



Universität  
Basel

# UNINOVA

Das Wissenschaftsmagazin der Universität Basel – N°134 / November 2019



Augenforschung

## Sehkraft erneuern.

**Gespräch**  
Schule und  
Geschlecht.

**Debatte**  
Die Schweiz  
in Europa.

**Album**  
Tigermücken –  
eine Gefahr?

**Essay**  
Buddha und die  
ersten Christen.

# Work. Learn. Relax.

In der neuen **UB Rosental**  
Mattenstrasse 42 4058 Basel



**Team**  
**An dieser Ausgabe haben  
 mitgearbeitet:**



**1 Suren Manvelyan** hat die Nahaufnahmen des menschlichen Auges auf der Titelseite und im Dossier dieser Ausgabe gemacht. Seine Bilder wurden weltweit veröffentlicht. Der 43-jährige Profifotograf aus Armenien war an der Yerevan State University in Theoretischer Physik promoviert worden und unterrichtet daneben auch naturwissenschaftliche Fächer. **Seiten 1, 4, 14–35**

**2 Samanta Siegfried** arbeitet nach ihrem Studium und einer Ausbildung in Deutschland seit 2017 in ihrer Wahlheimat Basel als freie Journalistin für verschiedene Zeitungen und Zeitschriften. Für UNI NOVA sprach sie mit der Bildungswissenschaftlerin Prof. Dr. Elena Markarova und Forschenden am IOB. **Seiten 8–11, 34–35**

**3 Pie Müller** gilt in der Schweiz als ausgewiesener Experte in Sachen Stechmücken. Als Gruppenleiter am Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) hat sich der Zoologe und Insektenforscher dieses Jahr an der Universität Basel in Medizinischer Parasitologie habilitiert. **Seiten 40–49**

## Neue Einblicke.

Sehen ist visuelle Wahrnehmung: Ins Auge fallende Lichtstrahlen werden über verschiedene Mechanismen in Signale umgewandelt, die das Gehirn verarbeiten kann. Viele von uns haben ab einem bestimmten Moment in ihrem Leben ein Problem mit den Augen, und bei einigen Erkrankungen droht der Verlust der Sehkraft. Vollständig zu erblinden geben zahlreiche Menschen als das am meisten befürchtete Übel an. Schliesslich ist das Auge eines unserer wichtigsten Sinnesorgane und zentral für die Orientierung im Raum – und damit für unsere Selbständigkeit. Grüner und grauer Star, Makuladegeneration, Netzhauterkrankungen, Bindehautentzündung, extreme Kurz- und Weitsichtigkeit: Verschiedene Augenkrankheiten sind weltweit auf dem Vormarsch, im benachteiligten globalen Süden wie in den alternden Gesellschaften des Nordens.

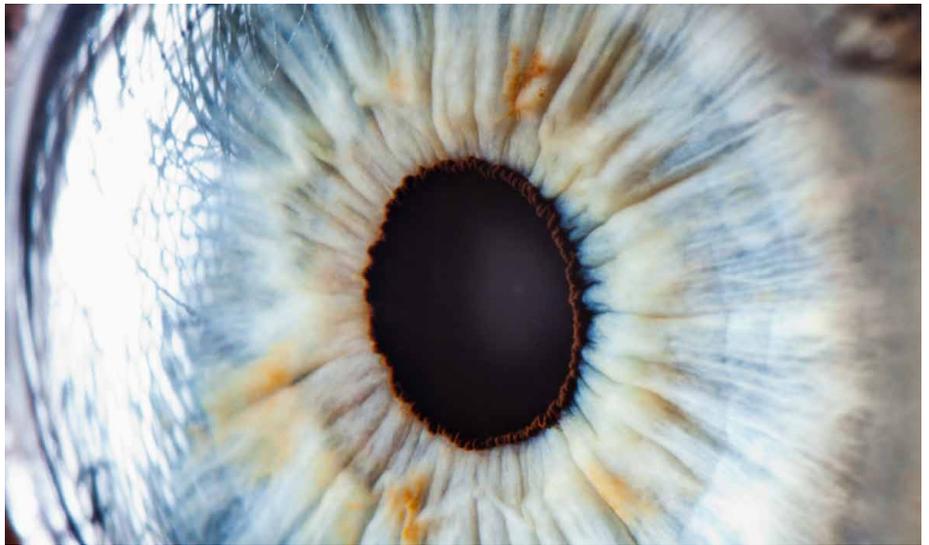
Nun haben vor zwei Jahren die Universität Basel, das Universitätsspital Basel und Novartis das Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie Basel (IOB) gegründet. Hier arbeiten Expertinnen und Experten in Grundlagenforschung, angewandter Forschung und neuen Technologien daran, Augenkrankheiten zu verstehen und in Zukunft wirksame Therapien zu entwickeln. Das Institut ist weiter im Aufbau, Forschungsteams aus dem In- und Ausland kommen laufend dazu. Als weltweit eines der ersten Institute seiner Art wird das IOB eine Brücke zwischen Labor und Klinik schlagen. Die Augenheilkunde gehört zu den medizinischen Fächern, die sich derzeit am schnellsten entwickeln.

Im Schwerpunkt dieses Hefts werden einige ausgewählte Projekte der Augenforschung in Basel vorgestellt. Gemeinsam ist ihnen das Ziel, die genauen Mechanismen des Sehens noch besser zu erkennen – um immer mehr Augenkrankheiten besser heilen zu können. Wir wünschen Ihnen bei der Lektüre viele neue Einblicke!

Christoph Dieffenbacher,  
 Redaktion UNI NOVA



Für eine geschlechtergerechte Schule:  
Elena Makarova im Gespräch, Seite 8



Im Life-Science-Cluster Basel ist das Auge Gegenstand intensiver Forschung – vom Labor zur Klinik.

**6 Kaleidoskop**

**8 Gespräch**

Für die neue Professorin für Bildungswissenschaften, Elena Makarova, gibt es im Schulunterricht zu wenig zeitgemässe weibliche Vorbilder. Lehrbücher zeigen etwa ein stereotyp männliches Image der Naturwissenschaften.

**12 Nachrichten**

Spatenstich auf dem Sport-Campus, Strategie & Leitbild, Eucor-Jubiläum, ERC Starting Grants.



**Titelbild**

«Your beautiful eyes» nennt der armenische Fotograf Suren Manvelyan seine viel beachtete Bilderserie von der menschlichen Iris.

**Dossier**

# Sehkraft erneuern.

**16 Die Augenforschung vorwärtsbringen.**

Innovative Therapien können das Fortschreiten eines Sehverlusts verlangsamen oder das Sehvermögen nach einem Verlust wiederherstellen.

**18 Wie das Auge sieht.**

Aus welchen Bestandteilen sich unser Auge zusammensetzt und wie sie funktionieren – ein Schaubild.

**20 Wissen sammeln.**

Forscher konnten zeigen, dass die Netzhaut wie ein Biocomputer funktioniert und Zellen ihre Rollen wechseln können.

**23 Netzhaut aus Hautprobe.**

Einem Basler Team ist es gelungen, hoch organisierte Formen der menschlichen Netzhaut im Labor heranwachsen zu lassen.

**25 Augenlicht dank Genterapie.**

Wissenschaftler und Kliniker entwickeln gemeinsam eine Genterapie gegen die erbliche Stargardt-Krankheit. Sie führt bereits bei Jugendlichen zum Verlust des scharfen Sehens.

**29 Mehr Durchblick dank Genatlas.**

Retinagewebe, das mittels Stammzellen gezüchtet wurde, kann als Modell für die Medikamentenforschung dienen.

**31 Therapien gegen den grünen Star.**

Bei einem Glaukom werden die Sehnerven irreversibel geschädigt und sterben langsam ab.

**34 Keine Heilung in Sicht.**

Die Makuladegeneration ist die häufigste Ursache für eine Sehbehinderung im Alter. Die meisten Fälle sind nicht therapierbar.



Die Tigermücke schickt sich an, hier heimisch zu werden. Forscher beobachten ihre Ausbreitung genau, Seite 40

**36 Mein Arbeitsplatz**

Kulturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler nehmen ein Musikfestival in Augenschein.

**38 Debatte**

**Europa und wir.**

Ansichten zum Stand der Dinge von der Juristin Christa Tobler und dem Ökonomen Rolf Weder.

**40 Album**

**Tigermücke auf dem Vormarsch.**

Mit Fallen für die Eiablage lässt sich untersuchen, wie sich die Stechmücke in der Region Basel ausbreitet.

**50 Forschung**

**Bakterien mit Viren bekämpfen.**

Phagen sind auf Bakterien spezialisierte Viren, die ein grosses Potenzial für die Therapie von Infektionen haben.

**52 Forschung**

**Montagen zwischen Kunst und Politik.**

Der deutsche Künstler John Heartfield hat sich in der Zwischenkriegszeit kritisch mit gesellschaftlichen Themen auseinandergesetzt.

**54 Forschung**

**Atemluft verrät Krankheiten.**

Die ausgeatmete Luft jedes Menschen zeigt seinen persönlichen Stoffwechsel. Damit lassen sich Krankheiten erkennen.

**57 Bücher**

Neuerscheinungen von Forschenden der Universität Basel.

**58 Essay**

**Buddha und die Urchristen.**

Hat der Buddhismus aus Indien die ersten Christen im Vorderen Orient beeinflusst?

**60 Porträt**

**Teilnehmende Beobachterin.**

Die Ethnologin Rita Kesselring forscht über die Folgen der Apartheid und den Rohstoffabbau im südlichen Afrika.

**62 Alumni**

**66 Meine Bücher**

Molekularbiologe Jan Pieter Abrahams.

**67 Agenda**

**Impressum**

UNI NOVA,  
Das Wissenschaftsmagazin der Universität Basel.  
Herausgegeben von der Universität Basel,  
Kommunikation & Marketing (Leitung: Matthias Geering).

UNI NOVA erscheint zweimal im Jahr, die nächste Ausgabe im Mai 2020. Das Heft kann kostenlos abonniert werden; Bestellungen per E-Mail an [uni-nova@unibas.ch](mailto:uni-nova@unibas.ch). Exemplare liegen an mehreren Orten innerhalb der Universität Basel und an weiteren Institutionen in der Region Basel auf.

**KONZEPT:** Matthias Geering, Reto Caluori, Urs Hafner

**REDAKTION:** Reto Caluori, Christoph Dieffenbacher, Michelle Isler

**ADRESSE:** Universität Basel, Kommunikation & Marketing, Postfach, 4001 Basel.

Tel. +41 61 207 30 17

E-Mail: [uni-nova@unibas.ch](mailto:uni-nova@unibas.ch)

**GESTALTUNGSKONZEPT UND GESTALTUNG:** New Identity Ltd., Basel

**ÜBERSETZUNGEN:** Sheila Regan und Team, UNIWORKS ([uni-works.org](http://uni-works.org))

**BILDER:** S. 5: FotoshopTofs/Pixabay; S. 6: Oliver Hochstrasser; S. 7: Thomas Schirmer; Swiss Nanoscience Institute; S. 12: Jürgen Gocke/Eucor – The European Campus; Dominik Plüss; S. 21: IOB/Frederike Asael; S. 24: IOB; S. 25: IOB; S. 30: IOB/ETH Zürich, Departement Biosysteme; S. 40: GordZam/Istock by Getty Images; S. 51: Biozentrum; S. 52: John Heartfield, Titelblatt der AIZ vom 7. September 1933, Jg. 12, Nr. 35. Studienbibliothek Pinkusstiftung; FLIT-Inserat, Seitenausschnitt aus der Schweizer Illustrierte Zeitung vom 27. Juni 1929, Jg. 18, Nr. 26. Universitätsbibliothek Basel; S. 56: Christiane Büttner; S. 65: Beth Payne; S. 67: Gerd Eichmann/Wikimedia (CC BY-SA 4.0); Kate Trysh/Unsplash.

**ILLUSTRATION:** Studio Nippoldt, Berlin

**KORREKTORAT:** Birgit Althaler, Basel (deutsche Ausgabe), Supertext AG (englische Ausgabe).

**DRUCK:** Birkhäuser+GBC AG, Reinach BL

**INSERATE:** Universität Basel, Leitung Marketing & Event, EMail: [bea.gasser@unibas.ch](mailto:bea.gasser@unibas.ch)

**AUFLAGE DIESER AUSGABE:**

14 000 Exemplare deutsch

1300 Exemplare englisch

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung der Herausgeberin.

**ISSN 1661-3147** (gedruckte Ausgabe deutsch)

**ISSN 1661-3155** (OnlineAusgabe deutsch)

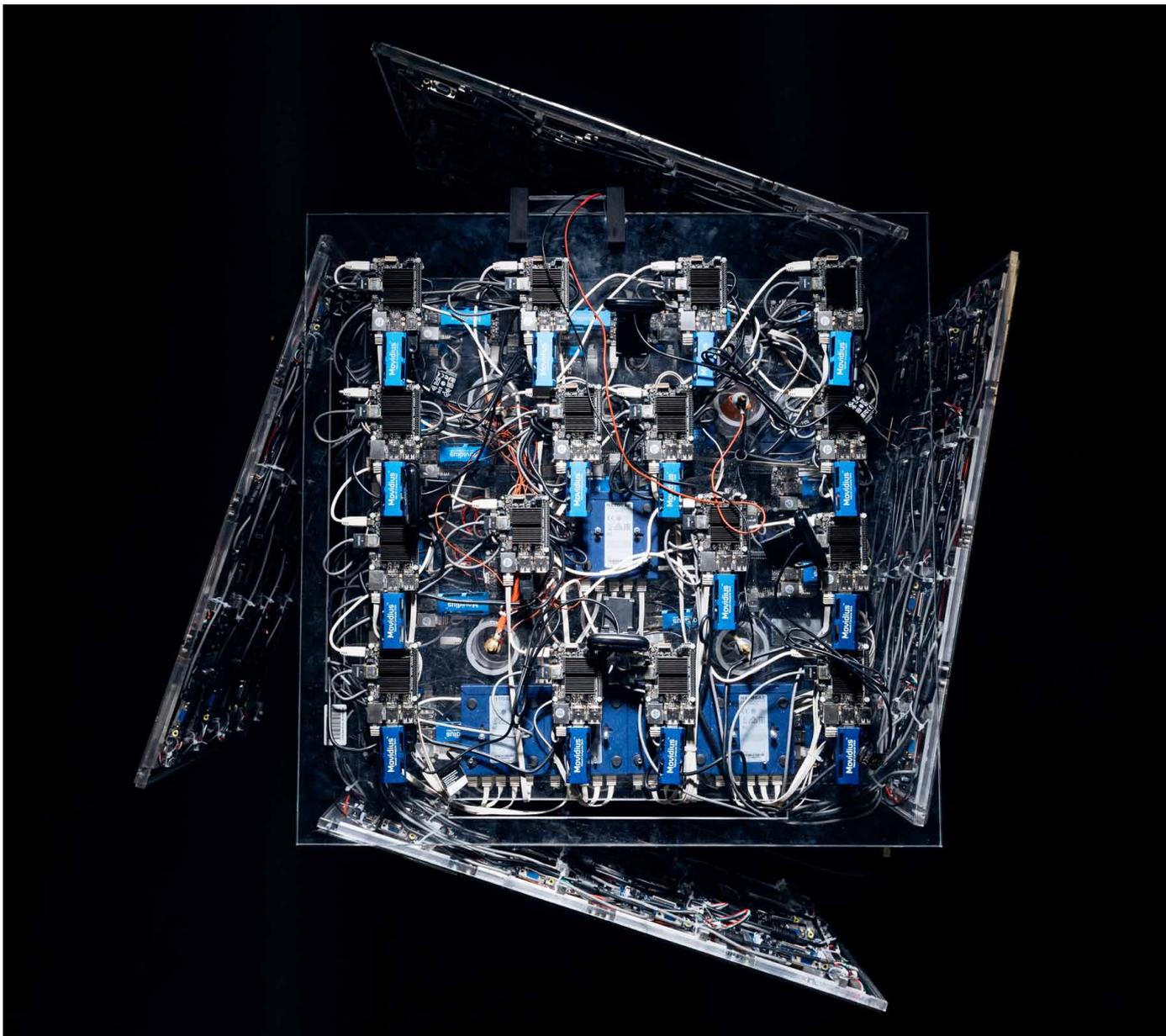
**ISSN 1664-5669** (gedruckte Ausgabe englisch)

**ISSN 1664-5677** (OnlineAusgabe englisch)

**ONLINE:**  
[unibas.ch/uninova](http://unibas.ch/uninova)  
[facebook.com/unibasel](https://facebook.com/unibasel)  
[instagram.com/unibasel](https://instagram.com/unibasel)  
[twitter.com/unibasel](https://twitter.com/unibasel)



# Abstrakte Technologie begreifen.



66 Einplatinencomputer, 64 Touchscreens, eine Hülle aus Acryl sowie Kabel und Netzteile zur Stromversorgung bilden diesen Kubus namens  $\mu$ -Cluster. Solche High Performance Computing Cluster können eine grosse Datenmenge in kurzer Zeit verarbeiten, weswegen sie unter anderem in der Filmindustrie oder in der Astrophysik eingesetzt werden. Meist befinden sie sich in versteckten Serverräumen. Nicht so dieses Exemplar: Es soll parallele Prozesse in der Computertechnik sichtbar und in Echtzeit erlebbar machen.

Ursprünglich entstand das  $\mu$ -Cluster als Resultat einer Bachelorarbeit am Departement Mathematik und Informatik. Durch die Arbeit der Forschungsgruppe High Performance Computing um Prof. Florina Ciorba wächst und verändert es sich laufend und wird auch immer wieder ausgestellt. So zum Beispiel im Rahmen des Festivals «Fantasy Basel» und am Infotag der Universität im Januar 2020. ■

[hpc.dmi.unibas.ch](http://hpc.dmi.unibas.ch)



### Migration

## Hotspots an der Aussengrenze.

Die Stadt Zarzis im Südosten Tunesiens ist einer der Ausgangspunkte, von wo tunesische Migranten nach Italien aufbrechen. Gleichzeitig nimmt die Stadt auch Migranten aus Libyen auf, und in ihr findet sich ein Cimetière des Inconnus für die Ertrunkenen, die an die Ufer der Küstenstadt angespült werden. Wie geht eine lokale Gemeinschaft mit den Auswirkungen der Migration um?

