann die Bibliometrie in der heutigen Zeit?

VON LUTZ BORNMANN, MÜNCHEN

■ Die Bibliometrie kann als eigenes Forschungsgebiet sehr breit für die Untersuchung Wissenschafts-relevanter Themen eingesetzt werden. Man muss es allerdings sachgemäß tun.

Die Bewertung der Qualität von wissenschaftlicher Leistung ist eng verknüpft mit der Etablierung der modernen Wissenschaft. Mitte des 17. Jahrhunderts begannen die ersten wissenschaftlichen Zeitschriften das Peer-Review-Verfahren einzusetzen, um die Qualität von eingereichten Beiträgen beurteilen zu lassen. Heutzutage wird das Peer-Review-Verfahren

sehr breit verwendet; es werden damit nicht nur eingereichte Beiträge beurteilt, sondern auch Bewerber auf wissenschaftliche Stellen oder Stipendien, Anträge bei Forschungsförderern und vieles mehr. Seit etwa den 1990er Jahren wird diese qualitative Form der Bewertung von wissenschaftlicher Leistung in zunehmendem Maße ergänzt (und zuweilen auch ersetzt) durch eine quantitative Form der Bewertung. Es werden Daten, wie zum Beispiel Forschungspreise und eingeworbene Drittmittel, herangezogen, um Auskunft über die Forschungsstärke von einzelnen Wissenschaftlern, Forschungsgruppen, Institutionen und Ländern zu bekommen. Die Daten, die dabei am häufigsten verwendet werden, sind Publikations- und Zitations-

daten – im Rahmen der so genannten Bibliometrie. Während die Anzahl von Publikationen Auskunft über die Produktivität einer Einheit gibt, kann man Zitierungen dazu verwenden, um etwas über die Wirkung von Forschung (beziehungsweise Publikationen) sagen zu können.

„Die Bibliometrie hat sich als eigenes Forschungsfeld etabliert.“

Die Bibliometrie hat sich mittlerweile innerhalb der Informationswissenschaften und Wissenschaftssoziologie als eigenes Forschungsfeld etabliert: Dazu gehören eigene Lehrstühle, Zeitschriften (wie etwa das *Journal of Informetrics* oder *Scientometrics*), Konferenzen (wie etwa die regelmäßigen Konferenzen der International Society for Informetrics and Scientometrics) und Preise (wie beispielsweise die Derek de Solla Price Memorial Medaille). Bibliometrie



Illustration: Fotolia / raz2 studio

riker beschäftigen sich in ihrer Forschung mit der Entwicklung neuer Indikatoren, den Vor- und Nachteilen von bestimmten Datenbanken (wie beispielsweise *Web of Science*, *WoS*, von Thomson Reuters, *Scopus* von Elsevier oder *Google Scholar*) für die bibliometrische Analyse, der Erstellung von Länderstudien, der Visualisierung von bibliometrischen Daten und vielem mehr. Viele Wissenschaftler, die bei ihrer Arbeit mit der Bibliometrie in Kontakt kommen (zumeist in den Naturwissenschaften), wissen jedoch häufig nicht, dass es hier ausgewiesene Experten gibt. Bibliometriker werden vielmehr häufig nicht als Spezialisten angesehen, die eine bestimmte Methode besonders gut beherrschen, sondern als Befürworter einer Methode, die sie unkritisch anwenden.

Hätten wir im Gesundheitswesen eine ähnliche Situation wie bei der Forschungsevaluation, würden Patienten nicht auf die Dienste von Fachärzten zurückgreifen, weil sie ihnen vorwerfen, dass sie ihre Methoden unkritisch und nicht zum Wohle des Patienten anwenden würden. In Zeiten von leeren Sozialkassen mag dieser Vorwurf mehr und mehr gerechtfertigt zu sein; der ursprüngliche Sinn eines Arztbesuchs bestand aber darin, eine fachlich abgesicherte Einschätzung des eigenen Gesundheitszustands und einen kompetenten Einsatz von geeigneten Methoden für die Genesung zu bekommen. In ähnlicher Weise sollte auch im Bereich der Forschungsevaluation ein Experte aufgesucht werden, der in einem gegebenen Kontext eine fachlich abgesicherte Einschätzung über den Einsatz von bibliometrischen Methoden geben kann. Nur ein Experte kann grundsätzlich beurteilen, ob im gegebenen Kontext eine bibliometrische Studie überhaupt durchgeführt werden kann und – falls es möglich sein sollte – welche Datenbanken, Indikatoren und statistischen Auswertungsverfahren eingesetzt werden können. In Europa gibt es einige Institute, die entsprechende bibliometrische Dienstleistungen anbieten (wie etwa das Centre for Science and Technology Studies, CWTS, in Leiden).

Da die Bibliometrie mittlerweile zu einem zentralen Bestandteil in der Forschungsevaluation geworden ist, werden auch Softwareprodukte angeboten, die den Bedarf an bibliometrischen Indikatoren decken, den es vor allem für die Bewertung von Forschungseinrichtungen und Ländern gibt. Die wichtigsten Produkte in diesem Bereich sind *InCites* (Thomson Reuters)

und *SciVal* (Elsevier). Beide Produkte bieten eine Fülle von Indikatoren an, die über die Produktivität und die Wirkung von Publikationen einer Einrichtung oder eines Landes Auskunft geben. Allerdings können auch diese Produkte dem Nutzer nicht die Auswahl unter den angebotenen Indikatoren abnehmen und Erklärungen für die produzierten Ergebnisse liefern: Der Nutzer muss entscheiden, welche Indikatoren im gegebenen Kontext eingesetzt und wie die Ergebnisse interpretiert werden sollen. Deshalb können diese Produkte auch nicht den professionellen Bibliometriker als Experten für solche Fragen ersetzen, sondern machen ihn nur noch wichtiger. Durch die leichte Verfügbarkeit der Indikatoren (die zuvor von Bibliometrikern für eine bestimmte Evaluation zusammenstellt wurden) steigt das Risiko des unsachgemäßen Einsatzes.

Zwei gute Beispiele für den unsachgemäßen Gebrauch von bibliometrischen Indikatoren sind der Journal Impact Factor (JIF) und der h-Index. Während sich beide Indikatoren unter „Bibliometrie-Amateuren“ einer großen Beliebtheit erfreuen, spielen sie in der professionell betriebenen Bibliometrie kaum eine Rolle. Die bibliometrische Forschung hat sich zwar mit beiden sehr intensiv auseinandergesetzt, bei der konkreten Anwendung der Bibliometrie in der Forschungsevaluation werden jedoch andere Indikatoren vorgezogen. Amateure setzen beide Indikatoren gerne ein, um die Forschungsleistungen einer Person zu messen. Vor allem beim JIF erstaunt diese Verwendung, da er die durchschnittliche Wirkung *aller* Publikationen angibt, die in einer Zeitschrift erschienen sind – er ist daher ein Indikator, der etwas

„Zwei gute Beispiele für unsachgemäßen Gebrauch bieten der Journal Impact Faktor und der h-Index.“

über eine Zeitschrift aussagen kann. Warum sollten in eine Studie, die sich mit den Forschungsleistungen einer Person beschäftigt, alle Publikationen mit einbezogen werden, die von anderen Personen in der gleichen Zeitschrift publiziert wurden? Das macht zunächst einmal wenig Sinn. Im Gegensatz zum JIF ist der h-Index allerdings tatsächlich ein Indikator, der für den Einsatz bei einzelnen Wissenschaftlern vorgeschlagen wurde.

Der JIF wird häufig als Indikator eingesetzt, der etwas über die Qualität von einzelnen Publikationen aussagen kann. Dabei werden aber zwei Fehler gemacht: (1) Zum einen können Zitierungen nicht mit

„Zitierungen können nicht mit Qualität gleichgesetzt werden.“

Qualität gleichgesetzt werden. Zitierungen messen einen Teilaspekt von Qualität, und zwar Wirkung; andere wichtige Teilaspekte von Qualität sind Wichtigkeit und Richtigkeit, die jedoch mit Zitierungen kaum gemessen werden können. Dieser Fehler wird nicht nur im Zusammenhang mit dem JIF, sondern mit allen Zitations-basierten Indikatoren gemacht. (2) Zitierungen verteilen sich schief über die Beiträge in einer Zeitschrift: Wenige hochzitierte Publikationen stehen vielen kaum zitierten Publikationen gegenüber. Die durchschnittliche Anzahl der Zitierungen, die der JIF für eine Zeitschrift angibt, kann demnach kaum die Wirkung der meisten Publikationen in der Zeitschrift widerspiegeln (sondern überschätzt oder unterschätzt sie).

Ein wichtiger Punkt, der häufig am h-Index in der Bibliometrie kritisiert worden ist, betrifft die Verknüpfung von Produktivität (Anzahl Publikationen) und Wirkung (Anzahl Zitate) in einem Indikator. Einerseits wird grundsätzlich in Frage gestellt, dass beide Zahlen miteinander verknüpft werden – man könnte auch zwei Zahlen statt einer in der Forschungsevaluation verwenden. Andererseits wird die Art der Verknüpfung beim h-Index kritisiert. Es existiert kein vernünftiger Grund dafür, dass der h-Index nur diejenigen Publikationen einer Person zählt, die zumindest h Zitierungen haben. Es könnten auch $h/2$ oder $h \cdot h$ Zitierungen sein. Das Kriterium, ab wann eine Publikation als zählbar für den Index gilt, ist demnach willkürlich gewählt und könnte auch ganz anders lauten.

Thomson Reuters verwendet beispielsweise für die Auswahl der Wissenschaftler in einem Fach, die die meisten hochzitierten Publikationen veröffentlicht haben, die Quadratwurzel der Population: In der Datenbank, die unter www.highlycited.com erreichbar ist, werden diejenigen Wissenschaftler aufgelistet, deren Rang gleich oder größer der Quadratwurzel der Population (also aller Wissenschaftler in einem Fach mit mindestens einer hochzitierten Publikation) ist. Der h-Index könnte also genauso gut auf der Quadratwurzel beruhen.

Sowohl der JIF als auch der h-Index sind von einem Problem betroffen, das die amateurhaft betriebene Bibliometrie von der professionell betriebenen Bibliometrie unterscheidet. In der professionell betriebenen Bibliometrie werden in der Regel Indikatoren eingesetzt, die im Hinblick auf den Zeitpunkt einer Publikation und auf deren fachlichen Kontext normiert sind. Beim

JIF und h-Index handelt es sich jedoch nicht um normierte Indikatoren, weshalb dem Einsatz beider Indikatoren sehr enge Grenzen gesetzt sind. (1) Die Anzahl der Zitierungen für eine Publikation steigt mit der Zeit an. Um die Wirkung von Publikationen aus unterschiedlichen Jahren miteinander vergleichen zu können, ist deshalb eine Normierung auf das Publikationsjahr notwendig. (2) Eine große Anzahl an biblio-

Zitierungen der betreffenden Publikation durch die mittlere Anzahl der Zitierungen von denjenigen Publikationen geteilt, die im gleichen Publikationsjahr und im gleichen Fach veröffentlicht wurden (dem sogenannten Referenzset). Dabei ergeben sich Werte über 1 (die Publikation hat in diesem Fall eine überdurchschnittliche Wirkung) oder unter 1. Um die Publikationen einzelnen Fächern (beziehungsweise

den Anteil von Publikationen an, die genauso häufig zitiert wurden oder weniger Zitierungen erhalten haben. Da Zitationsperzentile auf das Publikationsjahr und das Fach normiert sind, kann damit die Wirkung von Publikationen aus unterschiedlichen Fächern und Publikationsjahren miteinander verglichen werden. Zu den Perzentil-basierten Indikatoren gehören auch die Indikatoren, die die Anzahl oder den Anteil derjenigen Publikationen (etwa eines Wissenschaftlers) angeben, die zu den x Prozent meist-zitierten Publikationen in einem Fach beziehungsweise Publikationsjahr gehören. Diese Indikatoren werden beispielsweise im kürzlich veröffentlichten Leiden Manifest zur Bibliometrie (Hicks et al., *Nature* 520: 429-31) als die Indikatoren bezeichnet, die besonders robuste Ergebnisse liefern. In den meisten Fällen beziehen sich diese Indikatoren auf die fünfzig, zehn und ein Prozent meist-zitierten Publikationen.

Zur Gruppe der „Cited-Side“-Indikatoren gehört auch ein Indikator, der kürzlich von Autoren vorgeschlagen wurde, die bei den National Institutes of Health (NIH) arbeiten. Die so genannte Relative Citation Ratio (RCR) wurde vor allem vor dem Hintergrund entwickelt, eine bessere Alternative für die Messung der Wirkung von Publikationen in der Biomedizin zu haben als den JIF. Um die Referenzsets für die Berechnung des RCR zusammenzustellen, wird – und das ist das Neuartige an diesem Indikator – das bibliometrische Verfahren der Ko-Zitationsanalyse verwendet. Es werden alle Publikationen in ein Referenzset einbezogen, die gemeinsam mit der betreffenden Publikation in anderen Veröffentlichungen zitiert wurden. Auch wenn der Ansatz, auf diese Art und Weise das Referenzset zu bilden, interessant ist, konnte Ludo Waltman vom CWTS zeigen, dass eine Zitierung der betreffenden Publikation aus ganz bestimmten Fächern zu einer Verringerung des RCR führen kann. Damit verletzt der Indikator ein grundlegendes Prinzip in der bibliometrischen

Indikatorik: Wenn eine Publikation weitere Zitierungen erhält, sollte sich die zusätzliche Wirkung in den normierten Indikatoren entsprechend

widerspiegeln. Ich konnte gemeinsam mit Robin Haunschild vom Max Planck Institut für Festkörperforschung (siehe *Essay* S. 40-43) in einer empirischen Studie zeigen, dass der RCR-Indikator sehr hoch mit etablierten normierten Indikatoren in der Bibliometrie korreliert. Auf der Basis dieses Ergebnisses könnte man deshalb argumen-



Illustration: Fotolia / freshidea

metrischen Studien konnte zeigen, dass in den Fächern eine unterschiedliche Anzahl an Zitierungen zu erwarten ist. So kann man beispielsweise in der Biologie deutlich mehr Zitierungen als in der Mathematik erwarten. Auch innerhalb eines Faches sind zwischen den einzelnen Gebieten deutliche Unterschiede bei den mittleren Zitierungen zu beobachten. Bibliometriker normieren deshalb, wenn sie in eine Studie Publikationen aus unterschiedlichen Fächern und Jahren einbeziehen (beispielsweise bei einem Vergleich von Universitäten), die Zitierungen der Publikationen im Hinblick auf das Publikationsjahr und das Fach, in dem sie publiziert wurden.

Bei den normierten Indikatoren kann man grob zwischen den „Cited-Side“- und den „Citing-Side“-Indikatoren unterscheiden. Der „Mean-Normalized Citation Score“ (MNCS) ist der wichtigste „Cited-Side“-Indikator. Um die Wirkung einer Publikation im Hinblick auf das Fach und das Publikationsjahr zu normieren, werden die

se Referenzsets) zuzuordnen, werden (1) die publizierenden Zeitschriften fachlich gruppiert, (2) Publikationen von Experten für Fachdatenbanken (wie zum Beispiel *Chemical Abstracts*) klassifiziert, oder (3) Algorithmen verwendet, die Publikationen mit Hilfe von Zitationsdaten klassifizieren. Im „Leiden Ranking“ (www.leidenranking.com), das zu einer größeren Anzahl von Universitäten verschiedene Indikatorwerte anbietet, findet sich beispielsweise der MNCS für jede Universität.

Da der MNCS auf der Basis von mittleren Zitierhäufigkeiten berechnet wird (und der arithmetische Mittelwert nicht bei Daten verwendet werden sollte, die schief verteilt sind), sind in der Bibliometrie Zitationsperzentile als weitere Möglichkeit vorgeschlagen worden, die Wirkung von Publikationen auf der „Cited-Side“ zu normieren. Perzentile geben zu jeder Publikation in einem Referenzset

„Zitierzahlen müssen jeweils nach Fach und Zeit normiert werden.“

tieren, dass seine Entwicklung nicht unbedingt notwendig gewesen wäre.

Eine interessante Gruppe von Indikatoren bilden in der Bibliometrie die „Citing-Side“-Indikatoren. Der Vorteil dieser Indikatoren besteht darin, dass sie gänzlich auf ein Referenzset verzichten, um Zitierungen zu normieren. Damit entfällt auch die Notwendigkeit, wie sie bei der „Cited-Side“-Normierung gegeben ist, sich auf ein bestimmtes Verfahren für die Zusammenstellung der Referenzsets festzulegen. Die „Citing-Side“-Normierung beruht auf der Überlegung, dass eine Publikation Zitierungen aus unterschiedlichen Fächern erhält und deshalb die Zitierungen selber normiert werden sollten. Bei den verschiedenen Verfahren der „Citing-Side“-Normierung wird jede einzelne Zitierung, die eine Publikation erhalten hat, mit der Anzahl der Referenzen gewichtet, die die zitierende Publikation enthält. Alternativ zu diesem Vorgehen wird nicht die Anzahl der Referenzen in der zitierenden Publikation, sondern die mittlere Anzahl der Referenzen derjenigen Publikationen verwendet, die gemeinsam mit der zitierenden Publikation in einer Zeitschrift veröffentlicht wurden. Die bislang vorgelegten Studien, die einen Vergleich von „Cited-Side“- und „Citing-Side“-Indikatoren vorgenommen haben, konnten nicht klären, welche Indikatoren in der Forschungsevaluation präferiert werden sollten.

Von den Kritikern der Bibliometrie wird häufig übersehen, dass die Bibliometrie nicht nur in einem evaluativen Kontext eingesetzt werden kann. Bibliometrische Daten sind generell sehr gut dafür geeignet, um wissenschaftliche Aktivitäten oder Phänomene zu untersuchen. Dafür gibt es zwei Gründe: (1) Da Wissenschaftler nahezu aller Fächer ihre Forschungsergebnisse in Publikationen präsentieren, und es zum guten Stil beim Publikationsprozess gehört, alle anderen Arbeiten mit Einfluss auf die eigene Arbeit zu zitieren, sind bibliometrische Daten eng mit dem Forschungsprozess in diesen Fächern verbunden. (2) Darüber hinaus liegen große Datensätze mit bibliometrischen Daten in Literaturdatenbanken für die Auswertung vor. Für die Erstellung einer bibliometrischen Studie müssen demnach die Daten in der Regel nicht aufwendig erzeugt werden.

Unter www.excellencemapping.net und www.excellence-networks.net sind beispiels-

„Kürzlich wurde gleich eine ganze Reihe interessanter Indikatoren vorgeschlagen.“

„Die Bibliometrie hat viele Fallstricke, die nur Experten kennen.“

weise zwei Internet-basierte Applikationen zu finden, für die umfangreiche bibliometrische Daten ausgewertet und visualisiert wurden. Beide Applikationen bewegen sich zwar in einem evaluativen Kontext, sie erlauben aber einen explorativen Blick über die Forschungsstärke und Kooperationen von Forschungseinrichtungen weltweit.

Das „Excellence Mapping“ zeigt anhand von zwei Indikatoren, die auf einer Landkarte dargestellt werden, wie sich Forschungsexzellenz in verschiedenen Fächern weltweit verteilt. Der Nutzer erhält einen globalen Überblick über die Verteilung von Exzellenz. Die „Excellence Networks“ zeigen einerseits, welche Einrichtungen insgesamt sehr erfolgreich mit anderen Einrichtungen kooperieren. Darüber hinaus kann sich der Nutzer die Kooperationspartner von einzelnen Einrichtungen visualisieren lassen. Gerade bei den „Excellence Networks“ wurde großer Wert auf eine ästhetisch ansprechende Visualisierung von bibliometrischen Daten gelegt.

Ein anderes Beispiel für die Anwendung bibliometrischer Daten ist die so genannte „Reference Publication Year Spectroscopy“ (RPYS). Dabei handelt es sich um ein Verfahren, mit dem die historischen Wurzeln von Forschungsgebieten oder einzelnen Wissenschaftlern untersucht werden können. Das Programm, mit dem eine RPYS durchgeführt werden kann, samt Beispielen für bereits durchgeführte RPYS sind unter www.crexplorer.net zu finden. Wichtige historische Arbeiten werden häufiger als andere Arbeiten in den Publikationen eines Forschungsgebiets oder eines Wissenschaftlers zitiert. Werden nun die Häufigkeiten der zitierten Publikationen bestimmt und auf einer Zeitachse mit Hilfe ihrer Publikationsjahre visualisiert, zeigen sich die wichtigen historischen Arbeiten als Peaks und können entsprechend identifiziert und interpretiert werden. Die RPYS kann jedoch nicht nur für die Identifizierung von wichtigen historischen Arbeiten eingesetzt werden. Mit dem Verfahren wurde auch bereits der Ursprung einer Legende in der Wissenschaft – die Bedeutung der Darwin-Finken – untersucht (<http://arxiv.org/abs/1311.5665>).

Wie diese Beispiele zeigen, kann die Bibliometrie sehr breit für die Untersuchung von Wissenschafts-relevanten Themen eingesetzt werden. Bei jedem Einsatz der Bibliometrie ist es jedoch wichtig zu berücksichtigen, dass sie in einem profes-

sionellen Rahmen geschieht. Die Bibliometrie ist mit vielen Fallstricken versehen, über die nur die Experten informiert sind. Besonders gefährlich sind in diesem Zusammenhang Softwareprodukte, die eine Fülle von Indikatoren zur Produktivität und Wirkung von Publikationen anbieten. Diese Angebote können dazu verleiten, die Bibliometrie nicht sachgemäß einzusetzen. Neben der unsachgemäßen Auswahl von Indikatoren besteht beispielsweise auch die Gefahr, dass die Bibliometrie bei zu kleinen Publikationssets eingesetzt wird. Eine Studie, die auf weniger als 30 bis 50 Publikationen beruht, kann kaum zu zuverlässigen und validen Ergebnissen führen. Gerade bei Auswertungen auf der Ebene von einzelnen Wissenschaftlern liegen häufig (zu) kleine Publikationssets vor.

Lutz Bormann arbeitet als Wissenschaftssoziologe in der Münchner Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft (MPG). Im Stabsreferat für Wissenschafts- und Innovationsforschung sowie Forschungsanalyse ist er dort für Fragen der Forschungsevaluation und Bibliometrie zuständig.



» Join the lipid revolution! «

Kai Simons, CEO Lipotype

Lipidomics for everybody!

Get your ready-to-publish lipid data from us.

We offer comprehensive, quantitative lipid analysis services of clinical and biological samples.



Please visit:
www.lipotype.com/shop



Alternative Metriken in der Forschungsbewertung

VON ROBIN HAUNSCHILD, STUTT GART

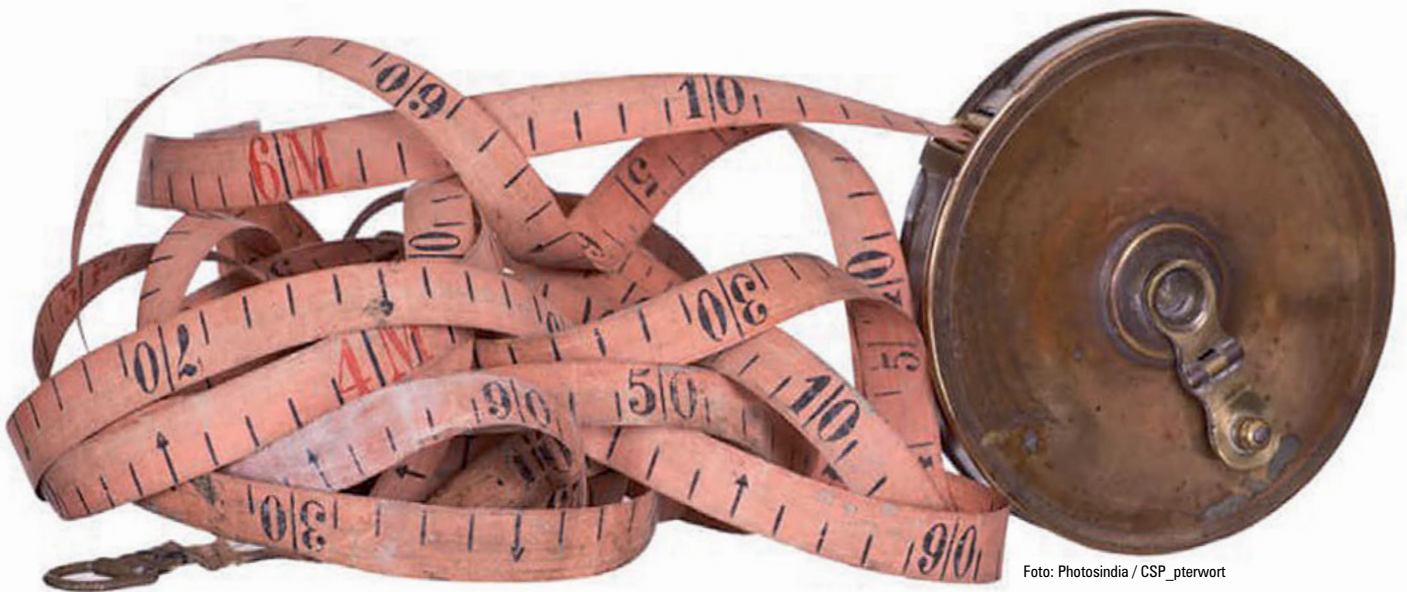


Foto: Photosindia / CSP_ pterwort

■ Alternative Metriken analysieren die Nennungen von wissenschaftlichen Artikeln in sozialen Medien und anderen Online-Quellen. Was können sie zur Bewertung von Forschungsleistungen beitragen?

Die Bibliometrie als Teilgebiet der Informetrie und Szientometrie hat sich mittlerweile als eigenständiger Forschungsbereich etabliert. Es gibt eigene Lehrstühle an Hochschulen, eigene Fachzeitschriften, regelmäßige Konferenzen und Forschungspreise. Bibliometriker beschäftigen sich hauptsächlich mit der Anwendung, der fortwährenden Verbesserung und der Entwicklung von neuen Indikatoren für die Forschungsbewertung.

Innerhalb der Bibliometrie ist gerade ein sehr junges Forschungsgebiet dabei, sich zu etablieren: die alternativen Metriken, beziehungsweise *Altmetrics*. Im Forschungsgebiet der alternativen Metriken gibt es bereits jährliche Konferenzen (siehe

etwa altmetricsconference.com), aber noch keine eigenen Lehrstühle, keine eigenen Fachzeitschriften oder relevanten Forschungspreise. Fortschritte und Entwicklungen in diesem sehr jungen Fachgebiet werden derzeit in bibliometrischen Fachzeitschriften publiziert.

Der Begriff „*Altmetrics*“ wurde 2010 durch Jason Priem auf Twitter geprägt.¹ 2011 wurde die britische Firma *Altmetric* gegründet, die sich auf die Sammlung und kommerzielle Bereitstellung von alternativen Metriken spezialisiert hat. Das *Altmetrics-Manifest*² stellt die Motivation und Zielsetzung von Forschern auf dem Gebiet der alternativen Metriken dar.

In der Bibliometrie werden Zitate in Fachzeitschriften ausgewertet, um die Wirkung eines Artikels zu bewerten. In den alternativen Metriken werden im Gegensatz dazu (fast) alle anderen Referenzierungen außer Zitierungen von Artikeln verwendet, um die Wirkung eines wissenschaftlichen Artikels zu beurteilen. Im Kern bestehen

alternative Metriken aus Nennungen von wissenschaftlichen Artikeln in sozialen Medien wie *Google+*, *LinkedIn*, *Twitter* und *Facebook*. Ebenso gehören aber auch Erwähnungen von wissenschaftlichen Artikeln in Blogs und Nachrichtenforen (etwa *BBC* oder *CNN*), Zählungen in Online-Referenz-Managern wie etwa *Mendeley*, Besprechungen und Empfehlungen von wissenschaftlichen Artikeln nach deren Publikation („*Post-Publication Peer-Review*“, zum Beispiel in *F1000Prime*, *PubPeer* und *Publons*) sowie Nennungen in politikrelevanten Dokumen-

„Nennungen in politikrelevanten Dokumenten gehören ebenso zum Sammelsurium der alternativen Metriken.“

ten (etwa Dokumente des IPCC oder der WHO), Wikipedia-Einträgen und vielen weiteren Quellen zum Sammelsurium der alternativen Metriken.

Diese Referenzierungen in alternativen Metriken erfolgen zum Teil in ähnlicher Form wie in Fachartikeln, zumeist aber in Form eines Hyperlinks auf die Verlagswebseite des Artikels. Die Anbieter alternativer Metriken (Beispiele sind *Altmetric*, *Plum*

Analytics und *Impact Story*) sammeln die Nennungen von wissenschaftlichen Artikeln in diversen Quellen und aggregieren diese auf Artikelbasis. Daher gehören die alternativen Metriken zur Klasse der Artikel-Level-Metriken – auch wenn sie oftmals höher aggregiert ausgewertet werden, wie etwa auf der Ebene von Fachzeitschriften, Universitäten oder Ländern.

Altmetric bietet nicht nur die aggregierten Daten in den einzelnen Quellen an, sondern erzeugt auch ein *Altmetric-Score* für alle wissenschaftlichen Artikel.³ Hierbei kommt eine recht willkürliche Formel zum Einsatz, in der Nennungen in Nachrichtenmedien mehr zählen als Nennungen in Blogs oder Tweets. Zum Teil wird auch innerhalb der einzelnen Quellen unterschieden. Beispielsweise zählt der Tweet eines bekannten Wissenschaftlers (etwa Richard Dawkins) unabhängig vom Fachgebiet mehr als der Tweet eines unbekannteren *Twitter*-Nutzers.

Eine wichtigere Differenzierung wäre inhaltlicher Natur: Hat der *Twitter*-Nutzer „nur“ den Link zum wissenschaftlichen Artikel, gegebenenfalls mit Autorennamen und Titel, getwittert? Ein solcher Tweet lässt nicht auf eine detaillierte Beschäftigung mit dem wissenschaftlichen Artikel schließen. Wenn ein *Twitter*-Nutzer jedoch einen für ihn wichtigen Teil des Artikels in den 140 Zeichen des Tweets unterbringt, deutet dies

„Man erhofft sich von alternativen Metriken vieles, vielleicht zu viel.“

auf eine deutlich intensivere Beschäftigung mit dem Artikel hin. In einem Tweet, einem *Facebook*- oder Blog-Eintrag könnte auch eine inhaltliche Stellungnahme zu einem wissenschaftlichen Artikel stehen (beispielsweise „gute Studie“ oder „nicht-reproduzierbarer Mist“). Angesichts der jüngsten Fortschritte in der automatisierten Textanalyse lässt sich erahnen, dass bei alternativen Metriken künftig mehr in diese Richtungen differenziert werden wird.

Man erhofft sich von alternativen Metriken vieles, vielleicht zu viel. Zum einen erwartet man eine schnellere Wirkungsmessung, als sie mit Zitaten möglich ist. Es ist bekannt, dass die Zitat-basierte Wirkungsmessung träge und langsam ist: Nach

der Publikation muss ein wissenschaftlicher Artikel zunächst gefunden, gelesen und verstanden werden, bevor er zitiert werden kann. Diese Schritte (zumindest das Finden) müssen zwar auch bei alternativen Metriken stattfinden, dann kann das Feuerwerk der alternativen Metriken allerdings unmittelbar starten. Bis dagegen die ersten Zitate eintrudeln, dauert es meist Monate bis Jahre, weil üblicherweise erst

„Ist der Artikel gefunden, gelesen und verstanden, kann das Feuerwerk der alternativen Metriken unmittelbar starten.“

ein Forschungsprojekt durchgeführt und ein Manuskript geschrieben werden muss. Dieses Manuskript wird bei einer Fachzeitschrift eingereicht und begutachtet. Allein dies kann je nach Fachgebiet bisweilen plusminus ein Jahr dauern. Wird das Manuskript dann zur Publikation in einer Fachzeitschrift akzeptiert, dauert es üblicherweise noch einige Monate, bis sich die Referenzen als Zitate in Literaturdatenbanken widerspiegeln.

Anhand dieses Zeitverlaufs wird aber auch klar erkennbar, dass alternative Metriken eine andere Bedeutung haben müssen als Zitate, weil meistens ein bedeutender Teil des Prozesses der Referenzierung fehlt: sowohl die neue Forschung, die auf dem referenzierten Artikel aufbaut, als auch der Begutachtungsprozess gehen den meisten Beiträgen in

den Quellen alternativer Metriken ab (etwa in *Twitter*, *Facebook* und Blogs). Nur die politikrelevanten Dokumente haben sich als noch träger und langsamer als Zitate erwiesen. Das hängt damit zusammen, dass Berichte (etwa des IPCC oder der WHO) deutlich seltener als wissenschaftliche Artikel erscheinen und es bei politikrelevanten Dokumenten zudem einen Qualitätssicherungsprozess ähnlich wie beim Peer-Review-Verfahren gibt. Außerdem dauert die Akzeptanz wissenschaftlicher Erkenntnisse in politisch aktiven Organisationen zum Teil recht lange.

Berechnet man Korrelationen zwischen alternativen Metriken und Zitaten, sieht das Bild ernüchternd aus: Signifikante Kor-

relationen mit Zitaten zeigen sich nur bei *F1000Prime*-Empfehlungen und Leserzahlungen bei Online-Referenzenmanagern (insbesondere *Mendeley*). Die Korrelationen zwischen Zitaten und anderen Quellen alternativer Metriken sind verschwindend gering. Hieraus folgt aber, dass eine Hoff-

nung, die mit alternativen Metriken verbunden wird, womöglich tatsächlich verwirklicht werden könnte: In den ersten paar Jahren nach Pu-

blikation könnte die Wirkung von wissenschaftlichen Artikeln auf die Wissenschaft über Daten aus Online-Referenzmanagern bestimmt werden. Für ältere Publikationen sind Zitatdaten dagegen zuverlässiger für die Forschungsbewertung.

Bei Quellen wie *Twitter* kann man derzeit nur aussagen, dass die Nennung eines wissenschaftlichen Artikels auf *Twitter* lediglich die Wirkung widerspiegelt, die dieser Artikel auf *Twitter*-Nutzer hat. Ähnliches lässt sich für *Facebook*, Nachrichtenportale, *LinkedIn* und andere Quellen formulieren. Weitere Forschung auf diesem Gebiet ist notwendig, um diesen Quellen später vielleicht einmal weitergehende Bedeutung zusprechen zu können.

Die alternativen Metriken werden oft im Zusammenhang mit der Messung gesellschaftlicher Wirkung von wissenschaftlichen Artikeln gesehen, weil man bei alternativen Metriken zum Teil die Nutzergruppen unterscheiden kann. In der Bibliometrie ist man sich einig, dass durch Zitate die Wirkung von Wissenschaft auf die Wissenschaft gemessen wird. Bei *Twitter* und *Facebook* können die Selbstbeschreibungen der Nutzer ausgewertet werden. Anhand bestimmter Suchbegriffe werden Nutzer als Wissenschaftler, Fachmann, Wissenschaftsvermittler und Teil der allgemeinen Gesellschaft eingeteilt. Bei *Mendeley* müssen Nutzer angeben, zu welcher akademischen Nutzerkategorie (etwa Student, Professor oder Bibliothekar) sie gehören. Mit Hilfe solcher Zuordnungen kann man zielgerichteter als mit Zitaten die Wirkung von wissenschaftlichen Artikeln auf die Gesellschaft messen. Dazu kommen noch

Hard Coated · Ultra Steep · ≥ OD 6 Blocking

OPTICAL FILTERS

For Fluorescence Spectroscopy

AHF analysentechnik AG · +49 (0)7071 970 901-0 · info@ahf.de





www.ahf.de

die geografischen Daten. Bei Mendeley erhält man „nur“ das Land, das der Nutzer angibt, bei Tweets dagegen sind zum Teil sehr genaue geografische Daten verfügbar. Zusätzlich geben Mendeley-Nutzer oft ihr wissenschaftliches Fachgebiet an.