2015 hatte die EU beschlossen, sogenannte «Hotspots» an den europäischen Aussengrenzen mit Infrastrukturmassnahmen zu unterstützen. Wie sich die Migrationspolitik vor Ort auswirkt, untersucht ein interdisziplinäres Team unter der Leitung der Politikwissenschaftlerin Prof. Bilgin Ayata und des Architekturhistorikers Prof. Kenny Cupers. Dazu reisten die Forschenden an Orte, die meist nicht im Blickfeld der europäischen Öffentlichkeit liegen, von der tunesisch-libyschen Grenze bis nach Sizilien und den griechischen Inseln, auf denen die Hotspots errichtet wurden. ■

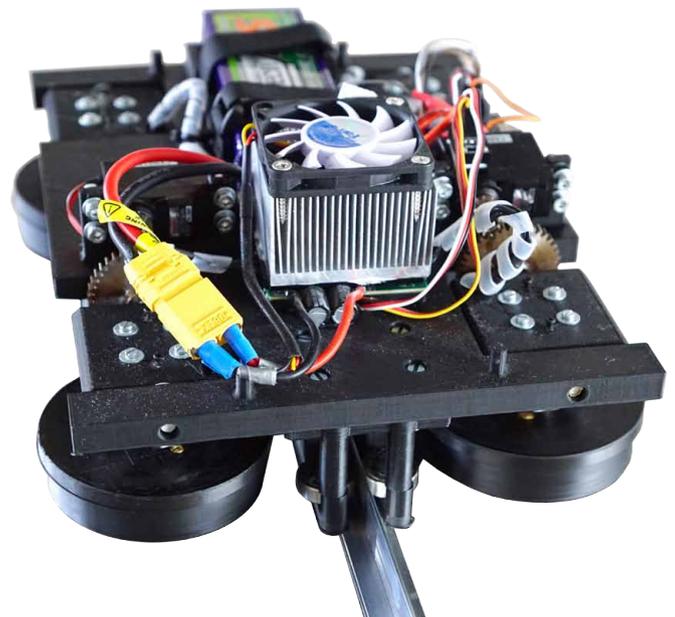
[bit.ly/uninova-eu-hotspots](http://bit.ly/uninova-eu-hotspots)

### Technik

## Neuartige Magnetanordnung.

Diese Magnetschwebbahn ist das Resultat eines preisgekrönten Projektes zweier Jugendlicher. Für ihre Entwicklung gewannen sie nicht nur den deutschen Bundespreis «Jugend forscht» im Bereich Technik, sondern auch einen ersten Preis am «European Contest for Young Scientists». Das Swiss Nanoscience Institute und das Departement Physik der Universität Basel unterstützten die beiden Jungforscher bei ihrem Vorhaben, durch rotierende Permanentmagnete einen Magnetzug über einer metallischen Oberfläche zum Schweben zu bringen. Einer der beiden, Alex Korocencev, begann im September sein Physikstudium – an der Universität Basel. ■

[bit.ly/uninova-hoverboard](http://bit.ly/uninova-hoverboard)



# «Das Individuum und nicht das Geschlecht soll im Vordergrund stehen.»

Wie geschlechtergerecht ist der Schulunterricht in der Schweiz? Nicht allzu sehr, wie eine aktuelle Studie der Bildungswissenschaftlerin Elena Makarova zeigt. Auch für das Ziel einer gleichberechtigten Berufswelt sieht sie noch viel Handlungsbedarf.

Interview: Samanta Siegfried Foto: Basile Bornand

**UNI NOVA:** Frau Makarova, was haben Sie für eigene Erinnerungen an den Mathematikunterricht?

**ELENA MAKAROVA:** Dazu muss ich zuerst sagen, dass ich meine Schulzeit in der damaligen Sowjetunion absolvierte. Dort hatten mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer eine wichtige Bedeutung, um die Vormachtstellung des Landes im Kalten Krieg zu sichern. Mathematik wurde in meiner Schulzeit sehr stark gewichtet, auch in Informatik und in Grundlagen des Programmierens wurden wir unterrichtet. Ich erinnere mich an weibliche wie männliche Lehrpersonen. Ich mochte mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer gerne und hatte eigentlich immer gute Noten. Zwischen Jungen und Mädchen wurden keine Unterschiede gemacht.

**UNI NOVA:** Das klingt nach einer ganz anderen Erfahrung, als sie viele Frauen in der Schweiz gemacht haben dürften ...

**MAKAROVA:** Ja, im Vergleich zur Schweiz war das Schulsystem der Sowjetunion bereits damals auf den sogenannten koedukativen Unterricht ausgerichtet, der beide Geschlechter gleichermaßen einbezieht. In der Schweiz wurden die Mädchen früher ja noch in die Hauswirtschaft geschickt und waren teilweise vom naturwissenschaftlichen Unterricht ausgeschlossen.

**UNI NOVA:** Hält sich deswegen die Annahme bei uns so hartnäckig, Jungen seien besser in Mathe als Mädchen?

**MAKAROVA:** Wenn nach PISA-Testergebnissen Überschriften zu lesen sind wie «Mädchen haben Angst vor Mathe» oder Ähnliches, dann befördert das diese Annahme natürlich. Dabei werden die Unterschiede, meist unbewusst, an das biologische Geschlecht gekoppelt. Diverse Studien zeigen aber, dass eine solche Erklärung zu kurz greift. So sind Mädchen oft in den ersten Schuljahren noch gleich gut oder

besser als Jungen in Mathe und verlieren diesen Vorsprung erst später. Auch ist erwiesen, dass sich Unterschiede im Leistungsbereich durch gezielte Interventionen ausgleichen lassen: Zum Beispiel zeigt eine Studie, dass Mädchen nach einer kurzen Trainingsphase den zunächst existierenden Vorsprung von Jungen im räumlichen Vorstellungsvermögen und in mentalen Rotationen aufholen. Das bestätigt die Vermutung, dass geschlechtsspezifische Unterschiede nicht auf evolutionsbiologische, sondern auf sogenannt sozialisatorische Ursachen zurückzuführen sind.

**UNI NOVA:** Das heisst, wir werden so erzo-gen?

**MAKAROVA:** Der sozialisatorische Ansatz geht davon aus, dass Unterschiede aufgrund von Erfahrungen entstehen. Diese Erfahrungen wiederum sind eng mit sozialen Erwartungen verknüpft, die vom familiären und sozialen Umfeld an einen



**«In Mathematik verlieren  
Mädchen den Vorsprung der ersten  
Schuljahre oft wieder.»**

**Elena Makarova**

herangetragen werden. Konkret: Kinder merken früh, ob ihnen eine Begabung in Naturwissenschaften zugeschrieben wird oder nicht. Diese Zuschreibungen werden verinnerlicht und haben wiederum eine Auswirkung auf die Selbstbeurteilung der eigenen Begabung, fachliche Interessen und die Freude am Schulfach. Und die Motivation, auch das ist vielseitig belegt, spielt eine grosse Rolle für die Leistung. Zwar werden die meisten Menschen mit einem eindeutigen biologischen Geschlecht geboren. Was es aber bedeutet, «Mann» oder «Frau» zu sein, lernt man erst im sozialen Umfeld von den Eltern, den Geschwistern, den Freunden. Aber auch in der Schule als einem wichtigen soziokulturellen Umfeld.

**UNI NOVA:** Für ein aktuelles Projekt haben Sie schulische Lehrmittel in Naturwissenschaften der Sekundarstufe II auf ihre Geschlechtergerechtigkeit geprüft. Was sind die wichtigsten Ergebnisse?

**MAKAROVA:** Zum einen haben wir ein sprachliches Ungleichgewicht festgestellt. In den analysierten Lehrmitteln gibt es praktisch keine weiblichen Protagonistinnen, und es wird fast nur das generische Maskulinum angewendet: Die Rede ist vom Physiker oder vom Naturwissenschaftler. Wie Studien aber zeigen, löst das generische Maskulinum eine stärkere mentale Repräsentierung von männlichen Personen aus als Schreibweisen wie Binnen-I und Schrägstrich. Auch wenn steht, «Personen des weiblichen Geschlechts sind mitgemeint», dann sind sie vielleicht mitgemeint, aber nicht repräsentiert. Weil Sprache verkörpert! Und mit der Bezeichnung Physiker werden Personen männlichen Geschlechts verkörpert. Eine andere Studie hat untersucht, ob geschlechtergerechte Sprache schwerfällig ist. Das Resultat: Weder die Lesbarkeit eines Textes noch das Textverständnis wird beeinträchtigt. Ich staune ehrlich gesagt, dass wir heute die Diskussion überhaupt führen müssen, ob weibliche und männliche Protagonisten sprachlich gleichmässig abgebildet werden sollten.

**UNI NOVA:** Gab es noch andere Unterschiede in den untersuchten Lehrmitteln?

**MAKAROVA:** Ja, es fehlen etwa auch zeitgemässe weibliche Vorbilder. Meist trifft

### Elena Makarova

studierte Sonderpädagogik und Logopädie an der Nationalen Pädagogischen Universität in Kiew. Darauf nahm sie in Bern ein Studium in Pädagogik, Slavischer sowie Russischer Philologie auf und wurde 2007 an der Philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern promoviert. Von 2003 bis 2015 war sie Assistentin und Oberassistentin an der Abteilung Pädagogische Psychologie der Universität Bern. Nach der Habilitation in Erziehungswissenschaft 2014 war sie für zwei Jahre Professorin für Schulpädagogik mit besonderer Berücksichtigung sozialer, kultureller und sprachlicher Vielfalt an der Universität Wien, darauf Professorin für Erziehungswissenschaft am Institut Forschung und Entwicklung der Pädagogischen Hochschule der FHNW. Seit Anfang 2019 ist Makarova Professorin für Bildungswissenschaften und Direktorin des Instituts für Bildungswissenschaften an der Universität Basel.

man Marie Curie an, selten noch Lise Meitner. Das wars. Ansonsten werden überwiegend Frauen jüngeren Alters ausgebildet, meist beim Ausüben eines Hobbys, nicht aber bei einer Erwerbstätigkeit. Die Männer in den Abbildungen dagegen sind älter und werden bei einer prestigeträchtigen beruflichen Tätigkeit dargestellt, etwa als Wissenschaftler. So reproduzieren Lehrmittel bis heute ein stereotypes Image der Naturwissenschaft als männliche Domäne. Das ist einfach nicht mehr aktuell. Das Problem ist, dass Lehrmittel vor allem inhaltlich überarbeitet werden. Aber schaut man ihre sozialisatorische Wirkung an, tradieren sie Geschlechterrollen aus den 1960er-Jahren. Da sehe ich grossen Handlungsbedarf.

**UNI NOVA:** Warum wurden die Lehrmittel nicht längst auf diese Punkte hin überarbeitet?

**MAKAROVA:** Zum einen, weil es noch zu wenig im Bewusstsein ist. Zum andern ist es sicher sehr aufwendig. Kürzlich überarbeitete ich in einem Projekt, das vom

Eidgenössischen Büro für die Gleichstellung von Frau und Mann unterstützt wurde, zusammen mit einer Autorin und einem Autor ein Physik-Lehrbuch. Das war ein sehr arbeitsintensiver Prozess. Zahlreiche Vorgaben mussten berücksichtigt werden: Die Inhalte mussten dem schulischen Curriculum entsprechen, thematisch zu den Aufgabenbeispielen passen und einen bestimmten Umfang nicht überschreiten. Weiter geht es nicht nur darum, einfach mehr Frauen als Naturwissenschaftlerinnen abzubilden, sondern im Allgemeinen mehr zeitgenössische Kontexte und Vorbilder in den Naturwissenschaften zu zeigen, das heisst, auch Männer und wissenschaftliche Teams, die aktuell forschen und arbeiten. Die rein sprachliche Überarbeitung übernahm in diesem Fall der Verlag, ein Aufwand, für den nicht alle Verlage bereit sind.

**UNI NOVA:** Neben einem geeigneten Lehrmittel können bestimmt auch Lehrpersonen viel mit ihrer Unterrichtsgestaltung bewirken. Was raten Sie dabei Ihren Studierenden?

**MAKAROVA:** Ja, die Unterrichtsgestaltung ist zentral. In meinem Seminar zur Bedeutung des Geschlechts im Sozialisations- und Bildungsprozess lasse ich die Studierenden gerne die eigenen unbewussten Vorurteile aufdecken. Zum Beispiel mit dem sogenannten impliziten Assoziationstest, der an der Harvard-Universität entwickelt wurde und Vorurteile gegenüber verschiedenen sozialen Kategorien testet, die mit Stereotypen verbunden sein können wie Geschlecht, Alter oder Ethnie. Es geht dabei nicht darum, zu sagen «Erwischt, Sie haben Vorurteile!», sondern zu zeigen, dass unsere Vorurteile oft unbewusster Natur sind. Und von da aus zu überlegen, inwiefern sie das pädagogische Handeln von Lehrpersonen im Unterricht beeinflussen können. Zum Beispiel das Feedback: Es gibt Studien, die zeigen, dass Lehrpersonen dazu neigen, Mädchen mehr für ihren Fleiss zu loben, etwa für ihre schöne Schrift, Jungen dagegen für ihre fachliche Leistung. Die Art und Weise, wie ein Feedback gegeben wird, hat einen grossen Einfluss auf die Selbstwahrnehmung von Schülerinnen und Schülern.

**UNI NOVA:** Ich nehme aber an, vieles spielt sich bereits vor dem Schuleintritt ab. Wo sehen Sie die Aufgaben der Eltern?

**MAKAROVA:** Klar, Zuschreibungen zu einem Geschlecht und damit zu assoziierten Geschlechterrollen beginnen bereits ab der Geburt. So werden die Wahl der Kleider oder das Spielverhalten von Eltern oft dem Geschlecht des Kindes angepasst. Aber auch ausserhalb der Familie, zum Beispiel wenn es später um die berufliche Orientierung geht, signalisieren verbreitete Bezeichnungen wie «Feuerwehrmann» und «Arztgehilfin», dass sich gewisse Berufe nur für ein Geschlecht eignen. Deshalb würde ich auch den Eltern raten, die eigenen Vorurteile zu entlarven und zu versuchen, das Kind unabhängig vom Geschlecht mit verschiedenen Bereichen und Erfahrungen vertraut zu machen.

**UNI NOVA:** Sollte ich meinen Sohn also zum Ballett schicken?

**MAKAROVA:** Natürlich, wenn ihn das interessiert! Die Frage nach der Förderung von individuellen potenziellen Begabungen und Interessen sollte nicht vom Geschlecht abhängig sein. Aber es ist nicht einfach, entgegen von sozial geteilten Vorstellungen und Stereotypen zu handeln. Wir alle reproduzieren Geschlechterunterschiede immer aufs Neue im Sinn des «Doing-Gender-Prozesses».

**UNI NOVA:** Was heisst das?

**MAKAROVA:** Wer sich nicht den sozialen Erwartungen, die mit seiner oder ihrer Kategorie verbunden sind, entsprechend verhält, hat mit Sanktionen zu rechnen. Diese können sehr subtil sein, da reicht es, wenn jemand sagt: «Für ein Mädchen spielst du aber gut Fussball.» Unterschwerlich bedeutet das: Du wirst dich nie mit den Jungen messen können, da du als Frau nicht die richtigen Voraussetzungen dafür hast, Fussball zu spielen. Das kann ein Mädchen entmutigen, ihr Interesse am Fussballspielen weiterzuentwickeln. Daher braucht es einen gesellschaftlichen Wandel, um die sozial geteilten Vorstellungen über Geschlechter zu ändern, auch strukturell.

**UNI NOVA:** Was sind da die Probleme?

**MAKAROVA:** Die Zahlen zeigen, dass sich auch jene Frauen, die über einen Abschluss in einem MINT-Fach verfügen

(Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik), nach dem Studium selten für eine berufliche Tätigkeit in diesem Bereich entscheiden. Und wenn doch, steigen sie viel häufiger wieder aus als Männer. Das hat auch mit der Familienpolitik zu tun. Denken wir nur an die UNICEF-Studie von diesem Sommer, bei der die Schweiz in Sachen Familienfreundlichkeit in Europa den letzten Platz belegt. Da ist der fehlende Vaterchaftsurlaub, der zu kurze Mutterschaftsurlaub, die zu teure Fremdbetreuung und so weiter. Es gibt Studien, die zeigen, dass Teilzeitstellen oft in sogenannten Frauenberufen zu finden sind, also in der Pflege, in sozialen oder pädagogischen Berufen. Der MINT-Bereich gehört definitiv nicht dazu. Dort ist die antizipierte Familie-Beruf-Vereinbarkeit viel schwieriger. Und schon sind wir im Teufelskreis: Weil Frauen in den frauentypischen Teilzeitberufen überrepräsentiert sind, schreibt man ihnen die Eigenschaften zu, die es dort braucht. Nach dem Motto: Das liegt Frauen mehr. So koppelt man strukturelle Einflüsse mit dem biologischen Geschlecht und reproduziert Vorurteile.

**UNI NOVA:** Bisher sprachen wir nur über die negativen Auswirkungen auf die Frauen. Aber was ist mit den Männern? Auch sie sind ja von bestimmten Zuschreibungen durch ihr Geschlecht betroffen.

**MAKAROVA:** Das Fehlen von Männern in sozialen und pädagogischen Berufen habe ich in meinen bisherigen Forschungsprojekten weniger berücksichtigt. Interessant in diesem Zusammenhang sind Studien, die zeigen, dass Männer in einem geschlechtsuntypischen Arbeitsumfeld eher bewundert werden und dass ihnen hohe Kompetenzen zugeschrieben werden, während Frauen in männerdominierten Berufen oft diskriminierende Erfahrungen machen. Klar ist: Egalitäre Verhältnisse können nur dann erreicht werden, wenn sich Vorurteile über beide Geschlechter wandeln. Aber solange wir weiterhin in zweigeschlechtlichen Kategorien denken, wird das nicht so einfach sein.

**UNI NOVA:** Wie meinen Sie das?

**MAKAROVA:** Ich gebe Ihnen ein Beispiel. Sehr oft werde ich von Studierenden gefragt: «Was, wenn wir es einfach umkehren und beispielsweise nur noch Frauen in der Informatik haben und nur noch Männer in der Pflege?» Genau das ist aber nicht gemeint. Gemeint ist, dass die Berufswahl von Jugendlichen nicht davon abhängen sollte, was sie als typisch weiblich und typisch männlich betrachten, auch nicht unbewusst. Alle sollten ihre Berufswahl aufgrund von individuellen Interessen treffen können. Daher sollte bereits von der Geburt an das Individuum und nicht die Zuschreibung zu einem Geschlecht im Vordergrund stehen. ■

**«Für ein Mädchen spielst du aber gut Fussball» heisst: Du wirst dich nie mit den Jungen messen können.»**

**Elena Makarova**

# Sport-Neubau, Strategie und Starting Grants.

**Eucor-Jubiläum**

## 30 Jahre Zusammenarbeit.

Dieses Jahr feiert Eucor sein dreissigjähriges Bestehen. Was 1989 als Europäische Konföderation der Oberrheinischen Universitäten begann, ist seit 2013 ein European Campus, der von den Universitäten Basel, Freiburg, Haute-Alsace, Strasbourg und dem Karlsruher Institut für Technologie getragen wird. Im europäischen Forschungsraum ist Eucor ein einzigartiges Projekt, das Tausenden von Studierenden die Möglichkeit gibt, ein grenzüberschreitendes Studium zu verfolgen. Auch für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Universitäten soll Mobilität jenseits der Landesgrenzen eine Alltagserfahrung sein und die Kooperation im Forschungsbereich vereinfachen. ■

[eucor-uni.org](http://eucor-uni.org)



**Campus Sport**

## Spatenstich zu St. Jakob.

Die symbolische Grundsteinlegung des Neubaus für das Departement Sport, Bewegung und Gesundheit wurde im September mit einem Festakt gefeiert. Der Trägerkanton Basel-Landschaft erhält mit diesem Bau erstmals einen Uni-Standort auf dem eigenen Kantonsgebiet. Ab dem Wintersemester 2021/22 wird das Departement an einem einzigen Standort seinen erhöhten Raumbedarf decken, welcher auf ein Wachstum der Sportwissenschaft, der Sportmedizin sowie der Trainingswissenschaft zurückzuführen ist. Das neue Gebäude wird Platz für rund 600 Studierende und 100 Mitarbeitende bieten. ■

Gemeinsam bauen: Die Regierungsräte Conradin Cramer und Monica Gschwind legen den Grundstein für den Sport-Neubau.