Man muss jedoch Vorsicht walten lassen, wenn alternative Metriken von Aggregatoren (Anbieter von Daten aus vielen verschiedenen Quellen alternativer Metriken) verwendet werden. Die Primärquellen für wissenschaftliche Artikel sind Plattformen, die leicht durchsucht werden können (üblicherweise *Twitter* und *Facebook*). Die Artikel, die in diesen Primärquellen gefunden wurden, werden ebenfalls auf anderen Plattformen gesucht. Mir ist aufgefallen, dass sich bei Mendeley direkt abgefragte Leserszahlen eines Satzes von Artikeln deutlich von denjenigen unterscheiden, die Aggregatoren ermitteln. Bei Aggregatoren findet man etwa viele wissenschaftliche Artikel nicht, für die Leserszahlen bei Mendeley hinterlegt sind. Das liegt daran, dass die Aggregatoren keine bibliographische Datenbank zur Hand haben und viele wissenschaftliche Artikel Leserszahlen auf Mendeley haben, dagegen aber keine Nennung auf *Twitter* oder *Facebook*. Allerdings unterscheiden sich andere soziale Netzwerke stark von *Twitter* und *Facebook*. Daher sollte man auch nicht erwarten, dass ein wissenschaftlicher Artikel, der in einem Tweet oder *Facebook*-Beitrag genannt wird, auch Online-Referenzmanager-Leser hat oder in Beiträgen auf *LinkedIn* genannt wird.

Die Nennung von wissenschaftlichen Artikeln in politikrelevanten Dokumenten dagegen ist interessant, weil dadurch festgestellt werden kann, welche wissenschaftlichen Artikel für Gesetzgebung und politisch aktive Organisationen relevant sind. Leider gibt es derzeit sehr wenige Artikel, die in politikrelevanten Dokumenten genannt werden. Dafür gibt es drei offensichtliche Gründe:

(1) Nur ein kleiner Teil der wissenschaftlichen Literatur ist in der Art politikrelevant, dass er in entsprechenden Dokumenten referenziert wird.

(2) Die Datenanbieter von alternativen Metriken können noch nicht alle politikrelevanten Dokumente nach Referenzierung von wissenschaftlichen Artikeln durchsuchen.

(3) Die Autoren politikrelevanter Dokumente sind häufig keine Wissenschaftler oder haben sich recht weit von der Wissenschaft entfernt. Daher kann man in politik-

„Wegen der fachspezifischen Unterschiede sagen einfache Nennungen in alternativen Metriken ähnlich wenig aus wie einfache Zitzahlen.“



Zählungen in sozialen Medien spielen eine große Rolle in den alternativen Metriken.

relevanten Dokumenten nicht unbedingt das Zitierverhalten eines Wissenschaftlers erwarten.

Ähnlich wie bei Zitaten sind auch bei alternativen Metriken fachspezifische Unterschiede zu erwarten: Artikel in multidisziplinären Wissenschaftsgebieten weisen die höchste Aktivität in alternativen Metriken auf, gefolgt von verschiedensten biologischen und medizinischen Fachgebieten. Alternative Metriken haben mit Zitaten gemein, dass die geringste Aktivität in den Geisteswissenschaften zu beobachten ist, was jedoch zum Teil an der schlechten Datenbankabdeckung liegt.

Wegen dieser fachspezifischen Unterschiede sagen einfache Nennungen in alternativen Metriken ähnlich wenig aus wie einfache Zitzahlen. In der Bibliometrie haben sich Normierungsverfahren etabliert, um fachliche und zeitbedingte Effekte zu berücksichtigen. Diese Normierungsverfahren

sollten Schritt für Schritt in die alternativen Metriken übertragen werden. Zusammen mit Lutz Bornmann (siehe Essay S. 36-39) habe ich begonnen, die wichtigsten

etablierten Normierungsverfahren aus der Bibliometrie in die alternativen Metriken zu übertragen: Wir haben den MNRS (Mean Normalized Reader Score)⁴ und MDNRS (Mean Discipline Normalized Reader Score)⁵ für Online-Referenzmanager (insbesondere Mendeley) vorgeschlagen. Ebenfalls haben wir einen Perzentil-basierten Indikator (*Twitter*-Perzentile)⁶ auf *Twitter* angewendet. Diese drei Indikatoren sind fach- und zeitnormiert.

Beim MNRS-Indikator wird die Anzahl der Mendeley-Leser eines wissenschaftlichen Artikels durch die mittlere Leseranzahl derjenigen wissenschaftlichen Artikel geteilt, die in demselben Fachgebiet und Publikationsjahr veröffentlicht wurden. Dabei bedeuten Werte über 1, dass dieser wissenschaftliche Artikel eine überdurchschnittliche Wirkung erzielt hat; Werte unter 1 bedeuten, dass eine unterdurchschnittliche Wirkung erzielt wurde.

Der MDNRS basiert analog zum MNRS auf dem Verhältnis der Leseranzahl eines wissenschaftlichen Artikels zum Fachdurchschnitt im selben Publikationsjahr. Beim MDNRS wird das Fach aber nicht durch die Fachkategorie des wissenschaftlichen Artikels, sondern die bei Mendeley hinterlegte Fachkategorie des Lesers bei dem Normierungsverfahren verwendet.



Der MNRS ist verwandt mit den „Cited-Side“-Methoden der Bibliometrie, und der MDNRS ist verwandt mit den „Citing-Side“-Methoden der Bibliometrie. Die MDNRS-Werte lassen sich nicht so einfach interpretieren wie die MNRS-Werte – aber je größer der MDNRS-Wert ist, desto stärker ist die Wirkung, die dieser wissenschaftliche Artikel auf *Mendeley* gehabt hat.

Bei den *Twitter*-Perzentilen werden die wissenschaftlichen Artikel nach der Anzahl der Tweets pro Artikel absteigend sortiert, und es werden Rangplätze vergeben. Es gibt verschiedene Vorschläge, die Rangplätze in Perzentilränge umzurechnen, die sich lediglich in kleineren Details unterscheiden. Diese Prozedur wird für jedes Fachgebiet und jedes Publikationsjahr separat durchgeführt. Man erhält für jeden Artikel einen Perzentil-Rang zwischen 0 und 100. Ein Perzentil-Rang von 50 bedeutet eine durchschnittliche Wirkung des Artikels (in diesem Fall auf *Twitter*). Methoden, die auf Perzentil-Rängen beruhen, haben weitere Vorteile bei der Interpretation: Ein Perzentil-Rang von 90 bedeutet, dass der Artikel gerade noch zu den Top-

„Es ist kaum bekannt, welche Wirkung eines wissenschaftlichen Artikels durch alternative Metriken aufgezeigt wird.“

10 Prozent aller Artikel gehört und dass 90 Prozent aller Artikel weniger Wirkung entfaltet haben. Des Weiteren leiden Perzentil-Methoden nicht unter der verzerrten Auswirkung von starken Ausreißern.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen ist es unbekannt, welche Wirkung eines wissenschaftlichen Artikels durch alternative Metriken aufgezeigt wird. Auch ist die Bedeutung der aggregierten Zahlen unklar. Zumindest sollten keine unnormierten Zahlen aggregiert werden. Bei Online-Referenzmanager-Leserzahlen deutet viel darauf hin, dass sie größtenteils die Wirkung auf die Wissenschaft widerspiegeln – und das schneller als Zitate. Legt ein Benutzer einen Artikel in seine Online-Bibliothek, kann dies als wissenschaftliches Interesse an diesem Artikel gedeutet werden. Daher kann man einen Online-Referenzmanager-Leser als ein mögliches zukünftiges Zitat in der Wissenschaftsliteratur auffassen. Allerdings trifft dies nicht auf alle gespeicherten Publikationen in Online-Referenz-Managern zu. Des Weiteren ist es auch möglich, dass nach der Speicherung einer Publikation diese tatsächlich auch in einem neuen Manuskript zitiert wird, das Manuskript aber abgelehnt und nicht veröffentlicht wird. Es hat sich gezeigt, dass *Mendeley*-Leserzählungen mittelmäßig mit Zitzählungen korrelieren. Es wird daher auch eine von Zitaten abweichende Wirkung mit Online-Referenzmanager-Zählungen gemessen. Welche Wirkung dies ist, ist jedoch noch unklar.

Artikel-Empfehlungen (zum Beispiel via *F1000Prime*) sind auch sehr interessant für die Forschungsbewertung. Allerdings existieren derzeit noch zwei Hindernisse:

(1) Es gibt noch zu wenig empfohlene Artikel, um von einer umfassenden Abdeckung ausgehen zu können. Daher hat es eine positive Aussagekraft, wenn ein Artikel empfohlen wurde, aber es hat gar keine Aussagekraft, wenn ein Artikel nicht empfohlen wurde.

(2) Es gibt derzeit nur eine geringe fachliche Abdeckung. *F1000Prime* hat mit Biologie, Medizin und Lebenswissenschaften zwar bereits eine relativ große Menge der Wissenschaftsliteratur erfasst, es fehlen jedoch noch viele weitere Wissenschaftsbereiche, so dass von einer umfassenden Abdeckung der Wissenschaftsliteratur noch nicht gesprochen werden kann.

„Alternative Metriken sind noch nicht reif für die Verwendung in der Forschungsbewertung.“

Alternative Metriken sind insgesamt noch nicht reif für die Verwendung in der Forschungsbewertung. Jedoch scheinen normierte Leserzählungen in Online-Referenzmanagern ein guter Kandidat zu sein, um zukünftig in der Forschungsbewertung eine gewisse Rolle zu spielen. In bestimmten Gebieten, insbesondere Biologie, Medizin und Lebenswissenschaften, kann es auch hilfreich sein, sich die Anzahl der empfohlenen Artikel sowie die Empfehlungen selbst anzusehen. Bei Quellen wie *Facebook* und *Twitter* sollte man sich derzeit mehr die Inhalte der Beiträge ansehen als die aggregierten Zahlen. Aggregierte Daten zu alternativen Metriken sollten derzeit nur verwendet werden, um in der Szientometrie zu erforschen, welche Wirkung von den alternativen Metriken abgebildet wird – sie sollten aber nicht für die Forschungsbewertung eingesetzt werden.

Robin Haunschild arbeitet als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Festkörperforschung in Stuttgart und ist verantwortlich für die Servicegruppe Fachinformation der Max-Planck-Gesellschaft.

Referenzen

- Priem J, „I like the term #articlelevelmetrics, but it fails to imply *diversity* of measures. Lately, I'm liking #altmetrics.“ <https://twitter.com/#!/jasonpriem/status/25844968813>.
- Priem J, Taraborelli D, Groth P, Neylon C. Altmetrics: a manifesto 2010. Retrieved 28 March 2015, from <http://altmetrics.org/manifesto/>.
- Altmetric How is the Altmetric score calculated? <https://help.altmetric.com/support/solutions/articles/6000060969-how-is-the-altmetric-score-calculated->.
- Haunschild R, Bornmann L (2016) Normalization of Mendeley reader counts for impact assessment. *Journal of Informetrics* 10:62-73. doi: 10.1016/j.joi.2015.11.003.
- Bornmann L, Haunschild R (2016) Normalization of Mendeley reader impact on the reader- and paper-side: A comparison of the Mean Discipline Normalized Reader Score (MDNRS) with the Mean Normalized Reader Score (MNRS) and bare reader counts. *Journal of Informetrics*. doi: 10.6084/m9.figshare.2554957.v2.
- Bornmann L, Haunschild R (2016) How to normalize Twitter counts? A first attempt based on journals in the Twitter Index. *Scientometrics* 1-18. doi: 10.1007/s11192-016-1893-6.



Illustration: Fotolia / freshideas

Bedrohte Spezies

VON ANDREA PITZSCHKE, SALZBURG

■ Manchmal verteilen Gutachter in bester Absicht ein "Sehr Gut" bei der Beurteilung eines Forschungsantrags – und versetzen dem Antragsteller genau damit den Todesstoß.

Europa hat so viele schlaue Köpfe. Die kommen nicht von irgendwo. Für viele ist der Wissensdurst nach dem Abitur beziehungsweise nach der Matura längst nicht gestillt. Ein Studium bietet die optimale Möglichkeit, sein Wissen in dem – individuell definierten – spannendsten Fach zu vertiefen. Abseits von ungeliebten „Ballastfächern“, wie noch in der Schule.

Mit der Entscheidung für ein Studium wird gleichzeitig die konkrete Berufs-Entscheidung hinausgezögert. Eine ideale Zeit,

die eigenen Stärken auszutesten und auszubauen, und daraus letztlich den Traumberuf zu erkennen.

Naturwissenschaftler sind in dieser Beziehung eine besondere Spezies. Nach Diplom beziehungsweise Master kommen die meisten erst so richtig auf den Geschmack. Da bietet doch die Promotion – am besten im Ausland – das perfekte Spielfeld, neues Wissen kreativ anzuwenden und seinem ausgereiften Forscherinstinkt professionell nachzugehen. Wer sonst hat schließlich so viele „Aha-Effekte“ wie jemand, der das Experiment selbst plant, durchführt und die Ergebnisse einfährt? Während der Doktorarbeit fällt meist auch der endgültige Entscheid für die berufliche Laufbahn – Industrie oder Akademie.

Während es Realisten zumeist in die Industrie zieht, streben Idealisten Richtung

Uni-Karriere und damit nach einer eher ungewissen Zukunft. Unabhängige Forschung kann ein Land wirtschaftlich enorm vorantreiben und nachhaltigen Fortschritt schaffen. Das geht freilich nur, wenn die Regierung das will und entsprechend unterstützt. Reine Lippenbekenntnisse – davon gibt es reichlich – bringen da wenig.

In klarem Gegensatz zum unbestreitbaren Bedarf und Potenzial akademischer Forschung steht die Höhe (Tiefe?) der Summen, die dafür aufgebracht werden. Staatlich finanzierte Österreichische Universitäten kämpfen sich mit einem bescheidenen Budget von einer Leistungsvereinbarungsperiode zur nächsten. Es tut weh zu sehen, dass vieles nur noch auf „Maintenance“ läuft. Dies gilt sowohl für die Hardware (Geräte, Gebäude), als auch für die Software (Personal). Anzunehmen,

„Reine Lippenbekenntnisse – davon gibt es reichlich – bringen da wenig.“

dass die Pensionierung eines Profs eine freie Stelle für „junges Blut“ schafft, ist – in leider viel zu vielen Fällen – illusorisch.

Wenn Jungakademiker also nicht auf fixe Uni-Stellen setzen können, bleibt ihnen nur eines: Finanzierung über Drittmittel, etwa über den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF), der einzigen Förderungsorganisation für Grundlagenforschung in Österreich.

Sinkt das Angebot an fixen Uni-Stellen, kann man seine Ideale aufgeben und sollte spätestens jetzt(!) zum Sprung in die Industrie ansetzen. Oder man bleibt – so wie ich – Idealist und setzt auf Drittmittelwerbung. Was für Österreich der FWF, ist die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) für Deutschland beziehungsweise der Schweizerische Nationalfond (SNF) für die Schweiz. Der FWF vergibt Förderungen in Höhe von derzeit etwa 200 Mio. Euro, die DFG 2.7 Mrd.; der SNF etwa 850 Mio. Schweizer Franken im Jahr. Ausgedrückt in Fördervolumen pro Einwohner sind das circa: 23,6 Euro (Ö; FWF); 33,3 Euro (D; DFG); 96,6 Euro (CH; SNF). Am mittelärmsten ist also Österreich. Mit Abstand!

Angesichts sinkender Uni-Stellen und steigender Antragszahlen konkurrieren immer mehr Forscher um das bescheidene Budget. Betrug die Bewilligungsquote 2005 noch 37,5 %, waren es 2015 nur mehr 20,3 %. Tendenz fallend. Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer beträgt vier bis sechs Monate.

Bei der Antragstellung kommen Vollblutforschern ihre meist gut entwickelten strategischen Fähigkeiten zugute. Die mathematisch-logische Antwort, trotz geringer Bewilligungsquoten überhaupt eine Chance zu haben, heißt: Mehrere Anträge schreiben und diese gleichzeitig oder gestaffelt einreichen. Und zwar einige Monate vor Ablaufzeit des aktuellen, wie-auch-immer-finanzierten Projekts. Dass man unverhofft mit drei bewilligten Projekten dasteht, die sich räumlich und organisatorisch niemals gleichzeitig bearbeiten lassen, ist ein absolutes Luxusproblem – mir ist kein Forscher bekannt, der dieses Problem hatte.

Paralleles Einreichen mehrerer Anträge macht es dem FWF allerdings

zusätzlich schwer: Gutachter sind schwer zu finden – sie werden für ihre Aufgabe schließlich nicht bezahlt. Die Rücklaufquote von Gutachten in 2015 betrug 32,9 %. Das heißt durchschnittlich müssen pro Gutachten drei Personen mit relevanter Qualifikation gefunden und angeschrieben wer-

den. Und selbst wenn mühsam aufgespürte, hochgeschätzte Gutachter zustimmen und pünktlich ihre Kritiken sowie Kommentare abliefern, kann es Verzögerungen geben. Nämlich dann, wenn die Gutachten „untergriffen“ sind und somit nicht gewertet werden können. Dann heißt es für den FWF „Zurück auf Start“, die Suche nach fachrelevanten Gutachtern beginnt erneut.

Für den Kandidaten bedeutet dies weitere Monate lang warten, Zukunftsängste verdrängen, cool bleiben. Ein Beispiel untergriffener, nicht wertbarer Gutachten ist mir von einer Kollegin bekannt. Zitat sinngemäß: „...weist der Antrag einige offensichtliche Schwachstellen auf, aber mehr ist von einer Frau ja auch nicht zu erwarten...“. Die Gutachter bleiben für den Antragsteller anonym; im genannten Beispiel ist zumindest das Geschlecht zu erraten. Untergriffene Gutachten sind zum Glück die Ausnahme.

Sind ein bis zwei Anträge erst einmal abgeschickt (das geht elektronisch via ELANE; das einzige physische Formular ist jenes mit der Unterschrift der Forschungsstätte), darf man hier gern kurz (!) verschlafen. Einatmen, ausatmen, einatmen, ausatmen. Und weiter! Ich habe meist nur die erste Hälfte der Atemübung durchgehalten, für die zweite fehlte mir die innere Ruhe. Als Ausgleichsbeschäftigung lockten stattdessen: Nägelkauen, Haareraufen, Zähneknirschen. Daraus lässt sich wunderbar ein 24-Stunden-Trainingsprogramm kombinieren. Wer Raucher ist, qualmt halt ein paar Schachteln mehr. Der Kopf raucht so oder so.

Die Monate bis zum Urteil, der FWF-Kuratoriumssitzung, hinterlassen entsprechende Spuren: brüchige Nägel, Albert-Einstein-Frisur, durchgebissene Knirscherschiene und/oder geteerte Lunge. Endlich weiß man, was externe Gutachter von den Forschungsplänen halten.

Netterweise erfährt der Antragsteller neben „Bewilligt“ oder „Abgelehnt“ auch konkret, was die Externen als löblich beziehungsweise kritikwürdig angesehen haben. Zwei Gutachter sind das Minimum (bis 350.000 Euro); je nach Antragsvolumen steigt ihre Anzahl. Klarerweise ist man bescheiden und versucht, die beantragte Summe hinzubiegen. Also nicht etwa 351.000 Euro beantragen und somit auf

drei, uneingeschränkt lobpreisende Gutachter angewiesen zu sein. Ein Sechser im Lotto ist ähnlich wahrscheinlich.

Und dann so was: Entscheid: „Abgelehnt“. Zwei Gutachter – zwei Meinungen. Das ist gar nicht so selten. Konkretes Beispiel: Gutachter A: „...This is a highly innovative project.... Some risky aspects...“. Gutachter B: „...This is well-trodden ground. It is obvious that (the hypothesized) connection between molecule X and Y exists...“. Da lässt sich nichts anfechten. Da hilft nur Kopfschütteln und zurück auf

Start, also: Einatmen, ausatmen, einatmen, ausatmen. Nächster Antrag!

In meinem Fall war dieser dann wirklich gründlich konzipiert.

Ich hatte alles hineingesteckt – eine Einzelautor-Publikation in einem renommierten Journal, darauf aufbauende reichlich experimentelle Vorarbeiten, Risikoabwägung, Plan-B-Vorschläge. Kooperationen. Alles. Gutachter A: „I really like this proposal...“; Gutachter B: „...is worth exploring“. Gesamturteil zweimal „very good = high priority for funding“.

Die Gutachter werden in einer Fußzeile hingewiesen: „Please note that the FWF places high demands on the quality of the projects it funds and thus predominantly supports projects rated as ‘very good’ or ‘excellent’.“ Kreuzen sie also – in bester Absicht – ‘very good = high’, nicht aber eben ‘excellent = highest priority’ an, bedeutet das den Todesstoß für den Kandidaten. Nun gut, „tot“ ist man hinterher nicht – schwer getroffen aber allemal.

Bei Paper-Einreichungen lässt sich ja mit Gutachtern bekanntlich diskutieren, man kann Daten nachliefern, Fragen stellen, Ungereimtheiten klären. Bei Forschungsanträgen gibt es diese Option nicht – zumindest nicht in Österreich. Anders ist dies zum Beispiel in Slowenien.

Wer kein Teflon-beschichtetes Selbstbewusstsein hat, wird einige Ego-Kratzer davontragen und an seinen Forscherkompetenzen zweifeln. Auch wenn Kollegen einem das vehement ausreden. Also aufgeben? Mitnichten!! Drei oder vier Ablehnungen hintereinander zehren an der Substanz. Stellt sich die Frage, ob die eigene Substanz (sprich Hirnmasse) nicht woanders besser eingesetzt ist.

Nach Habilitation, 15 Jahren Akademie und unersättlichem Forscherdrang in die Industrie wechseln? Alles bisher erreichte (Know-how, Daten, Publikationen,

„Please note that the FWF places high demands on the quality of the projects it funds and thus predominantly supports projects rated as very good or excellent“.

„Klarerweise ist man bescheiden und versucht die beantragten Summen hinzubiegen.“

Uni-Netzwerke) aufgeben? Es müsste schon eine sehr attraktive Stelle sein. Eine, die bisherige Qualifikationen aktiv weiterlebt. In diesem Selbstfindungsprozess habe ich festgestellt, welch hartes Vorurteil in der Industrie über uns „Uni-Leute“ herrscht. Zwischen und manchmal auch aus den Zeilen ging hervor, auf der Uni sei „easy life“: kein Zeitdruck, keine Vorgaben, eben ein bisschen „Herumforscherei“. Nichts á la „publish or perish“. Dass wir Non-stop einen Existenzkampf führen ist den meisten Auswärtigen fremd.

Die Kunst besteht darin, geeignete Nischen zu finden. Industriepartner, die mit der konkreten Expertise des Uni-Forschers unmittelbar etwas anfangen können. Das bewahrt auch davor, die eigenen Ideale zu verraten. Für mich konkret heißt dies: Themen zu Umweltschutz, Biodiversität, Pflanzenstress treu zu bleiben, mein Wissen aber anwendungsorientiert, unkonventionell sowie in neue Richtungen einzusetzen. Es geht nicht mehr um Modellorganismen und Co-Immunopräzipitation, sondern um Klimawandel-angepasste Pflanzen für die Landwirtschaft. Im Vordergrund stehen nicht mehr Superoxid und Enzymassays, sondern Antioxidantien-reiche Keimlinge als „Super-Foods“.

Die Suche nach Projektpartnern und relevanten Förderungsmöglichkeiten, etwa die Österreichische Forschungsgesellschaft (FFG) verlangt Geduld. Aber wer bis hierher gekommen ist, hat eine hohe Frustrationsschwelle und somit eben auch den nötigen laaaangen Atem. Unglaublich, wie viele potenzielle Industriepartner nach einer ersten, persönlichen(!) Projektplan-Vorstellung ihr unbedingtes Interesse bekunden. Und dann nichts mehr von sich hören lassen, auch nicht nach wiederholtem Nachfragen. Ein österreichisches Phänomen scheint dabei das „Ein-fach aussitzen“ zu sein. Selbst ein „Letter of Intent“ ist unter Umständen wertlos; zumindest musste ich dies erfahren.

Und dennoch: Mein Tipp für alle „Mitbetroffenen“: Halten Sie an Ihren Idealen fest! Verlassen Sie die Forschung nicht! Suchen Sie einen verlässlichen Industriepartner für ein erstes Projekt, und sei es noch so klein (zum Beispiel der FFG-Innovationscheck 5000). Darauf lässt sich eventuell aufbauen. Ein paar Monate Arbeitslosigkeit kann man abfedern. Wichtig ist, eine Perspektive zu haben oder unermüdlich an

ihrer Entwicklung zu feilen. Dazu braucht es Durchhaltekraft, eine kreative Ader und ein soziales Umfeld, das von Nägelkauen, Haareraufen und Zähneknirschen abhält. Die Zeit dazwischen lässt sich wunderbar füllen – zum Beispiel mit dem Verfassen von Beiträgen fürs *Laborjournal*.

Ab und an überfallen einen jedoch auch trübe Gedanken. Was wird aus Österreich langfristig, wenn es weiter an der Forschung spart? Oder anders herum: Wie weit könnte Österreich, verglichen mit anderen europäischen Ländern, heute schon sein, wenn es in die relevanten Forschungsgebiete und Köpfe investiert hätte? An der Akzeptanz in der Bevölkerung, für „so etwas“ Steuergelder auszugeben, liegt es sicher nicht. Mit welcher Begeisterung ist doch die Öffentlichkeit bei der „Langen Nacht der Forschung“, bei „Kinder-Unis“, Volkshochschul-Vorträgen („University meets Public“) und anderen auf sie zugeschnittenen Veranstaltungen dabei.

Wir Wissenschaftler mögen eine „besondere Spezies“ sein, doch das Klischee vom Elfenbeinturm ist überholt. Beflügelt uns doch allein schon ein anerkennendes „Danke“ aus dem Publikum. Es verleiht die nötige Motivation, ähnliche Aktivitäten genauso engagiert erneut mitzugestalten. Doch trotz alledem sind wir kein Perpetuum Mobile. Irgendwo muss der Sprit herkommen – es muss überzeugend viel Sprit sein, um den Wagen langfristig ins Rollen zu bringen. Sonst sind die einzigen Gewinner ein paar Maniküristen, Friseure, Dentallabors und die Tabakindustrie.

Von Kollegen und aus eigener Erfahrung weiß ich, wie sehr Zukunft-sängste an Nerven, Kreativität und Produktivität zehren. Mir ist beispielsweise aktuell die Lust am Paper-Schreiben vergangen, obwohl genügend „heiße Daten“ vorliegen und ich konkrete Lösungsansätze etwa für eine klimawandelangepasste, nachhaltige Landwirtschaft wüsste. Ticken andere Wissenschaftler in Österreich genauso – ich kenne einige bei denen dies der Fall ist –, dann entgehen dem Land nicht nur etliche Publikationen, sondern auch das entsprechende Wissenspotenzial für die Wirtschaft. Unterm Strich verliert auch Europa. Ein Teufelskreis: Niedrige For-

schungsförderung = niedriger Output = Stillstand = geringes Staatsbudget = wenig Mittel für Forschungsförderung.

Es gilt, diesen Kreis zu durchbrechen, mit entsprechend hohen Investitionen. Nun ja, ein Bundespräsident mit akademischer Laufbahn, ein neuer Kanzler mit Kalkül und eine Molekularbiologin als neue Wirtschaftsministerin könnten hier schon einiges bewirken – wenn sie dies wollen

und das Potenzial erkennen. Für Österreich, den FWF und die „Generation Forschung“ hoffe ich auf baldige Kursänderung. Langfristig ist das für alle ein Gewinn.

Ansonsten wird es schwer fallen, Studenten in Vorlesungen für Wissenschaft zu faszinieren und die nächste Generation schlauer Köpfe heranzuziehen.

Mancher Leser mag dies alles für eine pessimistische, einseitige Betrachtungsweise halten. Für die Notwendigkeit einer Kursänderung gibt es aber harte, überzeugende Fakten. Nehmen wir zum Beispiel die jüngst veröffentlichte Studie des Volkswirts Klaus Weyerstraß vom Institut für höhere Studien (IHS) zur „Analyse der Produktivität Österreichs im internationalen Vergleich“.

Darin ist zu lesen, dass *„Bildung, Innovation und Forschung für Österreich als rohstoffarmes Land mit im internationalen Vergleich hohen Löhnen essentiell für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit sind. Die Arbeitsproduktivität (das Verhältnis aus der mengenmäßigen Leistung und dem mengenmäßigen Arbeitseinsatz) ist ein Maß für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. Die totale Faktorproduktivität (TFP; ein wesentlicher Einflussfaktor der Arbeitsproduktivität) gilt wiederum allgemein als makroökonomischer Indikator für den technischen Fortschritt. Beim Wachstum der TFP ist Österreich in letzter Zeit deutlich hinter den EU-Durchschnitt und hinter Deutschland und die Schweiz zurückgefallen, was Reformbedarf zur Steigerung der Innovationskraft signalisiert. Bildung, Forschung und Innovation sowie ein funktionierender Wettbewerb sind wichtige Faktoren zur Förderung des Produktivitätsfortschritts.“*

Bleibt also zu hoffen, dass diese Warnsignale auf die richtigen Rezeptoren (in der Regierung) stoßen und nachhaltig die nötigen Anpassungsmechanismen stimulieren.

Andrea Pitzschke ist Projektleiterin im Fachbereich Zellbiologie der Universität Salzburg.

„Ein Teufelskreis: Niedrige Forschungsförderung = niedriger Output = Stillstand = geringes Staatsbudget = wenig Mittel für Forschungsförderung.“

„Wie weit könnte Österreich, verglichen mit anderen europäischen Ländern, heute schon sein, wenn es in die relevanten Forschungsgebiete und Köpfe investiert hätte?“



Vorsicht – kann Spuren von DNA enthalten!

VON MARTIN ECKERT, WIESBADEN

■ Die forensische DNA-Analyse ist aus Polizeiarbeit und Rechtsprechung nicht mehr wegzudenken – doch ihr Potenzial ist noch längst nicht ausgeschöpft.

„... das Gericht dankt dem Sachverständigen. Hat die Verteidigung noch Fragen?“

So oder ähnlich klingt es gerne in deutschen Gerichtssälen, nachdem ein DNA-Sachverständiger seine Ausführungen mit einer astronomisch hohen Zahl für die Wahrscheinlichkeit einer Übereinstimmung der DNA-Profile von Tatortspur und Beschuldigtem abgeschlossen hat.

Den Anfang machte der Brite Sir Alec Jeffreys mit seiner Beschreibung der Mini-Satelliten; ihm folgten viele, die die Untersuchung von „Short Tandem Repeats“ (STRs) vorantrieben und perfektionierten. Die Befunde solcher Typisierungen hielten Einzug in die polizeilichen Ermittlungen und bewiesen ihren Wert als Sachbeweis in unzähligen Strafverfahren und der Aufarbeitung ungeklärter Altfälle. Die forensische DNA-Analyse ist seither nicht mehr

aus der deutschen Polizeiarbeit und Rechtsprechung wegzudenken.

Während die Strafprozessordnung (StPO) im Wesentlichen seit Jahren unverändert bleibt, geht die Entwicklung der Typisierung menschlicher DNA mit großen Schritten weiter. Wer wie ich damals das zweifelhafte Vergnügen hatte, noch einzelne STRs mit Hilfe eines einzigen Primerpaares amplifizieren zu müssen, um erst nach einigen Tagen und vielen, vielen PCRs ein „DNA-Identifizierungsmuster“ erstellen zu können, dem lässt sich allein durch das Erwähnen des Zauberswortes „Multiplex“ ein Strahlen ins Gesicht zaubern. Im Multiplex-Verfahren wird durch den Einsatz mehrerer Primer-Paare die gleichzeitige Amplifikation unterschiedlicher DNA-Abschnitte erreicht.

Die altbekanntesten Sequenzierbegleiter wie Mercaptoethanol (stinkend!), Puffertröge mit Oktoberfest-tauglichem Volumen und Glasplatten von der gefühlten Größe eines Kommunalwahlzettels sind in den hintersten Ecken der Institutsregale

gelandet. Stattdessen stehen heutzutage stylische Halb- und Vollautomaten bereit, die jeden Schritt der modernen DNA-Analyse aus dem Effeff beherrschen und die von „Liquid Handling“ bis „Capillary Conditioning“ keine Wünsche offen lassen. Die Kits für Extraktion, Quantifizierung, Multiplex-PCR und Kapillarelektrophorese

sind auf minimalste DNA-Mengen optimiert und liefern Typisierungsmuster von 17 oder sogar 24 STRs – in einer einzigen PCR.

Technologie, Methodik, Automatisierung – sie alle führen zu präzisen, verlässlichen Analyseergebnissen.

Vor allem die Automatisierung ermöglicht einen Probendurchsatz, der noch vor kurzem undenkbar war. Hinzu kommt hochentwickelte Auswertungs-Software, die selbstständig Allele bezeichnet und qualitätsbezogene Ampelsysteme nutzt, um dem Anwender kritische Befunde anzuzeigen. Qualitätsmanagement, DIN/ISO 10725 und regelmäßige Audits sorgen pingelig für nachvollziehbare Arbeitsabläufe und akkurate Dokumentation.

„Die Ermittlungsarbeit lief Gefahr, sich einzig auf den DNA-Beweis zu konzentrieren und andere Errungenschaften der Kriminalistik auszublenken.“

Doch genug der Schwärmerei. Es ließen sich noch etliche Seiten füllen mit Beschreibungen über die Vorzüge moderner DNA-Analytik, doch ich fürchte, das wird irgendwann langweilig. Was die geschätzte Leserschaft in diesem Beitrag jedoch vergeblich suchen wird, sind spektakuläre Fallbeispiele (da verweise ich auf die Tagespresse) oder eine erneute Abhandlung des berühmten „Wattestäbchen-Desasters“ um diagnostische Artefakte bei der Spurensicherung.

Die unwissentlich beim Hersteller verunreinigten Wattestäbchen hatten übrigens aus DNA-Sachverständigen-Sicht positive Effekte (unter anderem die ISO-Norm 18385:2016 für die Herstellung und Kennzeichnung von DNA-freien Verbrauchsmitteln) – und das Ganze geschah zu einer Zeit, in der gerade ein begrüßenswertes Umdenken stattfand.

Wie lässt sich dieses Umdenken beschreiben? Das „alte“ Denken hatte seinen Ursprung in der brachialen Änderung des Beweiswerts, die STR-Befunde schon in der Anfangszeit der forensischen DNA-Analyse vor Gericht ausgelöst haben. Plötzlich wurden aus relativen Häufigkeiten von beispielsweise 0,04 (Blutgruppe) solche von DNA-Mustern mit zum Beispiel 0,00000001.

In der Folge festigte sich die Auffassung, man bräuchte lediglich den kompletten Tatort abzureiben, alle losen Gegenstände einzusammeln und dem DNA-Labor die Identifizierung des Täters zu überlassen! Zugegeben – etwas spitz formuliert, aber es macht deutlich, dass die Ermittlungsarbeit Gefahr lief, sich einzig auf den DNA-Beweis zu konzentrieren und andere Errungenschaften der Kriminalistik und Kriminaltechnik auszublenden. Mein damaliger Chef und Mitbegründer der forensischen DNA-Analyse in Deutschland, Hermann Schmitter, wurde nicht müde, in Ermittlerkreisen zu betonen, „DNA“ sei eben nicht die Abkürzung für: „Do Not Ask“. Doch nachdem Quincy mit seinem Mikroskop von kernigen TV-Tatortermittlern mit Einweghandschuhen (aber ohne Mundschutz) abgelöst wurde, verfestigte sich auch in der CSI-geprägten Öffentlichkeit die Auffassung, man bräuchte als Ermittler nur mit einer funzeligen Taschenlampe lange genug auf einen schummrigen Tatort einzuleuchten und den Rest erledige dann das DNA-Labor – und das in der Rekordzeit von knapp 40 Minuten!

Was hat es nun mit dem Umdenken auf sich? Es lag nicht an den Wattestäbchen allein, dass vorher wenig beachtete Aspekte wie etwa Kontamination mit nicht-tatrelevantem Material auf einmal in den Fokus rückten – es war zum großen Teil auch der

rasante Anstieg der Sensitivität neuer Typisierungs-Kits. Wo vorher Sekretpuren wie Speichel, Blut oder Sperma nötig waren, um ein DNA-Muster zu erstellen, reichten jetzt minimale Antragsungen, wie sie schon durch kurzzeitigen Hautkontakt entstehen können, für ein aussagekräftiges Muster aus! Hieraus ergab sich eine neue Spurenart – kleinste Hautpartikel, die auf den Oberflächen von berührten Gegenständen oder Personen zurückbleiben, gehören mittlerweile zu den am häufigsten untersuchten Spuren.

Die resultierenden Befunde erfordern eine gründliche Betrachtung aller denkbaren Begleitumstände, die bei der Entstehung einer solchen Spur eine Rolle gespielt haben könnten. Oft handelt es sich um Mischspuren – es werden also Merkmale von mehreren Personen typisiert, ohne dass erkennbar ist, welches Allel von welcher Person stammt. Ebenso wenig ist erkennbar, wie lange sich das Spurenmaterial einer der Personen schon auf dem Spurenträger befunden hat: Eine Mischspur am Griff einer Waffe kann uns nicht verraten, welche der Personen die Waffe während der Tatübung in der Hand hielt. Aber auch ein Tatverdächtiger, dem ein einzelnes Muster von Anhaftungen an einem Fenstergriff zugeordnet wurde, kann entgegenhalten, den Griff tags zuvor als Partygast betätigt zu haben und nicht etwa als Einbrecher.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Übertragung geringster Spurenmengen auf ein Tatmittel, ohne dass die Person, von der die Spur stammt, tatbeteiligt ist. Dies kann durch sogenannten Sekundär-, Tertiär- oder Darüber-hinaus-Transfer geschehen: Simple Händeschütteln kann dazu führen, dass Person B Spuren von Person A auf einen Gegenstand (etwa die Waffe) überträgt – ungünstigenfalls ohne selbst nennenswerte Mengen von eigenem Material zu hinterlassen. Liegt das DNA-Muster von Person A vor oder ist es in der DNA-Analysedatei gespeichert, wird eine Übereinstimmung mit dem Spurenmaterial festgestellt. Die Frage, ob eine nachgewiesene Spur tatsächlich mit dem Tatgeschehen in Zusammenhang steht, ob also jemand (wie in diesem Fall Person A) an der Tatausübung beteiligt war, wird damit zunehmend wichtiger. Im forensischen Jargon spiegelt sich dies in den Begriffen „Sub-Source-Level“ (typisierte DNA aus Spurenmaterial), „Source-Level“ (Spurenmaterial) und letztendlich „Activity-Level“ (Spurenentstehung) wider.

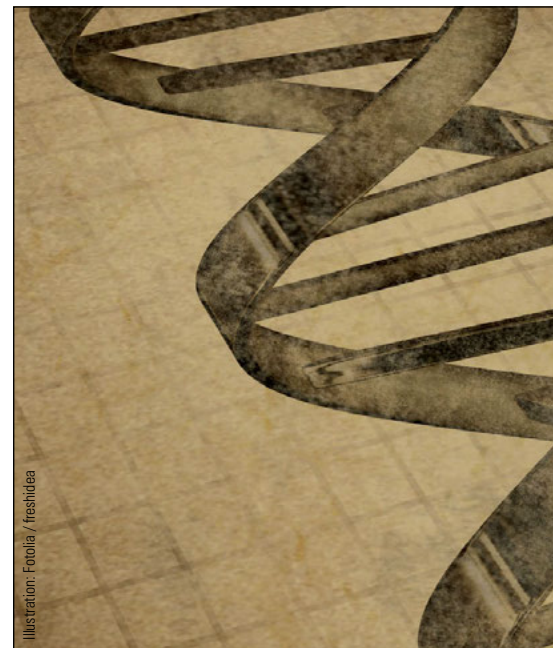
„Es festigte sich die Auffassung, man bräuchte nur den Tatort abzureiben, alle Gegenstände einzusammeln und dem Labor die Täter-Identifizierung zu überlassen.“

Auch zu dieser Thematik ließen sich weitere Seiten füllen – aber belassen wir es bei diesen Beispielen und kehren zum allerersten Satz dieses Beitrags zurück: „[...] Hat die Verteidigung noch Fragen?“

Angesichts der hier kurz angerissenen Punkte sollte man ein spontanes „Und ob, Herr Richter!“ erwarten können. Und tatsächlich hat auch im Gerichtssaal ein Umdenken stattgefunden: Gibt

es denkbare Szenarien, die Spurentübertragungen, Verschleppungen oder Transferereignisse möglich erscheinen lassen? Werden die DNA-Sachverständigen nun vermehrt in dieser Richtung befragt?

Solche Fragen zu beantworten ist allerdings alles andere als einfach. Ein lapi-



dares „Ich kann das nicht ausschließen“ wird möglicherweise dem Beweiswert der betroffenen Spur nicht gerecht. Aus eigener Erfahrung ermutigt dies die Verteidigung zu dem triumphierenden Einwand, dann sei die DNA-Übereinstimmung ja wertlos – und damit verlässt die Verteidigung das rutschige Parkett der Wahrscheinlichkeitsbetrachtung. Der Sachverständige mit Stopper-Socken ergeht sich nun in einen Exkurs über probabilistische Methoden zur Abschätzung des Beweiswertes und versucht, die fraglichen Szenarien als Hypothesen zu verstehen und seine Laborergebnisse darauf zu beziehen. Staatsanwaltschaft und Verteidigung haben naturgemäß unterschiedliche Theorien zum Tathergang und der Mitwirkung des oder der Beschuldigten.

Der Sachverständige erklärt die bedingte Wahrscheinlichkeit des Zustandekommens seines Befundes (DNA-Profilübereinstimmung) unter Berücksichtigung der sich widersprechenden Theorien. Hierbei sollte er sich auf Daten stützen können, die seine Schlüsse rechtfertigen. Im Routinefall werden hierfür relative Häufigkeiten aus belastbaren Populationsdatenbanken herangezogen. Geht es jedoch um die oben angesprochenen Übertragungsvorgänge, und denkt man an die überwältigende Anzahl von Faktoren, die solche Transfer-Ereignisse beeinflussen können, ist es grundsätzlich schwierig, adäquate experimentelle Daten zu generieren. Hierin liegt eines der aktuell intensiv bearbeiteten Forschungsfelder.

Bei unzureichender Datenbasis greift der Sachverständige auf das zurück, was ihn ausmacht: seine Erfahrung. Und so schildert er, was er unter der Annahme dieser oder jener Rahmenbedingungen am ehesten er-



warten würde, und was nicht. Welche Rahmenbedingungen, Theorien oder Szenarien letztendlich für die Urteilsfindung eine Rolle spielen werden, entscheidet das Gericht.

Will man den Blick auf die vielfältigen Forschungsfelder etwas vertiefen, braucht man lediglich an einer der vielen Spurenkonferenzen teilzunehmen, die Ermittler, Staatsanwaltschaft und kriminaltechnische Sachverständige nutzen, um die verschiedenen Untersuchungsziele zu koordinieren. Der Kanon der Fragen, die an die Analytik gestellt werden, trifft in den meisten Fällen noch auf enttäuschende Antworten. Wie alt ist die Spur? Wie alt ist der Spurenverursacher? Wie sieht er aus? Körpergröße, Haarfarbe, Hautfarbe, Augenfarbe, geografische Herkunft, und

so weiter. Die Bestimmung phänotypischer Merkmale ist zwar in Deutschland bisher nicht erlaubt, kann aber in vielen anderen Ländern zur Ermittlungsunterstützung genutzt werden. Entsprechend groß ist das Interesse an ihrer Weiterentwicklung – auch in Deutschland.

Ebenso interessant sind neue Entwicklungen, die die Analytik selbst betreffen: Nachdem das Thema „Hochdurchsatz“ in der forensischen DNA-Analytik längst angekommen ist und zu einer Vervielfachung der Analysekapazitäten geführt hat, geht es weiterhin darum, aus geringsten DNA-Mengen vollständige Profile zu erstellen. Der Schwellenwert liegt derzeit bei zirka 50 pg DNA – vorausgesetzt, die DNA ist nicht degradiert. Handelt es sich um degradierte DNA, zeigen sich Probleme bei der Amplifikation längerer Fragmente (> 250 bp). Die untersuchten STRs sind zwar recht kurz, jedoch sorgt die Amplifikation von flankierenden Regionen dafür, dass sie in den Farbkanälen der Kapillarelektrophorese in unterschiedlichen Fragmentlängen-Bereichen laufen und somit klar unterscheidbar bleiben. Um Degradations-Probleme zu umgehen, sind zusätzliche Farbkanäle hilfreich. Wohl noch in diesem Jahr wird sich auf dem Markt die Palette an geeigneten Kapillarelektrophorese-Geräten (derzeit 6 Farbkanäle) um ein Modell mit 8-Kanal-Technik erweitern.

Eine weitere sich abzeichnende Erweiterung stellt das „Massively Parallel Sequencing“ (MPS) dar. In größeren Sequenzierereinrichtungen schon etabliert, könnte es dazu beitragen, die forensische DNA-Analyse einem Paradigmenwechsel zu unterziehen. Die bisherige Analyse von STR-Einheiten als „Amplified Fragment Length Polymorphisms“ (AFLP) könnte der reinen Sequenzierung weichen. Die Anzahl der STR-Wiederholungen an den jeweils zu untersuchenden Loci wird dann anschließend anhand der Sequenzdaten bestimmt. Das klingt erst einmal nach „durch die Brust ins Auge“ – ist aber vielversprechend, da die bisher analysierten polymorphen Marker eine Vielzahl weiterer, mit AFLP nicht nachweisbarer Variationen auf Sequenzebene tragen. Gerade bei der Interpretation von Mischspuren kann MPS helfen, angenommene Spurenmitverursacher auszuschließen oder die Anzahl anzunehmender Spurenmitverursacher besser zu bestimmen. Noch kommen die für die Forensik entsprechend angepassten Systeme nicht an die etablierte Technologie heran. Sie haben aber eindeutig das Potential, als sinnvolle Ergänzung

das Spektrum der forensischen DNA-Analyse deutlich zu erweitern.

Es steckt also viel Bewegung in der DNA-Analyse. Man darf gespannt sein.

Apropos Bewegung: Unter dem Oberbegriff „Rapid-DNA“ ist ein weiterer Trend zu verzeichnen, zumindest Speichelproben direkt vor Ort analysieren zu können. Gemeint ist die neueste Generation mobiler Geräte, die in jeden PKW-Kombi passen, in jeder Polizeidienststelle stehen können und aus einem Mundschleimhautabstrich in nur 90 Minuten ein komplettes datenbanktaugliches DNA-Profil erstellen. Für Spurenuntersuchungen ist ein solches Gerät hingegen bisher nur bedingt geeignet. Die Bedienung ist mit der einer Kaffee-Pad-Maschine vergleichbar und erfordert keine spezielle Ausbildung. Ein Blick über den großen Teich lässt erkennen, dass solche Geräte dort in Zukunft in vielen Polizeidienststellen eingesetzt werden sollen. In Deutschland ist ihr Einsatz nur in DNA-Labors vorstellbar – und hier auch nur als Ad-hoc-Verfahren zur Ermittlungsunterstützung in extrem dringenden Fällen. Die Befunde müssten, um gerichtsverwertbar zu sein, durch eine nachfolgende konventionelle Analyse bestätigt werden.

Wie auch immer: Trotz hoher Anschaffungskosten, extrem teurer Verbrauchsmaterialien und geringen Probendurchsatzes wird möglicherweise eine Art nationales Geräte-Netzwerk entstehen, um in be-

„Bei unzureichender Datenbasis greift der Sachverständige auf das zurück, was ihn ausmacht: seine Erfahrung.“

stimmten Situationen wie zum Beispiel Täterermittlungen oder Identifizierungsmaßnahmen in Katastrophenlagen, örtlich flexibel und schnellstmöglich zu reagieren.

Wie geht es weiter? Das Ende der Fahnenstange ist noch längst nicht erreicht. Die forensische DNA-Analyse steht auf einem festen Fundament und hat sehr hohen Ansprüchen gerecht zu werden. Künftige Änderungen oder Erweiterungen müssen sorgfältig abgestimmt und mit Augenmaß vorgenommen werden. Ich wage die vorsichtige Prognose, dass über kurz oder lang auch die Strafprozessordnung angepasst wird, um neuen, einsatzfähigen Möglichkeiten der DNA-Analyse Rechnung zu tragen. Zeit darüber nachzudenken wäre es...

*Der Molekularbiologe **Martin Eckert** arbeitet seit 2003 als Sachverständiger im Kriminaltechnischen Institut des Bundeskriminalamtes. Er ist Mitglied mehrerer polizeilicher und EU-Arbeitsgruppen und Gastdozent der Deutschen Richterakademie.*

Technologietransfer von der Hochschule in die Wirtschaft

VON FLORIAN BECKE, INNSBRUCK

■ Was man bei Biotech-Firmengründungen unbedingt beachten sollte.

Die österreichische Start-up-Szene hat in den vergangenen drei Jahren in der öffentlichen Wahrnehmung, aber auch in ihren Aktivitäten und Erfolgen deutlich an Fahrt

aufgenommen. In allen Bundesländern gibt es seit Jahren etablierte Unterstützungsstrukturen, regionale und überregionale Wettbewerbe, eine Vielzahl an Informationsveranstaltungen sowie zahlreiche Acceleratoren mit unterschiedlichen technologischen Schwerpunkten. Auch die junge Finanzierungsform Crowdfunding hat in Österreich sehr erfolgreich Fuß gefasst und etabliert sich langsam als Finanzie-

rungsalternative für Start-ups. Obwohl es sehr aktive Business-Angels und auch zahlreiche Business-Angel-Netzwerke gibt, ist die Szene in Österreich jedoch noch unterentwickelt, und größere Finanzierungen heimischer Start-ups sind eher die Ausnahme.

Umso mehr Aufmerksamkeit und Dynamik verursachten in den vergangenen Jahren österreichische Start-ups, die in-



Illustration: Fotolia / freshidea

ternationale Finanzierungsrunden (so etwa der Wiener Diabetes-Dienstleister „mySugr“ und der Innsbrucker Krebstherapie-Entwickler „ViraTherapeutics“) und beachtliche Exits (zum Beispiel die Übernahme der Biotechnologiefirma Dotalys durch den Pharmakonzern Roche, des Fitnesszubehör-Anbieters Runtastic durch Adidas sowie des Flohmarkt-Software-Anbieters Shpock durch den Medienkonzern Schibsted) abschließen konnten.

Einzelne Politiker haben das Start-up-Thema aufgegriffen und für sich und die Sache sehr öffentlichkeitswirksam genutzt. So besucht Wissenschafts-Staatssekretär Harald Mahrer nicht nur regelmäßig das Pioneers-Festival in Wien, sondern wird auch nicht müde, die Bedeutung von Start-ups für die österreichische Wirtschaft zu betonen und sich für die Verbesserung der Rahmenbedingungen und der Fördermöglichkeiten einzusetzen. Es werden auf höchster politischer Ebene Kooperationen mit Start-up-Zentren auf der ganzen Welt abgeschlossen, die es Gründern erleichtern, international Erfahrungen zu sammeln, sich im weltweiten Vergleich zu messen, ihr Business-Netzwerk auszubauen, strategische Partner zu finden und an Ihren Gründungsideen zu arbeiten. Seit der Regierungsumbildung im Mai 2016 bekommt die Gründerszene in Österreich weitere Aufmerksamkeit. Der neue österreichische Kanzler Christian Kern hat die Themen Start-ups und Unternehmertum aufgegriffen und zum Cheftema erklärt.

Die Life-Sciences-Industrie (Biotechnologie, Pharma und Medizintechnik) ist ein kleiner, aber wichtiger Wirtschaftsfaktor in Österreich mit über 800 Unternehmen und einem Umsatz von immerhin 19 Milliarden Euro (2014). Sie wird getragen von rund 480 Medizintechnik-Unternehmen und rund 340 Biotechnologie- und Pharmafirmen. Österreich weist auch ein exzellentes Forschungsfundament auf. Insgesamt 55 Institutionen (16 Universitäten, 14 Fachhochschulen und 25 außeruniversitäre Forschungsinstitute) widmen sich der Life-Science-Forschung mit insgesamt fast 20.000 Mitarbeitern.

High-Tech-Gründungen in den Lebenswissenschaften weisen zentrale Herausforderungen bei der Umsetzung der Geschäftsidee in werthaltige Produkte und Dienstleistungen auf. Gründungen aus den Life Sciences sind kapitalintensiv, da sie langwierige und teure Forschungs- und Zulassungsleistungen zur Entwicklung der Technologie benötigen und die notwendige Infrastruktur ist an den Standorten oft Mangelware. Erfahrene Manager, Zulassungs- und Finanzierungsexperten für

die erfolgreiche Umsetzung von Life-Science-Gründungen sind rar und somit schwer zu bekommen.

Das Rekrutieren von erfahrener Personal, von Mitgründern und Mitstreitern ist eine zentrale Herausforderung für die erfolgreiche Umsetzung des Gründungsvorhabens. Da zu Beginn kaum Vermögenswerte vorhanden sind, beschränkt sich der Wert des Gründungsprojektes meist auf die große Vision, die Motivation und Erfahrung des Gründerteams und auf die ersten wissenschaftlichen Ergebnisse zur Kerntechnologie. Häufig fehlt jedoch noch ein wirklicher Nachweis („Proof“) der Forschungsergebnisse, beispielsweise in Form klinischer Daten. In dieser Situation sollte ein gutes Team mit heterogenem Erfahrungsschatz (Wissenschaft, Business, Finanzierung und so weiter) das Projekt vorantreiben, damit das große technische Risiko nicht auch noch mit einem Managementrisiko gepaart ist.

Die ersten „Kunden“, die von der Gründungsidee überzeugt werden müssen, sind – neben den FFF (Fools, Friends und Family) – die wirklichen Unterstützer, Partner, Mitgründer und Finanzierer von öffentlicher und privater Seite. In Start-up-Beratungen tummeln sich viele Berater und Einrichtungen, die nur wenig branchenspezifische Erfahrung aufweisen.

„It's a people business“ – die Erfahrung, die Netzwerke wie auch die Erfolgs- und Erfahrungsgeschichte („Track-Record“) der Berater in der jeweiligen Branche sollten genau hinterfragt werden. Ein Start-up braucht Know-how und Erfahrung in den unterschiedlichen unternehmensrelevanten Themenschwerpunkten, wie Finanzierung (in den diversen Unternehmensphasen), gewerbliche Schutzrechte, Zulassung, technische Entwicklung und so weiter. Solange sie nicht im Gründungsteam vorhanden sind, müssen sie durch das Umfeld bereitgestellt werden.

Es ist ein großer Schritt, aus der Akademia heraus ein eigenes Unternehmen aufzubauen, und es gibt in den meisten Gründungsteams kaum Start-up-Erfahrung. So ist es ratsam, sich für die zentralen Aufgaben zur Umsetzung der Geschäftsidee (zum Beispiel Finanzierung des Start-ups, Komplettierung des Teams, Erstellung von Unterlagen wie Businesspläne, Investmentpläne etc., Entwicklung tragfähiger Geschäftsmodelle etc.) Unterstützung zu holen. In Österreich wurden seit 2002 in den meisten Bundesländern Gründungs-

zentren für die Unterstützung akademischer Spin-offs aufgebaut (AplusB-Zentren) – mit dem Ziel, den Technologietransfer aus den Hochschulen durch Spin-offs zu stärken und zu verbessern und den Gründergeist an den Hochschulen zu fördern. Seit ihrem Bestehen weisen die AplusB-Zentren eine beachtliche Erfahrungsgeschichte mit zirka 600 gegründeten Unternehmen mit rund 3.400 geschaffenen Arbeitsplätzen auf. Durch die langjährige Unterstützung von Hightech-Unternehmen sind die AplusB-Zentren die zentrale Unterstützungseinrichtung in Österreich für forschungsintensive akademische High-Tech-Gründungsprojekte geworden.

Gründungszentren ermöglichen den Zugang zu wertvollen Netzwerken in die Industrie, zu den institutionellen Fördergebern, den regionalen und überregionalen Finanzierungsnetzwerken; sie sind

„Das Rekrutieren von erfahrener Personal ist eine zentrale Herausforderung für die erfolgreiche Umsetzung des Gründungsvorhabens.“

aber auch wichtige Begleiter und Sparringspartner für die Herausforderung, ein Hightech-Start-up erfolgreich aufzubauen. Für die Kooperation beziehungsweise Unterstützung müssen

die Besten gesucht werden! Die große Herausforderung ist es, die besten zehn Prozent zu finden! Wenn das Gründungsprojekt scheitert, fallen meist die Gründer hart, aber nicht die Berater!

Die Forschungseinrichtungen nehmen zu Beginn der Gründung eine zentrale Rolle ein. Die Gründung erfolgt häufig im Umfeld der akademischen Einrichtung (Nutzung der Infrastruktur, technische Geräte, MitarbeiterInnen etc.), die auch für die weitere Forschung und Weiterentwicklung der gründungsrelevanten Technologie genutzt wird. Sie ist meist Eigentümerin der Forschungsergebnisse und der darauf angemeldeten Schutzrechte. So besteht zunächst eine große Abhängigkeit gegenüber der Hochschule. Für das Einwerben von Finanzmitteln und die Kooperation mit Industriepartnern müssen zwischen Hochschule und Start-up klare Verhältnisse herrschen. Die Bedingungen für die uneingeschränkte Nutzung der bestehenden und zukünftigen Technologien und Forschungsergebnisse durch das Start-up müssen geklärt sein, sowie die Nutzung der Ergebnisse aus gemeinsamen Forschungsanträgen, die Möglichkeit der Durchführung von Tierversuchen bis hin zum Personal-Sharing (Wissenschaftler und auch technisches Personal, etc.). Klare und frühzeitige Regelungen sind für die dynamische Entwicklung eines Start-ups

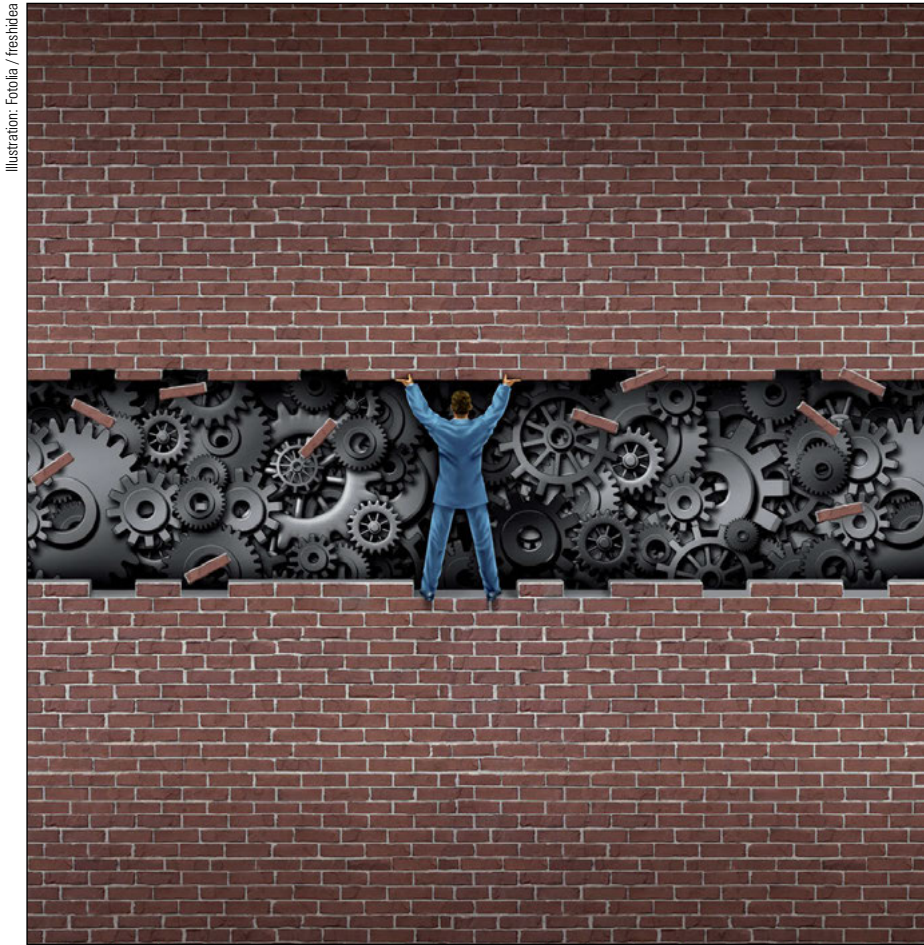


Illustration: Fotolia / freshidea

wichtig! Das benötigt Zeit, da in der Regel mehrere Gremien damit beschäftigt sind und die Erfahrung auf beiden Seiten nicht immer sehr ausgeprägt ist. Umso wichtiger ist es, frühzeitig mit der Hochschule das Gespräch zu suchen, die konkreten Vorstellungen in ein „Termsheet“ zu gießen und die Verhandlungen voranzutreiben, damit die Umsetzung der Gründungsidee nicht an Dynamik verliert.

Die einzelnen Bundesländer Österreichs haben kleinere Finanzierungsprogramme mit unterschiedlichen Schwerpunkten aufgelegt, die meist einen geringen Anspruch auf die Innovationshöhe des Projektes haben und nur kleinere Volumen abdecken. Die bedeutendsten Finanzierungsmöglichkeiten von öffentlicher Seite für Hightech-Gründungen sind die Pro-

gramme der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH (etwa „Pre-Seed“, „Seed Programme“, Management auf Zeit) und der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG (Basisprogramme, Markt.Start, Research Studios Austria etc.).

Ziele dieser Programme sind die Unterstützung von Hightech-Start-ups bei ihrer Forschungstätigkeit, der Erstellung von Prototypen, der Überführung beziehungsweise Einführung von Produkten in den Markt, die Co-Finanzierung klinischer Studien bis hin zum Aufbau des Unternehmens und der Co-Finanzierung von Managementprofis. Die dafür notwendige Gegenfinanzierung braucht in der Regel einen privaten Investor, der nur durch ein ausgereiftes Konzept, ein kompetentes Team, eine vielversprechende und schützbar Technologie und einem klaren Renditeversprechen zu überzeugen ist. Die Investorenszene in Österreich ist überschaubar, gut vernetzt und in Wien am stärksten ausgeprägt. Die Möglichkeiten der Interaktion mit poten-

tiellen Investoren und die Chancen, das eigene Start-up in Kurzzeit-Präsentationen („Pitching Events“) vorzustellen, sind zahlreich (Pioneers Festival, Austrian Business Angel Day, Business Angel Summit Kitzbühel, „2 Minuten 2 Millionen“ Puls 4 Start-up Show, Co-Investor Pitches der aaia, Pitching Veranstaltungen der AplusB Zentren etc.) und ermöglichen einen raschen Einstieg in die Szene.

Die Investorenlandschaft für Life-Sciences-Start-ups sieht jedoch weit weniger vielversprechend aus. Die Zahl potentieller Investoren mit Erfahrung in den Lebenswissenschaften ist gering und die benötigten Kapitalmengen sind meist nur von institutionellen Anlegern aufzubringen. Entsprechend ist auch eine frühzeitige internationale Orientierung bei der Suche nach Finanzierungspartnern notwendig, die zeit- und ressourcenaufwändig ist und professionell vorbereitet und durchgeführt werden sollte. Die Szene ist klein, „man kennt sich auch international“, und der Ersteindruck ist oftmals entscheidend für weiterführende Gespräche. Die professionelle Vorbereitung beinhaltet neben der überzeugenden Technologie ein umsetzungsstarkes Team, einen Plan, was benötigt wird (Geldsumme, sonstige Leistungen, Zugang zu Netzwerken, welche zentralen nächsten Schritte damit finanziert werden sollen etc.), und natürlich eine klare Vorstellung darüber, was dafür hergegeben werden soll.

Das Team ist das zentrale Erfolgskonzept für Gründungsprojekte. Je höher der Aufwand und je größer das technische

finanzielle Risiko für das Start-up, desto höher ist die Bedeutung des Teams für die erfolgreiche Umsetzung. Österreich sollte mehr Aufwand betreiben, „High-Potentials“ zu identifizieren und gleichzeitig Start-ups darin unterstützen – über bestehende

„Österreich sollte mehr Aufwand betreiben, „High-Potentials“ zu identifizieren und gleichzeitig Start-ups darin unterstützen – über bestehende Programme hinaus – diese zu finanzieren.“

Programme hinaus – diese zu finanzieren. Damit könnte der Start-up-Szene in Österreich ein nachhaltiger Schub versetzt werden.

*Der deutsche Biologe **Florian Becke** ist in Österreich als Gründungs- und Patentberater mit Schwerpunkt „Life Sciences und gewerbliche Schutzrechte“ tätig.*

Kontakt Daten

- Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH (aws): www.awsg.at
- Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG): www.ffg.at
- AplusB Gründungszentren: www.apusb.biz
- aws I²Business Angels: <https://i2.awsg.at/>
- Austrian Angel Investors Association (aaia): www.aaia.at


Neu auf www.laborjournal.de



Der Laborjournal- Podcast


Laborjournal online

Laborjournal
online

 **Wissenschaft zum Anhören**

LJ Blog
Lab Times
Shop
Kontakt

Wissen | Karriere | Meinung | Archiv | Veranstaltungen | Spaß | Service

Hier Suche eingeben 

Folge 4: Forensik am Tatort:

Cornelius Courts erklärt, was microRNAs verraten

<http://www.laborjournal.de/editorials/1063.lasso>

Strukturbiologie im 21. Jahrhundert

VON OLIVER EINSLE, FREIBURG

■ **Strukturbiologen sollten Röntgenstrukturanalyse, Cryo-Elektronenmikroskopie und NMR nicht länger als konkurrierende Methoden betrachten. Strukturbiologische Fragen lassen sich nur mit allen drei gemeinsam lösen.**

Die Strukturbiologie bedient unseren grundlegenden Wunsch, Objekte, für die wir uns interessieren auch sehen zu können – das macht ihren ganz besonderen Reiz aus. Als echte Augentiere bauen wir Teleskope und Mikroskope oder kaufen uns zumindest einen Fernseher. In der Welt der Atome und Moleküle, der Chemie und Biochemie, stoßen Lichtmikroskope (auch höchstauflösende) aber an ihre Grenzen. Die Beugung des Lichts, auf der die vergrößernde Bildgebung basiert, funktioniert nur, solange sich die Wellenlänge des benutzten Lichts auch in der Größenordnung der untersuchten Objekte bewegt. Für die Darstellung atomarer Details benötigen wir daher Wellenlängen von etwa 0,1 bis 0,2 Nanometer. Das entspricht etwa der Länge einer C–C-Einfachbindung (0,15 nm).

Die atomare Mikroskopie hatte deshalb nur zwei Optionen aus denen letztlich zwei grundlegende Methoden der Strukturaufklärung hervorgingen: Zum einen die Röntgenstrukturanalyse, die die Beugung kurzwelliger, energiereicher Röntgenstrahlen des Lichtspektrums an bestrahlten Objekten ausnützt; zum anderen die Elektronenmikroskopie, die Elektronen (also Elementarteilchen) mit ähnlich hoher Energie und kurzer Wellenlänge einsetzt.

Dank ihrer negativen Ladung lassen sich Elektronen über elektromagnetische Linsen fokussieren, was den Bau einer bildgebenden Optik und damit eines echten Elektronenmikroskops ermöglicht. Grund-

sätzlich kann ein Elektronenmikroskop problemlos einzelne Atome sichtbar machen – die Schwierigkeiten beginnen jedoch beim Arbeiten mit weichen (biologischen) Proben: Elektronen haben durch ihren Teilchencharakter eine ungleich größere Masse als Photonen und damit auch einen Impuls, der sich auf die Probe überträgt und diese in kürzester Zeit schädigt und zerstört. Gleichzeitig liefern die leichten Atome biologischer Makromoleküle nur schwach kontrastierte Bilder, was durch möglichst lange Belichtungszeiten ausgeglichen werden muss.

Diese entgegengesetzten Anforderungen limitierten die atomare Elektronenmikroskopie über Jahrzehnte. Dennoch hat sie insbesondere bei der Strukturbestimmung großer Partikel wie dem Ribosom oder den Capsiden verschiedener Viren Großartiges geleistet.

Demgegenüber steht die Proteinkristallographie: Obwohl die weitgehend masselosen Röntgenphotonen eine biologische Probe weitaus weniger schädigen, finden wir in den Preislisten einschlägiger Gerätehersteller keine Röntgenmikroskope. Der Grund ist einfach: für Röntgenstrahlen existieren keine bildgebenden Optiken oder Röntgenlinsen. Wir können die Strahlen an einem Makromolekül beugen, die gebeugten Wellen lassen sich aber nicht wieder einsammeln und zu einem vergrößerten Abbild vereinigen.

Der Weg zur Lösung dieses vor mehr als einem Jahrhundert erkannten Problems war steinig. Er wurde jedoch, unter anderem gepflastert durch zahlreiche Nobelpreise, soweit gangbar gemacht, dass die Röntgenstrukturanalyse die bis heute konkurrenzlos erfolgreichste Methode der ‚atomaren Mikroskopie‘ ist.

Für ihren Erfolg mussten die Pioniere der Röntgenstrukturanalyse etliche Hindernisse aus dem Weg räumen. Eines der größten war das Problem, ohne bildge-

bende Optiken oder Röntgenlinsen ein Bild aus den gebeugten Wellen herauszulesen. Dies gelang schließlich durch die Kristallisation von Proteinen. Die unzähligen, in Reih’ und Glied stehenden Kopien des in die Kristallstruktur eingebundenen Moleküls, verstärken die gebeugten Röntgenstrahlen durch konstruktive Interferenz um etliche Größenordnungen.

Die Kristallbildung ist grundsätzlich entropiegetrieben (durch den teilweisen Verlust der geordneten Hydrathülle der Makromoleküle) und damit exergon. Sie funktioniert also immer – worüber sich zugegebenermaßen nicht alle Proteine im Klaren sind. Die Herstellung qualitativ hochwertiger Einkristalle wird daher häufig

als Flaschenhals bei der kristallographischen Strukturaufklärung angesehen. Die Probleme liegen aber eher in der Bereitstellung homogenen Proteinmaterials, also auf der Seite der präparativen Biochemie.

Auch wenn es meist anders wahrgenommen wird, ist die Situation auf Seiten der Elektronenmikroskopie keine grundsätzlich andere: Trotz direkter Bildgebung erzwingt die schwache Kontrastierung der erhaltenen Bilder eine Verstärkung durch systematische Mittelung: Die beobachteten Projektionen verschiedener Anordnungen („Klassen“) des untersuchten Moleküls in der gefrorenen Probe werden vielfach gemittelt. Die erhaltenen, kontrastreicheren Bilder vereint man dann zu einer dreidimensionalen Rekonstruktion.

Bei der Röntgenbeugung führen die Forscher die Kristallisation in der realen Welt durch und verlagern die Bildgebung in den Computer. Bei der Elektronenmikroskopie ist es genau umgekehrt: Auf die reale Bildgebung folgt die Verstärkung durch Mittelung im Computer. Das Ergebnis der beiden Beugungsmethoden ist so verschieden nicht: der Forscher erhält jeweils eine Karte mit der Verteilung („Dichte“) von Elektronen

„Diese entgegengesetzten Anforderungen limitierten die atomare Elektronenmikroskopie über Jahrzehnte.“

im Raum, die ihm die Grundlage für den Bau eines molekularen Modells liefert.

So viel zum technischen Aspekt. Wenn wir dieser Tage während einer verdienten Kaffeepause zum Wissenschaftsmagazin unserer Wahl greifen, seien es *Science*, *Nature* oder – bevorzugt – das *Laborjournal*, so wird schnell deutlich, dass sich in der Welt der Strukturbiologie etwas ereignet hat. Fast jeder Artikel, der sich nicht mit CRISPR-Cas9 oder einem Flug zum Mars befasst, beschreibt eine neue Molekülstruktur, die mit Hilfe der Elektronenmikroskopie in einer Qualität aufgeklärt wurde, die bis vor Kurzem der kristallographischen Röntgenbeugung vorbehalten war – und dies ohne die Grenzen, die durch die Kristallisierbarkeit gesetzt sind. Die Kommentare reichen von ‚The end of blob-ology‘ (*Nature Methods*) bis zu ‚the revolution will not be crystallized‘ (*Nature*).