## Strategie & Leitbild

# Entwicklung der Universität.

Über den Tisch des Universitätsrats gingen dieses Jahr gleich zwei für die Universität richtungweisende Dokumente: Das neue Leitbild und die Strategie 2022–2030. Ein Kernpunkt des Leitbilds liegt in der Betonung der profilierten Volluniversität, unter deren Dach innovative geistes- und sozialwissenschaftliche sowie naturwissenschaftliche Fakultäten vereint sind. Weiter betont das Grundlagenpapier die regionale Verankerung der Universität und ihre internationale Vernetzung. Diese Identität kommt auch in der neuen Strategie zum Ausdruck. So formuliert eine der strategischen Leitlinien den Ausbau der Zusammenarbeit mit gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Akteuren sowie Partnerinstitutionen. Weitere Leitlinien unterstreichen die Bestrebungen, die Identifikation mit der Universität zu stärken, ihre Agilität zu fördern und die einzigartigen Standortvorteile im Dreiländereck zu nutzen. ■

[unibas.ch/strategie](http://unibas.ch/strategie)

## ERC Starting Grants

# Förderzusprachen für Basler Forschende.

Der Europäische Forschungsrat (ERC) hat gleich drei Basler Forschenden einen der begehrten Starting Grants zugesprochen. Dr. Marloes Eeftens vom Schweizerischen Tropen- und Public Health-Institut wird in den kommenden fünf Jahren erforschen, wie sich Pollen auf Herz, Atmung und Allergien auswirken. Der Neurobiologe Prof. Dr. Flavio Donato erhielt für seine Untersuchung zur Entwicklung des frühkindlichen Gehirns ebenfalls eine Förderzusprache. Ein weiterer Preisträger ist der neue Professor für Data Analytics, Prof. Dr. Ivan Dokmanić. Der ERC vergibt die hochdotierten Starting Grants an exzellente Forschende, die sich am Anfang ihrer Karriere befinden und deren Forschung innovative Ideen verfolgt. ■

# Das Magazin für noch mehr Wissen. Gratis abonnieren.



Das Wissenschaftsmagazin der Universität Basel bequem nach Hause erhalten. Einfach und kostenlos im Internet bestellen.

[unibas.ch/uninova](http://unibas.ch/uninova)



Coupon ausschneiden und senden an:  
**Universität Basel, Kommunikation, Petersgraben 35, Postfach, 4001 Basel**

UNI NOVA erscheint zweimal im Jahr.

Bitte senden Sie mir UNI NOVA in folgender Sprache:

Deutsch  Englisch

Bitte senden Sie UNI NOVA an:

\_\_\_\_\_  
Name, Vorname

\_\_\_\_\_  
Strasse, Hausnummer oder Postfach

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
E-Mail

\_\_\_\_\_  
Datum, Unterschrift



# Sehkraft erneuern.

Fotos: Suren Manvelyan

**Weil die Menschen immer älter werden, nehmen auch Augenkrankheiten weltweit zu – und parallel dazu die Forschung. In Basel sollen die theoretischen Erkenntnisse direkt zu den Patientinnen und Patienten gelangen.**

---

**Seite 20**

**Erebtte Sehkrankheiten zu behandeln ist am ehesten durch den Ersatz der defekten Gene zu erreichen.**

---

**Seite 23**

**Die meisten Augenkrankheiten beginnen an der Netzhaut. Diese lässt sich jetzt für die Forschung künstlich züchten.**

---

**Seite 31**

**Gegen den grünen Star gibt es noch keine direkte Behandlung. Entwickelt werden neue Medikamente zum Schutz der Sehnervzellen.**

# Die Augenforschung vorwärtsbringen.

In Basel arbeiten mehrere Forschungsteams an Therapien für Patienten und Patientinnen, die weltweit an Augen-erkrankungen leiden. Das neue Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie Basel (IOB) ist mit der Universität Basel assoziiert und trägt zu ihrem internationalen Ruf bei.

Text: Botond Roska und Hendrik Scholl

**D**as Augenlicht ist ein kostbares Gut. Bei einer in den USA durchgeführten Umfrage, bei der die Menschen gefragt wurden, was ihr schlimmster Krankheitszustand wäre, stand Blindsein an erster Stelle. Weltweit nimmt die Häufigkeit von Augenerkrankungen weiter zu. 36 Millionen Menschen sind blind, und mehr als eine Milliarde Menschen leiden an einer erheblichen Sehbehinderung. Viele Erkrankungen, die zu einer Erblindung führen, können heute nicht oder nur unzureichend behandelt werden.

Das Auge eignet sich besonders für die diagnostische und therapeutische Forschung, da das Organ leicht zugänglich ist, ein kleines Volumen hat sowie im Innern klar voneinander abgegrenzte Bereiche sowie stabile Zellpopulationen aufweist. Weiter ist es für die Auswertung optisch transparent und zeigt wegen der günstigen Immunsituation wenig unerwünschte Reaktionen auf injizierte Medikamente. Dennoch gehen in der Augenheilkunde Innovationen oft frustrierend langsam voran: Selten können Grundlagenforschende die unerfüllten medizinischen Bedürfnisse nachvollziehen, da ihnen die Erfahrung des Feedbacks der Patientinnen und Patienten fehlt. Und in der Klinik tätige Forschende wissen meist nur unzureichend über die neuesten Fortschritte in der Grundlagenforschung Bescheid.

## Ein medizinischer Traum

Um diese Lücke zu schliessen, wurde 2017 das Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie

Basel (IOB) gegründet. Hier arbeiten Grundlagenforscher und Kliniker täglich Hand in Hand, um neue Therapien für die Augenheilkunde zu entwickeln. Als wesentliche Innovation gegenüber früheren Forschungsansätzen wird der Fokus auf Zelltypen und nicht auf das Gewebe gelegt. Verschiedene Disziplinen und Technologien werden miteinander kombiniert, so etwa Genetik, Virologie, Molekularbiologie, Organoidforschung, Elektrophysiologie, Zwei-Photonen-Bildgebung und Computerprogramme. Zusammen genommen ermöglichen es diese Methoden, die Struktur und die Funktion des Auges und des Sehvorgangs in verschiedenen Stadien der Verarbeitung zu verstehen – und damit auch die Mechanismen von Augenerkrankungen. Damit können innovative Therapien entwickelt werden, um zum Beispiel das Fortschreiten eines Sehverlusts zu verlangsamen oder das Sehvermögen nach seinem Verlust wiederherzustellen.

Die meisten Seherkrankungen haben ihren Ursprung in der Netzhaut. Die Wiederherstellung des Sehvermögens von Blinden durch eine Reparatur der Netzhaut ist seit Jahrhunderten ein Wunsch der Medizin geblieben. Mit dem Ersatz und der Veränderung von Genen lässt sich nun jedoch der Sehverlust verlangsamen, stoppen oder sogar rückgängig machen – erste erfolgreiche Verfahren sind kürzlich bekannt geworden.

Bei jüngeren Menschen sind erblich bedingte Netzhautdystrophien die häufigsten Ursachen für eine Erblindung. So beginnen die Stargardt-Erkrankungen

kung und die *Retinitis pigmentosa* – Degenerationen der Netzhaut, bei der die Lichtrezeptoren zerstört werden – das Sehvermögen bereits in der Kindheit zu beeinträchtigen und können bereits im frühen Erwachsenenalter zur Blindheit führen. Einer von 8000 Menschen leidet an der Stargardt-Erkrankung, und *Retinitis pigmentosa* betrifft weltweit fast 1,5 Millionen Menschen. Diese beiden Augenkrankheiten bilden Schwerpunkte der translationalen Forschung am IOB, also der Projekte, die zur schnellen und effizienten Umsetzung präklinischer Forschung in die Klinik führen sollen.

### Die Netzhaut als Computer

Um eine degenerierte Netzhaut wieder für sichtbares Licht empfindlich zu machen, wird derzeit die sogenannte optogenetische Therapie entwickelt. Die Expression eines Optogens, das einen lichtaktivierten Kanal in den verbleibenden inneren Netzhautzellen kodiert, macht diese lichtempfindlich, und zwar unabhängig von der Mutation, die den Verlust der Fotorezeptorzellen verursacht hat. Die menschliche Netzhaut ist wie ein leistungsfähiger Rechner für die visuelle Wahrnehmung. Am IOB wurde ein Computermodell der Netzhaut erstellt, das die verschiedenen Wege simuliert, die ein Lichtsignal durch die Netzhaut nehmen kann. Für die menschliche Netzhaut angepasst, könnte das Modell in Zukunft erlauben, die Folgen von Augenerkrankungen vorherzusagen.

Mit der Stammzelltechnologie lassen sich Hautproben von Patienten und Patientinnen mit den genetischen Merkmalen des Spenders in hochgradig organisierte In-vitro-Retinas umwandeln. Solche menschlichen retinalen Kleinorgane (Organoiden) weisen bereits viele der Zelltypen der normalen Netzhaut im lebenden Menschen auf und können einen primitiven Sehnerv bilden. Damit lassen sich die Auswirkungen von Mutationen auf die Netzhautzellen direkt in einer Kulturschale untersuchen. Gezüchtete Organoiden bieten auch die Möglichkeit, Krankheitsmodelle im Labor zu entwickeln, etwa von Netzhaut- und Makuladystrophien wie der Stargardt-Krankheit. Nun können Gentherapien entwickelt werden, die punktgenau verschiedene Zelltypen mit spezifischen Vektoren ansprechen. Neue Therapien könnten bald an den eigenen retinalen Organoiden von Patientinnen und Patienten gezielt getestet werden.

Wenn Gentherapien nicht auf bestimmte Zelltypen ausgerichtet sind, können sie wirkungslos oder sogar schädlich wirken. Sogenannte Adeno-assoziierte virale (AAV) Vektoren sind der vielversprechendste Ansatz, um die Gentherapie in der Netz-



**Hendrik Scholl** ist Chefarzt der Augenklinik am Universitätsspital Basel und ebenfalls Mitbegründer und Co-Direktor des IOB. Der Professor für Ophthalmologie wurde 1969 in Deutschland geboren und ist spezialisiert auf die Behandlung von Netzhauterkrankungen.



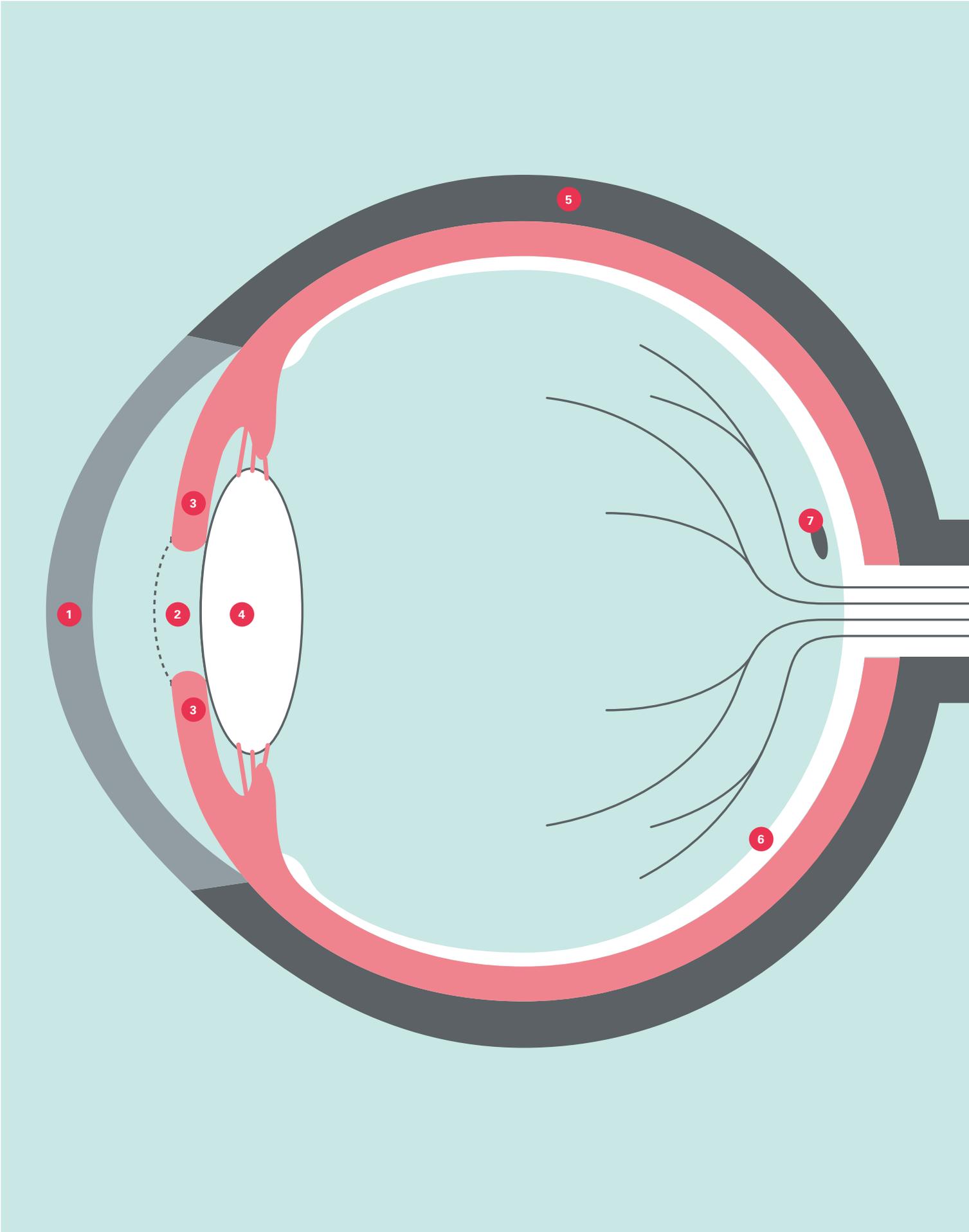
**Botond Roska** ist Professor an der Medizinischen Fakultät der Universität Basel sowie Mitbegründer und Co-Direktor des IOB. Der Neurowissenschaftler wurde 1969 in Ungarn geboren. Seine Forschungsergebnisse zum visuellen System und zur Wiederherstellung des Sehvermögens gelten als bahnbrechend.

haut oder im Gehirn anzuwenden. Die gezielte Expression in bestimmten Zelltypen bleibt jedoch immer noch eine Herausforderung. Die Forschenden am IOB haben eine Bibliothek von 230 AAV-Vektoren mit jeweils einem anderen synthetischen Promoter entwickelt. Diese Bibliothek ermöglicht eine schnelle und effiziente Ausrichtung der Genexpression in neuronalen und glialen Zelltypen. Dies ist ein Meilenstein, sowohl für die Grundlagenforschung als auch für die Gentherapie. Vektorbibliotheken machen auch die In-vitro-Untersuchung von Zelltypen in der menschlichen Netzhaut möglich. Dies erhöht erheblich die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmter Vektor bei Patienten in-vivo den gewünschten Zelltyp anspricht.

Am IOB wurde auch eine neuartige Methode des «Virus-Stempeln» entwickelt, um Gene effizient zu erforschen. Dafür werden einzelne Zellen in Kulturen, aus Gehirngewebe, Versuchstieren und Organoiden mit einem Virus infiziert – oder auch mit mehreren, entweder gleichzeitig oder zu verschiedenen Zeitpunkten. Das «Virus-Stempeln» macht es möglich, die Rolle spezifischer Gene in klar definierten Zellen zu untersuchen – eine vielseitige Lösung für die biomedizinische Grundlagenforschung und möglicherweise auch für die Gentherapie.

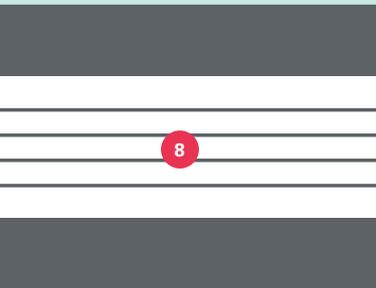
### Kurzsichtigkeit nimmt zu

Weltweit, und besonders in Asien, nimmt die Kurzsichtigkeit rasant zu. In einigen Regionen sind bis zu 90 % der Jugendlichen betroffen, verglichen etwa mit 10 bis 20 % in der chinesischen Bevölkerung vor 60 Jahren. Das Hauptproblem bei der Kurzsichtigkeit ist nicht das nötige Brillentragen, sondern ein häufiger Sehverlust durch daraus resultierende Komplikationen wie myope Makuladegeneration, Glaukom oder Netzhautablösung. Die Neurodegeneration der Netzhaut – wie etwa bei trockener, altersbedingter Makuladegeneration, diabetischer Augenerkrankung, Netzhautdystrophien und Glaukom – ist derzeit noch nicht therapierbar. In demografisch alternenden Gesellschaften sind solche Störungen eine der Hauptursachen für Invalidität und Verlust einer eigenständigen Lebensweise. Am IOB wird daher auch die Wachstumsregulation des Auges untersucht, um die Kurzsichtigkeit zu bekämpfen, und das Wissen im Bereich Glaukom ausgebaut. ■



# Wie das Auge sieht.

Wir schauen einen Gegenstand an und sehen ihn – augenblicklich. Was einfach klingt, ist ein komplexer Prozess mit vielen aufeinander abgestimmten Schritten. Dieser beginnt, wenn Licht vom betrachteten Gegenstand reflektiert wird. Es erreicht dann innert Sekundenbruchteilen das Auge, wird verarbeitet und schliesslich bis zum Hirn weitergeleitet.