Die Grundlage dieser Revolution bildet eine Reihe erstaunlicher technischer Neu- und Weiterentwicklungen der vergangenen Jahre. Insbesondere die immer weiter fortschreitende Detektor-Technologie besichert beiden Techniken durch CMOS-basierte, direkte Photonen- beziehungsweise Elektronenzähler um Größenordnungen höhere Empfindlichkeiten.

Zusammen mit der Tiefkühlung – und bald weiter verstärkt durch Phasenkontrast-Optiken („phase plates“) – hat insbesondere die Elektronenmikroskopie eine Darstellungsqualität erreicht, die für Jahrzehnte immer nur als vages Versprechen weit entfernt am Horizont erschien. Ribosomen, Spleißosomen, aber auch integrale Membranproteine und Enzyme werden in nie dagewesener Präzision aufgelöst, und fast täglich vermelden Strukturbiologen neue Auflösungsrekorde (derzeit ca. 1,9 Å) oder Rekorde der minimalen Proteingröße (derzeit 120-200 kDa).

Die Cryo-Elektronenmikroskopie ist für *Nature Methods* die Methode des Jahres, und nicht von ungefähr lautete die ursprüngliche Vorgabe des *Laborjournal*s für diesen Essay: „Was kann die Kristallographie noch immer besser als Cryo-EM und NMR und wo ergänzt sie diese?“ So wichtig die Klärung der Frage nach dem schnellsten Sportwagen, dem größten Pool und der besten Methode zweifellos auch unter Strukturforschern sein mag, und so verständlich es ist, bei der Beantragung eines Großgeräts die Fähigkeiten dieses Geräts auch adäquat hervorzuheben – so sehr geht der hier angesprochene Vergleich an der eigentlichen

Bedeutung und Chance der gegenwärtigen Entwicklung vorbei. Die Fortschritte der jüngsten Zeit sollen und dürfen nicht zu einem Streit unter Methodikern führen. Sie sollten uns vielmehr vor Augen führen, dass die Strukturbiologie in heutiger Zeit ein multivariantes (gerne auch ‚integratives‘) Werkzeug für molekulare Fragestellungen geworden ist. In seiner methodischen Vielfalt (XRD, EM, NMR, X-MS, FRET, [your favourite method here]) erlaubt sie es uns endlich, die tatsächlichen biologischen Fragestellungen anzupacken.

Wir lösen Kristallstrukturen nicht mehr länger, weil die zugehörigen Proteine zufällig gut kristallisieren. Das große Ribosom ist nicht mehr länger das ideale Objekt der Elektronenmikroskopie – und es wird nicht (viel) länger genügen, sich nur auf eine einzige Methode der Strukturaufklärung zu stützen. Alle zusammen bilden das Technik-Arsenal, mit dem wir in der nahen Zukunft unser Bild der Zelle als fundamentaler Organisationseinheit allen Lebens von Grund auf neu definieren werden.

Dies beginnt im Kleinsten, wo biochemische Fragestellungen letzten Endes mechanistische sind. Ein chemischer oder enzymatischer Mechanismus umfasst die Struktur aller relevanten Reaktionsintermediate sowie deren jeweiliger Umwandlungsraten ineinander. Im atomaren Detail ist die Röntgenbeugung hier sicherlich konkurrenzlos.

In der nächsten Stufe stellt sich die Frage nach der Interaktion und Dynamik der Proteine in der Zelle. Gerade hier greifen alle denkbaren Techniken in fast idealer Weise ineinander. Auf der nächstgrößeren Skala wiederum ist es die Elektronen-Tomographie, die uns ein nie dagewesenes Verständnis der Ultrastruktur einer Zelle ermöglicht.

Die Kristallographie kann in ihren guten Momenten durchaus auch innerhalb von Stunden zur Aufklärung einer Proteinstruktur führen. Wenn ein Komplex jedoch aufgrund seiner intrinsischen und funktionalen Flexibilität nicht kristallisiert, ist die Elektronenmikroskopie unschlagbar. Beide Techniken können wiederum Grundlage für die Untersuchung der Proteindynamik durch NMR-Spektroskopie liefern. Sie verstehen schon: Today, there’s only one Strukturbiologie. Struktur ist nur ein

Vehikel auf dem Weg zum Verständnis der Funktion.

Alles gut also? Fast! Das Vorhalten aller beschriebenen Methoden ist ein teurer Spaß. Die Preise der Spitzenmodelle von Cryo-EM und NMR-Geräten sind vergleichbar. Für den Preis eines dieser Instrumente lassen sich alternativ etwa 50 moderne Röntgendiffraktometer beschaffen (die nun wirklich niemand benötigt, das gebe ich gerne zu). Die Konsequenz ist jedoch eine unvermeidliche Monopolisierung des

„Alles gut also? Fast! Das Vorhalten aller beschriebenen Methoden ist ein teurer Spaß.“

Zugangs zu Instrumenten. Die Beschaffung eines hochauflösenden Elektronenmikroskops oder eines 1,1 GHz NMR-Spektrometers

übersteigt die Möglichkeiten der meisten Universitäten – spätestens wenn die Rechnungen für Wartungsverträge eintreffen.

In der Proteinkristallographie entspricht dem am ehesten die Nutzung von Synchrotron-Strahlungsquellen, also zentralen – in aller Regel nationalen – Großforschungseinrichtungen, die mit wohletablierten Nutzungskonzepten eindeutig Erfolgsmodelle darstellen. Eine Entwicklung in dieser Richtung ist für die Elektronenmikroskopie sicherlich denkbar und wünschenswert.

Eine weitere Herausforderung liegt in der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in verschiedenen Techniken auf höchstem Niveau. Für die besprochenen, komplexen Methoden ist dies nicht in grundständigen Studiengängen zu leisten, und ein M.Sc. Structural Biology wäre genau *nicht* das, was die oben propagierte Fokussierung auf die biologischen Fragestellungen unterstützen würde. Wir benötigen eine integrierte Ausbildung auf dem Niveau von Promovierenden oder Postdocs, was neue Lehrkonzepte erfordert.

Wahr ist auch, dass die Kombination von Methoden dort am besten funktioniert, wo alle an einem Ort verfügbar sind. Für Universitäten ist dies eine echte, strategische Herausforderung, die nur Fakultäten-übergreifend und mit der vollen Unterstützung der Universitätsleitung gelingen kann. Die große Sichtbarkeit der Strukturbiologie kann, soll und wird derartige Strategien nicht zuletzt zu wichtigen Bausteinen kommender Exzellenzinitiativen machen.

Die hierfür notwendigen Weichenstellungen müssen genau jetzt geschehen.

Oliver Einsle ist Professor für Biochemie am Institut für Biochemie der Universität Freiburg.



Illustration: Fotolia / freshidea

Maßgeschneiderte Multitalente

VON STEFAN DÜBEL, BRAUNSCHWEIG

■ Der langwierige, aber unaufhaltsame Aufstieg der rekombinanten Antikörper zu den Superstars der Lebenswissenschaften.

Die Karriere der therapeutischen Antikörper begann bereits vor mehr als 125 Jahren – und das gleich mit einem Paukenschlag: 1890 publizierten der Deutsche Emil von Behring und der Japaner Kitasato Shibasabur ihr bahnbrechendes Paper „Über das Zustandekommen der Diphtherie-Immunität und der Tetanus-Immunität bei Thieren“, das die Ära der Antiseren einläutete. Die in Tieren hergestellten Antiseren zur Behandlung von Diphtherie und Tetanus fehlten in den nächsten 50 Jahren in keinem Arztkoffer. Wirksamer Bestandteil, wie man heute weiß: Immunglobuline. Der erste vergebene Medizin-Nobelpreis, verliehen 1901 an von Behring – einen ehemaligen Militärarzt, der später als Unternehmer („Behringwerke“) schwerreich wurde – belohnte diese Entdeckung.

Doch die „reichen Schätze“, die sich Paul Ehrlich bereits 1900 von solchen Antikörpern für die Therapie vorgestellt hatte, sollten noch lange auf sich warten lassen. Nicht etwa deshalb, weil Immunglobulin-Moleküle dafür nicht geeignet wären, sondern weil schlicht die Technologie zur definierten Herstellung des „richtigen“ Antikörpers fehlte. Sobald man gegen Diphtherie, Tetanus und andere Erkrankungen, bei denen bis dahin Antiseren gespritzt wurden, impfen konnte, wurde es deshalb wieder still um die Antiseren. Ab Mitte des letzten Jahrhunderts führten spezifische Antikörperpräparationen als Medikamente ein Nischendasein, zum Beispiel in Form von Schlangenbiss-Antiseren in Missionsstationen des Amazonasbeckens. Auch die Erfindung der monoklonalen Antikörper 1975 durch Köhler und Milstein, welche die Forschung so grandios beflügelte, änderte daran zunächst nichts: praktisch alle Therapieversuche mit monoklonalen Maus-Antikörpern scheiterten in der klinischen Phase an starken Gegenreaktionen der Patienten, die ihrerseits Antikörper (HAMA, humane Anti-Maus-Antikörper) gegen das „fremde“ Maus-Eiweiß entwickelten. Eigentlich war

das auch nicht wirklich überraschend, da ähnliche Effekte nach wiederholten Gaben von Behring's Antiseren gut beschrieben waren („Serumkrankheit“).

All das änderte erst die Gentechnologie. Der rekombinante Antikörper Adalimumab (Markenname Humira) – eingesetzt gegen Arthritis und chronisch entzündliche Darmerkrankungen – ist mittlerweile das umsatzstärkste Protein-Therapeutikum weltweit (Ecker *et al*, 2015). Auf den folgenden fünf Rängen: ebenfalls rekombinante Antikörper. Eine einzige Klasse von Molekülen hat also alles andere, von Aspirin bis Antibiotika, in Bezug auf den Umsatz auf die Plätze verwiesen.

Wie war das möglich?

Zunächst mal, weil Antikörpermedikamente enorm teuer sind. Natürlich wird sehr viel häufiger zum Beispiel Insulin eingesetzt als Tumornekrosefaktor (TNF)-Antagonisten wie Adalimumab, aber eine Behandlung damit ist auch um Größenordnungen billiger. Das alleine jedoch kann einen solchen Erfolg nicht erklären.

Ein wichtiger Faktor ist sicher die natürliche Herkunft der rekombinant hergestellten Immunglobuline: Die erfolgreichsten

therapeutischen Antikörper sind Proteine mit hoher oder sogar vollständiger Homologie zu menschlichen Immunglobulinen – also im Gegensatz zum typischen, chemisch synthetisierten Wirkstoff etwas, das unserem Körper nicht fremd ist. Nebenwirkungen werden deshalb meist nur durch die spezifischen Bindungseigenschaften des jeweilig verwendeten Antikörpers ausgelöst. Toxizität aufgrund der Grundstruktur, wie sie bei jedem neuen chemisch synthetisierten Wirkstoffkandidaten unvorhersagbar auftreten kann, ist deshalb weniger zu erwarten.

Letztendlich entscheidend für ihren Erfolg ist aber vor allem der grundlegende molekulare Aufbau von Immunglobulinen. Therapeutische Antikörper wirken typischerweise entweder durch „Umprogrammieren“ der Immunantwort gegen Krebs, oder durch hochspezifische Neutralisierung eines einzelnen Proteins (wie zum Beispiel bei den TNF-Antagonisten). Beide Effekte werden erst möglich durch die spezielle Fähigkeit der Antikörper, mit fantastischer Spezifität ein bestimmtes körperfremdes Molekül inmitten hoher Konzentrationen zehntausender anderer körpereigener Proteine zu erkennen und hochaffin zu binden. Genau dafür wurde die Struktur der Antikörper in Jahrmillionen natürlicher Evolution optimiert. Zur Herstellung von Milliarden unterschiedlicher Antikörper reicht unserem Immunsystem dabei eine clevere Kombinatorik von rund 150 verschiedenen Gen-Stücken plus ein wenig Gen-Neusynthese. Den Rest übernimmt eine Mini-Evolution in unserem Körper: Selektion und Mutation führen letztlich zu Überleben und Wachstum der B-Zellen, welche die benötigten Antikörper sekretieren. Ein unglaublich eleganter und effektiver Vorgang!

Aber erst hundert Jahre nach von Behrings Entdeckung gelang spezifischen Antikörperpräparaten endlich der breite Durchbruch (Dübel & Reichert, 2014). Wachsendes Verständnis für die natürlichen Mechanismen der Antikörpererzeugung zusammen mit enormen Fortschritten in der Gentechnologie erlaubten es erstmals, menschliche Antikörper gezielt zu gewinnen. Der Schlüssel zum Erfolg dabei war, dass es gelang, maßgebliche Mechanismen der Antikörper-Immunantwort außerhalb des menschlichen Körpers zu imitieren. Die ersten klinisch erfolgreichen monoklonalen therapeutischen Antikörper nutzen

dazu zunächst noch die Hybridom-Technologie von Köhler und Milstein (1975) zur Erzeugung von Maus-Antikörpern gewünschter Spezifität. Die Antikörper-DNA dieser Hybridome wurde dann kloniert, wobei mit gentechnologischen Mitteln möglichst große Teile der Maus-Sequenzen

„Eine einzige Klasse von Molekülen hat alles andere, von Aspirin bis Antibiotika, in Bezug auf den Umsatz auf die Plätze verwiesen. Wie war das möglich?“

durch menschliche Aminosäureabfolgen ersetzt wurden. Solche „chimären“ oder „humanisierten“ Antikörper enthalten immer noch Maus-Sequenzanteile, insbesondere im Bereich der direkten Kontaktstellen zum Antigen. Diese Mausanteile waren nun aber so gering, dass die Verträglichkeit entscheidend verbessert werden konnte und die erste große Welle erfolgreicher Medikamentzulassungen gelang (Dübel & Reichert, 2014).

Die nächste bahnbrechende Erfindung war das Antikörper-Phagendisplay. Damit gelang erstmals die Erzeugung komplett menschlicher Antikörper außerhalb des Körpers – sogar ohne jede Immunisierung. Die Methode wurde 1990 parallel von Frank Breitling und mir in Heidelberg, Carlos Barbas in San Diego und John McCafferty und David Chiswell in Cambridge auf Basis der Arbeiten von George P. Smith entwickelt. Dabei wird als erster Schritt das natürliche Gen-Repertoire menschlicher Antikörper in *E. coli* kloniert – also eine Genbibliothek („Library“) aller menschlicher Antikörpersequenzen hergestellt. Dieser erste Schritt ist technisch keinesfalls trivial: Die besten „universellen“, also für die Erzeugung von Antikörpern gegen beliebige Antigene geeigneten Libraries enthalten heute mehr als zehn Milliarden verschiedener Einzelklone (Kügler *et al*, 2015). Die notwendige Diversität liegt also viele Größenordnungen über der üblichen Größe von cDNA-Genbibliotheken. Antikörper-Libraries sind damit mit weitem Abstand die komplexesten Genbibliotheken.

Im zweiten Schritt muss aus dieser riesigen Vielfalt an Strukturen der eine, richtige Antikörper selektiert werden. Dies ermöglicht das Phagendisplay. Dazu wird jeder Antikörper der Library an die Oberfläche eines Bakteriophagen gekoppelt, welcher in seinem Inneren genau die DNA enthält, die diesen speziellen Antikörper kodiert. Wird nun ein solcher Antikörperphage durch Bindung an sein Antigen aus

„Die Vision, Antikörper gegen das gesamte menschliche Proteom herzustellen, wäre technisch bereits heute umsetzbar.“

den Milliarden anderer Antikörper der Library angereichert, erhält man so auch gleich die entsprechende DNA, da der Antikörper ja in Form des Phagen seinen eigenen genetischen Bauplan huckepack trägt (Breitling *et al*, 1991).

Der erste mit Hilfe von Antikörper-Phagendisplay erzeugte therapeutische Antikörper wurde 2002 zugelassen und ist seit 2012 das umsatzstärkste Medikament weltweit: das bereits erwähnte Arthritis-Präparat Humira (Ecker *et al.*, 2015). Wenige Jahre nach der Erfindung des Phagendisplay wurde noch ein zweiter Weg zur Erzeugung menschlicher Antikörper gefunden: transgene Mäuse, deren eigene Antikörpergene durch das menschliche IgG-Genrepertoire ersetzt worden waren. Nach Immunisierung konnten sie deshalb Antikörper mit menschlicher Ursprungssequenz bilden. 2007 wurde der erste Antikörper aus solch einer Maus als Medikament zugelassen (Panitumumab, Handelsname Vectibix). Transgene Tiere mit menschlichen IgG-Genen sind heute neben dem Phagendisplay die zweite maßgebliche Quelle für neue humane therapeutische Antikörper (Lonberg, 2005).

Leider war die Nutzung von Antikörper-Phagendisplay und der Human-IgG-Mäuse für Diagnostik und Forschung aufgrund eines Dschungels aus Patenten lange behindert. Deshalb werden rekombinante Antikörper erst jetzt nach und nach auch für „nicht-hochpreisige“ Anwendungen verfügbar. Erste Antikörper aus unseren und anderen Phagendisplay-Libraries sind mittlerweile als Forschungsreagenzien per Katalog bestellbar. Dazu haben auch zahlreiche Forschungsprojekte beigetragen, welche sich mit der Optimierung der *In-vitro*-Selektion rekombinanter Antikörper für den Hochdurchsatz beschäftigten, zum Beispiel

durch Miniaturisierung und Automatisierung. Die Vision von internationalen Forschungsverbänden wie etwa Affinomics, Antikörper gegen das gesamte menschliche Proteom herzustellen, wäre deshalb technisch bereits heute umsetzbar und somit nur noch eine Frage der Finanzierung. Nicht zu vergessen sei dabei auch, dass der enorme Hunger der Forscher auf die hochspezifischen Nachweisreagenzien mithilfe des Antikörper-Phagendisplay erstmals komplett versuchstierfrei befriedigt werden kann. Auch die besonderen Vorteile der *In-vitro*-Selektion, welche eine gezielte Steuerung biochemischer Eigenschaften

wie Kreuzreaktivität, Stabilität oder Affinität während der Erzeugung ermöglicht (Bradbury *et al.* 2011) dürften dazu führen, dass die Verwendung rekombinanter Antikörper in Forschung und Diagnostik in naher Zukunft einen starken Aufschwung nimmt.

Die Karriere der rekombinanten Antikörper wird aber auch damit noch nicht ihren Höhepunkt in den Biowissenschaften und der Medizin erreicht haben. Kürzlich wurde mit Blinatumomab (Handelsname Blincyto) der erste rekombinante Antikörperwirkstoff zugelassen, der mit natürlichem Immunglobulin nur noch die Grundstruktur der Antigenbindedomänen gemein hat: Zwei Single-chain-Fv-Fragmente sind zu einem bispezifischen Antikörper verknüpft. Solche neuartigen Molekülkonstruktionen, welche keine direkten Vorbilder mehr in der Natur haben, läuten die Ära einer neuen Generation am Reißbrett konstruierter Wirkstoffe ein, die in ihren Fähigkeiten über natürliche Immunglobuline weit hinausgehen. Auch Fusionen von Antikörperteilen mit gänzlich anderen Proteinen, wie Enzymen oder Cytokinen, werden breit untersucht, und versprechen völlig neue therapeutische Ansätze „beyond IgG“.

Aber auch in der Forschung ermöglicht die rekombinante Technologie ganz neue Anwendungen für Immunglobuline. Ein aktuelles Beispiel sind „Intrabodies“: Hier werden Antikörper in einer Zelle so

„Molekülkonstruktionen, welche keine direkten Vorbilder mehr in der Natur haben, läuten eine neue Ära am Reißbrett konstruierter Wirkstoffe ein.“

Literatur

- Behring, E. & Kitasato, S. (1890). Über das Zustandekommen der Diphtherie-Immunität und der Tetanus-Immunität bei Thieren. Deutsche medizinische Wochenschrift 16:1113.
- Bradbury, A., Sidhu, S., Dübel, S. & McCafferty, J. (2011) Beyond natural antibodies: the power of in vitro display technologies. Nature Biotechnol. 29, 245.
- Breitling, F., Dübel, S., Seehaus, T., Klevinghaus, I., and Little, M. (1991). A surface expression vector for antibody screening. Gene 104, 147.
- Dübel, S. & Reichert, J.M. (eds.) (2014) Handbook of Therapeutic Antibodies, 2. Aufl. 4 Bände, Wiley-VCH, Weinheim, ISBN 978-3-527-32937-3.
- Köhler, G. and Milstein, C. (1975) Continuous cultures of fused cells secreting antibody of predefined specificity. Nature 256: 495.

- Kügler, J., Wilke, S., Doris, M., Tomszak, F., Frenzel, A., Schirrmann, T., Dübel, S., Garritsen, H., Hock, B., Toleikis, L., Schütte, M. and Hust, M. (2015) Generation and analysis of the improved human HAL9/10 antibody phage display libraries. BMC Biotechnol. 15:10.
- Lonberg N. (2005) Human antibodies from transgenic animals. Nat Biotechnol. 23(9):1117.
- Marschall, A.L.J., Single, F.N., Schlarmann, K., Bosio, A., Strebe, N., van den Heuvel, J., Frenzel, A. & Dübel, S. (2014) Functional knock down of VCAM1 in mice mediated by ER intrabodies. mAbs 6, 1394.
- Zehner, M., Marschall, A.L.J., Erik Bos, E., Schloetel, J.-G., Kreer, C., Fehrenschild, D., Limmer, A., Ossendorp, F., Lang, T., Koster, A.J., Dübel, S., Burgdorf, S. (2015) Endosomal Sec61 mediates antigen translocation in the cytosol for cross-presentation. Immunity 42:850.

produziert, dass sie ihr Antigen bereits in deren Inneren binden und dadurch inhibieren oder entfernen. Mithilfe eines solchen Intrabodies – hergestellt durch Phagendisplay – gelang kürzlich Sven Burgdorf und seinem Team von der Uni Bonn der Nachweis, dass Sec61 maßgeblich an der Kreuzpräsentation von Antigenen beteiligt ist (Zehner *et al.*, 2015). Diese Versuche wären auf DNA-/RNA-Ebene selbst mit den neuesten CRISPR/Cas-Systemen nicht machbar gewesen – erst das Knock-down mit Anti-

körpern direkt auf Proteinebene ermöglichte sie.

körpern direkt auf Proteinebene ermöglichte sie.

Kürzlich wurde auch erstmals mithilfe von Intrabodies eine biochemische Funktion im lebenden Organismus direkt auf Proteinebene ausgeschaltet (Marschall *et al.*, 2014).

Solche Protein-knock-down-Mäuse könnten in Zukunft die Genfunktionsanalysen durch ganz neue Analysemöglichkeiten bereichern. Neben Knock-outs auf DNA- und RNA-Ebene wird dadurch auch die Ebene der Proteine einer entsprechenden Analyse zugänglich, zum Beispiel für die Untersuchung von *In-vivo*-Effekten posttranslationaler Modifikationen. Da bereits heute mithilfe des Phagendisplays rekombinante Antikörper *in vitro* im Hochdurchsatz und gegen beliebige Antigene in wenigen Wochen erzeugt werden können, dürfte diese Technologie in Zukunft eine wesentlich breitere Anwendung finden.

Nach einer sehr langen Durststrecke brachten rekombinante Technologien endlich den Durchbruch für therapeutische Antikörper, und sie bescherten der Forschung ganz neue Methoden zur Beantwortung bis dahin nicht lösbarer Fragen. Aber das ist noch lange nicht das Ende. Meiner Überzeugung nach werden von der rekombinanten Antikörpertechnologie noch sehr viele neue Impulse für Forschung, Diagnostik und Therapie ausgehen.

Stefan Dübel, Professor für Biotechnologie an der TU Braunschweig, ist einer der Pioniere der modernen rekombinanten Antikörpertechnologie, Mitgründer der Yumab GmbH und Herausgeber des „Handbook of Therapeutic Antibodies“.



Illustration: Fotolia / freshidea



Von lernfähigen Maschinen lernen

VON ANNA SACHER UND
FABIAN THEIS, MÜNCHEN

■ **Bioinformatiker bringen Computern bei, biologische Fragen zu lösen. Maschinelle Lernprogramme helfen den Rechnern dabei auf die Sprünge**

Heute ist es selbstverständlich, dass Maschinen und Roboter den Menschen bei der täglichen Arbeit unterstützen. Wie den Menschen, muss man aber auch Maschinen die einzelnen Arbeitstechniken und Handgriffe erst einmal beibringen. Einen Fließbandroboter so zu programmieren, dass er

das richtige Teil an der vorgesehenen Stelle einbaut, ist inzwischen keine große Herausforderung mehr. Kompliziert wird es, wenn eine Maschine lernfähig sein soll, um wie ein Mensch auf unbekannte Situationen intelligent zu reagieren. Hier helfen nur höhere Mathematik und komplexe Programmierung.

In den letzten Jahren hat dieses sogenannte maschinelle Lernen jedoch große Fortschritte gemacht. Ein Erfolgsbeispiel ist der Computer AlphaGo, der kürzlich einen Profi-Spieler des Strategiespiels

Go besiegte – Experten hatten zuvor prognostiziert, dass es noch „ein weiteres Jahrzehnt“ dauern würde, bis eine intelligente Maschine einen Profi-Go-Spieler bezwingt. Das IBM-Computerprogramm Watson, das

ebenfalls auf maschinellem Lernen basiert, übertrumpfte bereits 2011 in der Quizshow Jeopardy zwei Jeopardy-Champions. Inzwischen soll Watson sogar in der Medizin

eingesetzt werden und Ärzten helfen, Behandlungsstrategien schneller und effizienter zu planen.

„Kompliziert wird es, wenn eine Maschine lernfähig sein soll, um wie ein Mensch auf unbekannte Situationen intelligent zu reagieren.“

Auch wenn das Wort „Naturwissenschaften“ erst einmal den Einsatz künstlicher Ressourcen wie Computer und Maschinen ausschließt, sind diese insbesondere in der Biologie und Biomedizin enorm wichtig. Erst mit Hilfe künstlicher Intelligenz gelingt es, Erklärungen für die komplexen Vorgänge in der Biologie zu finden, die vom Menschen nur bis zu einem gewissen Grad verstanden und verarbeitet werden können. Gerade wenn Informationen aus vielen verschiedenen Richtungen eintreffen oder miteinander kombiniert und integriert werden müssen, reicht die Leistung des menschlichen Gehirns nicht aus. Um in diesen Fällen entsprechende Fragestellungen zu lösen benötigen wir die Unterstützung von Maschinen.

Hier zeigt sich auch, was Mathematiker, Statistiker und Informatiker in der Biologie ‚verloren‘ haben: sie verknüpfen komplexe Vorgänge miteinander, erkennen Muster und leiten daraus Gesetzmäßigkeiten ab. Maschinelles Lernen ist ein essentieller Bestandteil der rechnerbasierten Biologie (Computational Biology). Dies umso mehr, seit im Zuge von Big Data enorme Datenmengen in der biologischen und biomedizinischen Forschung gesammelt werden, die mit klassischen Methoden der Datenverarbeitung meist nicht ausgewertet werden können.

Für die Entwicklung des maschinellen Lernens ist die große Datenmenge jedoch eher Segen als Fluch: Je mehr der Computer mit Informationen gefüttert wird, desto besser kann er lernen. Dem Menschen fällt es schwer, aus einem Berg von Daten essentielle Bestandteile heraus zu filtern und vor allem Zusammenhänge festzustellen. Der Computer erkennt dagegen Muster in den Daten, speichert sie, verfeinert die weitere Suche und entwickelt letztlich Gesetzmäßigkeiten. Maschinelles Lernen erfolgt über Algorithmen, die Schritt für Schritt während des Durchforstens der Muster erstellt werden. Über diese Algorithmen gelangt man schließlich zur Regel – und über diese zum Gesetz, das verifiziert oder widerlegt wird.

Wichtige Methoden des maschinellen Lernens sind künstliche neuronale Netze, Regressions- und Klassifikationsmodelle, Random Forests, Support Vector Machines, Algorithmen zur Matrixfaktorisierung sowie graphische Modellierung. Man unterscheidet hierbei zwischen zwei hauptsächlichen Richtungen: überwachtes sowie unüberwachtes Lernen.

Ziel des überwachten Lernens ist es, einen funktionellen Zusammenhang zwischen Eingabe- und Zieldaten zu erkennen. Der Maschine wird dieser Zusammenhang anhand von Beispielen mittels Ein-/Ausgabepaaren beigebracht. Beim unüberwachten Lernen hingegen lernt der Computer ohne Zielvorgaben die Struktur eines Datensatzes und findet selbst Regeln und Muster.

Zum überwachten Lernen gehören zum Beispiel Klassifikationsmodelle, die unter anderem benutzt werden, um Daten in vorgegebene Kategorien einzuteilen. Ein weiteres Beispiel sind Regressionsanalysen, die unabhängige Variablen (microRNAs, SNPs, Proteine, Metaboliten) nutzen, um eine Funktion zu erstellen, die schließlich die abhängige Variable (bestimmter Phänotyp) modelliert.

Wir haben mithilfe von Regressionsmodellen zum Beispiel einen genetischen Risikoscore für Typ-1 Diabetes erstellt. Hierzu bildeten wir zunächst aus einem Datensatz von über 4.500 Proben einen Risikoscore aus der Kombination von SNPs in zwölf Diabetes-Typ-1 assoziierten Genen, indem wir pro Patient die Anzahl der Risikoallele aufsummierten. Anschließend gewichteten wir den Beitrag jedes SNPs mit Hilfe von Regressionsmodellen. Die Vorhersage wurde hierdurch erheblich präziser, da dieses Modell variierende Effektstärken verschiedener SNPs abbildet. Diese Arbeiten dienen unter anderem als Basis für ein bayernweites Screening zur Früherkennung von Diabetes Typ 1 bei Kleinkindern (Fr1Da-Studie).

In der Kategorie unüberwachtes Lernen finden sich zum Beispiel sogenannte Clustering-Methoden. Bei diesen sucht man mit Cluster-Verfahren wie k-Means in großen Datensätzen nach Clustern und ordnet die Objekte diesen Clustern zu.

Wir verwenden Clustering-Methoden unter anderem bei der Analyse hochdimensionaler Large-scale Sequenzierungsdaten (RNA oder qPCR-Daten), die sich nur schwer verarbeiten lassen. Hierzu setzen wir sogenannte Diffusion Maps ein, die Strukturen in den Daten aufspüren und zugrundeliegende Prozesse visualisieren. Bei dieser Technik werden multidimensionale Daten mit bis zu 10.000 Dimensionen auf zwei bis drei Dimensionen projiziert. Die

Struktur der Daten bleibt hierbei möglichst gut erhalten. Nichtlineare Dimensionsreduktionsverfahren, wie Diffusion Maps, sind in Big Data-Anwendungen unerlässlich, um die Daten auf das eigentliche Modell-Lernen vorzubereiten oder zu visualisieren.

Eine weitere Anwendung maschinellen Lernens sind künstliche neuronale Netze. Diese bestehen aus geschichteten Operationseinheiten (Neuronen), die Signale aus verschiedenen Richtungen aufnehmen, verarbeiten und aufaddieren, um daraus einen Output zu generieren. Neuronale Netze haben eine lange Geschichte, die bis in die 40er Jahre zurückreicht. Sie verschwanden jedoch zu Beginn des 21. Jahrhunderts von der Bildfläche, weil sowohl die Leistung der Computer als auch die Datenmenge für ihren Einsatz nicht ausreichten.

Durch die heutige Rechenleistung und den Zuwachs an Big Data hat sich diese Situation jedoch geändert. Neuronale Netze sind inzwischen für viele Forschungsfelder interessant. Wir benutzen sie beispielsweise für die Computervision, bei der unter anderem Mikroskopie-Daten anhand von Algorithmen klassifiziert werden. Hier sind insbesondere das „Deep Learning“ oder „Deep Neural Networks“ hervorzuheben. Hinter diesen Begriffen verbergen sich neuronale Netze mit sehr vielen Schichten, die sich aber dank weiterentwickelten Algorithmen immer noch effizient trainieren lassen.

Mit dieser Methode kann man einen Computer zum Beispiel so weit trainieren, dass er das Stadium oder den Typ einer Zelle anhand ihrer Morphologie erkennt. Ein Anwendungsbeispiel sind Time-Lapse Mikroskopie-Daten während der Hämatopoese. Durch Deep Learning erkennt der Computer, ob aus einer Blutvorläuferzelle ein rotes oder ein weißes Blutkörperchen entsteht. Im Labor ist dies nur mit zeitlich aufwendigeren Methoden möglich, zum Beispiel über Oberflächen-Marker. Auch Image-basierte Durchflusszytometrie-Daten lassen sich mit Machine-Learning-Algorithmen auswerten. In einem konkreten Beispiel brachten wir dem Computer bei, den Status des Zellzyklus anhand der Zellform zu ermitteln. Mit diesem Label-freien Assay umgeht man aufwendige Fluoreszenzfärbungen.

Aus diesen Beispielen sind die Vorteile systembiologischer Methoden zur Lösung biologischer Fragestellungen ersichtlich: Zum einen sparen sie enorme Kosten, da

„Durch Deep Learning erkennt der Computer, ob aus einer Blutvorläuferzelle ein rotes oder ein weißes Blutkörperchen entsteht.“

„Je mehr der Computer mit Informationen gefüttert wird, desto besser kann er lernen.“

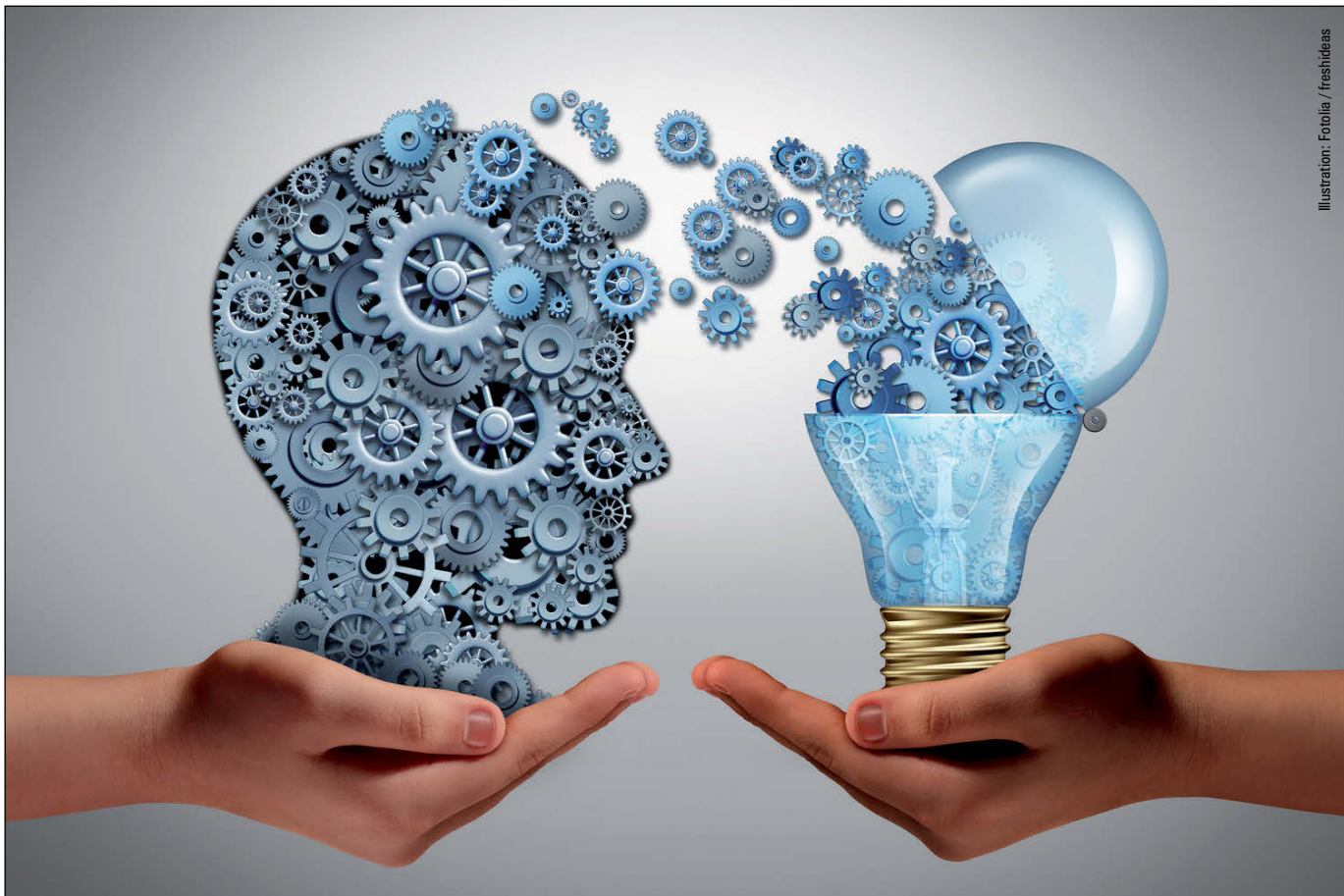


Illustration: Fotolia / freshideas

gerade zellbiologische Techniken, wie Labelling oder Antikörper-basierte Assays sehr teuer und zeitaufwendig sind. Zum anderen können die hierdurch freigewordenen Fluoreszenzkanäle für andere Fragestellungen genutzt werden.