- 1 Das Licht trifft auf die Hornhaut (*Cornea*). Sie ist durchsichtig und von Tränenflüssigkeit benetzt. Dank dieser Voraussetzungen kann sie das Licht brechen, welches dann gebündelt seinen Weg durch das Auge fortsetzt.
- 2 Ins Innere des Auges gelangt das Licht durch die Pupille. Auch sie ist durchsichtig, wirkt jedoch schwarz, da die dahinterliegende Netzhaut das Licht komplett absorbiert. Die Grösse der Pupille passt sich je nach Helligkeit so an, dass mehr oder weniger Licht auf die Netzhaut fällt.
- 3 Von den Pigmentzellen in der Iris hängt die Augenfarbe ab: Ein hoher Pigmentanteil färbt die Iris braun, ein geringer blau. Die Irismuskulatur verändert zudem die Pupillengrösse.
- 4 Hinter der Pupille liegt die Linse. Sie ist ebenfalls durchsichtig und bricht das einfallende Licht erneut. Je nachdem, ob sich der betrachtete Gegenstand nah oder fern befindet, verformt sich die Linse durch die An- oder Entspannung eines Muskels. So trägt die Linse dazu bei, dass ein scharfes Bild entstehen kann.
- 5 Das Weisse, das wir beim Betrachten eines Auges sehen, ist die Lederhaut (*Sclera*). Sie schützt den Augapfel und ist gemeinsam mit dem Augen- druck verantwortlich für die Form des Auges. Mit dem Licht- einfall hat sie nicht direkt zu tun. Dort, wo das Licht vom Auge aufgenommen wird, ist eine Lücke in der Lederhaut: die Hornhaut.
- 6 Die Netzhaut (*Retina*) nimmt das Licht schliesslich wahr. Das bedeutet, Fotorezeptoren wandeln die Lichtinformationen in elek- trische Impulse um, die vom Ge- hirn verarbeitet werden können. Die Stäbchen und Zapfen auf der Netzhaut sorgen beispielsweise dafür, dass wir Farben wahr- nehmen und bei verschiedenen Lichtverhältnissen sehen können.
- 7 Im Zentrum der Netzhaut befindet sich der gelbe Fleck (*Makula*) mit einem Durchmesser von etwa sechs Millimetern. In ihrem Zen- trum liegt der nochmals sehr viel kleinere Bereich des schärf- sten Sehens, die Sehgrube (*Fovea centralis*). Fotografisch gespro- chen ist hier die Auflösung am höchsten: Bei Tageslicht ist der Gegenstand der Betrachtung am schärfsten sichtbar, wenn er sich im Zentrum unserer Blick- richtung befindet, weil das Licht im Auge direkt auf die Seh- grube fällt.
- 8 Der Sehnerv (*Nervus opticus*) leitet die elektrischen Signale, die von der Netzhaut kommen, an das Sehzentrum in der Grosshirn- rinde weiter. Erst dort werden sie als Bilder interpretiert.

# Wissen sammeln über Augenkrankheiten.

In Basel werden verschiedene Augenkrankheiten auf der Suche nach möglichen Behandlungen erforscht. Botond Roska konzentriert sich dabei auf die Netzhaut und mögliche Gentherapien.

Text:  
Martin Hicklin

**N**ur gerade einmal eineinhalb Millimeter misst das Grübchen, das sich bei uns allen hinten in der Netzhaut – der Retina – inmitten des sogenannten gelben Flecks (*Macula lutea*) befindet. 150 000 farbpempfindliche Zäpfchen pro Quadratmillimeter drängeln sich in dieser *Fovea centralis* – und das, was sie registrieren, wird umgerechnet, aufbereitet und in Signalen über den optischen Nerv ins Gehirn geleitet. Es ist der Ort des scharfen Sehens. Ist er beschädigt, ist Schluss mit einigen Alltagstätigkeiten wie zum Beispiel Lesen – keine Brille hilft mehr.

«Diese eineinhalb Millimeter beschäftigen das halbe Grosshirn», sagt Botond Roska, Direktor des Molekularen Zentrums am Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie Basel (IOB), und unterstreicht damit, wie faszinierend das Wunderwerk Retina funktioniert. Zu verstehen, was da genau geschieht, ist seine Mission. Das Ziel ist es, Erblindenden zu verhindern und Betroffenen das Augenlicht zurückzugeben.

Roska, 1969 in Ungarn geboren, hatte die Retina in doppeltem Sinn schon im Auge, als er 2005 von Harvard nach Basel ans Friedrich-Miescher-Institut kam. Seitdem erforscht er mit seiner Gruppe die dünne Auskleidung des Auges. So konnte er etwa zeigen, dass die Retina wie ein Biocomputer funktioniert, dass Zellen ihre Rollen wechseln können und wie komplex die Schaltkreise aufgebaut sind.

## Neue Ära in Sicht?

Hätte sich Roska nicht die Hand verletzt, wäre er vielleicht als Cellist berühmt geworden. Ein Unfall

zwang ihn jedoch, das Musik- gegen ein Medizinstudium zu tauschen. In Berkeley und Harvard wandte er sich dann der Neurobiologie und besonders der Retina zu. Zahlreiche Auszeichnungen, wie im Frühjahr 2019 der Louis-Jeantet-Preis für Medizin, belegen seinen Ruf als führender Retina-Forscher. Mit Hendrik Scholl, Direktor des Klinischen Zentrums am IOB, hat Roska einen kongenialen Partner und Freund.

Es sieht ganz so aus, als habe sich den beiden und ihren Mitstreitenden eben das Tor zu einer neuen Ära der Ophthalmologie weit geöffnet. Der Fortschritt scheint gerade Riesensätze zu machen. 2018 ist es zum ersten Mal gelungen, die gespendete Retina eines Verstorbenen einen ganzen Tag in «unglaublich gutem Zustand» zu erhalten. Mit feinen Elektroden war es möglich, dem elektrischen Geflüster der Zellen zuzuhören – eine Wende. Inzwischen versteht man es, Teile einer Retina bis zu 14 Wochen funktionsfähig zu halten und gar eine Netzhaut mit eingeschleusten Genen «optogenetisch» wieder lichtempfindlich zu machen. «Es funktioniert bemerkenswert gut», freut sich Roska.

Der Zugriff auf lebensfähige Netzhaut erlaubte es nun auch, die rund 100 verschiedenen Zellarten, die da zusammenwirken, einzeln auf Gene zu untersuchen und festzuhalten, welches davon abgelesen wird und den Bau von Eiweissen steuert. Diese sogenannte «Einzelzelltranskriptomik», von erheblichem rechnerischem Aufwand begleitet, liefert neue Einblicke in die Entwicklung und Funktion des «Bildprozessors» Retina und erlaubt es, Gendefekte zu lokalisieren und zu kartieren.

### Ersatz von defekten Genen

Geradezu ins Schwärmen kommt Roska, wenn er von den neu erlangten Fähigkeiten erzählt, Netzhaut künstlich zu züchten und an solchen «Organoiden» Versuche anzustellen. Heute kann man Stammzellen dazu bringen, sich in Netzhaut zu differenzieren. Als Ausgangsmaterial dienen Hautzellen, die dazu gebracht werden, sich wieder in pluripotente Stammzellen zurückzuverwandeln. Diese wiederum wachsen in geeignetem Milieu zu Netzhaut-Organoiden heran. Jetzt lässt sich sogar die Netzhaut eines bestimmten Patienten im Labor nachzüchten, mit allen Defekten und Besonderheiten – eine perfekte Voraussetzung für personalisierte Medizin. Neu lassen sich jetzt auch Wirkstoffe mit Hochdurchsatz-Techniken an beliebig vielen Organoiden testen.

Will man ererbte Sehkrankheiten wie zum Beispiel die *Retinitis pigmentosa* behandeln, so ist dies am ehesten durch Ersatz der defekten Gene zu erreichen. Dazu braucht es Genfähren oder Vektoren, die einen funktionsfähigen Ersatz in die erloschenen Zellen bringen können. Die besten Kandidaten sind «Adenoviren-assoziierte Viren» oder AAVs. Sie vermehren sich nur in Anwesenheit von Adenoviren, machen nicht krank und lösen auch kaum eine Immunabwehr aus. «Mit AAVs haben wir schon gearbeitet, als noch niemand gross davon sprach», sagt Roska.

Heute sind die Vektoren stark gefragt. Gerade eben wurde unter führender Beteiligung des IOB eine Bibliothek von 230 AAVs publiziert, die für verschiedene Zellen passen und allenfalls auch für eine Gentherapie eingesetzt werden könnten. Mit dem Basler ETH-Departement D-BSSE wurde eine Methode entwickelt, die Viren an magnetische Nanopartikel befestigt und sie so effizienter an den gewünschten Ort bringt. Für die Stargardt-Krankheit, bei der nur ein einzelner Buchstabe in der genetischen Information ausgetauscht ist, wird ein genauer «redaktioneller» Eingriff geplant.

### Sehen durch die Schädeldecke

Ein seit Dezember 2018 laufender klinischer Versuch mit GenSight Biologics in Paris verwendet einen AAV-Vektor aus Roskas Labor für die optogenetische Behandlung von fortgeschrittener *Retinitis pigmentosa*. Das Ziel ist es, den Patientinnen und Patienten wieder etwas von der verlorenen Lichtempfindlichkeit zurückzugeben und die Netzhaut genetisch aufzurüsten. Die Behandelten tragen eine Brille, die das Licht verstärkt.

«In meiner Gruppe arbeiten 30 Leute. Da gibt es Tausende von Ideen», stellt Roska fest. So werde dar-

über nachgedacht, wie man bei einem totalen Ausfall des optischen Nervs in einer Zwischenstation zum Grosshirn Zellen lichtempfindlich machen könnte, um dann Sehinformationen durch die Schädeldecke statt über das Auge ins Grosshirn zu bringen. Denkbar wäre es nun auch, Infrarot-Sehen zu vermitteln.

«Meine Forschung konzentriert sich zu 70 Prozent auf Grundlagen und ist zu 30 Prozent klinisch orientiert», rechnet der Forscher vor. Er fügt hinzu, dass seine Arbeit immer mögliche Anwendungen als Ziel hat und wie diese als Nutzen für Patientinnen und Patienten umgesetzt werden können. Vielleicht lassen sich mit wachsenden Erkenntnissen auch Behandlungswege für weit verbreitete Erkrankungen wie die altersbedingte Makuladegeneration finden. ■



Die rund 100 verschiedenen Zellarten in der Netzhaut lassen sich einzeln auf Gene untersuchen.



# Neue Netzhaut aus einer Hautprobe.

Um bestimmte Augenkrankheiten zu verstehen, bauen Forschende die menschliche Netzhaut im Labor nach. Dafür stellen sie sogenannte Organoide mit körpereigenen Zellen aus Haut und Blut her.

Text: Christoph Dieffenbacher



## Magdalena Renner

beschäftigt sich als Gruppenleiterin am Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie (IOB) mit sogenannten Organoiden der Netzhaut. Zuvor hatte die promovierte Molekularbiologin einfache Gehirne nachgebaut.

**D**as Spezialgebiet der jungen Österreicherin Magdalena Renner sind sogenannte Organoide. Das sind Kleinstorgane aus wenigen Zellen, die in einer Kultur mittels umprogrammierter Stammzellen künstlich erzeugt werden und heranwachsen. Für ihr Doktorat in Wien hatte die Molekularbiologin mit Gehirnorganoiden gearbeitet, aus wenigen Zellen kleinste Gehirne nachgebaut und ihre Entwicklung beobachtet.

Heute leitet sie am Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie in Basel (IOB) eine Gruppe, die sich mit Organoiden der Netzhaut beschäftigt. Ziel ihrer Arbeiten zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung ist es, verschiedene Augenkrankheiten besser zu verstehen. Ihrem Team ist es bereits gelungen, relativ hoch organisierte Formen der menschlichen Netzhaut im Labor heranwachsen zu lassen.

## Kompliziertes Nervengewebe

Nun ist die Netzhaut, eine Art mehrlagige Tapete an der Innenseite des Auges, alles andere als ein einfaches Organ, sondern ein äusserst komplexes Gewebe: «Hier finden sich zahlreiche Zelltypen mit unterschiedlichen Funktionen, die erst noch in fünf verschiedenen Schichten angeordnet sind», erklärt Renner. Genauer gesagt sind es drei Schichten mit Zellkörpern und zwei Zwischenschichten, in denen

sich zwischen den Nervenzellen Synapsen befinden. In Organoiden wie in der menschlichen Retina sind die Fotorezeptoren in der obersten Zellkörperschicht. Die Fotorezeptoren beim Menschen nehmen jeweils die einfallenden Lichtsignale auf und leiten sie als Impulse ans Gehirn weiter.

Eine solche komplexe Struktur macht die Netzhaut, lateinisch Retina («Netz»), denn auch besonders sensibel – die meisten Augenkrankheiten nehmen hier ihren Anfang. Zu den häufigsten Krankheiten, von denen ein Teil vererbbar ist, gehören etwa die altersbedingte Makuladegeneration, die diabetische Retinopathie, Gefässverschlüsse und die Netzhautablösung. Die grosse Anfälligkeit der Netzhaut illustriert Renner an einem Beispiel: «Bereits wenn ein einziges Gen in den Fotorezeptoren nicht funktionsfähig ist, kann jemand erblinden.» Falls sich nun die Entwicklung der Netzhaut und die möglichen Genmutationen bei bestimmten Krankheiten im Labor modellieren liessen, wäre das ein wichtiger Schritt in Richtung neue Therapien – davon sind viele Forschende überzeugt.

«Unsere Organoide der Netzhaut gleichen dreidimensionalen Miniorganen, die fast so aussehen und ähnlich aufgebaut sind wie die Originale», erläutert die Forscherin in ihrem Labor. Nur etwa zwei mal zwei Millimeter messen die Kleinst-

organe, dann hören sie auf zu wachsen. Die Organoide enthalten ähnliche Zelltypen mit denselben oder verwandten Funktionen wie die ausgewachsene Netzhaut. Renner erklärt: «Wir beginnen in der Regel mit einer Spenderzelle aus einer kleinen Biopsie der Haut oder, weniger invasiv, aus einer Blutprobe. Diese werden in sogenannte induzierte pluripotente Stammzellen umprogrammiert, eine Methode, die es erst seit etwa zwölf Jahren gibt.» Die Stammzellen, die sich in alle möglichen Körperzellen differenzieren lassen, werden daraufhin angeregt, sich zu vermehren.

### Auge als Teil des Gehirns

Die ersten Ergebnisse ihrer Forschungen hätten sie selbst überrascht, erzählt die Wissenschaftlerin rückblickend: «Der Prozess, den die Stammzellen in der Laborkultur durchmachen, entspricht ziemlich genau der natürlichen Entwicklung der Netzhautzellen im menschlichen Embryo.» So entwickeln sich die Retinazellen zunächst wie Gehirnzellen allgemein, bevor sie sich später spezialisieren.

«Ist ja klar», sagt Renner, «das Auge ist nun einmal ein Teil des Gehirns.» Während der Entwicklungsspanne der Organoide haben die Forschenden zu unterschiedlichen Zeitpunkten Organoide in einzelne Zellen zerlegt, diese aufgelöst und die RNA von 60000 einzelnen Zellen untersucht. Damit konnten sie Rückschlüsse darauf ziehen, welche Gene in den unterschiedlichen Zelltypen exprimiert wurden. Ziel ist es, möglichst zu reifen Netzhautzellen zu kommen.

Neben den Zellkulturen erforscht Renners Gruppe auch die Netzhaut von Organspendern, analysiert sie punkto Genexpression und vergleicht sie mit jenen der im Labor gezüchteten Organoide. Dabei zeigte sich, dass ein Grossteil der bekannten Gene, die mit erblicher Netzhautdegeneration im Zusammenhang stehen, von bestimmten Zelltypen exprimiert werden. «Diese Erkenntnis ist wichtig, da wir zuallererst die von einer Mutation unmittelbar betroffenen Zellen behandeln wollen», sagt die Forscherin.

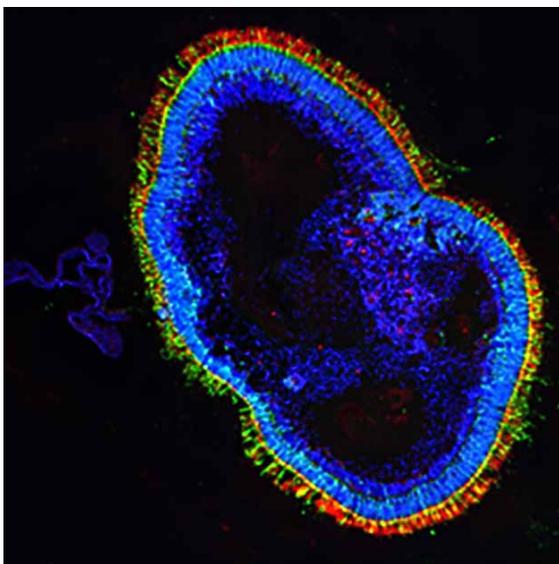
Wie schwierig ist es, die menschliche Retina in Kultur nachzubauen? Das

Hauptproblem sei, sagt Renner, dass die Reifung der Netzhaut mehr als 30 Wochen dauert, was für die Forschung einen sehr grossen Zeitraum und einen immensen Aufwand bedeutet. Daher müsste die Gruppe ihre Experimente auch sehr lange im Voraus planen – und viel Geduld haben. Ein noch nicht gelöstes Problem sei etwa, dass nicht alle Zellen desselben Typs auch gute Organoide bilden.

### Mausmodell im Nachteil

Doch dass mit künstlich hergestelltem Gewebe Teile der Retina gezielt repariert oder gar Krankheiten beim Menschen geheilt werden können – bis dahin ist es wohl noch ein weiter Weg. Anders als die Hornhaut lässt sich die Netzhaut nämlich nicht einfach transplantieren. Erprobt wird daher, Zellen, die durch eine erblich bedingte Mutation eine fehlerhafte Funktion aufweisen, mit einer korrekten Kopie des Gens zu versorgen und somit wieder funktionsfähig zu machen. Dafür werden die infrage kommenden Retina-Genabschnitte in Viren verpackt und diese in den Augenhintergrund gespritzt – ein Therapieansatz, der sehr einfach in Organoiden getestet werden kann. Die Methode sei erfolgversprechend, so Renner, weil das Auge vom Immunsystem wenig überwacht, ein eindringender Virus also nicht sofort bekämpft werde.

Die mögliche Anwendung und der Einsatz von neuen Therapien, die mit Organoiden entwickelt werden, müssten später auch am Tier getestet werden, sagt Renner. Dabei habe das in den Labors häufig angewendete Mausmodell in der Augenforschung einen grossen Nachteil: «Mäuse sehen ganz schlecht, denn ihre Retina weist eine andere Struktur auf als jene des Menschen.» Bei uns befindet sich im Zentrum der Netzhaut die sogenannte *Fovea*, eine Region mit speziellen Fotorezeptoren, die für das Farbenerkennen und das scharfe Sehen wichtig sind. Bei Mäusen fehlt sie. Nur bei einigen Primaten gebe es die *Fovea* noch, sodass sich entsprechende Versuche wohl nicht ganz vermeiden lassen, sagt die Forscherin. Möglich sei aber, dass ein grosser Teil der Tierversuche dereinst durch Organoide ersetzt werden könnten. ■



Fluoreszenzbild:  
Querschnitt durch ein Organoid.  
Zellkerne sind blau,  
die Stäbchen der  
Fotorezeptoren grün  
und die lichtempfindlichen  
Antennen der Fotorezeptoren  
sind rot.

# Augenlicht dank Gentherapie.

Die Stargardt-Krankheit ist eine erbliche Erkrankung, die bereits bei Jugendlichen zum Verlust des scharfen Sehens führt. In Basel entwickeln Wissenschaftler und Kliniker gemeinsam eine Gentherapie, um der Krankheit entgegenzuwirken. Schon in wenigen Jahren soll die Methode an Patientinnen und Patienten erprobt werden.

Text: Yvonne Vahlensieck

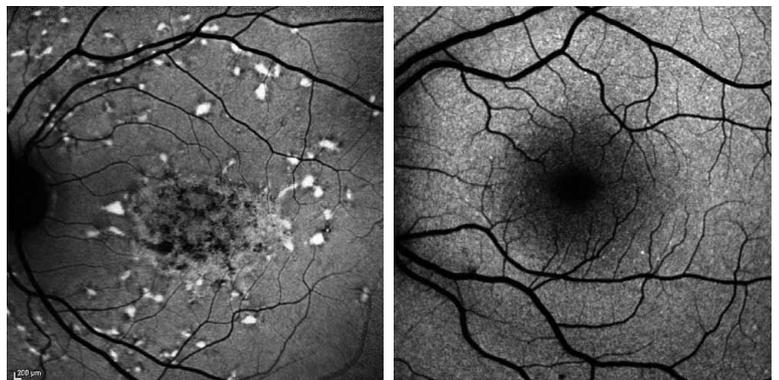
**D**er gelbe Fleck auf der Netzhaut ist gerade einmal sechs Millimeter gross – und trotzdem unglaublich wichtig: Denn dort liegt das Zentrum für das scharfe Sehen, ohne das wir unsere Umgebung nur schemenhaft wahrnehmen können. «Gerade in der modernen Gesellschaft sind wir ständig auf scharfes Sehen angewiesen», erklärt Prof. Dr. Hendrik Scholl, Co-Direktor des Instituts für Molekulare und Klinische Ophthalmologie in Basel (IOB): «Wir schauen auf das Handy, arbeiten am Computer und für soziale Interaktionen müssen wir das Gesicht unseres Gegenübers erkennen.» Deshalb führen Netzhauterkrankungen, die den gelben Fleck zerstören, zu einer signifikanten Verschlechterung der Lebensqualität.

## Gendefekt mit schlimmen Folgen

Eine dieser Erkrankungen ist die erbliche Stargardt-Krankheit, die meist im Jugendalter beginnt und rasch zu einem kompletten Verlust der Sehschärfe führt. Die Betroffenen bleiben zwar einigermaßen mobil, doch können sie weder lesen noch Details in ihrer Umwelt erkennen. Noch gilt die Krankheit als unheilbar – doch das könnte sich bald ändern, denn am IOB arbeiten Scholl und seine Kollegen an einer Gentherapie, die den fortschreitenden Verlust aufhalten und damit das scharfe Sehen erhalten soll.

Das IOB hat die Stargardt-Krankheit aus mehreren Gründen als einen der Forschungsschwerpunkte

ausgewählt: «Gerade weil es um Jugendliche geht, ist es eine ernst zu nehmende Krankheit, auch wenn sie nur bei etwa einem von 8000 Menschen auftritt», so Scholl. Er hofft auch, dass die Erkenntnisse aus diesem Projekt zu Fortschritten bei der Behandlung anderer, verwandter Erkrankungen führen. Dazu gehört beispielsweise die altersabhängige Makuladegeneration, die bei etwa einem Fünftel der über 65-Jährigen vorkommt und in den Industrienationen die häufigste Ursache für Erblindung im Alter darstellt.



Akkumulation von toxischen Stoffen: Netzhaut bei der Stargardt-Krankheit (links) und in gesundem Zustand (rechts).

Weiter ist es von grossem Vorteil, dass die genetischen Ursachen der Krankheit aufgeklärt sind. «Netzhauterkrankungen können durch Mutationen in vielen verschiedenen Genen ausgelöst werden, und mittlerweile sind weit über 200 solcher Gene identifiziert», sagt der Genetiker Prof. Dr. Carlo Rivolta, der Mitte 2019 eine Professur am IOB angetreten hat. «Für die Stargardt-Krankheit sind allerdings hauptsächlich Defekte in einem bestimmten Gen verantwortlich, dem *ABCA4*-Gen.» Menschen, die eine defekte und eine intakte Kopie dieses Gens besitzen, haben keine Beschwerden. Erst wenn ein Kind von beiden Elternteilen je eine defekte Kopie erhält, manifestiert sich die Krankheit. Der Erbgang ist also rezessiv.

#### Fehler gezielt reparieren

Auch die Funktion des *ABCA4*-Gens ist heute bekannt: Es kodiert für ein Protein, das Abbauprodukte von Vitamin A, die während des Sehprozesses entstehen, abtransportiert. Können die Sehzellen diesen Transporter aufgrund des Gendefekts nicht herstellen, sammeln sich die Abbauprodukte in der Netzhaut an und schädigen den gelben Fleck. «Für einen positiven Effekt sollte es also theoretisch ausreichen, die Funktion dieses Gens wiederherzustellen», so Rivolta.

Deswegen arbeiten die Forscher an einem Weg, das mutierte Gen direkt in den Zellen zu korrigieren. Hierzu versuchen sie eine Nukleotid-Sequenz, welche die mutierte Stelle spezifisch erkennt, in ein für den Menschen harmloses Virus zu verpacken und

dieses dann direkt unter die Netzhaut der Patienten zu spritzen. Durch das Virus gelangt die Nukleotid-Sequenz in die Sehzellen. Mit ihr gekoppelte Enzyme werden zu der mutierten Stelle geleitet und aktivieren dort zelluläre Reparaturmechanismen, was zu einer zielgerichteten Korrektur des defekten Gens führt.

Ein kürzlich in den USA zugelassenes Medikament gegen frühkindliche Erblindung verdeutlicht das Potenzial der Gentherapie bei der Behandlung von Erkrankungen des visuellen Systems. Weiter zeigen bisherige Untersuchungen, dass die Wirkung einer solchen Therapie über viele Jahre anhalten kann – ob ein ganzes Leben lang, wird sich durch Langzeitbeobachtungen der behandelten Patienten und Patientinnen zeigen.

#### Schneller vom Labor in die Klinik

Ein weiteres Ziel von Scholl ist es, den Weg von der Grundlagenforschung bis zur klinischen Anwendung zu verkürzen. Dabei können die innovativen Methoden helfen, die Forschungsgruppen am IOB entwickelt haben. So ist es nun möglich, aus winzigen Hautproben von Patienten kleine Zellhaufen zu züchten, deren Zusammensetzung dem Gewebe der Netzhaut entspricht. Mithilfe dieser sogenannten Organoiden können die Wissenschaftler gentherapeutische Ansätze in der Petrischale testen. «Dies reduziert nicht nur die Zahl der Tierversuche, sondern erlaubt es uns auch, schneller zu Studien mit Patienten zu kommen», sagt Scholl.

Andere Gruppen arbeiten parallel daran, die Toxizität einer solchen Therapie zu analysieren und Messmethoden für die Wirkung zu etablieren. Aufgrund dieser Fortschritte hält es Scholl für realistisch, dass die Gentherapie für die Stargardt-Krankheit schon innerhalb der nächsten fünf Jahre in einer klinischen Studie getestet werden kann. Dafür rekrutiert er schon jetzt geeignete Patienten und Patientinnen aus ganz Europa.

Scholl warnt jedoch vor überhöhten Erwartungen: «Eine völlige Wiederherstellung des scharfen Sehens lässt sich durch die Gentherapie ziemlich sicher nicht erreichen, denn bei den Patienten sind viele Zellen der Netzhaut leider unwiderruflich zerstört.» Doch der Forscher ist trotzdem optimistisch, dass sich das Sehvermögen der Erkrankten merkbar verbessern lässt. Und sollte sich die Methode bewähren, könnten betroffene Kinder in der ferneren Zukunft schon in jungen Jahren eine vorbeugende Gentherapie erhalten, sodass die Krankheit gar nicht erst zum Ausbruch kommt. ■

## «Für die Stargardt-Krankheit sind hauptsächlich Defekte in einem bestimmten Gen verantwortlich.»

Carlo Rivolta, Genetiker





# Mehr Durchblick dank Genatlas.

Basler Forschende konnten erstmals detailliert belegen, dass Retinagewebe, das sie mit induzierten pluripotenten Stammzellen gezüchtet hatten, als Modell für die Medikamentenforschung taugt. Grundlage für diesen Erfolg war eine enge Kooperation zwischen dem Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie in Basel und der Universitätsklinik.

Text: Samuel Schlaefli

**V**ererbbare Augenerkrankungen, wie die Starardt-Krankheit oder *Retinitis Pigmentosa*, galten lange Zeit als unheilbar. Bei Letzterer kommt es zu einer Zerstörung der Fotorezeptoren (Stäbchen und Zapfen) in der Netzhaut, auch Retina genannt. Das ist jenes hauchdünne Nervengewebe im hinteren Teil des Augapfels, auf dem Millionen von lichtempfindlichen Zellen, abhängig vom Licht, elektrische Impulse an das Hirn schicken, das daraus ein Bild erzeugt. Oft treten solche vererbten Retinaerkrankungen schon im Kinder- oder Jugendalter auf, und im schlimmsten Fall führen sie zu kompletter Erblindung.

#### Fehlende Experimentiermodelle

Die Erforschung der Ursachen solcher vererbten Augenkrankheiten sowie die Entwicklung von Therapien dafür bleiben bis heute schwierig. «Mäuse, das

Standardmodell für Wirkstofftests in den Biowissenschaften, eignen sich nur bedingt», erklärt Dr. Cameron Cowan, Senior Researcher am Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie (IOB). Das liegt unter anderem daran, dass Mäuse keine *Fovea* haben, den zentralen, für das scharfe Sehen verantwortlichen Teil der Retina, der bei vielen Augenkrankheiten als Erstes angegriffen wird. Die erste Wahl für Tests im Labor waren deshalb bislang freiwillig gespendete Retinagewebe von hirntoten Patienten. Doch solches ist rar: In der Schweiz gibt es rund 120 Spenden pro Jahr, die sich potenziell für solche Tests eignen könnten.

Deshalb arbeiten Forschende seit einigen Jahren an einem neuen Modell: Menschliche Zellen aus unterschiedlichem Gewebe, darunter Blut, Haarwurzeln oder Haut, lassen sich im Labor so umprogrammieren, dass sie zu den gewünschten Organen, sogenannten Organoiden, heranwachsen. Diese Methode basiert auf den bahnbrechenden Forschungen des Japaners Shin'ya Yamanaka, der erstmals erfolgreich induzierte pluripotente Stammzellen im Labor herstellte und dafür 2012 den Medizin-Nobelpreis erhielt. Auch Retinagewebe kann über umprogrammierte Stammzellen produziert werden. «Bislang waren retinale Organoiden jedoch mit sehr viel Unsicherheiten behaftet», erklärt Cowan. «Wir wussten nicht, ob die Entwicklung jener im Menschen entspricht und in welchen Fällen solche Retina als Modell taugt.»

**«Wir haben eine Art Mini-Videoprojektor entwickelt, dessen Bildgrösse der Retina entspricht.»**

Cameron Cowan, Augenforscher

Um Letzteres zu überprüfen, war die Charakterisierung der menschlichen Retina in bislang unerreichter Tiefe nötig. Dafür ist in erster Linie die Qualität des Gewebes entscheidend. Diese nimmt jedoch bei einer Organspende nach der Operation rapide ab, selbst wenn künstlich Sauerstoff zugeführt wird. «Es gelang uns, die Zeit von der Operation bis zum Test von durchschnittlich acht Stunden auf fünf Minuten zu verkürzen», sagt Cowan. «Die enge Zusammenarbeit mit der Klinik war dafür entscheidend.»

### Test mit Miniprojektor

Um den Zustand des einzigartigen Gewebes zu überprüfen, war eine weitere Innovation nötig: Kollegen und Kolleginnen vom ETH-Departement für Biosysteme entwickelten einen wenige Quadratzentimeter grossen Mikrochip mit 26 000 Elektroden. Diese dienen dazu, die Funktion der Zellen zu messen. Unter Sauerstoffzufuhr werden dafür Ganglienzellen in der Retina mit den Elektroden verbunden. Anschliessend werden die Fotorezeptoren mit Licht angeregt, die daraufhin Nervensignale an die retinalen Ganglienzellen weiterleiten. Diese wandeln Lichtimpulse in elektrische Signale um, die gewöhnlich im Hirn zu Bildern weiterverarbeitet werden. «Dafür haben wir im Labor eine Art Mini-Videoprojektor entwickelt, dessen Bildgrösse genau der Retina entspricht», erzählt Cowan. Über den Mikrochip konnten die Forschenden das Funktionieren von Tausenden Retinazellen messen und dies über wiederholte Stimulierung mit Licht verifizieren. «Die Aktivitätsmessung von menschlicher Retina auf einer solchen Testanlage ist eine Weltpremiere», sagt Cowan stolz.

Basierend auf dem geprüften, hochqualitativen Retinagewebe erstellte das Forschungsteam einen «zelltypspezifischen Genatlas der menschlichen Retina». Dafür sequenzierte es die RNA von rund 100 000

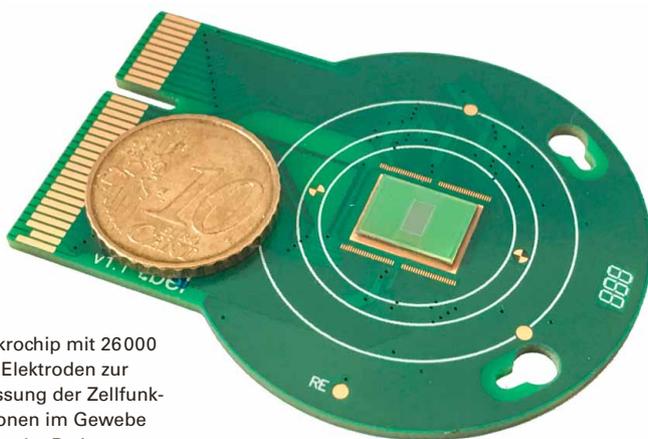
Retinazellen aus unterschiedlichen Regionen und verpasste diese mit genetischen «Barcodes». Zum ersten Mal überhaupt wurde dadurch das «zelltypspezifische Transkriptom» der Retina entschlüsselt, also die Gesamtheit der RNA in den jeweiligen Zellen. Das ist deshalb von Interesse, weil die RNA für die Genexpression verantwortlich ist und damit für die Aktivierung von bestimmten genetischen Programmen. Für viele krankheitsrelevante Gene war bislang weitgehend unbekannt, in welchen Retina-Zelltypen diese exprimiert werden sowie ob und ab wann diese Expression in Organoidzellen reproduziert wird.

Mit dem «Genatlas» der gesunden menschlichen Retina konnten die Wissenschaftler nun das Zellgewebe der im Labor entwickelten Retinaorganoide exakt charakterisieren. Dafür massen die Forschenden die Genexpression von über 50 000 Organoidzellen sechsmal über deren Wachstumszeit von insgesamt 38 Wochen hinweg. «Wir konnten beweisen, dass sich unsere Retinaorganoide im Labor ex vivo vollständig entwickeln – und dies in sehr vergleichbarer Art und mit gleichen Genexpressionsmustern wie beim Menschen.» Diese Übereinstimmung galt auch für die zelltypspezifische Expression von Genen, die für bestimmte Augenkrankheiten verantwortlich gemacht werden.

### Grundlage für personalisierte Medizin

Cowan ist überzeugt, dass dieses Modell enormes Potenzial für die Entwicklung von neuen Therapien hat: «Früher trafen wir oft Annahmen, welche Gene für bestimmte Krankheiten verantwortlich sind. Heute können wir dies über die Analyse der Genexpression eindeutig bestimmen.» Bereits habe sich zum Beispiel gezeigt, dass bei der Entwicklung von neuen Gentherapien gegen die Stargardt-Krankheit bislang unvollständige Annahmen bezüglich der Verteilung von mutierten Genen im Gewebe getroffen wurden.

Zudem entsprechen die neu entwickelten Methoden und das Organoidmodell dem allgemeinen Trend in den Biowissenschaften und der Pharmaindustrie zur Personalisierung von Therapien. Zum Beispiel ist laut Cowan durchaus denkbar, dass bei seltenen Augenkrankheiten in Zukunft aus Zellmaterial eines Patienten im Labor ein Organoid gezüchtet wird. An diesem werden verschiedene Therapien getestet, bevor die erfolgversprechendste beim Patienten zum Einsatz kommt. Auch könnten künftig Tausende von Wirkstoffen seriell auf Tausenden von Organoiden getestet werden. Und dies unabhängig von Organ Spendern und mit viel grösserer Wahrscheinlichkeit auf Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Menschen als im Mausmodell. ■



Mikrochip mit 26 000 Elektroden zur Messung der Zellfunktionen im Gewebe der Retina.

# Therapien gegen den grünen Star.

Text: David Herrmann

Einer von 50 Menschen über 50 leidet an einem Glaukom, auch grüner Star genannt, der unbehandelt zu Sehverlust führen kann. Die Erkrankung wird in der Augenklinik des Universitätsspitals Basel besonders erforscht.

**V**iele der von einem Glaukom betroffenen Patientinnen und Patienten erblinden, ohne es zu merken. Denn mit dem Fortschreiten der Krankheit werden die Sehnerven irreversibel geschädigt und sterben langsam ab. Objekte im Zentrum des Gesichtsfelds sehen die Erkrankten noch klar, in der Peripherie jedoch verliert sich die Sicht zunehmend – bis zum vollständigen Erblinden.

Der grösste Risikofaktor, an einem Glaukom zu erkranken, ist ein erhöhter Augendruck. Doch haben zwei von fünf Patientinnen und Patienten normale Werte und leiden trotzdem an grünem Star. Bei ihnen liegt die Ursache der Krankheit oft an Durchblutungsstörungen. Der frühere Leiter der Augenklinik des Universitätsspitals Basel, Prof. Dr. Josef Flammer, hatte seinen Forschungsschwerpunkt lange Jahre auf diesem Krankheitstyp. Seit seiner Emeritierung vor sechs Jahren treibt nun Prof. Dr. Konstantin Gugleta, leitender Arzt an der Augenklinik, die Glaukomforschung voran. Ihn interessieren vor allem neue Therapieansätze gegen die Krankheit.

## Ginkgo und Antioxidantien wirken

Verstärkt wird die Relevanz dieses Forschungsgebiets angesichts der demografischen Entwicklung. Unsere Gesellschaft wird immer älter, und mit zunehmendem Alter steigt das Risiko einer Glaukomerkrankung:



**Konstantin Gugleta**

arbeitet als leitender Arzt an der Augenklinik des Universitätsspitals Basel und ist als Ophthalmologe spezialisiert auf das Glaukom.

kung: Aus den zwei Prozent der über 50-Jährigen, die davon betroffen sind, werden es bei den über 70-Jährigen schon fünf bis acht Prozent. So besteht aus medizinischer Sicht ein grosser Bedarf nach neuen Behandlungsmethoden.

Heute bedient sich ein grosser Teil der Therapieansätze für Normaldruck-Glaukompatienten der Erkenntnisse und Erfahrungen der Alternativmedizin. In klinischen Untersuchungen mit kleinen Probandenzahlen wurden positive Auswirkungen von Ginkgo und in Lebensmitteln enthaltenen Antioxidantien auf den Schutz der Sehnervenzellen festgestellt – zum Beispiel in dunkler Schokolade, Grüntee oder Rotwein. Herkömmliche Behandlungsmethoden versuchen vor allem, den Augendruck zu senken und den Blutdruck zu regulieren. Doch die dabei eingesetzten Medikamente haben teilweise starke Nebenwirkungen. Noch gibt es keine Behandlung, die bei der Erkrankung selbst ansetzt. Mit seinen Forschungsarbeiten möchte Gugleta diese Lücke schliessen und Medikamente zum Schutz der Sehnervenzellen entwickeln helfen.