Besonders vielversprechend ist das maschinelle Lernen bei der Einzelzellanalyse. Bei dieser werden aus einer heterogenen Zellpopulation individuelle Zellprofile bestimmt – jede Zelle wird also einzeln betrachtet. Die Analyse einzelner Zelltypen ist in vielen Anwendungen essentiell: Krebszellen, Differenzierungsprozesse oder Krankheitsentstehung lassen sich nur anhand klar definierter, detaillierter Zellprofile verstehen. Klassische Strategien, in denen Subpopulationen wie beispielsweise krebsartige Zellen in der großen Zahl normaler Zellen verschwinden, sind hier wenig hilfreich.

Diese Analysen sind jedoch aufgrund der notwendigen Amplifikation, dem Umgang mit kleinsten Assay-Mengen oder der schwierigen Isolation einzelner Zellen, mit großen Störfaktoren verbunden. Zudem erschweren Veränderungen der Genexpression, unterschiedliche Zellzyklus-Stadien oder variierende Differenzierungsgrade einzelner Zellen den Vergleich. Durch die Kombination von Einzelzellanalysen und statistischen Modellen lassen sich solche

Unsicherheitsfaktoren aber herausrechnen und man erhält ein genaueres Abbild des Zelltyps.

Mithilfe des sogenannten Single-Cell Latent Variable-Modell (scLVM) gelang es uns beispielsweise, unterschiedliche, ansonsten nicht nachweisbare Reifestadien von T-Zellen in ihrer Entwicklung hin zu Th2-Zellen zu detektieren und zu charakterisieren. Bei dieser Methode schätzen wir zunächst mithilfe von Zellzyklus-Transkripten den Status der einzelnen Zellen im Zellzyklus ab. Anschließend wird dieser durch ein Regressionsmodell korrigiert, so dass die Zellen vergleichbar sind.

Die hier beschriebenen Beispiele zeigen nur einen Bruchteil der Möglichkeiten, die Mathematik und Informatik bei der Lösung biologischer Fragen bieten. Spannende neue Themen sind vor allem im Umfeld von Big Data zu finden. Etwa bei der Aufteilung von Patientengruppen (Stratifizierung) aufgrund von Multi-omics Daten (Präzisionsmedizin) oder bei der

systematischen Analyse bildgebender Daten.

Auch methodisch sind neue Ansätze gefragt. Mit Transfer-Learning-Techniken lassen sich zum Beispiel heterogene Daten aus verschiedenen Domänen integrieren, während das systematische Hochskalieren der Algorithmen den Umgang mit großen Datensätzen erleichtert.

Obwohl das Thema maschinelles Lernen zunächst eher trocken klingt, ist es gerade in der heutigen Zeit, in der die technische Entwicklung sprunghaft vorangeht, das genaue Gegenteil. Nicht umsonst bezeichnet der *Harvard Business Review* die Arbeit des Data Scientist als „Sexiest Job in the 21st Century“.

Anna Sacher ist Science Manager am Institute of Computational Biology (ICB) des Helmholtz Zentrum München.

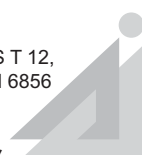
Fabian Theis ist Direktor des ICB und leitet die Gruppe Machine Learning.

Insolvenzverkauf – Angebot freibleibend

Fluoreszenz-Mikroskop KEYENCE BZ 9000 E, Bj. 2014, Sterilisator HERAEUS T 12, Cryo-Lagersystem TF CryoPlus1-7401, Evaporator mit Thermobloc LIEBISCH 6856

Nähere Informationen und Fotos: www.auktionshausjuenger.de

AUKTIONSHAUS JÜNGER GmbH & Co. KG, 64756 Mossautal, Tel. 06062-3068, Mail: info@auktionshausjuenger.de





Produktübersicht: High-Content-Screening-Systeme

Akribische Datensammler

■ **Mikroskopische Aufnahmen von Zellen liefern eine schier unendliche Fülle biologischer Informationen. Heben lässt sich dieser Datenschatz jedoch nur mit automatischen Systemen, die ganz genau hingucken.**

Ob das italienische Universalgenie Galileo Galilei Anfang des 17. Jahrhunderts das erste Mikroskop zusammenbastelte oder der Holländische Brillenmacher Zacharias Jansen, ist unter Wissenschaftshistorikern umstritten. Ziemlich sicher ist jedoch, dass Galileos Landsmann Francesco Stelluti, der wie Galileo dem römischen Naturforscher-Verein „Accademia dei Lincei“ angehörte, die ersten Zeichnungen von mikroskopierten Objekten anfertigte. Bereits im Jahr 1625 veröffentlichte er ein Flugblatt mit Mikroskop-Bildern von Bienen, die er mit einem von Galileo konstruierten Mikroskop untersucht hatte. Noch heute erstaunt der hohe Informationsgehalt der Bienen-Darstellungen auf denen jede Kleinigkeit der Bienen-Anatomie sowie viele phänotypische Details des Bienenkörpers, etwa von Facettenaugen, Kauwerkzeugen (Mandibeln), Antennen oder Flügeln zu sehen sind (siehe Abbildung).

Auch lange Zeit nach Stelluti waren Mikroskopiker auf die Schärfe ihrer Augen und die Fähigkeit ihres Gehirns, Bilddaten exakt einzuordnen, angewiesen. Und bis heute sind das Auge und die Erfahrung eines Experten bei der Analyse einzelner Zellparameter, etwa der Morphologie, schwer zu toppen. Schwierig wird es, wenn der Betrachter sehr viele einzelne Zelle-

tails gleichzeitig erfassen, beurteilen sowie speichern muss – und dies nicht nur bei einigen wenigen Mikroskopaufnahmen, sondern bei vielen tausenden. Diese Herkules-Aufgabe überlassen Forscher lieber automatischen Mikroskopkameras und Bildanalyseprogrammen in sogenannten High-Content-Screening (HCS)-Systemen (synonym mit High-Content-Imaging oder Analyse-System).

Bildbasierte HCS-Systeme lehnen sich entweder an klassische Weitfeld- sowie konfokale Fluoreszenzmikroskope an, die mit zusätzlichen Modulen für die automatische Bildaufnahme und -auswertung fit gemacht wurden; oder kommen als spezielle HCS-Geräte daher, die auf den ersten Blick nicht als Mikroskope zu erkennen sind. Die optische Einheit versteckt sich hier hinter einem Blechgehäuse, das die

Instrumente wie überdimensionale Scanner aussehen lässt.

Beide Spielarten sind jedoch nach dem gleichen Prinzip aufgebaut und enthalten vier wesentliche Bausteine: ein optisches System, einen automatisch angetriebenen, präzise gesteuerten Objektisch, eine Kamera, welche die Bildsignale empfängt, sowie ein intelligentes Bildverarbeitungsprogramm, das aus dem Wirrwarr der Bilddaten die relevanten Informationen heraus pickt.

In den optischen Systemen dienen Laser, verschiedenfarbige LED-Lampen oder Quecksilberlampen, die ein kontinuierliches Spektrum abstrahlen, als Lichtquellen. Die Lichtstrahlen passieren in Spinnig-Disc-HCS-Geräten zunächst die spiralförmig angeordneten Löcher einer mit hoher Geschwindigkeit rotierenden Nipkow-Scheibe, bevor sie auf die Proben treffen. Wie bei der konfokalen Fluoreszenzmikroskopie blockieren die kleinen Löcher störendes Streulicht und konzen-

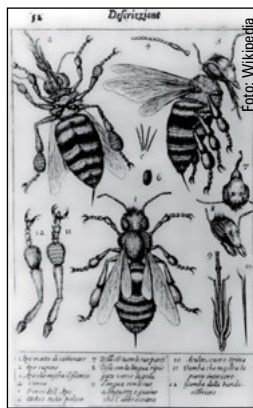
trieren die hindurchtretenden Strahlen auf die Fokusebene des Objekts.

Im Gegensatz zu klassischen konfokalen Mikroskopen, bei denen ein einzelner Lichtstrahl Punkt für Punkt über die Probe geführt wird, fallen durch die Nipkow-Scheibe jedoch viele einzelne Spots gleichzeitig auf die Probe. Dies ermöglicht nicht nur schnelle Bildfrequenzen von über tausend Bildern pro Sekunde und damit verkürzte Aufnahmezeiten. Auch die Strahlenbelastung ist deutlich geringer, weil die Intensität des Lichts kleiner und die Belichtungsdauer kürzer ist.

Rasend schnelle Bildfrequenzen

In HCS-Mikroskopen sind in der Regel Objektive mit hoher numerischer Apertur eingebaut, die für eine maximale Lichausbeute sorgen. Auch auf den Öl-Immersionstrick, mit dem sich der Brechungsindex des Mediums und damit die Auflösung des Mikroskops erhöhen lässt, verzichten die wenigsten Hersteller. Die üblichen in Standardmikroskopen verwendeten Mineralöle sind für HCS-Mikroskope jedoch ungeeignet. Sie würden ein ziemliches Geschmiere verursachen, wenn die Mikrotiterplatten auf dem Objektisch automatisch von einem Well zum nächsten verschoben werden. HCS-Geräte sind deshalb meist mit Immersions-Objektiven ausgerüstet, die auf Silikonöl oder Wasser abgestimmt sind.

Die Objektische von HCS-Instrumenten sind für die Aufnahme klassischer Objektträger sowie Mikrotiterplatten mit unterschiedlichsten Bodenformen sowie Well-Anzahlen ausgelegt. Ein automatischer Nanopositionierer verschiebt die Mikrotiterplatten nanometergenau in alle drei Raumrichtungen. Die exakte Fokussierung des Objekts erledigt entweder ein lasergesteuertes Autofokussystem, das die Reflexion eines Laserstrahls am Boden der Mikrotiterplatte ausnützt oder ein softwaregesteuertes, Bild-basiertes



Fokussystem. Letzteres orientiert sich an gut erkennbaren Zelleigenschaften, etwa dem mehr oder weniger scharfen Umriss des Zellkerns, um die Fokusebene einzustellen.

Laser-Autofokussysteme sind schnell und genau, dafür aber nicht immer mit den verwendeten Mikrotiterplatten kompatibel. Bild-basierte Systeme arbeiten ebenfalls exakt, verträdeln durch die aufwendige Rechnerei der Software jedoch kostbare Zeit und bremsen die High-Content-Analyse hierdurch etwas aus.

Bildanalyse-Pipeline

Auch bei den Kameras, welche die optischen Signale des Mikroskops in ein Bild umwandeln, das schließlich auf dem Monitor erscheint, existieren zwei unterschiedliche Systeme: Charge-Coupled-Device (CCD)-Kameras oder neuerdings Electron-Multiply-(EM) CCD-Kameras sowie Complementary-Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS)-Kameras. Einige Hersteller, wie zum Beispiel Thermo Fisher, bevorzugen in ihren Systemen CCD-Kameras und begründen dies mit höheren Quantenausbeuten und etwas besseren Signal-zu-Rausch-Verhältnissen im Vergleich zu CMOS-Kameras. Andere Firmen wie Perkin-Elmer favorisieren CMOS-Kameras oder bieten, wie zum Beispiel Molecular Devices, teilweise beide Alternativen an.

Sind die Bilder der Zellen im Kasten, geht es an den kniffligsten Teil des High-Content-Screenings: die Analyse und Aufbereitung der Bild-Rohdaten. Die Geräte-Hersteller liefern hierzu meist ihre firmeneigenen Software-Lösungen. Viele Forscher verwenden aber auch freie Bildanalyse-Programme, wie etwa Cellprofiler oder KNIME, die sie an ihre individuellen HCS-Experimente anpassen.

Freie wie proprietäre Programme folgen einer sogenannten Bildanalyse-Pipeline, die in möglichst kurzer Zeit fehlerfreie, neutral gewichtete Bilddaten liefern soll. Im ersten Schritt der Pipeline eliminiert die Software die größten Schnitzer in den Bildrohdaten, etwa zu hohes Hintergrundrauschen, Artefakte oder störende Belichtungseffekte. Anschließend konzentriert sie sich auf einen Teilausschnitt, der einzelne Zellen enthält. Aus diesem entfernt sie Objekte, die für die weitere Analyse ungeeignet sind, etwa Zellen in Randzonen des analysierten Sektors.

Erst nach dieser Vorauswahl startet das Computergehirn mit der eigentlichen Zellanalyse und erfasst spezifische Zelleigenschaften wie Morphologie, Textur, Lichtstreuung oder emittierte Fluoreszenz. Die hieraus resultierenden Bilddaten wer-

den schließlich normalisiert und graphisch dargestellt, zum Beispiel als Heat Map, Linien- oder Streudiagramm.

Die Pharmaindustrie setzt HCS-Systeme vor allem bei der immer verzweifelteren Suche nach neuen Wirkstoffkandidaten und Leitstrukturen ein, die ihre nur noch spärlich tröpfelnden Drug-Pipelines wiederbeleben sollen. Dabei greifen Pharma-Forscher zunehmend auf klassische phänotypische Assays beziehungsweise Screens zurück, die lange Zeit außer Mode waren und von Zielmolekül-orientierten Ansätzen verdrängt wurden. Die grundlegende Strategie phänotypischer HCS-Screens ist im Grunde simpel: Zunächst entwickeln die Forscher einen Assay, mit dem sie phänotypische Veränderungen in den erkrankten Zellen mit dem HCS-System verfolgen können. Anschließend versetzen sie die Zellproben mit einer Substanzbibliothek und testen, wie die einzelnen Verbindungen der Stoffsammlung den krankheitsbedingten Phänotyp beeinflussen. Substanzen, die sich positiv auswirken, kommen schließlich in die engere Wahl und werden als mögliche Leitstrukturen (Leads) weiter untersucht. Auf welche(s) Zielmolekül(e) die potentiellen Wirkstoffkandidaten einwirken und wie der Wirkmechanismus konkret aussieht, ist hierbei zunächst nebensächlich.

High-Content-Screens sind aber nicht nur für Pharmaforscher interessant. Kombiniert mit aktuellen molekularbiologischen Techniken wie RNAi und CRISPR-Cas eröffnen sie eine riesige Spielwiese für akademische Forscher, die die Funktion ihres Lieblings-Gens respektive -Proteins aufklären wollen.

Kombiverfahren

Eines dieser Verfahren, das HCS und CRISPR-Cas elegant miteinander verbindet, nennt sich Array Library Screening. Bei diesem kultiviert man die zu untersuchenden Zellpopulationen in den getrennten Wells einer Mikrotiterplatte. Die Zellen transfiziert man dann mit Hilfe von Viren, Plasmiden oder Oligos mit verschiedenen single guide RNAs (sgRNAs). Will man gleichzeitig die Wirkung einer Substanzbibliothek auf die CRISPR-Cas editierten Zellen testen, gibt man diese ebenfalls hinzu.

Das HCS-Gerät erfasst die Phänotypen der behandelten Zellen Well für Well und ordnet sie den jeweiligen sgRNAs zu. Hat es bei der Bildanalyse nichts übersehen, erhält man so sämtliche sgRNAs, die den gewünschten Phänotypen hervorrufen. Anschließend muss man sich dann „nur noch“ die Zielgene dieser sgRNAs vorknöpfen.

HARALD ZÄHRINGER

Mit quantitativen & qualitativen Daten zum Gesamtbild



Machen Sie mehr daraus!
Kultivieren. Lesen.
Anschauen. Zählen.

Cytation™ 5 Multi-Detektions-Reader für Zell Imaging verbindet hochempfindliche Mikroplatten Detektion und digitales Imaging in einem kompakten Gerät. Gen5 Image+ Software bietet Ihnen außerdem eine einfache Gerätesteuerung und umfangreiche Datenauswertung. Ist es nicht an der Zeit, sich ein Gesamtbild zu machen?

Image & Laser Autofokus!

BioTek®

www.biotek.de

High Content Analyse/Screening-Systeme			Produktübersicht	
Anbieter/Hersteller	Name des Produkts	Anwendungen	Sonstiges, Besonderheiten, Allgemeines	Preis (€)
AID Diagnostika Strassberg www.aid-diagnostika.com Kontakt: Domenico Sauter Tel. +49 7434-93640 info@colony-counter.com	AID Colony Counter	Kolonienzählen, Zonenmessung	Automatisches System Barcodescanner Hochauflösend Transmittiertes und reflektiertes LED-Licht	63.900,-
Berthold Technologies Bad Wildbad www.berthold.com Kontakt: Frank Schleifenbaum Tel. +49 7081 177 269 info@Berthold.com	bScreen LB 991 Label-Free Microarray System	Protein und Peptid-Interaktionen, Epitop-Mapping, Wirkstoffscreenings etc.	Label-freie kinetische Charakterisierung Einzschritt Prozedur, Online-Assay-Optimierung Bis zu 22.500 individuelle Interaktionen pro Lauf Microarray-Format Analyse von lebenden Zellen und komplexen Matrices	Auf Anfrage
BioTek Instruments Bad Friedrichshall www.biotek.de Kontakt: Marina Bruss Tel. +49 7136 968 0 bruss@biotek.de	Cytation 5	Apoptose, Konfluenz, Live Cell Imaging, Scratch Wound, Translokation, Zellmigration etc.	Fluoreszenz-, Hellfeld-, Color-Brightfield- und Phasenkontrast-Imaging mit Image und Laser Autofokus 1.25x–60x Objektiv und bis zu 4 Farbkanäle parallel Temperierung bis 65°C Erweiterbar mit Gaskontrollmodul (CO ₂ /O ₂) und Injektorsystem (5–1.000 µl) Aufrüstbar zum vollwertigen Multi-Mode-Reader mit Absorption, Fluoreszenz, Lumineszenz und Alpha-Laser	Ab 46.000,-
	Cytation 3	Siehe oben	Fluoreszenz- und Hellfeld-Imaging mit Image und Laser-Autofokus 1.25x–60x Objektiv und bis zu 4 Farbkanäle parallel Temperierung bis 45°C Erweiterbar mit Gaskontrollmodul (CO ₂ /O ₂) und Injektorsystem (5–1.000 µl) Aufrüstbar zum vollwertigen Multi-Mode-Reader Kompaktibel mit Mikroplatten, T-25-Flaschen, Petrischalen und Objektträgern	Ab 38.000,-
BMG Labtech Ortenberg www.bmglabtech.com Kontakt: Tel. +49 781 96 96 80 sales@bmglabtech.com	Pherastar FSX HTS Multifunktions-Mikroplatten-Reader	High-Throughput-Screening-Assays, Protein-Protein-Interaktionen, Affinitätsbindungstests etc.	Sensitivster Mikroplatten-Reader in Fluoreszenz-Intensität und -Polarisation Alpha-Technologie-Laser und simultane Doppelmission für Multiplex Alpha Assays TRF-Laser der neuesten Generation für höchste Geschwindigkeit Breites Messfenster für Lumineszenzmessungen Alle Mikroplatten-Formate bis zu 3.456-Well	Auf Anfrage
Bruker Daltonik Bremen www.bruker.com Kontakt: Tel. +49 421 22050 MS.Sales.BDAL@bruker.com	rapifleXaldi PharmaPulse	Hochdurchsatz-Screening in der Arzneimittelentwicklung	Label-freie Detektion von nativen Substraten und Produkten in biochemischen Assays >100.000 Tests pro Tag	Auf Anfrage
Cellasys München www.cellasys.com Kontakt: Tel. +49 89 2000 11074 info@cellasys.com	Imola-IVD	Toxikologie, Wirkstoffentwicklung, Forschung	Extrazelluläre Ansäuerungsrate, Sauerstoffverbrauchsrate, Bioimpedanz, automatisiertes Fluidiksystem, Organ-on-Chip	14.400,- bis 92.000,-
Cenibra Bramsche www.cenibra.de Kontakt: Christoph Enz contact@cenibra.de Tel. +49 5461 708 9089	Yokogawa CQ1	High-Content-Analysen an Intrazellulären Partikeln, Zellpopulationen	Direkte 2D- und 3D-Analysen Temperatur und Begasungsoption für Langzeitexperimente an lebenden Zellen Analyse der Kulturparameter, der Populationsparameter und der Intrazellulären Parameter Kompaktes Gerät für die Laborbank mit echter Konfokaloptik	Auf Anfrage, nach Spezifikation
	Nexcelom Celigo S	High-Content-Analysen an Zellpopulationen, Zellzyklus, Transfektions-effizienz etc.	Abbildung der gesamten Kavität in allen Plattenformaten Einzelzell-Auflösung und -erkennung LED-Beleuchtung HC-Fuoreszenzanwendungen in Kombination mit Hellfeldaufnahmen und -analysen Direkte Datenausgabe während der Messung	Auf Anfrage, nach Spezifikation
Essen BioScience Hertfordshire, England www.essenbioscience.com Kontakt: Tel. +44 1707 358 688 eusales@essenbio.com	IncuCyte Zoom	Proliferation, Apoptose/Zytotoxizität, Spheroidwachstum, Transfektionseffizienz etc.	Automatisierte Lebendzellmikroskopie und -analyse direkt im Standardinkubator 6 Platten gleichzeitig Phasenkontrast und Fluoreszenzfilter Unbegrenzte Nutzerlizenzen	Auf Anfrage
GE Healthcare Europe Freiburg www3.gehealthcare.de Kontakt: Tel. +49 800 9080 711 ordersde@ge.com productde@ge.com	In cell analyzer 2200	Aufnahmen von ganzen Wells, großen Gewebeabschnitten sowie von Kleintieren etc.	Weitfeldmikroskopie basiertes System CMOS-Kamera Schnelle Bildaufnahme	Auf Anfrage
	In cell analyzer 6000	Multiplex Assays, Imaging von 3D-Strukturen, etc.	Laserbasierte, konfokale High Content Screening Plattform	Auf Anfrage
HP Medizintechnik Oberschleißheim www.hp-med.com Kontakt: Tel. +49 89 3066 6470 info@hp-med.com	Intelligent Microplate Reader (IMR)	Wirkstoffentwicklung, prädiktive Therapie, Toxikologie, Forschung	Extrazelluläre Ansäuerungsrate, Sauerstoffverbrauchsrate, Bioimpedanz, automatisierte Mikroskopie, automatisiertes Fluidiksystem	85.000,- bis 185.000,-
Leica Mikrosysteme Wetzlar www.leica-microsystems.com Kontakt: Nina Brauns Tel. +49 6441 29 4101 sales.germany@leica-microsystems.com	HCS A	Softwaremodul zum Scannen von Multiwell-Platten, Objektträgern, Chambered Slides	Basierend auf der bewährten und benutzerfreundlichen Softwareplattform LAS X Kann in allen Bereichen der Mikroskopie einschließlich der Konfokalmikroskopie eingesetzt werden Erlaubt aufgrund der CAM-Schnittstelle (Computer Aided Microscopy) die vollautomatische Erkennung und Aufnahme seltener Ereignisse Liefert zuverlässig Bilddaten in höchster Qualität	Auf Anfrage, je nach Ausstattung

XY Y

ZOOM

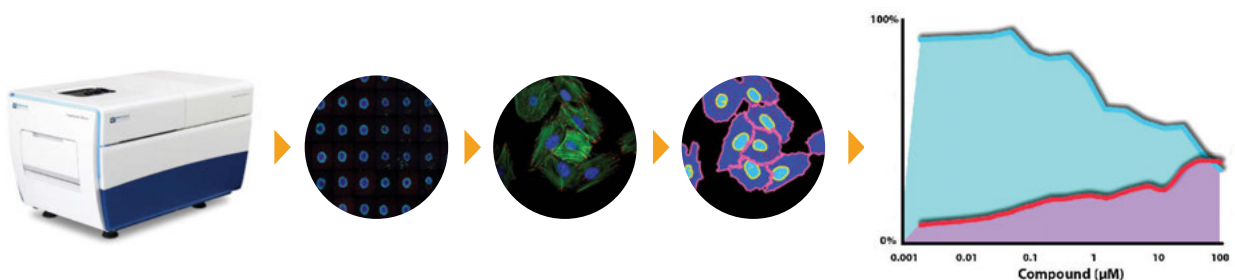


Stechen Sie mit Ihren Forschungsergebnissen durch revolutionäre, intelligente Lösungen für Bildgebung hervor

ImageXpress®, unsere High Content Imaging-Produktreihe, bietet größte Flexibilität, höchste Leistungsfähigkeit und unterstützt Forscher dabei, zielgerichtete Untersuchungen durchzuführen und zügig zu Ergebnissen zu gelangen.

- Beeindruckend: Mehr als 15 Millionen Zellen pro Stunde in einer Zellklassifizierung mit drei Farben
- Aufnahme und Analyse in 2D und 3D mit unserer nahtlos integrierten End-to-End-Lösung
- Betreiben Sie Ihre Forschung in völlig neuen Dimensionen mithilfe eines Systems, das auf mehr als 40 Jahren Innovation in der Bildgebung basiert

moleculardevices.com/ixm4



www.moleculardevices.com

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures.
© 2016 Molecular Devices, LLC. All Rights Reserved. The trademarks mentioned herein are the property of Molecular Devices, LLC or their respective owners.

 **MOLECULAR
DEVICES**

Unleash your brilliance™

High Content Analyse/Screening-Systeme			Produktübersicht	
Anbieter/Hersteller	Name des Produkts	Anwendungen	Sonstiges, Besonderheiten, Allgemeines	Preis (€)
m2p-labs Baesweiler www.m2p-labs.com Kontakt: Tel. +49 2401 805330	BioLector	Zelllinien- und Stamm-Screening, Optimierung von Fermentationsparametern etc.	Biomasse/ pH / DO/Fluoreszenz-Messungen Echtzeit-Kinetik Mikrofermentation im Standard-MTP-Format Exzellente Reproduzierbarkeit Hoher Durchsatz	Auf Anfrage
	BioLector Pro	Fed-batch Entwicklung, pH-Profile, Zelllinien und -stamm-Screening, etc.	Wie BioLector pH-Regelung mit Säure und/oder Lauge Gezielt ausgelöste Zufütterung (in den Modi: linear, exponentiell, kontinuierlich) Direkte Skalierbarkeit auf Labor-Fermenter	Auf Anfrage
	RoboLector	Automatische Probennahme	In Kombination mit BioLector oder BioLector Pro Automatisierter Upstream-Prozess Mediovorbereitung DOE (Design of Experiment)	Auf Anfrage
Merck Darmstadt www.merckmillipore.com Kontakt: Tel. +49 6151 720 technischer-service@merckgroup.com	ImageStream-X Mark II	Durchflusszytometrie mit quantitativer Bildanalyse	Bis zu 7 Anregungslaser 6 oder 12 hochauflösende Bildkanäle (Hellfeld, Dunkelfeld und Fluoreszenz) 20x, 40x und 60x Objektiv Integrierter Autosampler für 96-Well-Platten	Auf Anfrage
	FlowSight	Durchflusszytometrie mit quantitativer Bildanalyse	Bis zu 4 Anregungslaser 12 Bildkanäle (Hellfeld, Dunkelfeld und Fluoreszenz) 20x Objektiv Integrierter Autosampler für 96-Well-Platten	Auf Anfrage
Molecular Devices Biberach an der Riß www.moleculardevices.com Kontakt: Tel. +49 0800 665 32860 Frank.Hafner@moldev.com	ImageXpress Micro 4 High-Content Imaging System	Phänotypisches Zell-Screening, RNAi Screening, Zell-Analyse etc.	LEDs, Objektive 1–100x Fluoreszenz- und Phasenkontrast Klimakammer mit Feuchtigkeit Online-Pipettor Aufrüstbar auf Konfokalität	280.000,-
	ImageXpress Micro Confocal High-Content Imaging System	3 D- und Spheroid Screening, Phänotypisches Zell-Screening, RNAi Screening, Zell-Analyse etc.	LEDs, Objektive 1–100x Fluoreszenz- und Phasenkontrast Klimakammer mit Feuchtigkeit Online-Pipettor Hardware Konfokalität	370.000,-
Olympus Deutschland Hamburg www.olympus.de Kontakt: Tel. +49 800 200444242 ssd@olympus.de	Olympus ScanR	High Content Screening, Assay Development, Time Lapse Cytometry	Mikroskop-basiertes System, flexible Objektive, Filter etc. Aufrüstbar mit Zusatzgeräten U-RTC-Echtzeitkontrolle und LED-Lichtquelle Datenanalyse während der Bildaufnahme Flow-Cytometrie-inspiriertes GUI zur Bildanalyse	150.000,- bis 350.000,-
PerkinElmer Hamburg www.perkinelmer.com/lab-products-and-services/cellular-imaging/index.html Kontakt: Jürgen Leuck Tel. +49 172 638 5929 Juergen.leuck@perkinelmer.com	Opera Phenix High Content Screening System	Fluoreszenz, Durchlicht und digitaler Phasenkontrast, fixierte Zellen, Live Cell und 3D Micro Tissues etc.	Konfigurierbar mit bis zu 4 sCMOS-Kameras und 5 Lasern Optimierte für die Messung von 3D-Microtissues dank konfokaler Synchrony Optics für gleichzeitige Aufnahme von bis zu 4 Kanälen Bis zu 4x mehr Signal als Luftobjektive durch vollautomatisierte Wasserimmersionsobjektive Bis 100.000 Wells/Tag im konfokalen Modus und mit 4 Farben	Ab 490.000,-
	Operetta CLS High Content Analyse System	s.o.	1 großformatige sCMOS-Kamera Anregung mit bis zu 8 LEDs und leicht zugänglichen Emissionsfiltern Weitfeld und Spinning Disc Konfokalaufnahme Bis zu 4x mehr Signal als Luftobjektive durch vollautomatisierte Wasserimmersionsobjektive Hoher Durchsatz ~ 50.000 Wells/Tag mit 4 Farben	Ab 240.000,-
	EnSight Multimode Reader mit Imaging	Schnelles Imaging von Fluoreszenz, Durchlicht und digitalem Phasenkontrast	Bildbasierte Zytometrie Messung von Zellzahl, Zellviabilität, Apoptose und Toxizitätsassays, Transfektionseffizienz und mehr LED-Anregung und sCMOS-Kamera Absorptionsmessung Erweiterbar mit klassischen Reader-Technologien	Ab 70.000,-
	Harmony Imaging and Analyse Software	Steuerung der Bildaufnahme und Bildanalyse	Gängige Assays können direkt mit einer von über 30 Ready Made Solutions ausgewertet werden Einfaches Erweitern oder Neuerstellen von Auswertungen Klassifikation von Phänotypen dank multiparametrischer Auswertung und Machine Learning Tools Leicht zu erlernen und zu bedienen Alle Metadaten sind in einer Datenbank gespeichert	Ab 20.000,-
	Columbus Image Data Storage und Analyse System	Zentrale Speicherung und Analyse von HCS und Mikroskopie-Bildern	Browserbasiertes User Interface Einfache Analyse von HCS-Daten aus allen gängigen Geräteplattformen Gängige Assays können direkt mit einer von über 30 Ready Made Solutions ausgewertet werden Einfaches Erweitern oder Neuerstellen von Auswertungen dank „Building Block“-Konzept Basierend auf der OME-Plattform (Open Source)	Ab 40.000,-
	High Content Profiler	Visualisierung und Analyse von multiparametrischen Sekundärdaten aus target-basierten und phänotypischen Screens	Interaktive Datenvisualisierung und Analyse-Qualitätskontrolle und Normalisierung von Screening-Daten Optimierte für HCS-Daten mit sehr vielen Parametern Automatisierte Klassifikation von Phänotypen „Unsupervised Machine Learning“ zur Feature-Reduktion und Selektion von Hits	Ab 10.000,-
Thermo Fisher Scientific (Life Technologies) Darmstadt www.lifetechnologies.com Kontakt: Tel. +49 0800 5345 5345 orders_germany@thermofisher.com	Thermo Scientific ArrayScan HCS System	Angiogenese, Apoptose, Autophagie, Neuritenwachstum, Synaptogenese, Zellviabilität etc.	Konfiguration eines eigenen Systems mit ArrayScan High-Content-Screening-System-Modulen Modulare Accessoires für die Bildgebung und Analyse von Objektträgern und Platten ArrayScan Brightfield Durchlicht-Modul ArrayScan Confocal, Objective Modul sowie Live Cell Modul Orbitor RS Microplate Mover	169.000,- bis 350.000,-
	Thermo Scientific CellInsight CX5 HCS System	Siehe oben	Erschwichtiges Screening-System Lesen und Analysieren von 96-Well-Platten in unter vier Minuten Gängige Anregungswellenlängen für Fluoreszenz und Weißlicht-Belichtung Vollautomatisches System für 96-, 384-, oder 1.536-Well-Platten oder Gewebeschnitte	79.000,- bis 150.000,-
	Thermo Scientific CellInsight CX7 HCS System	Siehe oben	Integriertes System Weitfeld- oder konfokale Optik für jeden Kanal 4-Farben-Durchlicht-Optionen für die kolorimetrische Analyse von Gewebeschnitten	157.000,- bis 210.000,-
	HCS Studio Cell Analysis Software	Systemsteuerung, Bild und Daten, Aufnahme und Analyse	Einfache Arbeitsabläufe Auswahl von Algorithmen, Visualisierungen und Online-Hilfefunktionen	Auf Anfrage
	Thermo Scientific Store Image and Database Management Software	Bild und Datenbank Management Software	SQL- oder Oracle-relationale Datenbank zur Lagerung und Verwaltung der Bilder und Daten Schneller, hoch skalierbarer, globaler Zugang zu Daten und Bildern	13.000,-

HUMAN HEALTH

ENVIRONMENTAL HEALTH

Copyright © 2016 PerkinElmer, Inc. 400343_08 All rights reserved. PerkinElmer® is a registered trademark of PerkinElmer, Inc. All other trademarks are the property of their respective owners.

IT'S LIGHTING THE WAY TO A NEW LEVEL OF UNDERSTANDING



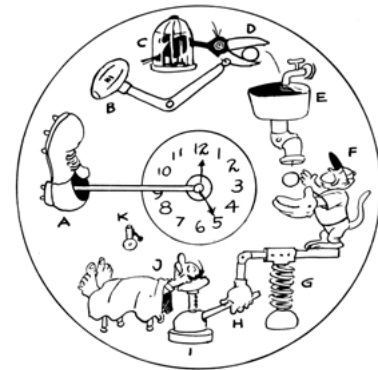
Your everyday assays and innovative applications using fixed cells or complex live cell models can reveal deep biological understanding, if you've got the sensitive imaging and intuitive data analysis technology to uncover it. The new Operetta CLS™ high-content analysis system features a unique combination of technologies – automated water-immersion objectives, high-power 8x LED illumination, true confocal optics, and an ultrasensitive sCMOS camera – to deliver all the speed, sensitivity, and resolution you need to reveal fine subcellular details. And with our simple, powerful Harmony™ 4.5 software, Operetta CLS lets you discover even subtle phenotypic changes. Operetta CLS: When great technologies combine, what happens is illuminating.

Check out the new Operetta CLS at www.perkinelmer.com/LightTheWay


PerkinElmer[®]
For the Better

Verbraucherservice

Neue Produkte



Probenvorbereitung



Produkt: Zentrifuge
Name und Hersteller:
Centrifuge 5920 R von Eppendorf

Technik: Die Zentrifuge fasst bis zu vier 1-Liter-Standardflaschen von Nalgene sowie bis zu 108 konische 15-mL-Gefäße und 52 konische 50-mL-Gefäße. Das universale Rotorbecher-Design ermöglicht Forschern, Platten und Gefäße im gleichen Rotorbecher zu zentrifugieren, ohne separate Plattenbecher kaufen zu müssen. Das Gerät verfügt über ein leistungsfähiges, modernes Kühlsystem mit fortschrittlichem Temperaturmanagement. Durch die dynamische Kompressortechnologie und die FastTemp-pro-Funktion ist eine präzise und automatisierte Vorkühlung möglich.