Als Grundlage versucht der Augenforscher, die Ursachen für das Absterben der Sehnervenzellen zu verstehen. Die entsprechenden Erkenntnisse sollen zu Ansatzpunkten dazu führen, wie diese Zellen geschützt werden können. Dabei setzt Gugleta grosse

## Manche Wachstumsfaktoren sind zwar bereits bekannt, aber das ganze Bild ist noch nicht komplett.

Hoffnungen auf die Zusammenarbeit mit dem Institut für molekulare und klinische Ophthalmologie Basel (IOB), das als Kompetenzzentrum Grundlagen- und klinische Forschung vereint.

### In die Sackgasse und zurück

Augenarzt Gugleta kommt aus der klinischen Forschung. Schon für seine Habilitation wollte er Ansätze für neue Therapieformen gegen Glaukom finden. Grosse Hoffnungen setzte er in ein damals neuartiges Vorgehen, mit dem er die Durchblutung im Auge eines Patienten messen konnte. Mit einer computergestützten Methode wurden die Blutgefässe im Augenhintergrund gefilmt, während das Auge unterschiedlichen Reizen ausgesetzt war. So liess sich jeweils feststellen, wie gut die Durchblutung des Auges auf verschiedene Reize reagiert und wie sich dies auf den langfristigen Zustand des Sehnervs und das Sehvermögen auswirkt.

Mit diesem Ansatz sollte über die Untersuchung der Patienten während mehrerer Jahre theoretisch ein bestimmter Zusammenhang hergestellt werden – nämlich zwischen einer fortschreitenden Durchblutungsstörung und einem zunehmenden Verlust von Nervenzellen oder einem verringerten Gesichtsfeld. Die Resultate waren jedoch enttäuschend: Die statistische Analyse zeigte keine feste Korrelation zwischen den Datenreihen. Ein Problem könnte sein, dass die Vorgänge bei Sehnervzellen von anderen Faktoren wesentlich mitbestimmt werden.

### Wachstumsfaktoren im Visier

Für Gugleta liegt der Ausweg aus dieser Sackgasse in der Zusammenarbeit mit dem IOB. Dank dessen tech-

nologischer und personeller Ausstattung eröffnen sich ihm ganz neue Möglichkeiten. Schon seit einiger Zeit ist bekannt, dass sogenannte Wachstumsfaktoren für das Überleben aller Nervenzellen – und damit auch des Sehnervs – verantwortlich sind. Möglicherweise bleiben beim Glaukom diese Wachstumsfaktoren aus, und die Zellen sterben ab. Derzeit arbeitet Gugleta an den Grundlagen für ein neues Forschungsvorhaben: In einem mehrstufigen Verfahren mit komplexen Untersuchungen der biochemischen und molekulargenetischen Vorgänge im Labor und in vivo möchte der Forscher diesen Wachstumsprozessen auf die Spur kommen.

Dazu will er zunächst untersuchen, wie sich aus Stammzellen nachgezüchtete netzhautähnliche Gebilde verhalten, wenn ihnen unterschiedliche Wachstumsfaktoren zugeführt werden. In einem Projekt am IOB werden solche Organoiden in Petrischalen herangezogen: Dafür geben die Forschenden unterschiedliche externe Wachstumsfaktoren zu und untersuchen die Reaktion der Zellen darauf. So möchten sie herausfinden, welche Faktoren das Absterben der Zellen beschleunigen und welche Faktoren die Zellen schützen.

### Versuche mit Schweineaugen

Die Erkenntnisse daraus liefern die Grundlage für den zweiten Schritt, wenn Schweineaugen untersucht werden. Diese Organe werden beim Schlachten entnommen und kommen aus dem Schlachthaus ins Labor. Hier besteht derzeit die Herausforderung, mit den geeigneten Massnahmen das Überleben des Organs und seiner Zellen so lange wie möglich zu sichern, damit die Untersuchungen auch im gewünschten Umfang vorgenommen werden können. Auch die Sehnervenzellen in den Schweineaugen werden auf die entscheidenden Wachstumsfaktoren untersucht.

Manche Wachstumsfaktoren sind zwar bereits bekannt, aber das ganze Bild ist bei Weitem noch nicht komplett. So sollen die Erkenntnisse am lebenden Objekt in Tierversuchen mit Affen vertieft werden. Die Forschenden wollen dabei wissen, welche RNA mit welcher Proteinstruktur für die über Tod oder Leben entscheidende Signalisierung zwischen den Zellen zuständig ist. Ziel ist dabei, neue Medikamente zu entwickeln, die das Glaukom direkt an der Wurzel packen und die Sehnervenzellen schützen können. So möchte Gugleta zur Behandlung von Augenerkrankungen seinen Beitrag leisten – um Menschen auch im Alter eine hohe Lebensqualität zu erhalten. ■



# Makuladegeneration: Keine Heilung in Sicht.

Text: Samanta Siegfried



**Ghislaine Traber** ist Oberärztin an der Augenklinik des Universitätsspitals Basel und Mitarbeiterin des Instituts für Molekulare und Klinische Ophthalmologie (IOB).



**Christian Prünke** ist Chefarzt und klinischer Leiter der Augenklinik des Universitätsspitals Basel und des Kantonsspitals Baselland in Liestal und ebenfalls IOB-Mitarbeiter.

**Es ist die häufigste Ursache für eine Sehbehinderung im Alter: die altersbedingte Makuladegeneration. Bis heute ist die Mehrheit der Fälle nicht therapierbar. Warum diese Erkrankung so komplex ist, wird am Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie in Basel erforscht.**

**D**en Grossteil ihres Lebens müssen sich die Menschen kaum Sorgen um eine altersbedingte Makuladegeneration – abgekürzt AMD – machen. Nur drei Prozent der Bevölkerung kurz vor dem Pensionsalter sind davon betroffen, ab dem 75. Lebensjahr ist es jedoch bereits jede dritte Person. Die Erkrankung gilt somit als die häufigste Ursache für eine Sehbehinderung im Alter. Und je älter die Bevölkerung wird, desto häufiger kommt sie vor. Obwohl sich schon zahlreiche Forschende mit dieser Augenerkrankung beschäftigt haben, gibt es bis heute keine Therapiemöglichkeit.

Wie kann das sein? Prof. Dr. Christian Prünke, klinischer Leiter der Augenklinik Basel, erklärt es so: «Die Ursachen, an einer AMD zu erkranken, sind vielfältig und noch nicht vollständig geklärt. Es lässt sich bisher kein zentraler Faktor definieren, sondern eher verschiedene Risikofaktoren. Das erschwert die Prognose stark.» Zu den bisher bekannten Risikofaktoren gehören etwa das Rauchen, ungesunde Essgewohnheiten und Lichtexposition. Ausserdem können verschiedene genetische Faktoren eine wichtige Rolle spielen, heisst es in der Forschung.

## Wenn sich Kacheln krümmen

Wie der Name sagt, greift die Krankheit die Makula an, jenen Bereich ganz hinten im Auge, der auch als gelber Fleck bekannt und für das scharfe und erkennende Sehen verantwortlich ist. Alles, was wir direkt ansehen, wird dort abgebildet. Von der Krankheit Betroffene bemerken die Auswirkungen meistens erst relativ spät. Das hat damit zu tun, dass oft zuerst nur ein Auge betroffen ist und das zweite den Sehverlust ausgleicht. Wenn die Krankheit auf das zweite Auge übergeht, klagen die Betroffenen häufig erst über einen Sehverlust. «Die meisten merken es beim

Lesen oder daran, dass sie Personen aus Distanz nur verschwommen wahrnehmen», erklärt Prünke.

Gehe die AMD in einem späteren Stadium allerdings in eine feuchte Form über, zeigen sich andere Auswirkungen: «Die Betroffenen können dann oft keine geraden Linien mehr wahrnehmen. So beginnen sich für sie etwa Türrahmen oder Kacheln im Bad zu krümmen.» Bei der feuchten Form schwillt die Makula an und verformt sich, was zur verzerrten Wahrnehmung und im schlimmsten Fall zur Erblindung führen kann. Anders als die trockene Form betrifft sie jedoch nur etwa zehn Prozent aller AMD-Patienten. Und vor allem: Sie ist behandelbar. Spritzt man alle paar Wochen ein Medikament direkt ins Auge, lässt sich der Sehverlust verlangsamen und teilweise sogar verbessern.

## Verursachender Gendefekt unbekannt

Die trockene AMD hingegen führt zwar nicht zu einer kompletten Erblindung, trotzdem kann der Sehverlust erheblich sein und zu grossen Einschränkungen führen. Bis heute stellt sie Ärzte und Ärztinnen wie Forschende vor einige Herausforderungen. Zwar gab es vielversprechende Ansätze, die in ersten Studien gut abgeschnitten haben. «Aber in den endgültigen Zulassungsstudien haben sie keine ausreichende Wirkung gezeigt», sagt Prünke.

Am Institut für Molekulare und Klinische Ophthalmologie in Basel (IOB) werden laufend neue Medikamente getestet. Dabei diskutieren die Forschenden auch Ansätze einer Gentherapie. Das Prinzip: Man schleust die korrigierte DNA mittels viralen Vektoren in die Zelle ein, in welcher das defekte Gen beheimatet ist, damit sie es ersetzen kann.

Vielversprechende Forschungen über eine Gentherapie gibt es derzeit bei einer anderen Augenerkrankung, der Stargardt-Krankheit. Für die AMD gestaltet sich das Prozedere allerdings komplexer: «Das Hauptproblem ist: Man hat noch bei keinem Patienten einen alleinigen Gendefekt identifiziert, der die Erkrankung auslöst», sagt Prünke. «Es spielen immer verschiedene genetische Faktoren mit – und solange man das verantwortliche Gen nicht kennt, kann man es auch nicht ersetzen.»

### Ultraschall mit Licht

Mit der altersbedingten Makuladegeneration beschäftigt sich auch Dr. Ghislaine Traber, Oberärztin an der Augenklinik und hier wie Prünke für die klinische Forschung zuständig. Derzeit ist sie an einer Beobachtungsstudie mit dem Namen Pinnacle-Studie beteiligt, die zum Ziel hat, den Verlauf der Krankheit besser bestimmen zu können. «Heute wissen wir vieles noch nicht: etwa, warum einige AMD-Patienten in einem Frühstadium bleiben und andere in ein Spätstadium übergehen. Oder warum bei einigen Patienten im Verlauf der Erkrankung die feuchte Form auftritt», sagt Traber.

Zentrales Element der Pinnacle-Studie ist ein Bildgebungsverfahren mittels einer sogenannten optischen Kohärenztomografie: die Technik ist entfernt vergleichbar mit der Ultraschalluntersuchung, nur dass statt Schall Licht verwendet wird, um die Netzhaut darzustellen. Dies ist das Spezialgebiet von Traber, die sich bereits an der Universitätsaugenklinik in Zürich intensiv mit Bildgebung des Auges und der Sehbahn beschäftigt hat: «Die Schichten der Netzhaut werden hochaufgelöst abgebildet, womit bei der frühen AMD möglicherweise erste krankhafte Prozesse erkennbar werden.» Die Pinnacle-Studie soll nun einerseits mittels Bildgebung heraus-

finden, ob bereits im frühen Stadium in der Netzhaut bestimmte Marker erkennbar sind, die Rückschlüsse auf den Krankheitsverlauf zulassen. Andererseits werden mit den Patienten auch genetische Untersuchungen gemacht, um allfällige Anzeichen zu finden. Neben dem IOB in Basel sind weitere Zentren in Europa und den USA an der Studie beteiligt. Gesamthaft werden innerhalb eines Jahres 400 Patienten rekrutiert und über einen Zeitraum von drei Jahren beobachtet.

### Langes Warten auf Therapien

An der Augenklinik Basel werden 50 Patientinnen und Patienten in die Studie aufgenommen. Alle müssen älter als 55 Jahre sein und AMD in einem Frühstadium haben. Sobald die Ethikkommission grünes Licht gibt, wird die Rekrutierung der Patienten beginnen. «Wenn man weiss, wo die Erkrankung ihren Ursprung nimmt, liefert dies neue Erkenntnisse für die Forschung und später auch für mögliche Therapien», fasst Traber das Hauptziel zusammen.

Doch vorerst macht der Augenarzt Christian Prünke den betroffenen Patientinnen und Patienten keine grossen Hoffnungen. «Ich bin mir sicher, dass es noch sehr lange geht, bis man erste Therapieansätze für eine Heilung der AMD findet.» ■

**IOB** Institute of Molecular  
and Clinical  
Ophthalmology Basel

Researchers and  
Clinicians united  
to restore vision.

 [www.iob.ch](http://www.iob.ch)

Founders:



# Musik, Landschaft und Rausch.

An Musikfestivals performen Bands ihre Konzerte, während das Setting aus Bühne, Zelten, Lichtern und Geräuschen die Landschaft erlebbar macht. Kulturanthropologinnen und -anthropologen untersuchen, wie Menschen ihren Alltag gestalten, indem sie daran teilnehmen. Im Spätsommer haben sie ein Musikfestival in der Ostschweiz erforscht.

Foto: Victoria Heim

**Theres Inauen und Michel Massmünster** sind Dozierende am Fachbereich Kulturwissenschaft und Europäische Ethnologie und interessieren sich für Formate experimentellen Forschens. Theres Inauen forscht zu Kulturpolitiken in der Schweiz, Michel Massmünster zu Nacht und Infrastrukturen. Im Rahmen einer Exkursion erkundeten sie während drei Tagen und Nächten zusammen mit Studierenden das Musikfestival «Sur le Lac» im sankt-gallischen Eggersriet.

- 1 Als teilnehmend Beobachtende untersuchen die Forscherinnen und Forscher das Alltagsgeschehen nicht aus der Vogelperspektive, sondern indem sie es miterleben und reflektieren. Ethnografie entsteht im Hin und Her zwischen Nähe und Distanz.
- 2 An Festivals versammeln sich auf engem Raum viele verschiedene Körper. Sie bewegen sich, tanzen, trinken, flirten und hängen rum. In diesem Tun reproduzieren sie Normen, verhalten sich zu Erwartungen und verhandeln das gesellschaftlich Mögliche.
- 3 Die Infrastruktur aus Zelten, Lampen, Bars und Bühnen, Soundkulisse und Lichterwelt eröffnet einen Handlungsraum und rahmt ihn. Materialitäten gestalten das Fühlen und Erleben der Besuchenden mit.
- 4 Wenn die Sonne untergeht, im Wechsel von Tag und Nacht, erhält das Festival eine zeitliche Ordnung. Gemeinsam mit anderen Events rhythmisiert es das Jahr der Besuchenden wie Helfenden.
- 5 Wer isst einen Falafel, wer eine Wurst, wer trinkt Wein und wer Kafi Schnaps? Wer trägt eine Lederjacke, wer Gummistiefel, wer ein Festival-T-Shirt? Wie sich Festivalteilnehmende kleiden, was sie essen, damit positionieren sie sich, sie zeigen sich zugehörig und grenzen sich ab. Sie erfahren sich als individuell und ebenso als Masse.





# Europa und wir.

Wie soll das Verhältnis zwischen der Schweiz und der Europäischen Union (EU) in Zukunft aussehen? Ansichten zum Stand der Dinge von einer Juristin und einem Ökonomen.

Das Verhältnis zur EU steht fast immer ganz oben auf der politischen Traktandenliste der Schweizer Regierung und Verwaltung – und damit sehr oft auch in der öffentlichen Diskussion. Mich interessieren vor allem die rechtlichen Rahmenbedingungen dieses Verhältnisses, also das bilaterale Recht. Sein Anfang liegt in den 1950er- und 1960er-Jahren, als die Schweiz erstmals mit den damaligen Europäischen Gemeinschaften – die EU wurde erst viel später geschaffen – internationale Abkommen schloss, etwa über den Handel mit Uhren. Dies ist übrigens ein Abkommen, das heute noch bestens funktioniert. Mit der Zeit kamen immer mehr Abkommen zu unterschiedlichen Themen hinzu. Heute stellt das bilaterale Recht ein grosses und vielfältiges, aber auch komplexes Netz dar, welches das rechtliche Verhältnis zwischen der Schweiz und der EU regelt – ein Unikum, das so mit keinem anderen EU-Nichtmitglied besteht.

Hierzulande zitiert man gerne den «Sonderfall Schweiz», für den nur besondere Regeln gut genug seien. Von aussen sieht dies aber etwas anders aus: Die Schweiz ist eines von vielen Ländern, mit denen die EU Abkommen unterhält. In deren Augen gibt es durchaus Parallelen zwischen unterschiedlichen Abkommen und Staaten, etwa im Wirtschaftsrecht: Etliche Länder haben mit der EU Abkommen geschlossen, die ihren Staatsangehörigen und Unternehmen den Zugang zum grossen Binnenmarkt der EU erlauben (und umgekehrt). Die EU spricht heute von einem erweiterten Binnenmarkt, bei dem nicht nur ihre eigenen Mitgliedstaaten mitmachen, sondern bis zu einem gewissen Grad auch gewisse weitere Staaten. Am engsten ist die Verbindung mit Liechtenstein, Island und Norwegen, die mit den EU-Staaten den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) bilden. Hier gelten praktisch die gesamten EU-Binnen-

marktregeln. Andorra, Monaco und San Marino planen ebenfalls ein umfassendes Rechtsverhältnis zum EU-Binnenmarkt. Durch das bilaterale Recht ist die Schweiz zwar nicht bei allen Aspekten dabei, aber in gewissen Bereichen doch sehr nahe dran. Dann folgen weitere Länder wie etwa die Türkei und die Ukraine. Schliesslich sah der Vertragsentwurf über den EU-Austrittsvertrag des Vereinigten Königreichs von Grossbritannien und Nordirland vor, dass für eine Übergangszeit die EU-Binnenmarktregeln weiter gelten.

Diese grössere Entwicklung, die über die Schweiz hinausgeht, ist der Grund für die Verhandlungen zwischen der Schweiz und der EU für neue Spielregeln in ausgewählten bilateralen Wirtschaftsabkommen: Stichwort Rahmenabkommen oder institutionelles Abkommen. Sie gehen auf das Anliegen der EU zurück, dass im erweiterten Binnenmarkt für alle Beteiligten die gleichen Spielregeln gelten sollen – aus Gründen nicht nur der Rechtssicherheit, sondern auch der Fairness. Das Thema ist nicht vom Tisch. Davon, wie es sich weiterentwickelt, hängt nach meiner Einschätzung Entscheidendes ab für das künftige Verhältnis zwischen der Schweiz und der EU. Das ist auch für die Öffentlichkeit wichtig, bestimmt es doch wesentliche Aspekte des Verhältnisses der Schweiz zur EU als ihrer politisch und wirtschaftlich wichtigsten Nachbarin. Allerdings ist die Materie recht komplex. Für die Wissenschaft ist

das dankbar, denn es stellen sich zahlreiche interessante und praktisch wichtige Fragen. In meinem Fall fliessen Ergebnisse aus dieser Arbeit in ein Dokument ein, das der Öffentlichkeit allgemein verständliche Sachinformationen dazu zur Verfügung stellen will: Das «Tobler/Beglinger-Brevier zum Institutionellen Abkommen Schweiz–EU» wird regelmässig aufdatiert und ist online frei verfügbar ([brevier.eur-charts.eu](http://brevier.eur-charts.eu)). ■



**Christa Tobler**

ist seit 2005 Professorin für Europarecht am EuropaInstitut der Universität Basel und seit 2007 auch als Professorin an der Universität Leiden (NL) tätig. Sie forscht zu verschiedenen Bereichen des Rechts der Europäischen Union, mit zwei Schwerpunktgebieten: Fragen der Rechtsgleichheit und der Diskriminierung sowie das rechtliche Verhältnis zwischen der Schweiz und der EU.