Vorteile: Die Zentrifuge ist leicht zu bedienen und verfügt über ein mehrsprachiges Menü mit beleuchtetem Display. Fünf Programmtasten bieten schnellen Zugriff auf Routineprogramme. Eine anpassbare ECO-shut-off-Funktion hilft Energie zu sparen.

Mehr Informationen: www.eppendorf.com/centrifugation

Liquid Handling

Produkt: Elektronische Pipette
Name und Hersteller: 50 µl VIAFLO 96/384 von Integra Biosciences
Technik: Der neue 50 Mikroliter-Pipettierkopf vervollständigt die fünf Volumenbereiche von 0,5-12,5, 2-50, 5-125, 10-300 und 50-1.250 Mikrolitern des Basisgeräts. Durch die Verwendung der leicht aus-



wechselbaren Pipettierköpfe wird nur eine Basiseinheit benötigt. Sie macht die Anschaffung mehrerer Einheiten überflüssig, wie dies mit anderen Systemen erforderlich wäre, um optimierte Leistungen mit unterschiedlichen Pipettiervolumen von 0,5 bis 1.250 Mikrolitern zu erzielen.

Vorteile: Mit der handgesteuerten elektronischen Pipette kann der Benutzer ständig im optimalen Volumenbereich arbeiten, indem er den Pipettierkopf einfach austauscht.

Mehr Informationen: www.integra-biosciences.com

Temperierung



Produkt: Thermoelektrischer Umwälzthermostat
Name und Hersteller: Loop von Lauda
Technik: Der Umwälzthermostat ist für externe Anwendungen in einem Temperaturbereich von 5 bis 50°C geeignet. Ein einfaches Umpolen der Stromrichtung macht es dem Anwender sehr leicht, das Gerät zum Heizen oder zum Kühlen einzusetzen. Konzipiert wurde der thermoelektri-

sche Umwälzthermostat für die Temperierung von Elektrophorese-Kammern, Refraktometern, Polarisometern oder für die Probenvorbereitung.

Vorteile: Das Gerät besitzt ein modernes Design und ist mit einer geringen Höhe von 301 Millimetern und einer Breite von nur 146 Millimetern äußerst platzsparend.

Mehr Informationen: www.lauda.de

Probentrennung



Produkt: Single-Use System für die Tangentialflussfiltration (SUTFF)

Name und Hersteller: Allegro CS4500 von Pall Life Sciences

Technik: Das System ist einfach zu handhaben und bietet alle kritischen Single-Use-Sensoren (Druck, Fluss, Leitfähigkeit, Temperatur, UV) für die Steuerung und das Monitoring von Ultrafiltrations- und Diafiltrationsprozessen. Es eignet sich für Fluidvolumina bis 2.000 Liter und Kassettenflächen von 3 bis 10 Quadratmetern. Das SUTFF-System zeichnet sich durch ein geringes Feed-Retentat-Volumen von 1,9 Litern (bei Verwendung eines 3/4-Zoll-Manifolds) bzw. 2,5 Litern (bei Verwendung eines 1-Zoll-Manifolds) aus, sodass sich geringe Zielvolumina erreichen lassen. Es lässt sich leicht mit Lagerbehältern und Mischsystemen kombinieren, die als Feed-, Retentat- oder Permeatbehälter eingesetzt werden können. Eine anwenderfreundliche Step-Editor-Software bietet eine flexible Kontrolle des TFF-Prozesses. Sie erfüllt alle Anforderungen gemäß 21 CFR Part 11 und ermöglicht das Prozessieren unter optimalen Bedingungen mit vollautomatisierten Prozesssequenzen.

Vorteile: Das erweiterte Portfolio an SUTFF-Systemen ermöglicht die Aufarbeitung verschiedenster Chargengrößen zwischen 2 und 2.000 Litern.

Mehr Informationen: www.pall.com

Kongresse - Tagungen - Symposien

2016

21.7.–22.7. Berlin

2nd International Conference on Innate Immunity and Immune System Diseases, Info: <http://innateimmunity.conferenceseries.com>

21.7.–23.7. Berlin

5th European Immunology Conference, Info: <https://immunology.conferenceseries.com/europe>

24.7.–26.7. Heidelberg

EMBL Conference: Microfluidics 2016, Info: www.embl.de/training/events/2016/MCF16-01

7.8.–13.8. Wittenberg

Wittenberger Sommerakademie 2016: Gehirn, Gesellschaft, Gott und Google – Was bedingt die Moral in einer modernen Gesellschaft?, Info: <http://evakademie-wittenberg.de/node/2784>

9.8.–11.8. Regensburg

3rd Conference on Impedance-Based Cellular Assays, Info: www.ibca2016.net

16.8.–20.8. Barsinghausen

12th International Adenovirus Meeting (IAM 2016), Info: www.iam-2016.de

22.8.–28.8. Chiemsee

Mind and Life Europe: Plasticity and Change in Science and Society – 2016 Meeting of the European Summer Research Institute (ESRI), Info: www.eusaat-congress.eu

24.8.–27.8. Linz

20th European Congress on Alternatives to Animal Testing/17th Annual Congress of EUSAAT (European Society for Alternatives to Animal Testing), Info: www.eusaat-congress.eu

26.8. Zürich

5th International Symposium on DNA-Encoded Chemical Libraries, Info: www.biomacromolecules.ethz.ch/symposium.html

27.8.–30.8. Heidelberg

EMBL Conference: Transcription and Chromatin, Info: www.embl.de/training/events/2016/TRM16-01

28.8.–1.9. Ascona (CH)

Global Change and Biodiversity: Integrating Mechanisms of Interactions, Feedbacks and Scale – Monte Verità Conference 2016, Info: www.gcb.uzh.ch/en/conference2016

28.8.–2.9. Innsbruck

20th IAC Cyanophyte/Cyanobacteria Research Symposium, Info: www.uibk.ac.at/congress/iac-symposium-2016

29.8.–1.9. Zürich

20th EUCARPIA General Congress: Plant Breeding – The Art of Bringing Science to Life, Info: www.eucarpia.org/general-congress.html

30.8.–3.9. Heidelberg

95. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin (DGRM 2016), Info: www.kongress-dgrm.de

31.8.–3.9. Heidelberg

EMBL Conference on Chemical Biology 2016, Info: www.embl.de/training/events/2016/CHB16-01

31.8.–3.9. Leipzig

IMAP 2016 – 6th International Meeting on Antimicrobial Peptides, Info: <http://peptideconferences.org/imap-2016>

3.9. Bremerhaven

Neuro 2016 – Multiple Sklerose und Morbus Parkinson, Info: www.neuro2016.de

3.9.–8.9. Basel

18th Meeting of the European Association for Haematopathology, Info: www.eahp2016.com

4.9.–7.9. Ascona (CH)

2nd European Meeting on Phototransduction, Info: www.uni-oldenburg.de/2nd-emp

4.9.–8.9. Berlin

90th Annual Meeting of the German Society for Mammalian Biology, Info: www.zoo-berlin.de/dgs2016

4.9.–8.9. Les Diablerets (CH)

EUROPIC 2016 – Conference of the European Study Group of Picornaviruses, Info: <http://europic2016.org>

4.9.–9.9. Leipzig

34th European Peptide Symposium/8th International Peptide Symposium, Info: www.34eps-2016.org

5.9.–7.9. Berlin

Deutscher Suchtkongress 2016 – Joint Meeting with World Congress on Alcohol and Alcoholism ISBRA / ESBRA (International / European Society for Biomedical Research on Alcoholism), Info: www.deutschersuchtkongress.de

5.9.–8.9. Wien

Dopamine 2016 – Dopamine Researcher Meeting of the Austrian Pharmacological Society (APHAR), Info: www.dopamine2016.org

5.9.–9.9. Marburg (Lahn)

46th Annual Meeting of the Ecological Society of Germany, Austria and Switzerland: 150 Years of Ecology – Lessons for the Future, Info: www.gfoe-2016.de

6.9.–9.9. Homburg

8th International Conference on Protein Kinase CK2, Info: www.uks.eu/de/einrichtungen/fachrichtungen/biochemie/ag_prof_dr_mathias_montenarh/ck2

7.9.–10.9. Göttingen

6th International Conference on Transcranial Brain Stimulation, Info: www.tbs-conference.de



DEUTSCHER KONGRESS
DER LABORATORIUMSMEDEZIN

28.09.–01.10.2016
Congress Center Rosengarten Mannheim





Labormedizin verbindet

Themenschwerpunkte DGKL

- Tumortarget Identifizierung für Therapie und Diagnostik
- Neue molekulare Zielstrukturen für Biomarker und Therapie des Diabetes mellitus
- mi-RNA
- Neue analytische Technologien / NMR-Spektroskopie
- Update Biobanking
- Update gynäkologische Endokrinologie
- zirkulierende DNA
- from bench to bedside: Nephropathie
- Cell signalling in immunity
- Vasculäres Remodeling
- neue Entzündungsmarker
- Sterile Entzündung: neue diagnostische und therapeutische Ansätze
- Glycocalyx: Mediator der endothelialen Funktion
- Neue Lehrkonzepte in der Klinischen Chemie und Laboratoriumsmedizin / Nachwuchsarbeit
- Novel aspects of coagulation and inflammation

Themenschwerpunkte DVTA

- POCT-Management für Klinik und Praxis
- Qualitäts- und Labormanagement
- Aktuelles zu RiLiBÄK / Medizinprodukterecht
- Präanalytik – Praxisaspekte
- Biobanking – Herausforderungen für das Labor
- Ausbildungsforum für Lehrende und Praxisanleiter
- Neue analytische Technologien wie NMR-Spektrometrie
- Massenspektrometrie in der Labordiagnostik
- Gerinnungsdiagnostik (Klinik und Labor)
- Aktuelle Entwicklungen in der Hämatologie
- Entzündungsdiagnostik
- Metabolisches Syndrom
- Molekulare Diagnostik

Deadline für den Frühbucheprerpreis **28. Juli 2016**




www.laboratoriumsmedizin2016.de

7.9.–10.9. Heidelberg

EMBO/EMBL Symposium on Actin in Action: From Molecules to Cellular Functions, Info: www.embo-embl-symposia.org

7.9.–10.9. Lübeck

7th Industrial Cell Technology Congress, Info: www.emb.fraunhofer.de

7.9.–10.9. Nürnberg

Joint Congress DGTI & DGI 2016 – 49. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Transfusionsmedizin und Immunhämatologie / 24. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Immunogenetik, Info: www.dgti-dgi-kongress.de

8.9.–9.9. Bern

9th Swiss Apoptosis Meeting: Apoptosis and Autophagy, Apoptosis and Cancer, Apoptosis and Immunology, Info: www.pharmacology.unibe.ch/SAM2016

8.9.–10.9. Essen

50. Wissenschaftliche Tagung der Deutschsprachigen Mykologischen Gesellschaft (DMYKG), Info: www.dmykg-kongress.de

Kurze Veranstaltungshinweise in unserem Serviceteil sind kostenlos. verlag@laborjournal.de

8.9.–11.9. München

23rd Symposium on „Biodiversity and Evolutionary Biology“ of the German Botanical Society, Info: www.sysbot.biologie.uni-muenchen.de/en/symposium2.html

9.9.–11.9. Erlangen

5th International Symposium: Regulators of Adaptive Immunity, Info: www.gk-symposium.de

9.9.–12.9. Greifswald

129. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte (GDNÄ), Info: www.gdnae.de/greifswald-2016

10.9.–13.9. Mannheim

The EMBO Meeting 2016 – Advancing the Life Sciences, Info: www.the-embo-meeting.org

11.9.–14.9. Hamburg

19th International Conference on Oxygen Binding and Sensing Proteins (O2BIP), Info: <http://o2bip2016.de>

11.9.–14.9. Ulm

68. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM), Info: www.dghm-kongress.de

11.9.–15.9. Dresden

87. Jahrestagung der Paläontolog. Gesellschaft, *Info: www.palges.de/tagungen/jahrestagung-2016.html*

11.9.–16.9. Ascona (CH)

Liposomes, Exosomes & Virosomes: From Modeling Complex Membrane Processes to Medical Diagnostics & Drug Delivery – Biophysical Society Meeting, *Info: www.biophysics.org/2016switzerland*

12.9. Berlin

Frontiers in DNA Repair, *Info: www.dna-repair-conference.berlin*

12.9.–13.9. Berlin

Annual Conference on Bioscience: Discovering, Innovating and Engineering Biological Science, *Info: <http://bioscience.conferenceseries.com>*

12.9.–13.9. Wittenberg

Ökophysiologie des Wurzelraumes – 27. Wissenschaftliche Arbeitstagung, *Info: www.pflanzenforschung.de/de/plant-2030/termine*

12.9.–14.9. Berlin

5th International Conference on Tissue Engineering and Regenerative Medicine, *Info: <http://tissue-science-regenerativemedicine.conferenceseries.com>*

12.9.–14.9. Berlin

6th International Conference on Genomics and Pharmacogenomics, *Info: <http://genomics.conferenceseries.com>*

12.9.–14.9. Erlangen

Frontiers of Retrovirology Conference 2016: Complex Retroviruses, Retroelements and Their Hosts, *Info: www.frontiers-of-retrovirology.com*

12.9.–14.9. Graz

Life Sciences for the Next Generation – 8th Annual Meeting of the ÖGMBT (Österreichische Gesellschaft für Molekulare Biowissenschaften und Biotechnologie), *Info: www.oegmbt.at/jahrestagung*

12.9.–14.9. Hannover

4th Annual Conference of the German Stem Cell Network (GSCN), *Info: www.gscn.org/Conferences/2016/Home.aspx*

12.9.–15.9. Berlin

German Conference on Bioinformatics 2016, *Info: www.gcb2016.de*

12.9.–16.9. Essen

Tagung der Deutschen Gesellschaft für DNA-Reparaturforschung (DGDR), *Info: <http://dgdr.de>*

13.9.–14.9. Kiel

Symposium: New Horizons in Molecular Zoology 2016, *Info: www.dzg-meeting.de/programme/scientific-programme*

13.9.–15.9. Aachen

ProcessNet-Jahrestagung und 32. DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen, *Info: <http://events.dechema.de/jt2016.html>*

13.9.–16.9. Wien

Europe Biobank Week – Biobanking for Health Innovation, *Info: <http://europebiobankweek.eu>*

14.9.–16.9. Heidelberg

22nd Annual Meeting of the German Society for Gene Therapy, *Info: www.dg-gt.de/jahrestagungen/2016*

14.9.–16.9. Wien

Tri-National Arabidopsis Meeting, *Info: <https://tnam.gmi.oeaw.ac.at>*

14.9.–17.9. Heidelberg

EMBL–Wellcome Trust Conference: Proteomics in Cell Biology and Disease Mechanisms, *Info: www.embl.de/training/events/2016/PRO16-02*

14.9.–17.9. Kiel

109. Jahrestagung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft (DZG), *Info: www.dzg-meeting.de*

14.9.–17.9. Kiel

Protease World in Health and Disease – 2nd International Symposium of the CRC877, *Info: www.uni-kiel.de/Biochemie/symposium2016*

14.9.–17.9. Murnau

6th Murnau Conference on Structural Biology: Large Molecular Assemblies, *Info: www.murnauconference.de*

15.9.–16.9. Berlin

7th International Conference & Expo on Molecular and Cancer Biomarkers, *Info: <http://molecular-cancer-biomarkers.conferenceseries.com>*

15.9.–17.9. Berlin

12th European Diabetes Congress, *Info: www.diabetesexpo.com/europe*

15.9.–17.9. Tübingen

3rd International Conference Pathophysiology of Staphylococci, *Info: www.staphylococcus-congress.de*

16.9.–18.9. Berlin

Visions in Science Conference: Break the Enigma – Annual Interdisciplinary Scientific Event Organized by the Max Planck PhDnet, the Communication Network for PhD Students of the Max Planck Society, *Info: www.visions-in-science.org*

17.9.–20.9. Kloster Seeon

9th International Kloster Seeon Meeting on Angiogenesis, *Info: www.vwfb.de/Seeon2016/Seeon2016.html*

17.9.–20.9. Wien

29th European College of Neuropsychopharmacology (ECNP) Congress, *Info: www.ecnp.eu/Congress2016/ECNP%20Congress.aspx*

18.9.–20.9. München

4th Helmholtz-Nature Medicine Diabetes Conference, *Info: www.nature.com/natureconferences/hmgu2016*

19.9.–20.9. Heidelberg

EMBL/DFG Women in Science Network Conference: From Genes, Cells and the Immune System towards Therapies, *Info: www.embl.de/training/events*

Workshops

18.7.–26.8. Münster

CiM Summer School – Cellular and Molecular Mechanisms of Development and Disease, *Info: www.uni-muenster.de/Cells-in-Motion/events/symposia/summer-school*

19.7.–23.7. Greifswald

International Proteomics Summer School Greifswald, *Info: www.nzmg.de/en/index_en.php?sec=ss*

31.7.–4.8. Bregenz

Summer School on Endocrinology, *Info: www.m-anage.com/Login.aspx?event=summerschool2016*

7.8.–9.8. Bönigen (CH)

Inflammation, Immunomodulation, Inspiration: 15th Ill-Bern International Summer School, *Info: aniko.krebs@pki.unibe.ch*

15.8.–20.8. Zermatt (CH)

Summer School on Neurophysiology for Neural and Biomedical Engineering, *Info: <http://nnbe.epfl.ch>*

22.8.–26.8. Bern

Workshop on Quantitative Microscopy 2016, *Info: www.ana.unibe.ch/weiterbildung/stereologie_workshop*

22.8.–26.8. Göttingen

International Summer School: Clinical & Translational Neuroscience, *Info: www.neurosummerschool.med.uni-goettingen.de*

5.9.–9.9. Düsseldorf

8th Protein Rainbow Workshop – Proteomics Training School, *Info: <http://ddz.uni-duesseldorf.de/de/aktuelles/veranstaltungen>*

8.9.–9.9. Dresden

2nd IIR Workshop on Cold Applications in Life Sciences, *Info: www.ilkdresden.de/IIR-cryobio-workshop*

9.9.–11.9. München

Eduard Strasburger-Workshop der Deutschen Botanischen Gesellschaft (DBG): Phylogenomics – The Next Generation of Evolutionary Botany, *Info: www.deutsche-botanische-gesellschaft.de*

11.9.–16.9. Einsiedeln (CH)

PSC Summer School 2016: Agriculture in Transformation – New Concepts for an Agricultural Production that is Socially Fair, Environmentally Safe and Economically Viable, *Info: www.plantsciences.uzh.ch/en/teaching/summerschool.html*

12.9.–13.9. Wittenberg

27. Wissenschaftliche Arbeitstagung: Ökophysiologie des Wurzelraumes, *Info: wolfgang.merbach@landw.uni-halle.de*

12.9.–17.9. Leipzig

DORS 2016 – Digital Operating Room Summer School, *Info: www.iccas.de/dors*

13.9.–14.9. Kiel

iBeetle Workshop: Functional Genomics of Insect Development and Metamorphosis, *Info: <http://ibeetle.uni-goettingen.de>*

13.9.–16.9. Herzogenhorn

Black Forest Summer School 2016: To see the (Black) Forest for the Trees – NGS Data for Phylogenetics, *Info: <http://plantco.de>*

14.9.–18.9. Joachimsthal

EMBO Workshop on Cell Size Regulation, *Info: <http://events.embo.org/16-cell-size>*

16.9. Kiel

Workshop on Animal Experimentation and Legal Requirements, *Info: www.dzg-meeting.de/programm/scientific-programme*

20.9.–21.9. Berlin

Satellite Workshops (Bernstein Conference 2016), *Info: www.bernstein-conference.de*

20.9.–25.9. Seefeld

EMBO Workshop on the Modularity of Signaling Proteins and Networks, *Info: <http://events.embo.org/16-modularity>*

22.9. Basel

Basel Microfluidics Workshop 2016, *Info: www.basellife.org*

25.9.–26.9. Regensburg

Workshop on Population Genetics in Kidney Disease, *Info: www.kidneygenomics-wgikd2015.eu*

27.9.–28.9. Ludwigshafen

Klinkner-Forum Laborbau 2016, *Info: www.klinkner.de*

28.9.–30.9. Freiburg

Biology of Bacteria Producing Natural Products – International VAAM-Workshop 2016, *Info: www.vaamworkshop2016.uni-freiburg.de*

30.9. Berlin

11th Mini Herpesvirus Workshop, *Info: www.g-f-v.org/node/459*

6.10.–8.10. Güzburg

Cell Dynamics in Development and Evolution – 11th GfE (Gesellschaft für Entwicklungsbiologie) School, *Info: www.vbio.de/der_vbio/fachgesellschaften/gfe_entwicklungsbiologie/gfe_school/index_ger.html*

9.10.–14.10. Merseburg

8th Autumn School Current Concepts in Immunology, *Info: www.herbstschule.de*

20.9.–21.9. Schmitten

Genome Function and Gene Regulation in Archaea,
Info: soppa@bio.uni-frankfurt.de

20.9.–22.9. Basel

MipTec 2016 – International Life Science Exhibition, Info: www.basellife.org

20.9.–23.9. Basel

ILMAC 2016 – Fachmesse für Prozess- und Labortechnologie, Info: www.ilmac.ch

20.9.–24.9. Hamburg

14th Biennial Meeting of the International Endotoxin and Innate Immunity Society, Info: www.ieis2016.de

21.9.–23.9. Aachen

Aachen Protein Engineering Symposium (AcES), Info: www.aces-symposium.rwth-aachen.de

21.9.–23.9. Bad Homburg

3rd European Platelet Network Conference – EUPLAN 2016, Info: <http://euplan.eu>

21.9.–23.9. Jena

Bioorganik 2016: 25. Nachwuchswissenschaftler-Symposium Bioorganische Chemie, Info: www.chemgeo.uni-jena.de/bioorganik2016

21.9.–24.9. Berlin

Bernstein Conference 2016 and PhD Symposium: Computational Neuroscience and Neurotechnology, Info: www.bernstein-conference.de

21.9.–24.9. Göttingen

111. Jahrestagung der Anatomischen Gesellschaft, Info: <http://anatomische-gesellschaft.de/a4/landing/index.html>

22.9.–23.9. Basel

Medtech & Pharma Platform – Innovative Drug-Device Combinations and Diagnostics, Info: <http://medtech-pharma.com>

22.9.–23.9. Jülich

5. Symposium der Jungen Physiologen, Info: www.junge-physiologen.de

22.9.–24.9. Hamburg

14th Biennial Meeting: International Endotoxin and Innate Immunity Society, Info: www.ieis2016.de

22.9.–24.9. Osnabrück

8. Westerberger Herbsttagung, together with the Meeting of the GBM Study Group „Molecular Neurobiology“ – Perspectives of Molecular Neurobiology: From Single Molecules to Systems, Info: www.neurobiologie.uni-osnabrueck.de

22.9.–24.9. Wien

Botanikertreffen 2016 – 17. Treffen der Österreichischen Botanikerinnen und Botaniker, Info: www.dib.boku.ac.at/institut-fuer-botanik-botany/botanikertreffen-2016

23.9.–24.9. Wien

Platform for Advanced Cellular Therapies (PACT) Symposium: Designer Cells Go Clinic, Info: www.pact.ac.at

25.9.–27.9. Heidelberg

EMBL–Wellcome Trust Conference: Big Data in Biology and Health, Info: www.embl.de/training/events/2016/BIG16-01

25.9.–27.9. Münster

5th International Influenza Meeting, Info: <http://campus.uni-muenster.de/5thinternationalinfluenzameeting.html>

25.9.–27.9. Seon/München

Kloster Seon Meeting on BACE Proteases in Health and Disease, Info: www.bace-meeting.de

25.9.–28.9. Erlangen

Annual Meeting of the German Biophysical Society (DGfB), Info: www.biophysics2016.org

25.9.–29.9. Güstrow/Rostock

7th Baltic Meeting on Microbial Carbohydrates (BMMC VII), Info: www.7bmmc.uni-rostock.de

25.9.–29.9. Köln

31st Interntional Congress of the International Academy of Pathology and 28th Congress of the European Society of Pathology, Info: www.esp-congress.org

26.9.–27.9. Jülich

Algen im Aufwind – 9. Bundesalgenstammtisch 2016, Info: <http://events.dechema.de/algen2016.html>

26.9.–28.9. Erlangen

19. Jahrestagung der Gesellschaft für Biologische Strahlenforschung (GBS), Info: http://strahlenforschung.de/?page_id=946

26.9.–28.9. Frankfurt/M.

Perspectives in Vascular Biology – Joint International Meeting of the German Society for Microcirculation & Vascular Biology and SFB 834 (Endothelial Signalling and Vascular Repair), Info: www.pvb2016.de

26.9.–28.9. Ulm

13th Confocal Raman Imaging Symposium, Info: www.witec.de/re-sources-and-education/symposium

26.9.–30.9. Bremen

Space for Cognition – 13. Fachtagung der Gesellschaft für Kognitionswissenschaft (KogWis2016), Info: www.gk-ev.de/?page_id=15

26.9.–30.9. Wien

Limnologie der Zukunft / Zukunft der Limnologie – Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL) und des Vereins Österreichischer LimnologInnen (SIL Austria), Info: www.dgl2016.info

27.9.–28.9. Braunschweig

Adaptation in Nature: From Ecology to Genomes – Annual Conference of the German Genetics Society, Info: www.gfgenetik.de/tagungen

EMBO Workshop

Celebrating 50 years of Summer Schools in Spetses (Greece)

Molecular mechanisms of ageing and regeneration:

From pluripotency to senescence 16 – 24 August 2016

ORGANIZERS

CHRISTOPH ENGLERT
ALEJANDRO SÁNCHEZ-ALVARADO
JULIA VON MALTZAHN

SPEAKERS

Christoph Englert, DE
Elaine Fuchs, US
Magdalena Götz, DE
Heinrich Jasper, US
Michael Karin, US
Jürgen Knoblich, AT
Brian Luke, DE
Frank Madeo, AT
Andras Nagy, CA

Christof Niehrs, DE
Michael Pankratz, DE
Lenhard Rudolph, DE
Alejandro Sánchez-Alvarado, US
Didier Stainier, DE
Elly Tanaka, DE
Julia von Maltzahn, DE

REGISTRATION

Application deadline
1 May 2016
Registration fee.....750 EUR

CONTACT
SPETSES@LEIBNIZ-FLI.DE

<http://events.embo.org/16-ageing>

EMBO excellence in life sciences

fli

Boehringer Ingelheim Stiftung

27.9.–28.9. Düsseldorf

Jahrestagung 2016 der Deutschen Vereinigung zur Bekämpfung der Viruskrankheiten (DVV), Info: www.dvv-ev.de/DVVJahrestagung2016

27.9.–30.9. Hamburg

46th Annual Meeting of the German Society for Immunology, Info: www.immunology-conference.de

28.9.–30.9. Mannheim

Deutscher Kongress der Laboratoriumsmedizin (DKLM) 2016, Info: www.laboratoriumsmedizin2016.de

2.10.–7.10. Potsdam

EMBO Conference on Retinal Proteins, Info: <http://events.embo.org/16-retinal-proteins>

4.10.–6.10. Leipzig

7th Annual Symposium Physics of Cancer, Info: <http://conference.uni-leipzig.de/poc>

4.10.–7.10. Jena

Annual Meeting of the International Study Group for Systems Biology (ISGSB), Info: www.isgsb2016.de

5.10.–7.10. Rostock

1st Cyanobacteria Symposium, Info: <http://vaam.de/aktivitaeten/termine/terminordner/cyanobacteria-symposium.html>

5.10.–8.10. Heidelberg

EMBO/EMBL Symposium: Complex Life of mRNA, Info: www.embo-embl-symposia.org/symposia/2016/EES16-08

6.10.–9.10. Bonn

RNA Biochemistry Meeting 2016 of the German Society for Molecular Biology and Biochemistry (GBM), Info: www.rna-biochemistry.de/wp/meeting-2016

7.10. Hannover

4th Symposium on Non-canonical cNMPs as Signaling Molecules, Info: www.mh-hannover.de/cnmp2016.html

7.10.–8.10. München

16. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Akkreditierter Laboratorien (AAL), Info: www.aal-tagung.de

7.10.–9.10. Berlin

16. Bundeskongress Pathologie – 4. Deutsche Pathologietage, Info: www.bundeskongress-pathologie.de

9.10.–12.10. Wien

16th International Symposium on Preparative and Industrial Chromatography and Allied Techniques (SPICA 2016), Info: www.ldorganisation.com/v2/produits.php?langue=english&cle_menus=1238916108



EPIGENETICS IN DEVELOPMENT

2016 IMB CONFERENCE
20-22 OCTOBER, MAINZ, GERMANY

KEYNOTE SPEAKERS:

ELAINE FUCHS
Rockefeller University, New York, USA
The EMBO Keynote Lecture

MAGDALENA ZERNICKA-GOETZ
Gurdon Institute, Cambridge, UK

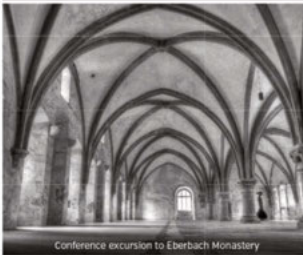
SCIENTIFIC ORGANISERS:

BRADLEY CAIRNS
Huntsman Cancer Institute, Salt Lake City, USA

RENÉ KETTING
IMB, Mainz, DE

JEAN-YVES ROIGNANT
IMB, Mainz, DE

NATALIA SOSHIKOVA
IMB, Mainz, DE



Conference excursion to Eberbach Monastery



Institute of Molecular Biology (IMB), Ackermannweg 4, 55128 Mainz, Germany
www.imb.de/2016conference, events@imb.de

SPEAKERS:

JULIE AHRINGER
Gurdon Institute, Cambridge, UK

DEBORAH BOURC'HIS
Institut Curie, Paris, FR

DENIS DUBOULE
EPFL, Lausanne, CH

ANTONIO GIRALDEZ
Yale Medical School, New Haven, USA

RUDOLF GROSSCHEDL
MPI Immunology and Epigenetics, Freiburg, DE

EDITH HEARD
Institut Curie, Paris, FR

RUDOLF JAENISCH
Whitehead Institute, Cambridge, USA

BEN LEHNER
CRG, Barcelona, ES

MATT LORINCZ
University of British Columbia, Vancouver, CA

TODD MACFARLAN
NIH/NIHCHD, Bethesda, USA

DÓNAL O'CARROLL
University of Edinburgh, UK

ANTOINE PETERS
FMI, Basel, CH

SAMUEL PFAFF
Salk Institute for Biological Studies, La Jolla, USA

GIDI RECHAVI
Sheba Medical Center, Tel Aviv, IL

PAOLO SASSONE-CORSI
University of California, Irvine, USA

SUSAN STROME
University of California, Santa Cruz, USA

AZIM SURANI
Gurdon Institute, Cambridge, UK

VIJAY TIWARI
IMB, Mainz, DE

MARIA-ELENA TORRES-PADILLA
IGBMC, Illkirch, FR

DIDIER TRONO
EPFL, Lausanne, CH

21.10.–22.10. Bremen

Patente aus der Natur – 8. Bremer Bionik-Kongress,
Info: www.gtbb.org

22.10. Stuttgart

Klimawandel und Killerinsekten: Klimawandel von Systemen? Der Beitrag der Biologie zur Bewältigung der Folgen des Klimawandels. Forschen wir richtig auch angesichts begrenzter Mittel?, *Info: www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/123782*

24.10. München

Munich Epigenetics Spotlight Meeting, *Info: www.abcam.com/events/munich-epigenetics-spotlight-meeting-october-2016*

26.10.–27.10. Heilbronn

Life Science Management Kongress 2016, *Info: <http://bit.ly/LifeScienceKongress2016VK>*

26.10.–28.10. Berlin

Let's Grow Together! PhenoDays 2016, *Info: www.phenodays.com*

2.11.–3.11. Aachen

16th Aachen Membrane Kolloquium, *Info: <https://conferences.avt.rwth-aachen.de/AMK>*

3.11.–4.11. Hannover

Herrenhausen Symposium: Genome Editing for Gene and Cell Therapy, *Info: www.volkswagenstiftung.de/veranstaltungskalender.html*

3.11.–4.11. Heidelberg

17th EMBL/EMBO Science and Society Conference: The Past in the Present – The Making of Memories, *Info: www.embl.de/training/events/2016/SNS16-01*

7.11. Göttingen

Jahrestreffen des Arbeitskreises Vakzine in Zusammenarbeit mit der Europäischen Gesellschaft für Angewandte Immunologie (EGAI), *Info: <https://sites.google.com/site/alsanafreiburg/home/ak-vakzine>*

8.11.–9.11. Berlin

Lab Automation and Robotics 2016, *Info: <http://selectbiosciences.com/LABAR2016>*

9.11.–11.11. Weimar

20th Joint Meeting Signal Transduction – Receptors, Mediators and Genes, *Info: www.sigtrans.de*

12.11.–15.11. Heidelberg

EMBL Conference: From Functional Genomics to Systems Biology, *Info: www.embl.de/training/events/2016/OMX16-01*

14.11.–16.11. Basel

European Antibody Congress, *Info: www.terrappinn.com/conference/european-antibody-congress*

17.11.–19.11. Berlin

Update Medical Oncology – 13. Herbstkongress der AIO (AG Internistische Onkologie), *Info: www.aio-herbstkongress.de*

17.11.–19.11. Heidelberg

18th EMBL PhD Symposium: Life by Numbers – Towards Quantitative Biology, *Info: <http://phdsymposium.embl.org/symp2016>*

20.11.–23.11. Heidelberg

EMBO Conference: Molecular Machines – Integrative Structural and Molecular Biology, *Info: www.embl.de/training/events*

23.11. Bern

Joint Meeting on New Cell Therapies – Bridging Cell-based Therapies in Switzerland and Beyond: Current and Future Perspectives, *Info: www.stemcellsbern.ch/wb/pages/mainpage/events.php*

29.11.–30.11. München

6th Munich Biomarker Conference, *Info: www.bio-m.org/mbc*

30.11.–2.12. Berlin

EMBO Conference 2016 on Innate Lymphoid Cells, *Info: www.embo.org/events*

1.12.–3.12. Dresden

24. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Schlaforschung und Schlafmedizin (DGSM), *Info: www.dgsm-kongress.de*

4.12.–6.12. Heidelberg

EMBL-Wellcome Genome Campus Conference: Target Validation Using Genomics and Informatics, *Info: www.embl.de/training/events*

5.12.–7.12. Hannover

The Neonatal Window of Opportunity, Early Priming for Life, *Info: www.volkswagenstiftung.de/veranstaltungskalender.html*

8.12.–10.12. Dresden

Mitteldeutsches Neuroradiologie-Symposium, *Info: www.mitteldeutsche-neuroradiologie.de*

8.12.–10.12. Köln

Precision Oncology: Translating Basic Discoveries Into Patient Survival – 32nd Ernst Klenk Symposium in Molecular Medicine 2016 of the Center for Molecular Medicine Cologne (CMMC), *Info: www.zmmk.uni-koeln.de/klenk_symposium_2016*

8.12.–11.12. Beilngries

Type IV Secretion in Gram-Negative and Gram-Positive Bacteria (T4SS 2016), *Info: www.t4ss-conference.de*

14.12.–16.12. Braunschweig

3rd Thünen Symposium on Soil Metagenomics, *Info: www.soil-metagenomics.org*

10.10.–11.10. Hannover

Beyond Amyloid: Widening the View on Alzheimer's Disease, *Info: www.unimedizin-mainz.de/beyond-amyloid*

10.10.–12.10. Ebsdorfergrund

2nd Discussion Meeting Microbial Cell Biology, *Info: www.synmikro.com/de/startseite/86-termine/729-7-9-19-9-2015_synmarburg.html*

12.10.–15.10. Heidelberg

EMBO/EMBL Symposium on Organoids: Modelling Organ Development and Disease in 3D Culture, *Info: www.embo-embl-symposia.org/symposia/2016/EES16-07*