**A**ls Wirtschaftswissenschaftler betrachte ich die Europäische Union als *eine* Institution der wirtschaftlichen und politischen Integration in Europa. Dabei stehen die Interaktionen in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik im Zentrum.

Die *wirtschaftliche Integration* der EU umfasst die gegenseitige Öffnung von Märkten (Gütern, Dienstleistungen, Arbeit, Kapital) zwischen den EU-Mitgliederländern. Der zunehmende Austausch innerhalb des so entstehenden Binnenmarkts erlaubt eine bessere Zuteilung (Allokation) der knappen Ressourcen und damit, wie wir das als Ökonomen nennen, eine Effizienzsteigerung zum Beispiel durch Spezialisierung. Der Wohlstand steigt innerhalb der EU und ihrer Mitglieder, führt aber auch zu Umstrukturierungen und damit zu Gewinnern und Verlierern innerhalb der einzelnen Länder. Wichtig ist die Erkenntnis, dass die selektive Öffnung von Märkten für Nicht-Mitglieder der EU, wie zum Beispiel die Schweiz, einen Nachteil impliziert. Ihre Akteure werden diskriminiert. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass diese Länder nach Lösungen suchen, um ihren Firmen und Individuen den Zugang durch Beitritt oder spezielle Abkommen zu erleichtern.

Die *politische Integration* der EU bedeutet die Abgabe von wirtschaftspolitischen Freiräumen und Instrumenten der Mitgliedsländer an EU-Organe in Frankfurt, Brüssel und Strassburg. Bei der Aussenhandelspolitik (Güter, Dienstleistungen) ist dies eine direkte Folge der angestrebten wirtschaftlichen Integration der EU.

Nicht so aber in anderen wirtschaftspolitischen Gebieten wie Fiskal-, Geld-, Sozial-, Umwelt- oder Arbeitsmarktpolitik: Hier stellt sich die Frage, ob und – wenn ja – wie stark die Souveränität der Mitglieder aus Sicht der Effizienz eingeschränkt werden soll und warum in der EU die Tendenz zu beobachten ist, die politische Integration zu stark voranzutreiben. Ein Beispiel

stellt der Euro dar, der dem Gesamtsystem einen zentralen Anpassungsmechanismus (den Wechselkurs) und den einzelnen Ländern ein wichtiges konjunkturpolitisches Instrument (die Geld- bzw. Zinspolitik) weggenommen hat.

Als Wissenschaftler genieße ich das Privileg, zu dieser Entwicklung mit Analysen beizutragen, die aufgrund der ökonomischen Theorien zu interessanten neuen Erkenntnissen führen. So wandte ich zum Beispiel die «Theorie bestreitbarer Märkte» auf das mit dem Lissabon-Vertrag reformierte Entscheidungssystem der EU an und kam (zusammen mit Herbert Grubel) zum Schluss, dass infolge zu grosser Eintrittsbarrieren für Bürger und Bürgerinnen die Zentralisierung in der EU nicht gebremst wird. Und vor 15 Jahren zeigte ich zusammen mit Beat Spirig, dass aufgrund der «Theorie irreversibler Investitionen unter Unsicherheit» der Nicht-Beitritt der Schweiz zur EU als völlig rationales Verhalten betrachtet werden kann. Der Beitritt wäre mit substanziellen Beitrittskosten (insbesondere wegen der Einschränkung der direkten Demokratie der Schweiz), einer grossen Unsicherheit (bezüglich Weiterentwicklung der EU) und hohen Austrittskosten (man denke an die Brexit-Verhandlungen) verbunden.

Beim aktuell diskutierten Rahmenabkommen lenkt die ökonomische Theorie das Augenmerk auf einen in der Diskussion oft vernachlässigten Vorteil – nämlich auf das Schiedsgericht, das den Spielraum insbesondere des mächtigeren

Partners und die Unsicherheit reduzieren würde. Wegen der beschränkten Reformfähigkeit der EU ist es schliesslich reizvoll und meines Erachtens auch wichtig, über Alternativen zur EU in Europa und den damit verbundenen Systemwettbewerb nachzudenken. ■



**Rolf Weder**

ist seit 2000 Professor für Aussenwirtschaft und Europäische Integration an der Universität Basel und seit 1. August 2019 Dekan der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät. Er forscht im Bereich der Auswirkungen der Globalisierung und der regionalen Integration von Ländern. Dabei widmet er sich auch den wirtschaftspolitischen und unternehmerischen Implikationen, speziell auch im Verhältnis zwischen der Schweiz und der EU.



Fotos: Christian Flierl  
Texte: Reto Caluori

# Tigermücke auf dem Vormarsch.



Zuerst hat sie sich nur im Tessin ausgebreitet, doch nun erobert sie in der Schweiz immer neue Lebensräume. Die Asiatische Tigermücke (*Aedes albopictus*) ist eine invasive Mückenart, die ursprünglich aus Südostasien stammt. Sie hat sich perfekt an den Siedlungsraum angepasst und schickt sich an, hier heimisch zu werden.

Die Mücke mit dem gestreiften Körper ist lästig, da sie auch tagsüber sticht, zudem kann sie tropische Krankheiten übertragen. Das ist in der Schweiz zwar noch nicht vorgekommen, aber Grund genug, ihre Ausbreitung zu beobachten und zu bekämpfen.

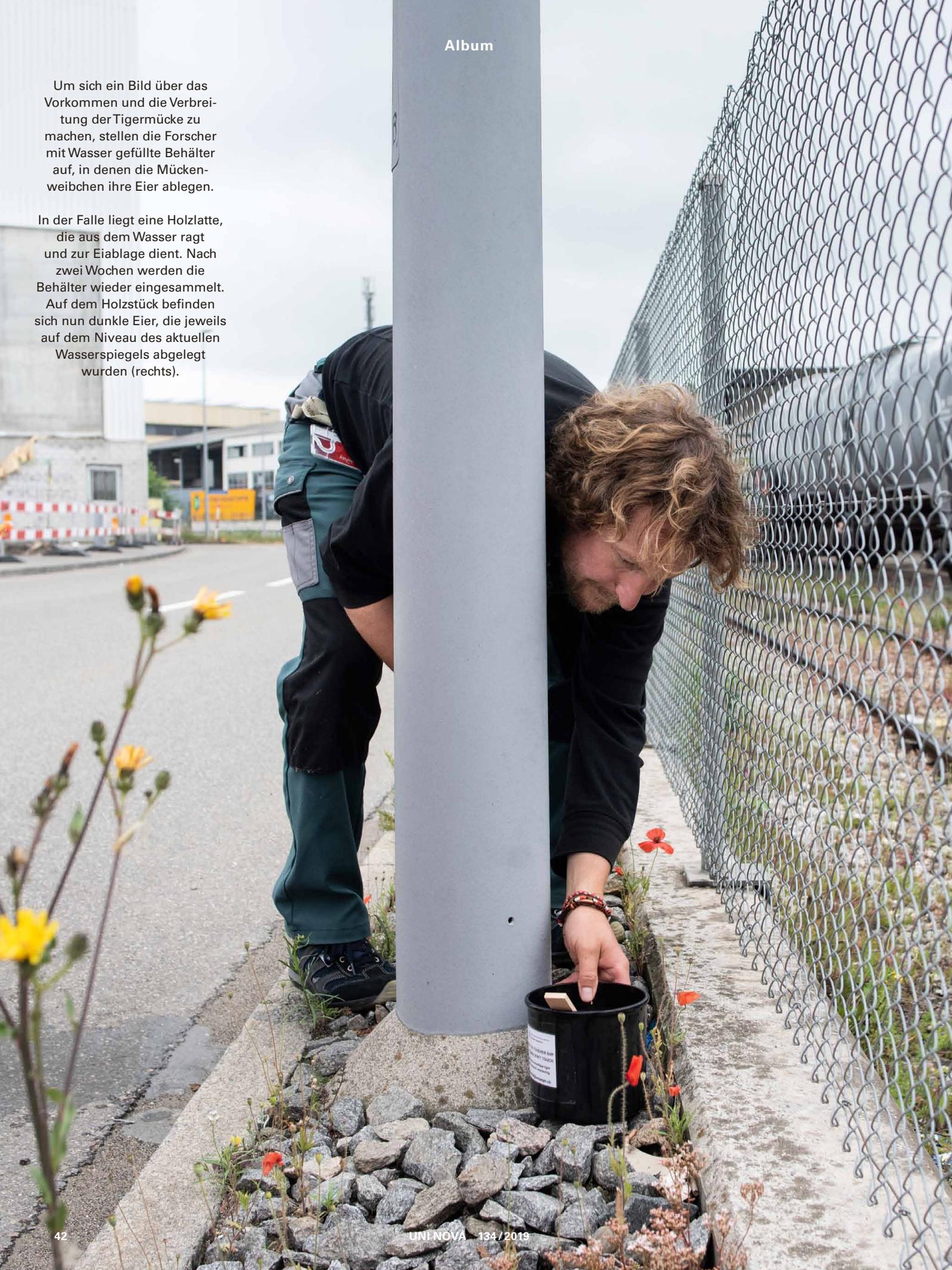
Die heutigen Populationen gehen auf Tiere zurück, die 1990 aus den USA nach Italien eingeschleppt wurden. Begünstigt durch den globalen Handels- und Reiseverkehr, hat die Tigermücke inzwischen weite Teile des Mittelmeerraums erobert und die Alpen überwunden. 2015 wurde sie auch in Basel nachgewiesen.

Seither beobachten Forschende des Schweizerischen Tropen- und Public Health-Instituts (Swiss TPH) die Verbreitung in der Region. «Wir haben an verschiedenen Orten Tigermücken gefunden», so Dr. Pie Müller, der das Monitoring-Projekt leitet. DNA-Analysen werden zeigen, ob es sich dabei um frisch eingeschleppte Tiere handelt oder ob sie aus Populationen stammen, die hier überwintert haben.

Auch wenn sich die Ansiedlung der Tigermücke wohl nicht verhindern lässt, verfolgen die Forscher das Ziel, die Populationen möglichst klein zu halten. Deshalb untersuchen sie auch das Verhalten der Mücken, beispielsweise ihre Flugeigenschaften. So lässt sich abschätzen, wie weit sie sich ohne Hilfe von Transportmitteln verbreiten können.

Um sich ein Bild über das Vorkommen und die Verbreitung der Tigermücke zu machen, stellen die Forscher mit Wasser gefüllte Behälter auf, in denen die Mückenweibchen ihre Eier ablegen.

In der Falle liegt eine Holzlatte, die aus dem Wasser ragt und zur Eiablage dient. Nach zwei Wochen werden die Behälter wieder eingesammelt. Auf dem Holzstück befinden sich nun dunkle Eier, die jeweils auf dem Niveau des aktuellen Wasserspiegels abgelegt wurden (rechts).







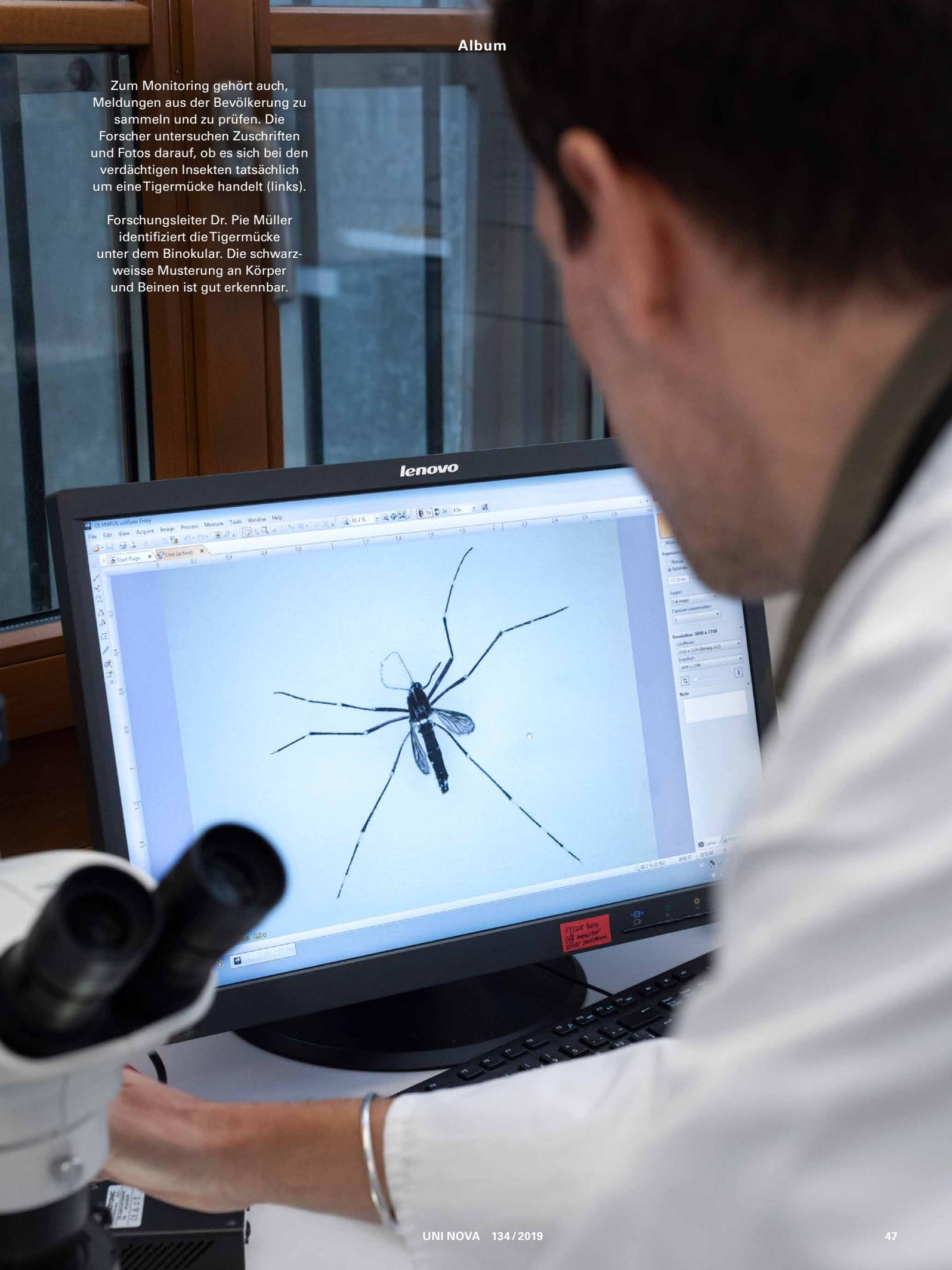
Potenzielle Brutstätten befinden sich oft entlang von Verkehrswegen, die beim Vormarsch der Tigermücke eine bedeutende Rolle spielen. Die Region Basel ist ein Knotenpunkt des internationalen Gütertransports auf Strasse und Schiene, weshalb die Forschenden – hier Martin Gschwind und Freya Pappert vom SwissTPH – diese Orte besonders überwachen.





Zum Monitoring gehört auch, Meldungen aus der Bevölkerung zu sammeln und zu prüfen. Die Forscher untersuchen Zuschriften und Fotos darauf, ob es sich bei den verdächtigen Insekten tatsächlich um eine Tigermücke handelt (links).

Forschungsleiter Dr. Pie Müller identifiziert die Tigermücke unter dem Binokular. Die schwarz-weiße Musterung an Körper und Beinen ist gut erkennbar.





Im Labor werden auch die Eier auf den Holzleisten ausgezählt. Mit massenspektrometrischen Methoden lässt sich bestimmen, ob die Eier von einer Tigermücke stammen.



**Pie Müller**

ist Forschungsgruppenleiter am SwissTPH und Dozent an der Universität Basel. Sein Interesse gilt besonders der Biologie von Stechmücken sowie der Erarbeitung und Umsetzung von neuen Methoden zu ihrer Überwachung und Bekämpfung. Er ist Schweizer Projektverantwortlicher von TIGER, einem trinationalen Netzwerk zur Überwachung der Asiatischen Tigermücke in der Oberrheinregion.

[tiger-platform.eu](http://tiger-platform.eu)

# Bakterien mit Viren bekämpfen.

Text: Yvonne Vahlensieck

Phagen sind auf Bakterien spezialisierte Viren, die ein grosses Potenzial für die Therapie von Infektionen haben. Basler Wissenschaftler suchen in freier Natur nach neuen Phagenarten, mit deren Hilfe sie die Schwachstellen von Bakterien identifizieren wollen.



**Alexander Harms** ist Projektleiter in der Forschungsgruppe von Prof. Dr. Urs Jenal am Biozentrum der Universität Basel.

**W**enn der Mikrobiologe Dr. Alexander Harms vom Biozentrum der Universität Basel nach frischem Material für seine Forschung sucht, geht er an den Rhein, zu einer Kläranlage oder in einen nahegelegenen Park. In den Proben, die er dort nimmt, wimmelt es nur so von seinen Versuchsobjekten – den sogenannten Bakteriophagen. Diese Phagen sind Viren, die in das Innere von Bakterienzellen eindringen und sich dort vermehren. Da die Bakterien bei diesem Prozess abgetötet werden, gelten die Phagen als die neue Wunderwaffe im Kampf gegen Infektionen – zumal derzeit immer mehr Krankheitserreger Resistenzen gegen Antibiotika entwickeln.

## Rückbesinnung auf alte Ideen

Dieser Ansatz ist allerdings nicht ganz neu: Schon vor rund 100 Jahren setzten experimentierfreudige Mediziner solche Phagen erfolgreich zur Bekämpfung von bakteriellen Infektionen ein. Doch nach der Entdeckung der Antibiotika geriet die Methode bei uns bald darauf fast in Vergessenheit. Phagen dienen anschliessend weiterhin als wichtiges Modellsystem in der molekularbiologischen Forschung, aber in den 1980er-Jahren rückten sie endgültig in den Hintergrund. «Während die Forschung in anderen Bereichen kontinuierlich weitergelaufen ist, gab es bei der Phagenforschung einen Generationenbruch», erklärt Harms. Er findet dies sehr bedauerlich, zumal das Biozentrum einst weltweit führend auf diesem Gebiet war. So erhielt der Basler Mikrobiologie-Professor Werner Arber 1978 den Nobelpreis für For-

schungsarbeiten, bei denen Phagen eine zentrale Rolle spielten.

Angesichts der Antibiotikakrise hat das Interesse an der Phagenforschung in den letzten Jahren wieder stark zugenommen. «Durch eine Fülle von neuen Techniken, beispielsweise durch das schnelle Sequenzieren des Erbguts, wurde den Forschenden erst richtig klar, wie viele unbekannte Arten von Phagen es noch zu entdecken gibt», sagt Harms. In jedem Wassertropfen, in jedem Krümel Erde stecken Abertausende von Phagen – darunter mit hoher Wahrscheinlichkeit auch solche, die das Potenzial haben, gefährlichen Bakterien den Garaus zu machen. Und das mithilfe von Mechanismen, die der Wissenschaft bislang noch unbekannt sind.