13.10.–14.10. Berlin

National Symposium on Zoonoses Research 2016, *Info: www.zoonosen.net*

13.10.–14.10. Konstanz

Evolutionary Ecology of Individual Differences – Annual Grand Challenges Symposium of the Max Planck Institute for Ornithology, *Info: www.orn.mpg.de/events/2834/3578959*

13.10.–15.10. München

Within Host RNA Virus Persistence: Mechanisms and Consequences, *Info: <http://synergy.st-andrews.ac.uk/rnaconference>*

18.10. Berlin

Nachhaltige Zeitenwende? Die Agenda 2030 als Herausforderung für Wissenschaft und Politik, *Info: www.leopoldina.org/de/veranstaltungen/veranstaltung/event/2400*

18.10. Braunschweig

1st Braunschweig Symposium: Imaging Neural Dynamics, *Info: www.tu-braunschweig.de/brainswick*

19.10.–22.10. Hamburg

6th European Congress of Virology (ECV), *Info: www.eurovirology2016.eu*

19.10.–23.10. Heidelberg

EMBO Conference on Experimental Approaches to Evolution and Ecology Using Yeast and Other Model Systems, *Info: www.embl.de/training/events/2016/EAE16-01*

20.10.–22.10. Mainz

The 2016 IMB Conference on Epigenetics in Development, *Info: www.imb-mainz.de/2016conference*

Mehr Kongresse, Tagungen, Symposien und Workshops finden Sie auf unserer Website

www.laborjournal.de/rubric/termine/kongress.lasso



Fortbildungen - Kurse

2016

Biochemie/ Immunologie

16.8.–18.8. München

Lab Academy Training: Immunology, Info: www.lab-academy.de

29.8.–30.8. München

Lab-Academy-Grundkurs: Protein-biochemie und Proteinanalytik, Info: www.lab-academy.de

12.9.–13.9. Heidelberg

Promocell Academy: ELISA Basiskurs, Info: www.promocell-academy.com

12.9.–13.9. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Herstellung rekombinanter Proteine, Info: www.lab-academy.de

14.9.–15.9. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Immunpräzipitation, Info: www.lab-academy.de

14.9.–16.9. Heidelberg

Promocell Academy: ELISA Aufbaukurs, Info: www.promocell-academy.com

5.10.–7.10. Heidelberg

Promocell Academy: Enzymatische Analysen und Enzymkinetik, Info: www.promocell-academy.com

17.10.–18.10. Heidelberg

Promocell Academy: Immun-histochemie Färbemethoden, Info: www.promocell-academy.com

20.10.–21.10. Heidelberg

Promocell Academy: Immunzytochemische Färbemethoden, Info: www.promocell-academy.com

20.10.–21.10. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Assaydevelopment für ELISA, Info: www.lab-academy.de

24.10.–25.10. München

Lab-Academy-Intensivkurs: ELISA, Info: www.lab-academy.de

3.11.–4.11. Heidelberg

Promocell Academy: Labor-Kompaktkurs Western Blot, Info: www.promocell-academy.com

7.11.–8.11. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Western Blot, Info: www.lab-academy.de

11.11. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Antikörper, Info: www.lab-academy.de

14.11.–15.11. Heidelberg

Promocell Academy: ELISA Basiskurs, Info: www.promocell-academy.com

14.11.–15.11. München

Lab-Academy-Grundkurs: Allgemeine Immunologie, Info: www.lab-academy.de

16.11.–18.11. Heidelberg

Promocell Academy: ELISA Aufbaukurs, Info: www.promocell-academy.com

21.11.–22.11. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Spezielle und angewandte Immunologie, Info: www.lab-academy.de

23.11.–25.11. München

Lab-Academy-Fortbildung: Serologische Diagnostik, Info: www.lab-academy.de

Biotechnologie

14.9.–17.9. Berlin

Biotech & Pharma Business Summer School: From Target to Market, Info: www.glaesernes-labor-akademie.de/de/biotech-pharma

4.11.–4.12. Berlin

Basiskurs Biotechnologie – Good Manufacturing Practice (GMP), Info: www.glaesernes-labor-akademie.de/de/gmp

8.11.–9.11. Heidelberg

Promocell Academy: Prozesstechnik für Zellkultur-Bioreaktoren, Info: www.promocell-academy.com

10.11.–11.11. Heidelberg

Promocell Academy: Industrielle Zellkulturtechnik, Info: www.promocell-academy.com

Chromatographie/ Spektrometrie

5.9. Saarbrücken

Klinkner-Seminar: Grundlagen der Massenspektrometrie, Info: www.klinkner.de

6.9. Saarbrücken

Klinkner-Seminar: GC/MS für Anwender, Info: www.klinkner.de

14.9. München

Dr.-Bichlmeier-Seminar: HPLC-Basiskurs für die Qualitätskontrolle, Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

15.9. München

Dr.-Bichlmeier-Seminar: HPLC – Troubleshooting und Methoden-optimierung, Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

16.9. München

Dr.-Bichlmeier-Seminar: Grundlagen der Massenspektrometrie, Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

27.9.–28.9. Saarbrücken

Klinkner-Seminar: LC/MS-Kopplung, Info: www.klinkner.de

4.10.–5.10. Potsdam

Klinkner-Seminar: HPLC-Basiskurs, Info: www.klinkner.de

6.10.–7.10. Potsdam

Klinkner-Seminar: HPLC-Methodenentwicklung und -optimierung, Info: www.klinkner.de

11.10.–12.10. Freising

Klinkner-Seminar: GC-Kurs für Fortgeschrittene – Wege zu Empfindlichkeit und Qualität, Info: www.klinkner.de

27.10. Frankfurt/M.

Dr.-Bichlmeier-Seminar: Richtig Kalibrieren in der instrumentellen Analytik (HPLC, MS), Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

28.10. Frankfurt/M.

Dr.-Bichlmeier-Seminar: Qualifizierung von chromatographischen Systemen, Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

8.11.–9.11. Bonn

Klinkner-Seminar: LIMS-Forum 2016, Info: www.klinkner.de

8.11.–9.11. München

Dr.-Bichlmeier-Seminar: LC-MS-Kopplungstechniken und MS-Spektreninterpretation, Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

10.11. München

Dr.-Bichlmeier-Seminar: HILIC-MS und SFC-MS für die Analyse sehr polarer Moleküle, Info: www.dr-bichlmeier.de/seminare-2016

in silico

4.10.–7.10. Heidelberg

EMBL Advanced Course: Whole Transcriptome Data Analysis, Info: www.embl.de/training/events/2016/DAT16-02

Mikrobiologie

20.9.–22.9. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs Mikrobiologie und Einführung in die Qualitätskontrolle, Info: www.promocell-academy.com

20.10.–21.10. München

Lab-Academy-Grundkurs: Mikrobiologie, Info: www.lab-academy.de

7.11.–8.11. Potsdam

Klinkner-Seminar: Grundlagen für mikrobiologisches Arbeiten in QC und GMP, Info: www.klinkner.de

14.11.–17.11. München

Lab-Academy-Kompaktfortbildung: Mikrobiologie, Info: www.lab-academy.de

7.12.–11.12. Heidelberg

EMBO Practical Course: Microbial Communities – Modelling Meets Experiments, Info: www.embl.de/training/events/2016/MCP16-01

WRONG SHIRT



RIGHT SHIRT



Laborjournal hat neue T-Shirts!

2 Farben:

Beige oder Schwarz

2 Schnitte:

Damen (S-L), Herren (S-XXL)

1 Preis:

14,80 Euro (inkl. Versand)

Lieferung gegen Rechnung.

Bestellbar online
im **LJ-Shop** oder unter
verlag@laborjournal.de

(bitte mit vollständiger Lieferadresse)



(Rückseite unbedruckt)

Molekularbiologie

19.7.–20.7. Heidelberg

Promocell Academy: PCR Basic Course, Info: www.promocell-academy.com

21.7.–22.7. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs PCR, Info: www.promocell-academy.com

26.7.–28.7. Heidelberg

Promocell Academy: RNA-Interferenz, Info: www.promocell-academy.com

1.8.–5.8. München

Lab Academy Training: Molecular Biology, Info: www.lab-academy.de

1.8.–13.8. München

Lab-Academy-Fortbildung: Fachkraft Molekularbiologie, Info: www.lab-academy.de

29.8.–2.9. Heidelberg

EMBL Course: Chromatin Signatures during Differentiation – Integrated Omics Approaches to Neuronal Development, Info: www.embl.de/training/events/2016/EPI16-01

1.9.–2.9. München

Lab-Academy-Intensivkurs: PCR, Info: www.lab-academy.de

6.9.–9.9. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs Molekularbiologie, Info: www.promocell-academy.com

12.9.–13.9. München

Lab-Academy-Grundkurs: PCR-Basiswissen für die Praxis, Info: www.lab-academy.de

12.9.–20.9. Hamburg

EMBO Practical Course: Protein Expression, Purification, and Characterization (PEPC10), Info: <http://events.embo.org/coming-soon/index.php?EventID=pc16-22>

18.9.–24.9. Würzburg

EMBO Practical Course: Non-coding RNA in Infection, Info: <http://events.embo.org/coming-soon/index.php?EventID=pc16-17>

10.10.–14.10. München

Lab-Academy-Kompaktfortbildung: Molekularbiologie, Info: www.lab-academy.de

12.10.–14.10. Heidelberg

Promocell Academy: Laborkurs Realtime-PCR, Info: www.promocell-academy.com

10.10.–13.10. Heidelberg

EMBO Practical Course: RNA Sequencing Library Preparation – How low can you go?, Info: www.embl.de/training/events/2016/NEB16-01

16.10.–19.10. Clausthal-Zellerfeld

Dechema-Weiterbildung: Purification of Biomolecules (DSP), Info: <http://dechema-dfi.de/DSP.html>

17.10.–18.10. München

Lab-Academy-Grundkurs: Realtime-PCR, Info: www.lab-academy.de

17.10.–24.10. Hamburg

EMBO Practical Course: Solution Scattering from Biological Macromolecules, Info: <http://events.embo.org/coming-soon/index.php?EventID=pc16-20>

19.10.–21.10. Clausthal-Zellerfeld

Dechema-Weiterbildung: Continuous Bioprocessing of Biomolecules (CBP), Info: <http://dechema-dfi.de/CBP.html>

24.10.–25.10. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Realtime-PCR, Info: www.lab-academy.de

25.10.–26.10. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs PCR, Info: www.promocell-academy.com

26.10.–28.10. München

Lab-Academy-Grundkurs: Basiswissen Molekularbiologie, Info: www.lab-academy.de

7.11.–8.11. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Next-Generation-Sequencing, Info: www.lab-academy.de

16.11.–17.11. München

Lab-Academy-Intensivkurs: RNA-Interferenz, Info: www.lab-academy.de

21.11.–22.11. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Validierung bioanalytischer Methoden, Info: www.lab-academy.de

21.11.–23.11. Heidelberg

Promocell Academy: Aufbaukurs Realtime-PCR – Genexpressionsstudien, Info: www.promocell-academy.com

24.11. Heidelberg

Promocell Academy: PCR und Real Time PCR – Troubleshooting und neue Entwicklungen, Info: www.promocell-academy.com

28.11.–29.11. Heidelberg

Promocell Academy: Klonierungsstrategien, Info: www.promocell-academy.com

28.11.–30.11. München

Lab-Academy-Fortbildung: Molekulare Diagnostik, Info: www.lab-academy.de

29.11.–30.11. Heidelberg

Promocell Academy: PCR in der medizinischen Diagnostik und Gen-Diagnostik, Info: www.promocell-academy.com

30.11. München

Lab-Academy-Grundkurs: Molekulare Genetik, Info: www.lab-academy.de

1.12.–2.12. Heidelberg

Promocell Academy: PCR- und Primer-Design, Info: www.promocell-academy.com

5.12.–6.12. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Genome Editing, Info: www.lab-academy.de

6.12.–9.12. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs Molekularbiologie, Info: www.promocell-academy.com

13.12.–14.12. München

Promocell Academy: Techniken zur Analyse von Protein-Protein und Protein-DNA-Interaktionen, Info: www.promocell-academy.com

Neurobiologie

5.9.–7.9. Göttingen

NWG-Methodenkurs: Transcranial Magnetic and Electrical Stimulation, Info: <http://nwg.glia.mdc-berlin.de/de/courses/method/2016/04.php>

26.9.–30.9. Magdeburg

NWG-Methodenkurs: Imaging of the Synaptic Organization, Info: <http://nwg.glia.mdc-berlin.de/de/courses/method/2016/05.php>

28.9.–1.10. Marburg

NWG-Methodenkurs: Social Neuroscience in Rodents: Behavioral Phenotyping and Ultrasonic Vocalizations in Rodent Models of Neuropsychiatric Disorders, Info: <http://nwg.glia.mdc-berlin.de/de/courses/method/2016/06.php>

9.10.–14.10. Freiburg

NWG-Methodenkurs: Analysis and Models in Neurophysiology, Info: <http://nwg.glia.mdc-berlin.de/de/courses/method/2016/07.php>

24.10.–25.10. Tübingen

NWG-Methodenkurs: Magnetoenzephalographie-Symposium (MEG 2016), Info: <http://nwg.glia.mdc-berlin.de/de/courses/method/2016/08.php>

Zellbiologie/ Mikroskopie

21.7.–22.7. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs Primärzellkultur, Info: www.promocell-academy.com

25.7.–30.7. Heidelberg

Leica/EMBO Practical Course: Super-Resolution Microscopy, Info: www.embl.de/training/events/2016/MIC16-03

8.8.–12.8. München

Lab Academy Training: Cell Culture, Info: www.lab-academy.de

15.8.–26.8. Dresden

EMBO Practical Course: Light Sheet Microscopy, Info: <http://events.embo.org/16-lsm>

Aus dem Leben einer **TA**



Szenen eines Berufslebens von
Annette Tietz
mit Illustrationen von **Chris Schlag**

Lj Verlag

Für alle im Labor

Nur bei uns!

„Zwischen zwei „Hardcore“-Papers und dem Laborjournal-Hintergrundbericht genau das Richtige. Ein humoriger Blick auf die wirklichen Probleme dieser Welt: defekte Kaffeemaschinen, unverständliche Vorträge, miesgelaunte Chefs, oder noch schlimmer: gutgelaunte Chefs. Die führen garantiert etwas im Schilde.“
Annette Tietz: „Aus dem Leben einer TA“ 210 Seiten, Softcover, erschienen 2012
Preis: **12,80 €** (inkl. MwSt. und Versand)
Bestellmöglichkeiten:
■ <http://www.laborjournal.de/rubric/shop/shop.lasso>
■ per Email an versand@laborjournal.de (bitte mit vollständiger Lieferadresse)

16.8.–17.8. Bergisch-Gladbach

MACS Academy: T Cell Flow Cytometry – Analyzing Antigen-Specific T Cells Extra- and Intracellularly,

Info: www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx

22.8.–26.8. München

Lab-Academy-Kompaktfortbildung: Molekulare Zellbiologie,

Info: www.lab-academy.de

28.8.–5.9. Heidelberg

EMBO Practical Course: Cryo-Electron Microscopy and 3D Image Processing, *Info: www.embl.de/training/events/2016/CRY16-01*

29.8.–30.8. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Pflanzenzellkultur,

Info: www.lab-academy.de

1.9.–2.9. München

Lab-Academy-Intensivkurs: Optimierung der Zellkultur,

Info: www.lab-academy.de

6.9. Freising

JEOL-Schulung: Grundkurs Transmissionselektronen-

mikroskopie Life Science, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

7.9. Freising

JEOL-Schulung: Grundkurs

Transmissionselektronen-
mikroskopie, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

13.9. Freising

JEOL-Schulung: Grundkurs Tomographie, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

13.9.–16.9. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs

Zellkultur, *Info: www.promocell-academy.com*

14.9. Freising

JEOL-Schulung: Fortgeschrit-

tenkurs Tomographie (Diffraction, Low Dose, STEM), *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

19.9.–24.9. Heidelberg

EMBL Advanced Course: Extracel-

lular Vesicles – From Biology to Biomedical Applications, *Info: www.embl.de/training/events/2016*

22.9.–23.9. Heidelberg

Promocell Academy:

Hautmodelle, *Info: www.promocell-academy.com*

27.9.–28.9. Heidelberg

Promocell Academy:

Durchflusszytometrie, *Info: www.promocell-academy.com*

Kurze Veranstaltungshinweise in unserem Kalender veröffentlichen wir kostenlos. So erreichen Sie uns

Laborjournal

Merzhauser Straße 177, D-79100 Freiburg, verlag@laborjournal.de

27.9.–30.9. Heidelberg

Promocell Academy: Zellkultur

unter GMP, *Info: www.promocell-academy.com*

29.9.–30.9. Heidelberg

Promocell Academy: Cell

Sorting, *Info: www.promocell-academy.com*

4.10.–5.10. Bergisch-Gladbach

MACS Academy: Basic Flow

Cytometry Training, *Info: www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx*

4.10.–5.10. Heidelberg

Promocell Academy: Kompaktkurs

Validierung in der Molekular- und Zellbiologie, *Info: www.promocell-academy.com*

5.10.–7.10. Heidelberg

Promocell Academy: Zellkultur

Troubleshooting, *Info: www.promocell-academy.com*

6.10. Freising

JEOL-Schulung: Digital Imaging

und Kameratechnik, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

10.10.–11.10. Heidelberg

Promocell Academy: Adulte

und induzierte pluripotente Stammzellen, *Info: www.promocell-academy.com*

10.10.–14.10. München

Lab-Academy-Kompaktfortbil-

dung: Zellkultur, *Info: www.lab-academy.de*

11.10.–12.10. Bergisch-Gladbach

MACS Academy: Foundations for

Cellular Experiments, *Info: www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx*

12.10.–13.10. Heidelberg

Promocell Academy: Zell-

viabilitäts-, Proliferations- und Toxizitätstests, *Info: www.promocell-academy.com*

13.10. Freising

JEOL-Schulung: Grundkurs

Raster-elektronenmikroskopie, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

13.10.–14.10. Hamburg

Eppendorf-Seminar: Grundlagen

der Zellkultur, *Info: www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center*

13.10.–14.10. Hamburg

Eppendorf-Seminar: Cell Culture

Basics (Englisch), *Info: www.eppendorf.com/DE-de/service-support/eppendorf-training-center*

14.10. Heidelberg

Promocell Academy: Labor-

Kompaktkurs Apoptose-Assay, *Info: www.promocell-academy.com*

16.10.–23.10. Heidelberg

EMBO Practical Course:

High-Throughput Microscopy for Systems Biology, *Info: www.embl.de/training/events/2016/HTP16-01*

17.10.–19.10. München

Lab-Academy-Grundkurs:

Zellkultur, *Info: www.lab-academy.de*

18.10.–19.10. Heidelberg

Promocell Academy: Basiskurs

Licht- und Fluoreszenzmikroskopie, *Info: www.promocell-academy.com*

19.10. München

Lab-Academy-Intensivkurs:

Optimierung der Fluoreszenzmikroskopie, *Info: www.lab-academy.de*

20.10. Freising

JEOL-Schulung: Fortgeschrit-

tenkurs Rasterelektronen-
mikroskopie, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

24.10.–25.10. Bergisch-Gladbach

MACS Academy: Cardiovascular

Research – Refined Technologies for Investigation of Tissue-derived Cardiovascular Cells, *Info: www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx*

26.10. Freising

JEOL-Schulung: Präparationskurs

Rasterelektronenmikroskopie, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

26.10.–27.10. Bergisch-Gladbach

MACS Academy: Generation of

Monocyte-derived Dendritic Cells (Mo-Dcs), *Info: www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx*

26.10.–28.10. München

Lab-Academy-Intensivkurs:

Assays in der Zellkultur, *Info: www.lab-academy.de*

27.10.–28.10. Heidelberg

Promocell Academy: Next

Generation Sequencing & Library Preparation, *Info: www.promocell-academy.com*

27.10.–28.10. Heidelberg

Promocell Academy: Primärkultur

aus Tumorgewebe, *Info: www.promocell-academy.com*

28.10. Freising

JEOL-Schulung: Rasterelektronen-

mikroskopie nur für Studenten, *Info: www.jeol.de/electronoptics/schulungen*

2.11. Heidelberg

Promocell Academy: Zellbanken

und Kryokonservierung von Zellkulturen, *Info: www.promocell-academy.com*

3.11.–4.11. Bergisch-Gladbach

MACS Academy: T Cell Flow Cyto-

metry – Analyzing Antigen-Specific T Cells Extra- and Intracellularly, *Info: www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx*

8.11. Heidelberg

Promocell Academy: Myko-

plasmen-Nachweis, Prävention und Eliminierung, *Info: www.promocell-academy.com*

WRONG SHIRT



RIGHT SHIRT



Laborjournal hat neue T-Shirts!

2 Farben:
Beige oder Schwarz

2 Schnitte:
Damen (S-L), Herren (S-XXL)

1 Preis:
14,80 Euro (inkl. Versand)

Lieferung gegen Rechnung.

Bestellbar online
im **LJ-Shop** oder unter
verlag@laborjournal.de

(bitte mit vollständiger Lieferadresse)



(Rückseite unbedruckt)

Impressum

Laborjournal

gegründet 1994
von Hanspeter Sailer †
und Kai Herfort

23. Jahrgang 2016, Heft 7/8

ISSN: 1612-8354
Einzelpreis: 3,50 Euro

Verlag und Herausgeber:
Lj-Verlag OHG
Merzhauser Straße 177
D-79100 Freiburg
Fax: +49-761-35738
Internet: www.laborjournal.de

Druck & Lithos:
Stürtz GmbH,
Alfred-Nobel-Straße 33,
D-97080 Würzburg

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, Winfried
Köppelle, Ulrich Sillmann

Redaktion:
Zentrale (☎ +49-761-28 68 93)
Ralf Neumann, Chefredakteur
(-29 25 884)
Kai Herfort (-28 68 69)
Winfried Köppelle (-29 25 882)
Harald Zähringer (-29 25 886)
E-Mail:
redaktion@laborjournal.de

Titelbild:
freshidea@fotolia,
Montage: Kai Herfort

Ständige MitarbeiterInnen:
Axel Brennicke, Bettina Dupont,
Rafael Florés, Johanna Fraune,
Karin Hollricher, Kai Krämer,
Anna-Lena Krause, Mario
Rembold, Miriam Ruhentroth,
Chris Schlag, Annette Tietz,
Hans Zauner

Bankverbindung:
Volksbank Freiburg, IBAN:
DE24 6809 0000 0003 1903 15
BIC/SWIFT: GENODE61FR1

Zellbiologie/ Mikroskopie (Forts.)

9.11.–10.11. Heidelberg
**Eppendorf/EMBL Introductory
Course: Microinjection into
Adherent Cells**, Info: www.embl.de/training/events/2016/EPP16-02

9.11.–10.11. Heidelberg
**Promocell Academy:
Fluoreszenzmikroskopie lebender
Zellen**, Info:
www.promocell-academy.com

9.11.–10.11. München
**Lab-Academy-Intensivkurs:
Viraler Gentransfer**,
Info: www.lab-academy.de

15.11.–18.11. Heidelberg
**Promocell Academy: Basiskurs
Zellkultur**, Info:
www.promocell-academy.com

22.11.–25.11. Bergisch-Gladbach
**MACS Academy: Human ES/iPS
Cell Research**, Info:
www.miltenyibiotec.com/en/support/macs-academy.aspx

22.11.–25.11. Heidelberg
**Promocell Academy: Basiskurs
3D-Zellkultur**, Info:
www.promocell-academy.com

23.11.–24.11. München
**Lab-Academy-Grundkurs:
Mikroskopieren mit Licht- und
Fluoreszenzmikroskop**,
Info: www.lab-academy.de

24.11.–25.11. Heidelberg
**Promocell Academy: In-situ-
Hybridisierung**, Info:
www.promocell-academy.com

28.11.–29.11. München
**Lab-Academy-Intensivkurs:
Primärzellkultur**,
Info: www.lab-academy.de

30.11.–2.12. Heidelberg
**Promocell Academy: Aufbaukurs
Zellkultur**, Info:
www.promocell-academy.com

1.12.–2.12. München
**Lab-Academy-Intensivkurs:
Insektenzellkultur und
Baculovirussysteme**,
Info: www.lab-academy.de

5.12.–7.12. Heidelberg
**Promocell Academy: Zellkultur
Bioassays**, Info:
www.promocell-academy.com

14.12.–15.12. Heidelberg
**Promocell Academy:
Zytotoxizitäts- und
Mutagenitäts-Tests**, Info:
www.promocell-academy.com

14.12.–15.12. München
**Lab-Academy-Intensivkurs:
Methoden des Gentransfers**,
Info: www.lab-academy.de

Randgebiete

14.9.–15.9. München
**Lab-Academy-Grundkurs:
Statistik im Labor**,
Info: www.lab-academy.de

3.11.–4.11. Heidelberg
**Promocell Academy: Basiskurs
Biostatistik**, Info:
www.promocell-academy.com

9.11.–10.11. München
**Lab-Academy-Intensivkurs:
Statistik**,
Info: www.lab-academy.de

Sonstiges

26.8. Berlin
**DHV-Seminar: Die Professur –
Rechte und Pflichten**,
Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

13.9. Berlin
**DHV-Seminar: Fundraising
für Hochschulen**,
Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

14.9.–16.9. Leimen
**EMBO Laboratory Manage-
ment Courses: Communication
and Negotiation for Female
Leaders**, Info:
<http://lab-management.embo.org/dates#female-leaders>

10.10.–13.10. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Group Leaders**,
Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

13.10.–14.10. Bonn
**DHV-Seminar: Rhetorik in
der Lehre**,
Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

25.10.–27.10. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Postdocs**,
Info: <http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

2.11.–4.11. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Postdocs**,
Info: <http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

7.11.–10.11. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Group Leaders**,
Info: <http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

8.11. Berlin
**DHV-Seminar: Karriere und Beru-
fung – Wie werde ich Professor/
Professorin?**, Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

10.11. Berlin
**DHV-Seminar: Drittmittelinwer-
bung und -verwaltung**, Info:
www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

14.11.–17.11. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Group Leaders**, Info:
<http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

17.11. Mannheim
**DHV-Seminar: Wissenschaftlerin-
nen auf dem Weg zur Professur –
Karriereplanung und Verhand-
lungsführung**, Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

21.11. Bonn
**DHV-Seminar: Die Professur –
Rechte und Pflichten**, Info:
www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

22.11.–24.11. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Postdocs**, Info:
<http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

24.11. Mannheim
**DHV-Seminar: Fundraising für
Hochschulen**, Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

25.11. Bonn
**DHV-Seminar: Forschungsförde-
rung strategisch nutzen**, Info:
www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

29.11. Mannheim
**DHV-Seminar: Erfolgsgarant
Netzwerk – Aufbau, Pflege und
Nutzung von Karrierenetzwerken
für Wissenschaftler**, Info:
www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

29.11.–1.12. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Postdocs**, Info:
<http://lab-management.embo.org/dates#postdocs>

5.12.–8.12. Leimen
**EMBO Laboratory Management
Courses for Group Leaders**, Info:
<http://lab-management.embo.org/dates#group-leaders>

7.12. Bonn
**DHV-Seminar: Erfolgsgarant Netz-
werk – Aufbau, Pflege und Nutzung
von Karrierenetzwerken für Wissen-
schaftler**, Info: www.hochschulverband.de/cms1/termine.html

**Mehr Fortbildungen und Kurse finden Sie im Internet:
www.laborjournal.de/rubric/termine/schulung.lasso**

Kurze Veranstaltungshinweise in unserem Serviceteil sind kostenlos. So erreichen Sie uns:
Laborjournal, Merzhauser Straße 177, D-79100 Freiburg, verlag@laborjournal.de



Vorträge - Seminare - Kolloquia

AACHEN

Freitag, 26.8.

13:00 Uhr, Seminar, Medizinische Klinik I, Pauwelsstr. 30, Aufzug C4/C5, 3. OG, Gang C, Raum 28, **S. Sander**, Heidelberg: **PI3K signaling in B-cell lymphoma pathogenesis**

BERLIN

Dienstag, 19.7.

9:15 Uhr, Seminar, Deutsches Rheuma-Forschungszentrum (DRFZ), Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 1+2, **S. Schmidt**, Berlin: **Synthesis of the physiological bone marrow memory plasma cell niche**

Freitag, 22.7.

14:00 Uhr, Seminar, Max Delbrück Communications Center (MDC.C), Robert-Rössle-Str. 10, Axon 2, **A. Faissner**, Bonn: **Structure and functions of the extracellular matrix microenvironment of neural stem and glial progenitor cells**

Dienstag, 6.9.

9:15 Uhr, Seminar, Deutsches Rheuma-Forschungszentrum (DRFZ), Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 1+2, **H. Kubagawa**, Berlin: **Long elusive IgM Fc receptor (FcμR)**

Dienstag, 13.9.

9:15 Uhr, Seminar, Deutsches Rheuma-Forschungszentrum (DRFZ), Charité Campus Mitte, Virchowweg 12, EG, SR 1+2, **C. Kressler**, Berlin: **Epigenetic editing in regulatory T cells – strategies, challenges and potential**

BERN

Mittwoch, 21.9.

12:15 Uhr, Seminar, Institut für Pathologie, Murtenstr. 31, Raum H431, **G. Zoch**, Bern: **Bee venom allergy immunotherapy**

12:15 Uhr, Seminar, Institut für Pharmakologie, Inselspital, SR INO-F 703, **S. Leib**, Bern: **Experimental approaches to prevention and repair of brain damage in bacterial meningitis**

BONN

Freitag, 22.7.

09:15 Uhr, Kolloquium, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie, Meckenheimer Allee 168, Hörsaal, **A. Augsburg**, Bonn: **Untersuchungen zum Stoffwechsel des Darmbakteriums Prevotella copri**

DRESDEN

Freitag, 22.7.

17:00 Uhr, Kolloquium, TU, Neubau Chemie, Bergstr. 66, 1. Obergeschoss, SR 153, **A. R. Jassbi**, Schiras (Iran): **Bioactive natural products from Iranian terrestrial plants and marine organisms**

Dienstag, 9.8.

11:00 Uhr, Vortrag, Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics (MPI-CBG), Pfothenhauerstr. 108, SR Galleria, **J. Czarske**, Dresden: **Digital adaptive laser systems for microscopy and flow metrology**

Freitag, 12.8.

14:00 Uhr, Vortrag, Max Planck Institute of Molecular Cell Biology and Genetics (MPI-CBG), Pfothenhauerstr. 108, SR Galleria, **I. Hanasaki**, Tokio: **Statistical mechanical characterization of trajectories with essential randomness**

DÜSSELDORF

Mittwoch, 24.8.

17:30 Uhr, Seminar, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene und der Virologie, Geb. 22.21, Ebene 03, SR, **T. Zor**, Tel-Aviv: **Temporal regulation of inflammation by LPS and the cAMP pathway**

FRANKFURT

Mittwoch, 14.9.

11:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Max-von-Laue-Str. 4, Hörsaal, **M.-B. Moser**, Trondheim: **Grid cells, space and memory**

Donnerstag, 15.9.

11:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Institut für Hirnforschung, Max-von-Laue-Str. 4, Hörsaal, **K. Martin**, Los Angeles: **Spatial regulation of gene expression during neuronal plasticity**

FREIBURG

Donnerstag, 28.7.

16:15 Uhr, Kolloquium, Zoologie, Hauptstr. 1, HS, **M. Herdy**, Berlin: **Industrielle Anwendung einer Kombination aus Evolutionsstrategie und Künstlichen Neuronalen Netzen**

Donnerstag, 1.9.

16:00 Uhr, Seminar, Physiologisches Inst., Hermann-Herder-Str. 7, 5. OG, **T. Baukowitz**, Kiel: **Insights into the structural gating mechanisms that regulate Two-pore domain (K2P) K⁺ channels**

Mittwoch, 14.9.

11:00 Uhr, Vortrag, MPI f. Immunbiologie & Epigenetik, Stübweg 51, HS, **A. Rambold**, Freiburg: **Organellen-Netzwerke. Wie sich die Organe unserer Zellen aufeinander abstimmen**

GÖTTINGEN

Dienstag, 19.7.

17:15 Uhr, Kolloquium, Institut für Mikrobiologie und Genetik, Grisebachstr. 8, HS MN06, **M. Mühlung**, Freiberg: **Metagenomic analysis of an acidophilic (pH 3.5) and microaerophilic enrichment culture dominated by iron oxidising Sideroxydans strains**

HALLE

Montag, 1.8.

11:00 Uhr, Seminar, Leibniz-Inst. f. Pflanzenbiochemie (IPB), Weinberg 3, Kurt-Mothes-Saal, **F. Theodoulou**, Harpenden: **Understanding the functions of the N-end rule pathway of targeted protein degradation using genetics and proteomics**

Montag, 19.9.

19:00 Uhr, Vortrag, Stadtmuseum, Christian-Wolff-Haus, Große Märkerstr. 10, Historischer Saal, **A. A. Ahmed**, Oxford: **Overcoming metastasis in ovarian cancer**

HANNOVER

Dienstag, 19.7.

14:00 Uhr, Vortrag, MHH, Carl-Neuberg-Str. 1, Geb. J6, Ebene S0, Hörsaal Q, **M. Bothe**, Hannover: **Functions of the cytotoxin CT166 of chlamydia trachomatis D and Homologous potential virulence factors of related chlamydial species**

16:00 Uhr, Seminar, Leibniz-Universität, Inst. f. Gartenbauliche Produktionssysteme (IPP), Herrenhäuser Str. 2, SR, **C. Popp**, Hannover: **Biological factors in root systems with apple replant disease (ARD)**

Donnerstag, 18.8.

14:00 Uhr, Vortrag, MHH, Carl-Neuberg-Str. 1, Geb. J6, Ebene S0, Hörsaal Q, **E. Elbasani**, Hannover: **Characteristics of the polymorphic UL11 and UL6 proteins encoded by the human Cytomegalovirus**

HEIDELBERG

Mittwoch, 20.7.

13:00 Uhr, Seminar, Interdisziplinäres Zentrum für Neurowissenschaften (IZN), Im Neuenheimer Feld 306, HS 2, **A. Herz**, München: **Decoding the population activity of grid cells for spatial localization and goal-directed navigation**

16:00 Uhr, Vortrag, Uniklinik, Im Neuenheimer Feld 410, Hörsaal, **C. Grüllich**, Heidelberg: **Kolonkarzinom**

Mittwoch, 27.7.

13:00 Uhr, Seminar, Interdisziplinäres Zentrum für Neurowissenschaften (IZN), Im Neuenheimer Feld 306, Hörsaal 2, **P. Gass**, Mannheim / **F. Althammer**, Heidelberg: **Biological mechanisms related to voluntary exercise in mice / Oxytocin neuron ensembles facilitating fear extinction**

Donnerstag, 8.9.

17:00 Uhr, Vortrag, Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Communication Center, Im Neuenheimer Feld 280, HS, **A. Yonath**, Rehovot: **Key issues in contemporary medicine: resistance, the microbiome and environmental aspects. Focus on ribosomes**

Mittwoch, 21.9.

13:00 Uhr, Seminar, Interdisziplinäres Zentrum für Neurowissenschaften (IZN), Im Neuenheimer Feld 306, Hörsaal 2, **M. Burmeister**, Ann Harbor (USA): **Discovery of new ataxia pathways by exome sequencing: autophagy, ubiquitination and RNA degradation**

Donnerstag, 22.9.

16:00 Uhr, Kolloquium, Zentrum für Molekulare Biologie (ZMBH), Im Neuenheimer Feld 282, EG, Raum 001, **J. Brodsky**, Pittsburgh: **ER associated degradation and protein conformational disease: Lessons from model systems and therapeutic opportunities**

JÜLICH

Mittwoch, 20.7.

16:00 Uhr, Kolloquium, Forschungszentrum, Institut für Bio- und Geowissenschaften, Biotechnologie (IBG-1), Geb. 15.4, Bibliothek, 2. OG, Raum 302, **J. Fritz-Stauber**, Hohenheim: **A respiratory Na⁺ pump in Vibrio cholerae: Physiological role and molecular structure**

KARLSRUHE

Montag, 25.7.

17:30 Uhr, Kolloquium, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fritz-Haber-Weg 2-6, Criegee-Hörsaal, **R. Cox**, Hannover: **Expression of full secondary metabolite pathways in fungi – A tool for discovery and engineering biosynthesis**



Geballte Wissenschaft in 10 Minuten, verpackt in spannenden und anschaulichen Vorträgen: Das gibt es beim Science Slam! Junge Wissenschaftler verlassen die Labore und Hörsäle und präsentieren eigene Forschungsprojekte auf den Bühnen der Clubs, Theater und Kneipen. Ziel ist es, mit wissenschaftlichen Themen Kopf und Herz der Zuschauer zu erreichen, denn das Publikum bildet die Jury und wählt den Sieger des Abends.

Kommt zum Science Slam!

22. Juli 2016: Göttingen
22. Juli 2016: Ludwigsburg
1. September 2016: Hamburg
21. September 2016: Hamburg
18. November 2016: Halle

Mehr Infos unter
www.scienceslam.de



Dank großer Anstrengungen bei der Sequenzierung von DNA tauchen immer neue Gene auf, die bei Krebs mutiert sind. Die Schwierigkeit liegt aber nach wie vor darin, herauszufinden, welche dieser mutierten Gene tatsächlich für die Entstehung der Krankheit verantwortlich sind und über welche Mechanismen sie wirken. Mithilfe von Gen- sowie Protein-Interaktions-Karten versuchen Krebsforscher, neugefundene Krebsgene einzugrenzen, die eine wesentliche Rolle bei der Krankheitsentstehung spielen. Wie sie dabei im Detail vorgehen, erklärt **Marija Buljan** am 5. September in Köln.

Veränderte Histonmodifikationen sind an der Regulation sämtlicher Gene beteiligt. Mittlerweile gehen Forscher sogar davon aus, dass sie keine Nebenprodukte der Transkription sind, sondern direkt auf diese einwirken und sie verursachen können. Die Untersuchung von Chromatinmodifikation geht deshalb inzwischen weit über die bloße Chromatinforschung hinaus. Welche neuen Histonmodifikationen Forscher hierbei fanden, wie diese die Genexpression steuern und wie sie epigenetisch vererbt werden, erläutert **Robert Schneider** am 28. Juli in München.



KÖLN

Donnerstag, 21.7.

12:00 Uhr, Seminar, Center for Molecular Medicine Cologne (CMCC), Robert-Koch-Str. 21, Geb. 66, SR, **A. Papantonis**, Köln: **3D genome reorganization and its implications in signaling and senescence**

Montag, 5.9.

11:30 Uhr, Seminar, Exzellenzcluster Cellular Stress Responses in Aging-Associated Diseases (CECAD), Joseph-Stelzmann-Str. 26, EG, HS, **M. Buljan**, Zürich: **Disease-associated changes in protein interaction networks**

LANGEN

Dienstag, 13.9.

14:15 Uhr, Seminar, Paul-Ehrlich-Institut, Paul-Ehrlich-Str. 51-59, Hörsaal, **D. Pinschewer**, Basel: **Immunity and pathogenesis in viral infection**

MÜNCHEN

Donnerstag, 21.7.

17:00 Uhr, Seminar, Hörzentrum, Ismaninger Str. 33, **A. Bahmer**, Würzburg: **Restoring temporal processing with auditory neuroprostheses**

Montag, 25.7.

11:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Institut für Neurobiologie, Martinsried, Am Klopferspitz 18a, Seminarraum O 09/10, **A. Depetris-Chauvin**, Dijon: **Short-chain fatty acid perception: a case of chemosensory plasticity in Drosophila**

15:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2, 3. OG, Kraepelin-Seminarraum, **M. Green**, New South Wales (Australien): **The biological parsing of psychosis: A role for the environment**

Dienstag, 26.7.

15:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Kraepelinstr. 2, Hörsaal, **B. Treutlein**, Leipzig: **Reconstructing human corticogenesis using single cell RNA-sequencing**

16:00 Uhr, Vortrag, Institut für Biochemie, Martinsried, T-Gebäude, EG, GHS, **M. Rape**, Berkeley: **Building a face, one ubiquitin at a time**

Donnerstag, 28.7.

11:00 Uhr, Seminar, Biomedizinisches Centrum (BMC), Martinsried, Großhaderner Str. 9, Seminarraum N02.017, **R. Schneider**, Neuherberg: **Novel players in the regulation of genome function**

17:15 Uhr, Seminar, Max-von-Pettenkofer-Institut, Pettenkofer-Str. 9a, Martinsried, Raum N02.017, **K. Papenfort**, Martinsried: **From strings of nucleotides to collective behavior – Lessons from Vibrio cholerae**

Donnerstag, 11.8.

14:00 Uhr, Seminar, Helmholtz Zentrum, Institut für Stammzellforschung (ISF), Ingolstädter Landstr. 1, Gebäude 35.34 / 221, **S. Robel**, Roanoke (USA): **Reactive astrocytes – Friends and foes in CNS diseases**

Montag, 19.9.

14:00 Uhr, Seminar, Munich Cluster for Systems Neurology (SyNergy), Feodor-Lynen-Str. 17, GSR 8G U1 155, **P. Gleeson**, Melbourne: **Intracellular trafficking of amyloid precursor protein (APP) and BACE1 in health and disease**

Dienstag, 20.9.

16:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Institut für Biochemie, Martinsried, Am Klopferspitz 18a, T-Gebäude, Großer Hörsaal, **J. Nelson**, Stanford (USA): **Mechanobiology of cell-cell adhesion**

Donnerstag, 22.9.

17:15 Uhr, SFB 924, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Emil-Ramann-Str. 2, Hörsaal 12, **S. Savaldi-Goldstein**, Haifa: **Tuning root growth with brassinosteroids: a matter of cell-type and environment**

MÜNSTER

Mittwoch, 20.7.

12:00 Uhr, Vortrag, Hautklinik, Albert-Schweitzer-Campus 1, Hörsaal, **T. Hain**, Gießen: **Intracellular transcriptomics of Listeria**

POTSDAM

Mittwoch, 20.7.

13:00 Uhr, Kolloquium, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Konferenzzentrum, Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, **J. Seufert**, Freiburg: **Perspectives of stem-cell therapy for the treatment of diabetes mellitus**

Mittwoch, 27.7.

13:00 Uhr, Kolloquium, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Konferenzzentrum, Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, **T. Willnow**, Berlin: **From GWAS to mechanisms: Elucidating novel risk genes for metabolic dysfunction**

14:00 Uhr, Seminar, Golm, Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie, Am Mühlenberg 1, Hauptgeb., SR, **J. Traas**, Lyon: **Flower development: from morphodynamics to morphomechanics**

Mittwoch, 21.9.

13:00 Uhr, Kolloquium, Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE), Konferenzzentrum, Rehbrücke, Arthur-Scheunert-Allee 114-116, **A. Tups**, Dunedin: **Brain inflammation and its essential role in obesity and type 2 diabetes**

REGENSBURG

Dienstag, 19.7.

17:00 Uhr, SFB 960, Biochemie-Zentrum, Raum H 53, **R. P. Jansen**, Tübingen: **Cytoplasmic mRNA localisation: Lessons from budding yeast**

Donnerstag, 21.7.

14:00 Uhr, SFB 960, Biochemie-Zentrum, Raum H 53, **A. Pauli**, Wien: **Found in translation: from genomics to novel gene functions in zebrafish**

Donnerstag, 28.7.

14:00 Uhr, SFB 960, Biochemie-Zentrum, Raum H 53, **A. Filipchik**, Berlin: **Brave new world of RNA: RNA interactions**

TÜBINGEN

Mittwoch, 20.7.

17:00 Uhr, Kolloquium, CRONA-Kliniken, Raum 20-4-2211, **D. Czesnik**, Göttingen: **Exzitabilitätsuntersuchungen peripherer Nerven: Stand der Forschung und klinischer Nutzen**

Mittwoch, 14.9.

11:00 Uhr, Seminar, Max-Planck-Haus, Spemannstr. 36, Hörsaal, **C. H. Langley**, Davis: **Natural selection on the interactions of DNA polymorphisms with elements of chromatin**

Montag, 19.9.

18:15 Uhr, Kolloquium, Max-Planck-Haus, Spemannstr. 36, Hörsaal, **D. Thalmann**, Singapore: **Behaviour recognition and synthesis for virtual humans and social robots**

WIEN

Donnerstag, 28.7.

11:00 Uhr, Seminar, Institute of Molecular Biotechnology (IMBA) / Gregor Mendel Institute of Molecular Plant Biology (GMI), Dr.-Bohr-Gasse 3, Hörsaal, **L. Christiaen**, New York: **Regulation of fate specification and cell behavior in the cardiopharyngeal lineage of a simple chordate**

Montag, 29.8.

14:00 Uhr, Seminar, Institute of Molecular Biotechnology (IMBA) / Gregor Mendel Institute of Molecular Plant Biology (GMI), Dr.-Bohr-Gasse 3, Hörsaal, **T. Tamel**, Cambridge (USA): **Cancer stem cell niches in Kras-driven carcinomas**

Mittwoch, 7.9.

11:00 Uhr, Seminar, Research Institute of Molecular Pathology (IMP), Dr. Bohr-Gasse 7, Hörsaal, **W. Singer**, Frankfurt/M.: **The cerebral cortex, a substrate for computing in high dimensional dynamic state space**

WÜRZBURG

Mittwoch, 27.7.

16:15 Uhr, Kolloquium, Julius-von-Sachs-Institut, Seminarpavillon, **I. Dreyer**, Talca (Chile): **Cooperation through competition? – Dynamics and microeconomics of a nutrient trade system in arbuscular mycorrhizal symbiosis**

Mehr Vorträge, Seminare und Kolloquia finden Sie auf www.laborjournal.de/rubric/termine/termine_start.lasso



Hier beginnt der Stellenmarkt

Deutsches Primatenzentrum



Die Deutsches Primatenzentrum GmbH (DPZ) – Leibniz-Institut für Primatenforschung in Göttingen betreibt Grundlagenforschung auf den Gebieten der Primatenbiologie, der Infektionsforschung und der Neurowissenschaften. Sie unterhält vier Freilandstationen und ist Kompetenz- und Referenzzentrum für Forschung an und mit Primaten. Das DPZ ist eine der 88 Forschungs- und Infrastruktureinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft.

In der Abteilung Funktionelle Bildgebung suchen wir ab sofort ganztags

eine/n wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in

Die Stelle ist zunächst auf zwei Jahre befristet. Eine Verlängerung wird angestrebt.

Die Abteilung Funktionelle Bildgebung am Deutschen Primatenzentrum (www.dpz.eu) sucht zur Unterstützung ihres interdisziplinären Teams eine/n wissenschaftliche/n Mitarbeiter/in, der/die hoch motiviert ist, an der Anwendung und Weiterentwicklung der nicht-invasiven Bildgebung an Nagern, nicht-humanen Primaten und am Menschen in der biomedizinischen Forschung mitzuarbeiten.

Als Einrichtung der biomedizinischen Grundlagenforschung arbeiten wir an der Weiterentwicklung der Magnetresonanztomographie und Magnetresonanzspektroskopie speziell für die Anwendung bei kleinen Nagern und nicht-humanen Primaten. Unser Schwerpunkt liegt im Bereich der Neurowissenschaften, aber auch strukturelle und funktionelle Untersuchungen anderer Organsysteme gehören in unseren Arbeitsbereich (Weitere Informationen finden Sie unter <http://www.dpz.eu/de/abteilung/funktionelle-bildgebung>).

Voraussetzungen sind ein abgeschlossenes Studium und Promotion im Bereich der Biowissenschaften oder der Tiermedizin sowie Erfahrungen in der tierexperimentellen Forschung (Planung und Durchführung tierexperimenteller Untersuchungen, Auswertung, Mitarbeit und/oder Leitung von Tierversuchsvorhaben). Erfahrungen in der Arbeit mit nicht-humanen Primaten sind von Vorteil. Wir bieten ein kooperatives und interdisziplinäres Arbeitsumfeld mit vielen Möglichkeiten zur selbstständigen wissenschaftlichen Arbeit und eigenen wissenschaftlichen Weiterentwicklung. Unsere Arbeitsgruppe ist eng eingebunden in den Göttinger Campus.

Die Anstellung am DPZ erfolgt in Anlehnung an die Regeln des öffentlichen Dienstes. Die Eingruppierung erfolgt nach TV-L. Bei gleicher Eignung erhalten Schwerbehinderte den Vorzug.

Ihre schriftliche Bewerbung richten Sie bitte unter dem Kennwort „Funktionelle Bildgebung“ mit den üblichen Unterlagen an das Deutsches Primatenzentrum GmbH – Leibniz-Institut für Primatenforschung – Personalstelle - Kellnerweg 4 - 37077 Göttingen oder per E-Mail an bewerbung@dpz.eu.

Weitere Auskünfte über das DPZ erhalten Sie unter <http://www.dpz.eu> oder telefonisch unter 0551 / 3851-391.



Weitere Informationen zur Leibniz-Gemeinschaft finden Sie unter www.leibniz-gemeinschaft.de



Institution: Universität Bern – Theodor Kocher Institut
Funktion: Biologielaborant/in I EFZ
Schwerpunkt Neuroimmunologie/Zellbiologie

Aufgaben: Unser Forschungsteam untersucht die zellulären und molekularen Mechanismen der Immunzellwanderung in das zentrale Nervensystem im Rahmen der Multiplen Sklerose und beim Schlaganfall *in vitro* und *in vivo*. Ein Schwerpunkt ist hierbei der Einsatz des *Live Cell Imaging* mit modernsten mikroskopischen Techniken. Ihre experimentellen Arbeiten umfassen daher vorwiegend immunologische und tierexperimentelle, sowie zellbiologische und mikroskopische Methoden. Sie haben Freude an der Arbeit im universitären Umfeld und Interesse an der selbstständigen Durchführung von *in vitro* und *in vivo* Experimenten einschliesslich der Auswertung von Ergebnissen mit der entsprechenden Software. Ihre abwechslungsreichen Verantwortlichkeiten beinhalten darüber hinaus die experimentelle Unterstützung sowie das Einarbeiten unserer Mitarbeitenden sowie die Betreuung von Studierenden und von Gästen im Rahmen unserer wissenschaftlichen Kollaborationsprojekte. Idealerweise sind Sie die zentrale Ansprechperson für die Mitarbeitenden im Labor und übernehmen die Organisation und das Management Labor-interner Abläufe. Darüber hinaus sind Sie für bestimmte Aspekte der Infrastruktur des Instituts, wie z.B. Zellkulturräume oder Durchflussszytometer oder für das Bestellwesen verantwortlich.

Anforderungen: Sie verfügen über eine Ausbildung als Biologielaborant/in EFZ oder eine vergleichbare Ausbildung. Sie bringen praktische Erfahrung vor allem in tierexperimentellen und immunologischen Techniken mit. Sie arbeiten sorgfältig und selbstständig und stellen sich gerne den wechselnden Herausforderungen im Rahmen unserer Grundlagenforschung. Sie arbeiten mit Freude im Team und sind bei knappen Terminen belastbar. Neben Deutsch können Sie sich auch in Englisch in Wort und Schrift gut verständigen. Gute EDV-Kenntnisse und ausgewiesene Erfahrung mit Durchflussszytometrie und tierexperimentellen Arbeiten (z.B. LTK1) runden Ihr Profil ab.

Wir bieten: Es erwarten Sie spannende Aufgaben sowie ein internationales und dynamisches Forschungsteam in einem modernen teamorientierten wissenschaftlichen Umfeld. Wir bieten flexible Arbeitszeiten und Besoldung nach kantonalen Ansätzen. Diese Stelle ist unbefristet. Wir streben eine mehrjährige Zusammenarbeit an.

Pensum: 100%
Stellenantritt: 1. August 2016 oder nach Vereinbarung
Befristung: Keine
Bewerbungsfrist: 31. Juli 2016
Kontaktadresse: Theodor Kocher Institut, Freiestrasse 1, Postfach 938, CH-3000 Bern 9
Kontaktperson: Prof. Dr. Britta Engelhardt
Telefon: +41 (0) 31 631 41 41
E-mail: ursula.zingg@tki.unibe.ch
Homepage: <http://www.tki.unibe.ch>

www.laborjournal.de www.laborjournal.de www.laborjournal.de www.laborjournal.de
Besuchen Sie uns im Netz:
www.laborjournal.de
www.laborjournal.de/blog



Medizinische Hochschule Hannover

Die Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations- und Gefäßchirurgie, sucht zu sofort einen

BTA / MTA / VM TA (M/W)

Kurzbeschreibung:

Technische Assistenz zur Herstellung und Analyse von kardiovaskulären Implantaten. Der Einsatz erfolgt im Bereich Leibniz Forschungslaboratorien für Biotechnologie und künstliche Organe.

Grundkenntnisse:

Arbeitssicherheit, Datenerfassung, -speicherung und -analyse, Fachenglisch, Fachrechnen, Gerätekunde/Labor-techniken.

Praxisbezogene Fachkompetenzen:

- Zellkultur, Histologie, Fixations- und Schneidetechniken, Immunhistologie, Immunfluoreszenztechniken, Mikroskopie, Zytologie, ELISA, Durchflusszytometrie (FACS), Molekularbiologie, RNA/DNA-Isolierung, PCR/RT-PCR.
- Elektronenmikroskopisches Arbeiten
- Arbeiten nach biologischer Sicherheitsstufe 2

Schlüsselkompetenzen:

Belastbarkeit, Lernbereitschaft, Teamfähigkeit, analytisches und zielorientiertes Vorgehen, Zuverlässigkeit, Verantwortungsbereitschaft.

Die Stelle ist bis zum 30.06.2020 befristet. Es handelt sich um eine nicht teilzeitgeeignete Vollzeitstelle mit gleitender Arbeitszeit. Die Eingruppierung erfolgt gemäß TV-L. Die MHH setzt sich für die Förderung von Frauen im Berufsleben ein. Bewerbungen von Frauen sind deshalb besonders erwünscht. Schwerbehinderte Bewerber/innen werden bei gleicher Qualifikation bevorzugt berücksichtigt.

Fachliche Fragen und Ihre Bewerbung richten Sie bitte bis zum 29.07.2016 an hilfiker.andres@mh-hannover.de oder postalisch an

Medizinische Hochschule Hannover
Dr. Andres Hilfiker
Klinik für Herz-, Thorax-, Transplantations-
und Gefäßchirurgie, OE 6217
Carl-Neuberg-Straße 1
30625 Hannover



www.mh-hannover.de

Mehr Jobs auf www.laborjournal.de

Bitte beachten Sie auch unseren Online-Stellenmarkt, wo Sie noch mehr Job-Angebote finden (www.laborjournal.de). Wie in der Printausgabe können Sie auch dort gestaltete Anzeigen (im PDF-Format) oder reine Textanzeigen aufgeben. Wenn Sie den Anzeigenschluss nicht gerade verpasst haben, empfehlen wir Ihnen aber nach wie vor Anzeigen in der gedruckten Ausgabe – Sie erreichen mehr potentielle Bewerber. Eine vierwöchige Veröffentlichung auf unserem Online-Stellenmarkt ist bei gestalteten Printanzeigen (nicht bei Fließtext) inklusive.



Universitätsklinikum Würzburg



Das **Zentrum für Experimentelle Molekulare Medizin ZEMM** (AG Prof. A. Beilhack) des Universitätsklinikums Würzburg sucht zum **nächstmöglichen Zeitpunkt**

2 Wissenschaftler (w/m) für Immunologie & Imaging in Vollzeit

Wir besetzen aktuell zwei Stellen für promovierte Wissenschaftler in Vollzeit für die Erforschung immunologischer Prozesse in der Stammzelltransplantations-, Tumor- und Infektionsimmunologie. Interessierten und hochmotivierten Kandidaten wird die Möglichkeit geboten, in einem interdisziplinären Umfeld an der Entwicklung innovativer Immuntherapie-Konzepte mitzuwirken (Chopra et al. J Exp Med, in press; Rieber et al. Cell Host Microbe 17(4): 507-14, 2015; Chopra et al. Blood 126(4):437-444, 2015).

Erfahrungen mit tierexperimenteller Forschung, Zellkulturtechniken, Molekularbiologie und/oder Gentechnik und immunologisches Fachwissen, wissenschaftliche Veröffentlichungen, exzellente Kommunikationsfähigkeiten auf Englisch (in Wort und Schrift) sowie Eigenständigkeit und Teamgeist werden erwartet.

Weitere Informationen unter: www.beilhack.org

Die Vergütung erfolgt gemäß TV-L. Schwerbehinderte Bewerberinnen und Bewerber werden bei ansonsten im Wesentlichen gleicher Eignung bevorzugt eingestellt.

Interessenten senden ihre Bewerbungsunterlagen mit kurzem Anschreiben, welches Motivation und bisherige wissenschaftliche Erfahrung zum Ausdruck bringt, Lebenslauf, Publikationsliste und Namen dreier Referenzen **elektronisch** an:

Prof. Andreas Beilhack

E-Mail: beilhack_a@ukw.de

Betreff: Postdoc Position

Haben Sie eine journalistische
Ader und möchten
bei **Laborjournal**
mitarbeiten?



Wir suchen Artikel-
schreiber (freie Mitarbeit) für
Wirtschaft- und Biotech-Themen.

Kontakt: wk@laborjournal.de



Die Abteilung für **Entwicklungsbiologie von Vertebraten** im Institut für Zellbiologie und Neurowissenschaften an der Goethe Universität Frankfurt sucht **unbefristet** ab dem 01.10.2016:

Technische/r Assistent/in (BTA/MTA)

Die Eingruppierung erfolgt nach den Tätigkeitsmerkmalen des für die GU geltenden Tarifvertrages, je nach Qualifikation **bis zur E9 TV-G-U**.

Wir suchen hoch motivierte und forschungsinteressierte Bewerber(innen), die sich mit Begeisterung und Flexibilität in ein dynamisches und internationales Team einbringen. Sie sollten eine abgeschlossene Berufsausbildung als biologisch Technische(r) Assistentin/Assistent oder äquivalenter Ausbildung mit Spezialisierung im Bereich Molekular- oder Zellbiologie mitbringen. Gute Grundkenntnisse in der Englischen Sprache werden benötigt. Solides Verständnis der theoretischen Grundlagen der Molekularbiologie, Proteinbiochemie und Zellbiologie sind wünschenswert. Ebenso werden praktische Erfahrung in klassischen Methoden der Nukleinsäuren- und Proteinpräparation und deren Analyse, Immunfärbung und Aufreinigungsmethoden erwartet. Insbesondere werden solide Klonierungskenntnisse vorausgesetzt und sollten in der Bewerbung besondere Erwähnung finden. Die Bereitschaft zu tierexperimentellen Arbeiten mit Zebrafischen muss vorhanden sein. Zebrafisch oder Mikroskopie Vorkenntnisse sind sehr vorteilhaft. Selbstständiges Arbeiten ist ausdrücklich erwünscht und wird gefördert.

Wir bieten eine vielseitige, abwechslungsreiche und interessante Tätigkeit in einem freundlichen Arbeitsklima. Nähere Informationen finden Sie auf unserer Homepage: (<http://www.bio.uni-frankfurt.de/43968045/ak-lecaudey>)

Bitte senden Sie Ihre ausführlichen Bewerbungsunterlagen als PDF-Dokument, gerne mit Kontaktadressen Ihrer Referenzen, bis **zum 30.07.2016** an Prof. Dr. Virginie Lecaudey per E-mail an office@bio.uni-frankfurt.de

Die Goethe Universität tritt für die Gleichberechtigung von Frauen und Männern ein und fordert deshalb nachdrücklich Frauen zur Bewerbung auf. Menschen mit Behinderungen werden bei gleicher Qualifikation vorrangig berücksichtigt.

A nzeigen im Serviceteil

Wenn Sie eine Stellen- oder Kongressanzeige schalten wollen, erreichen Sie uns per E-Mail (stellen@laborjournal.de), telefonisch (0761-2925885) oder per Fax (0761-35738).

Preise für Stellen- und Kongressanzeigen:

Anzeigen mit Logo und Rahmen (Grundpreis s/w)

1/1 Seite (185 x 260 mm)	1.950,- Euro
1/2 Seite (90 x 260 mm oder 185 x 130 mm)	1.040,- Euro
1/3 Seite (90 x 195 mm)	830,- Euro
1/4 Seite (90 x 130 mm)	590,- Euro
1/6 Seite (90 x 100 mm)	480,- Euro
1/8 Seite (90 x 65 mm)	380,- Euro

Alle Printanzeigen mit Rahmen und Logo erscheinen zusätzlich kostenlos auf unserem Online-Stellenmarkt!

Die Gestaltung ist im Preis inbegriffen, d.h. es genügt, wenn Sie uns einen Text und die erforderlichen Bilddateien zuschicken.

Stellenanzeigen im Textformat (ohne Rahmen, ohne Logo):
12,- Euro pro Zeile (die Zeile etwa 65 Zeichen)

Farbzuschläge:

390,- Euro bis 1.100,- Euro

Alle Preise verstehen sich zuzüglich 19% Mehrwertsteuer.

Anzeigenschlusstermine Stellenanzeigen

Ausgabe 9-2016 (erscheint am 15.9.2016.):	01.09.2016
Ausgabe 10-2016 (erscheint am 14.10.2016.):	29.09.2016
Ausgabe 11-2016 (erscheint am 11.11.2016.):	28.10.2016
Ausgabe 12-2016 (erscheint am 9.12.2016.):	25.11.2016

Da wir im Serviceteil möglichst aktuell sein wollen, gilt hier ein besonderer Anzeigenschluss. Stellen- und Kongressanzeigen nehmen wir bis kurz vor Druckbeginn an. Aus technischen Gründen können wir leider keine genauen Termine nennen. In der Praxis wird es am einfachsten sein, Sie rufen uns an (0761-2925885) oder Sie schicken uns eine E-Mail („stellen@laborjournal.de“).



Bei BioNTech leistet jeder Großes! Denn als eines der am schnellsten wachsenden Biotechnologie-Unternehmen Europas arbeiten wir an revolutionären Ansätzen im Kampf gegen Krebs und andere Krankheiten. Über 400 Pioniere, die mit viel Herzblut neue Wege beschreiten, schaffen immer wieder aufsehenerregende Erfolge und vielversprechende Durchbrüche – und sorgen dafür, dass Menschen rund um die Welt Hoffnung für die Zukunft schöpfen. Werde auch du ein Pionier!

Technischer Assistent (m/w) oder Pharmakant (m/w)

Hier leistest du Großes.

Bei uns bist du ganz nah dran an etwas weltweit Einzigartigem. Denn bei BioNTech kommt es auf dich und deine Arbeit an: In unserem hochqualifizierten Team wirst du deinen individuellen Beitrag leisten und an völlig neuartigen Immuntherapien gegen Krebs arbeiten. Hier wirst du aktiv:

- Du planst Versuche, führst sie durch und wertest sie aus: von biochemischen und molekularbiologischen Arbeiten mit Schwerpunkt RNA/RNA-Synthese über In-vivo- und In-vitro-Experimente bis hin zu immunologischen Analysen.
- Oder wie wäre es mit der Herstellung von biologischen Zwischenprodukten für unsere Tumormpfstoffe im Rahmen eines halbautomatisierten Verfahrens?
- Vielleicht hast du ja auch das Potenzial zur Schichtleiterin bzw. zum Schichtleiter? Dann geben wir dir gern Verantwortung für ein Schichtteam und die Einhaltung unserer Produktionsziele!
- Wo auch immer du zum Einsatz kommst – wir zählen auf deine Ideen, wenn es darum geht, neue Methoden und Prozesse zu entwickeln und Bestehendes zu optimieren.

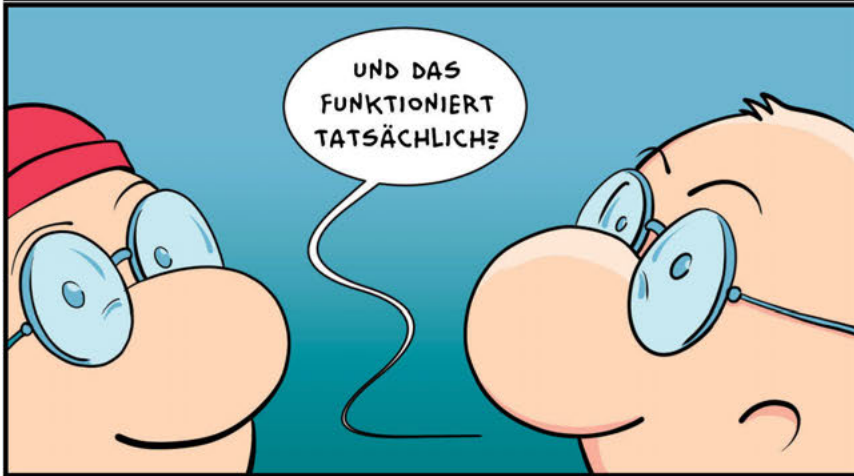
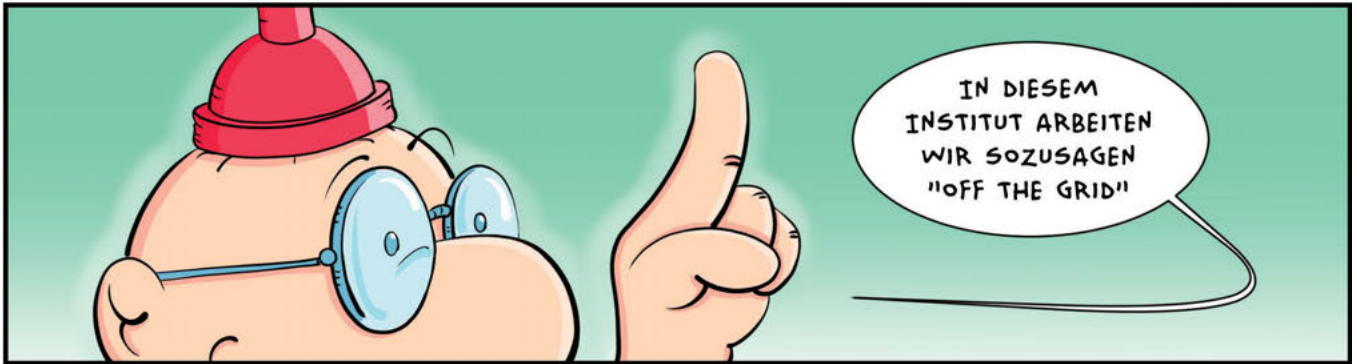
Das bringst du mit.

- Abgeschlossene Ausbildung (Biologielaborant, Pharmakant, BTA, MTA, PTA, CTA) oder eine vergleichbare Qualifikation
- Praxis rund um PCR, Klonierung, ELISpot, Durchflusszytometrie, Immunfluoreszenz oder in vivo
- Know-how in einem der folgenden Bereiche: Molekularbiologie (DNA/RNA), Zellkultur, humane Gewebeproben, Robotik, GMP, NGS oder In-vitro-RNA-Herstellung/-Reinigung
- Pioniergeist und Begeisterung für deine Arbeit

Finde bei BioNTech eine Herausforderung, die zu dir passt!

Auf www.biontech.de/careers findest du unsere offenen Positionen – und natürlich auch die Möglichkeit zur Bewerbung. Du hast noch Fragen? Antworten gibt es unter +49 (0)6131 9084-1291 (montags bis freitags von 13:00 bis 18:00 Uhr) oder per E-Mail: careers@join-us.biontech.de.

www.biontech.de/careers



Arbeitsschutz von ROTH

Riskieren Sie einen Blick!



- Alles rund um Sicherheit und Schutz im Labor – passende Schutzbrillen für jeden
- Als Pioniere im Bereich Arbeitsschutz bieten wir jahrzehntelange Erfahrung
- Höchste Qualität & persönliche Expertenberatung
- Extrem kurze Lieferzeiten
- Faire Preise bei höchster Qualität

Wir sind die Experten für Laborbedarf, Chemikalien und Life Science.

Bestellen Sie unter:

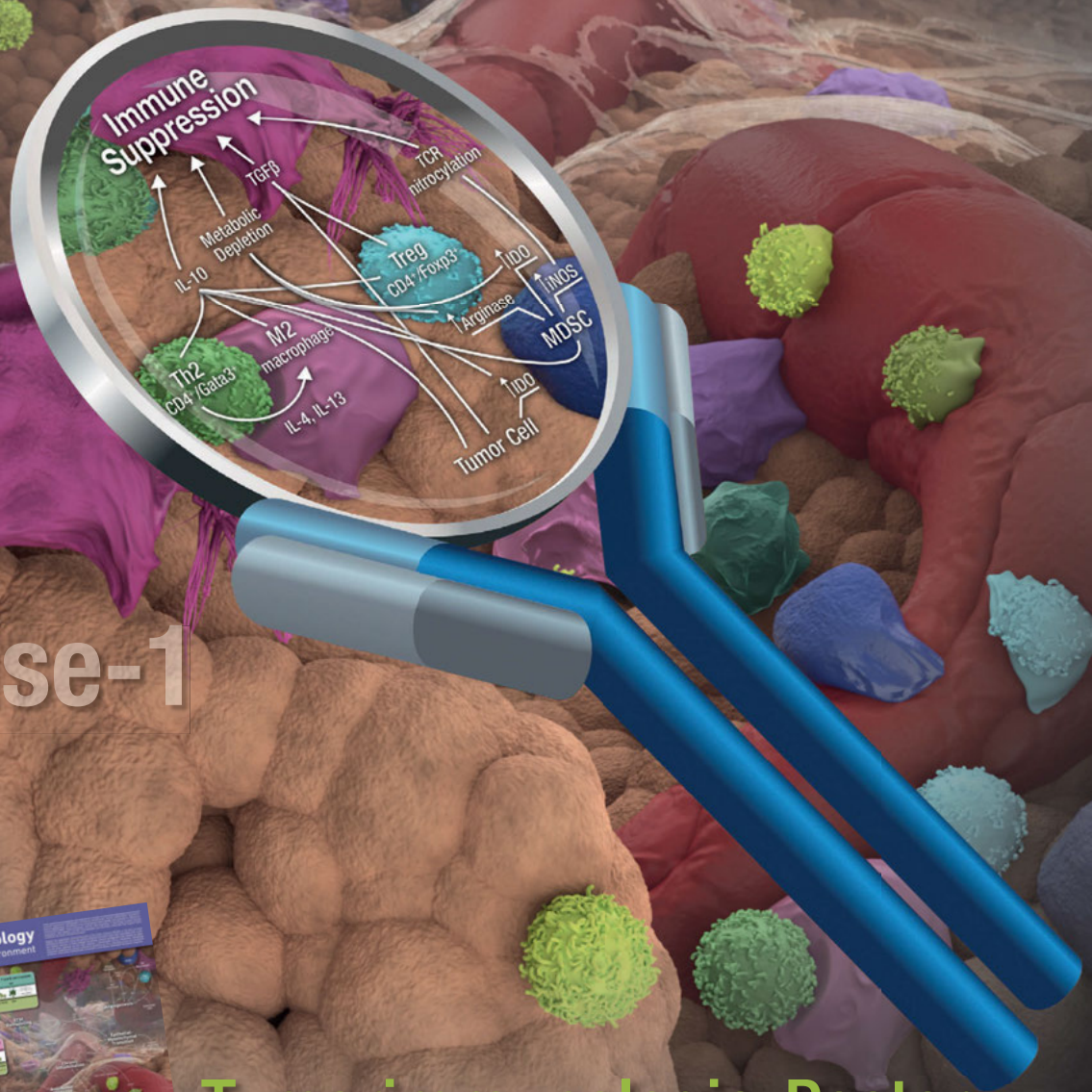
Tel. 0800 5699000 · www.carlroth.com



Entschlüsseln Sie den Krebs

Ihr Handwerkszeug zum Verständnis der Tumor-Immunzell-Wechselwirkung

PD-1
IDO
PD-L1
LAG3
PD-L2
ICOS
TIM-3
CD3
Arginase-1
CD8
VISTA



Tumorimmunologie-Poster

Jetzt anfordern auf www.cellsignal.de/tumorimmunologie

in Deutschland und Österreich exklusiv von:



New England Biolabs GmbH, Brünningstr. 50, Geb. B852, 65926 Frankfurt/Main, Germany
Tel: +49 (0)69 305-23140 www.neb-online.de e-mail: info.de@neb.com

Cell Signaling Technology Europe, Schuttersveld 2, 2316 ZA Leiden, The Netherlands
Tel: +31 (0)71 568 1060 www.cellsignal.eu e-mail: info@cellsignal.eu



Cell Signaling
TECHNOLOGY®