## Schlafende Bakterien im Visier

Genau hier setzt das Forschungsprojekt von Harms an: Aus seinen Proben isoliert er Phagen, die die Fähigkeit haben, Krankheitserreger wie Salmonellen, Kolibakterien oder Staphylokokken abzutöten. Die vielversprechendsten Exemplare unterzieht der Wissenschaftler dann einer genaueren Analyse. Zum Einsatz kommen dabei neueste molekularbiologische Techniken, aber auch viele der klassischen Methoden, die vor Jahrzehnten am Biozentrum mitentwickelt wurden. Das Ziel: herausfinden, mit welchen Tricks die Phagen die Bakterien ausschalten und welche Gene dabei eine Rolle spielen.

Besonderes Augenmerk richtet Harms dabei auf Bakterien, die sich einer Antibiotikabehandlung dadurch entziehen, dass sie zeitweilig in eine Art Tief-

schlaf verfallen. Diese sogenannten Persisterzellen sind vermutlich für chronische Infektionen wie Blasen- und Lungenentzündungen bei Patienten mit Zystischer Fibrose verantwortlich. Trotz mehrfacher Antibiotikabehandlung verschwinden diese chronischen Infektionen nie vollständig, sondern flammen immer wieder neu auf und verlaufen im schlimmsten Fall tödlich. Harms sucht deshalb gezielt nach Phagen, die Bakterien in einem solchen Schlafzustand angreifen können: «Wir wollen dann jene Gene in den Phagen identifizieren, die dabei helfen, die Persisterzellen zu vernichten.»

### Ziel: Phagen konstruieren

Dieser systematische Ansatz unterscheidet sich stark von der klassischen Phagentherapie, über die in letzter Zeit häufig in den Medien berichtet wird: Dort suchen Ärzte – etwa in Wasserproben aus Kläranlagen – nach einem Phagen, der zufällig genau jenes Bakterium angreift, mit dem ein bestimmter Patient infiziert ist. Dieser Phage wird dann vermehrt und dem Patienten oft unter Zeitdruck ohne genaue Analyse seiner Wirkungsweise verabreicht. Harms betrachtet dieses Vorgehen mit Sorge: «Das Problem ist, dass alles sehr empirisch ist. Man weiss nicht genau, was zwischen Phagen und Bakterien im Körper der Patienten passiert und warum es in einem Fall funktioniert, im anderen nicht.»

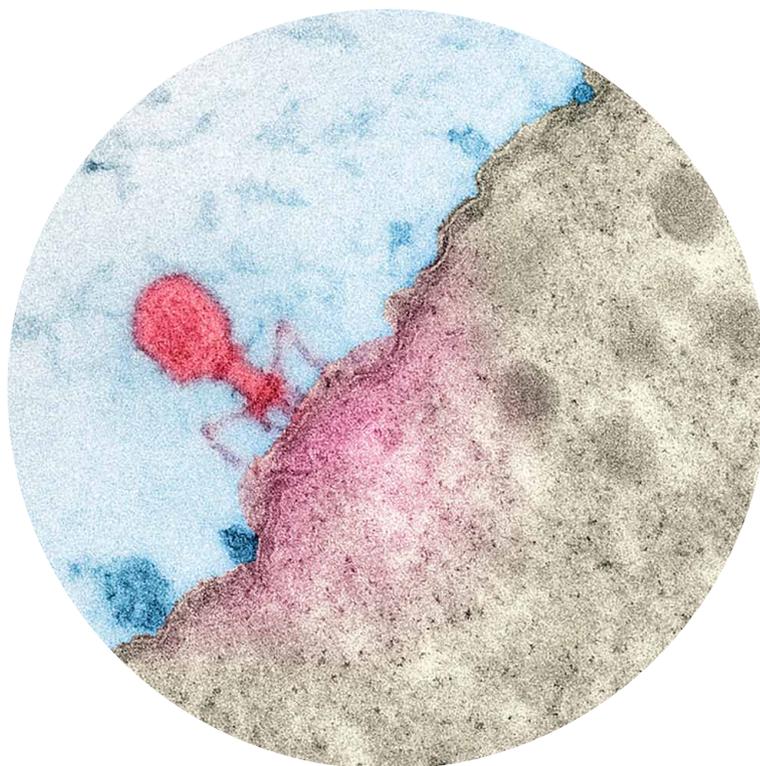
Der Plan des Forschers ist es deshalb, nach und nach ein ganzes Arsenal an Phagengenen zu sammeln und daraus basierend auf einigen bekannten Grundtypen massgeschneiderte Phagen zu konstruieren. Diese könnten beispielsweise speziell auf die Bekämpfung von chronischen Krankheiten zugeschnitten sein. Davon würden dann nicht nur einzelne Erkrankte, sondern grössere Gruppen von Patienten profitieren. Harms hofft auch, dass die durch seine Analysen gewonnenen Erkenntnisse dazu beitragen, gezielt weitere antibakterielle Medikamente zu entwickeln.

### Keine Probleme durch Resistenz

Der Einsatz von Phagen hat noch einen weiteren Vorteil gegenüber der Antibiotikatherapie: Das Risiko, dass Bakterien eine dauerhafte Resistenz gegen Phagen entwickeln, ist nach Einschätzung von Experten sehr gering. Selbst wenn sich bei den Bakterien Abwehrmechanismen gegen Phagen bilden, passen sich diese sehr schnell an. Bei diesem Wettrüsten haben die Phagen schon seit Millionen von Jahren die Nase vorn. «Bakterien evolvieren sehr schnell. Aber es gibt etwas, das noch schneller evolviert, und das sind Phagen», so Harms. Er möchte seine nach Mass gebauten Phagen zusätzlich so ausstatten, dass sie die Bakterien gleichzeitig an mehreren verletzlichen Stellen

angreifen. Dadurch verringert sich die Gefahr, dass Bakterien den Phagen durch eine einfache Anpassung entweichen können. Auch das Auftreten von gefährlichen Nebenwirkungen ist nicht wahrscheinlich, denn nach bisherigen Erfahrungen sind Phagen für den Menschen ungefährlich.

Nicht nur Harms, sondern auch viele Forschende auf der ganzen Welt sind überzeugt, dass es in der Welt der Phagen noch viel Neues zu entdecken gibt. Dies durften etwa auch die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten erfahren, die in diesem Sommer an der «Basel Summer Science Academy» teilgenommen haben. Sie sammelten Proben aus dem Rhein und isolierten daraus Phagen, die Harms nun genauer charakterisieren will. Vielleicht enthält eines dieser Exemplare ein noch unentdecktes Gen, das in Zukunft dabei hilft, Menschen mit schweren Infektionskrankheiten wieder vollständig gesund zu machen. ■



Ein Bakteriophage (rot) infiziert ein Bakterium und tötet es ab.

# Montagen zwischen Kunst und Politik.

Text: Ylenia Sartorel



In seinen Fotomontagen hat sich der deutsche Künstler John Heartfield in der Zwischenkriegszeit kritisch mit gesellschaftlichen Themen auseinandergesetzt. Eine Basler Kunsthistorikerin hat seine Werke neu durchleuchtet.

**W**ährend der Zwischenkriegszeit fertigte der Künstler John Heartfield (1891–1968) eine Reihe von politischen Fotomontagen an, welche populäre Illustrierte wie die auflagenstarke «Arbeiter-Illustrierten-Zeitung» (AIZ) regelmässig abdruckten. Zu einer seiner bekanntesten Arbeiten gehört noch heute «Der Sinn des Hitlergrusses», auf welcher der «Führer» seine Hand nach oben nach Geld streckt, das ihm ein überdimensional grosser Mann überreicht.

### Mit Licht und Lupe

Heartfields Fotomontagen, die bisher vor allem aus kunsthistorischer und ästhetischer Sicht erforscht wurden, hat die Kunsthistorikerin und Soziologin Vera Chiquet nun aus einer interdisziplinären Perspektive analysiert. So stellte sie sich etwa die Frage, welche Rolle seine Werke in der Gesellschaft spielten und welche Techniken in den Fotomontagen stecken. Dafür waren ihr nicht nur soziologische, sondern auch kunsthistorische Aspekte wichtig: Mit einem speziellen Licht und einer Lupe konnte Chiquet den Herstellungsspuren anhand der AIZ-Originale nachgehen.

Heartfield, der bereits 1933 aus Nazi-Deutschland flüchten musste und ab 1950 in der DDR lebte, gilt als eigentlicher Erfinder der politischen Fotomontage. Als sensibler Künstler achtete er darauf, was um ihn herum passierte – und verarbeitete dies in seinen Arbeiten. Damit leistete er einen wichtigen Beitrag dazu, mit der Bildmanipulation eine Reflexion bei den Rezipienten auszulösen. «All dies tat er in einer äusserst schwierigen Zeit und trotzdem mit Humor, mit Galgenhumor – es war seine Art, um die schwere Zwischenkriegszeit zu überstehen», sagt die Forscherin.

### Reaktion auf Propaganda

Wichtige Voraussetzungen von Heartfields Arbeiten waren die leichte Reproduzierbarkeit und die massenhafte Verbreitung der Fotografie, ein mediengeschichtliches Merkmal jener Zeit. In den Jahren vor 1939 seien die beiden Bildmedien Fotografie und Malerei noch stark miteinander verbunden gewesen, erläutert Chiquet. Fotografien wurden selten

als Original abgedruckt, sondern meistens noch von Hand bearbeitet: So wurden für die Werbefotografie aufwendige Retuschierarbeiten vorgenommen.

Heartfield liess auch die Technik, wie sie in der Werbung verwendet wurde, in seine Werke einfliessen, jedoch immer mit einem kritischen Hintergedanken. Seine Fotomontagen und Collagen seien auch als eine Reaktion auf die damalige Propaganda der europäischen Diktatorländer zu verstehen, so die Forscherin. Vor allem die italienischen Faschisten arbeiteten oft mit Fotomontagen mit übertrieben dargestellten Inhalten.

Aus wie vielen verschiedenen Einzelteilen seine Bilder bestehen, sieht man den Arbeiten auf den ersten Blick nicht unbedingt an. Die einzelnen Fotografien scheinen ineinander überzugehen. Erst am neu zusammengesetzten Inhalt wird erkennbar, dass es sich um eine Montage handelt. «Heartfield hatte nie die Intention, Menschen zu täuschen, sondern wollte das Publikum dazu anregen, über den eigenen Medienkonsum zu reflektieren und ihn kritisch zu hinterfragen», sagt Chiquet. Seine Fotomontagen sollten darauf aufmerksam machen, dass die Technik die Wahrnehmung täuschen kann. Um dies deutlich zu deklarieren, stand jeweils unter den Werken: «Fotomontage: John Heartfield».

### Ästhetik der Werbung

Die Werbung als Verbindung zwischen Kunst und Massenmedien: Gerade dass die Aufmerksamkeit im ersten Moment auf das Bild gelenkt werden soll, ist ein typisches Element der Werbung – genauso wie heute. Eine «kluge Falle» nannte der deutsche Philosoph Walter Benjamin dieses Phänomen, die Aufmerksamkeit zu wecken und festzuhalten. «Dass der erste Schein trügt, ist eine Gemeinsamkeit von Werbung und Heartfields Werken – mit dem Unterschied, dass Heartfield auf die Absicht und den Trug von Werbeplakaten und Propaganda hinweisen wollte», sagt Chiquet.

Mit der speziellen Ästhetik seiner Montagen hatte Heartfield nicht die Absicht, komplizierte Kunstwerke zu schaffen, sondern ein breites Illustriertenpublikum anzusprechen. «Seine Arbeiten

sind keineswegs komplexe Collagen, die nur mit grossem Aufwand rezipiert werden können, sondern es ist auf einem Blick schon viel erkennbar», sagt Chiquet.

Die Forscherin untersuchte vor allem Heartfields Beiträge in einer der grössten deutschen Publikumszeitschriften jener Zeit. Die AIZ, die vom kommunistischen Verleger und Redaktor Willi Münzenberg geleitet wurde, erschien zwischen 1921 und 1933 in Berlin und von 1933 bis 1938 im Prager Exil. Sie galt für ihre Zeit als eine innovative Illustrierte, die häufig mit Bildern und Bilderzählungen arbeitete. Für die Beliebtheit der Zeitschrift spielte Heartfield eine wichtige Rolle – und zahlreiche Leserinnen und Leser schnitten seine Illustrationen oftmals aus, um sie aufzuhängen.

### «Fake News» der Zwischenkriegszeit

«Ich bin fasziniert davon, wie unglaublich stark die verschiedenen Bereiche – Politik, Alltag, Werbung, Kunst, Technik – in den damaligen Massenmedien miteinander verwoben waren», sagt Chiquet, die heute im Digital Humanities Lab der Universität Basel forscht. Heartfield zeige nicht nur politische Themen, sondern lasse auch die zeitgenössische Werbekultur und (Foto-)Techniken in seine Werke einfliessen. Für die Rezeption ist es wichtig, zu wissen, dass es sich jeweils um Montagen handelt.

Auch wenn der gesamte Inhalt eines Bilds nicht der Realität entspricht – die einzelnen Bestandteile tun es. Sie werden durch die Technik der Collage in einen neuen Kontext gestellt und damit umgedeutet. Das Phänomen von «Fake News» war damit bereits in der Zwischenkriegszeit in Deutschland wie in anderen Ländern ein Thema. Mit Manipulation und Absicht wird eine erfundene Nachricht aus (politischem) Anlass verbreitet – damals wie heute. ■

Grafik und Werbung:  
AIZ-Titelblatt von John Heartfield (1933)  
und FLIT-Insertat (1929).

# Atemluft verrät Krankheiten.

Text: Martin Hicklin

Die ausgeatmete Luft jedes Menschen zeigt sein persönliches Stoffwechselprofil. Am Universitätskinderspital beider Basel wird untersucht, wie sich damit bestimmte Krankheiten erkennen und überwachen lassen.

**U**nglaublich, aber wahr: In einem Stoss Luft, den wir ausatmen, steckt eine grosse Menge an Informationen, die für die Diagnose und Behandlung von Krankheiten nutzbar wären. Sie haben die Gestalt winziger Spuren von flüchtigen Stoffen, die nun gemessen werden können. Der chemische «Atemabdruck» könnte Auskünfte geben, die sich – wenn überhaupt – sonst nur etwa aus Blut und Urin ablesen liessen. Zum Beispiel, wie unser Körper Stoffe umwandelt, wie unsere Lunge arbeitet und was uns in Sachen Stoffwechsel von anderen unterscheidet. Mit typischen Spuren in der Atemluft verraten sich auch mikrobielle Mitbewohner. Damit können in Zukunft Krankheiten wie Lungenentzündungen angezeigt werden.

Anhand des Atembilds liessen sich so Krankheiten theoretisch nichtinvasiv überwachen. Leicht wie Luft ist dabei das Vorgehen: Statt sich ständig stechen zu lassen und Blut abgeben zu müssen, haben die Patientinnen und Patienten nur in eine Röhre zu blasen – besonders im Umgang mit Kindern eine Wohltat. Im Gegensatz zur Diagnostik mit Blut oder Urin findet bei der Atemanalyse keine Präparation der Proben statt. Die gesuchte Information steht damit sofort zur Verfügung und macht die Methode für die Klinik besonders attraktiv.

## Informationen aus der Luft

Doch noch ist es nicht ganz so weit. Der Schatz an Informationen aus der Atemluft will erst noch richtig gehoben und verlässlich gedeutet werden. Einer, der hier an vorderster Front Neuland erobert, ist Prof. Dr. Pablo Sinues, Botnar-Forschungsprofessor für Pädiatrische Umweltmedizin und Mitglied des Departements für Biomedical Engineering der Universität Basel.



**Pablo Sinues** ist als Botnar-Forschungsprofessor für Pädiatrische Umweltmedizin an der Universität Basel am Universitäts-Kinderspital beider Basel tätig, zudem ist er Mitglied des Departements für Biomedical Engineering der Universität Basel.

ments für Biomedical Engineering der Universität Basel. Als einer der Pioniere auf dem Feld der massenspektrometrischen Analyse flüchtiger («volatiler») organischer Stoffe in der Atemluft hat sich der 42-jährige Spanier früh an der Entwicklung der hochsensiblen Apparaturen beteiligt: «Wir versuchen, neue Werkzeuge und Methoden für noch ungelöste klinische Probleme und die Diagnose und Überwachung von Krankheiten zu entwickeln.»

Sinues, der Chemie und Maschinenbau studierte, ist überzeugt, dass das noch erstaunlich wenig bearbeitete Feld eine grosse Zukunft hat. Sein Vorteil in Basel: Am Universitätskinderspital beider Basel kann er mit seinem Team direkt mit jungen Patienten forschen und zugleich engen Kontakt mit den behandelnden Ärztinnen und Ärzten pflegen.

## Empfindlich wie eine Hundsnase

Eine Atemanalyse ist ziemlich anspruchsvoll. Es gilt, Werkzeuge mit ausreichender Sensibilität einzusetzen und der Maschine die zu analysierenden Proben in der richtigen Form in Echtzeit anzubieten. Jetzt steht auch in Basel eine Apparatekombination zur Verfügung, die empfindlich genug ist, um die relevanten Moleküle organischer Verbindungen aufzuspüren und die in die Klinik eingeführt werden kann.

Bereits als Gastdoktorand in Yale war Sinues an der Entwicklung solcher sensitiven Apparaturen beteiligt. Dort arbeitete er im ehemaligen Labor von Chemienobelpreisträger John B. Fenn, der 2002 für seine Verdienste auf dem Gebiet der Massenspektrometrie ausgezeichnet worden war. Vor acht Jahren wechselte Sinues an die ETH Zürich, um diese Technologie weiterzuentwickeln und sie in klinischen

Pilotstudien zu testen. Nach seiner Habilitation 2015 übernahm er, Mitinhaber von zwei einschlägigen Patenten, vor zwei Jahren schliesslich die Botnar-Proessur in Basel.

Herzstück der nun im Universitätskinderspital beider Basel installierten Anlage ist eine spezielle Apparatur. Diese bereitet den ausgeatmeten Luftstoss synchron so auf, dass das nachgeschaltete, im Handel erhältliche hochempfindliche Massenspektrometer die in Parts per Trillion gemessenen minimalen Mengen von Substanzen nach ihrem Molekulargewicht unterscheiden kann. Nur eine Hundennase kann da mithalten.

### «Atemabdruck» als Kurve

Als «Atemabdruck» erscheinen auf dem Bildschirm Zacken oder Peaks in einer fortlaufenden Kurve, die jeweils auf das Vorhandensein von Stoffen bestimmter Masse hinweisen. Das können Tausende und damit ein Berg von Daten werden. Damit das überhaupt funktioniert, müssen die Moleküle im Atemstoss elektrisch geladen oder ionisiert werden. Dies wird mithilfe eines Elektrosprays erreicht. «Sekundäre Elektrospray-Ionisierung mit hochauflösender Massenspektrometrie» oder SESI-HRMS heisst denn auch die Technik. Sinues war an der Entwicklung dieses für die Untersuchung zentralen Geräts mitbeteiligt. Es wird inzwischen als «SUPER-SESI» von einer spanischen Firma produziert, die von einem früheren Postdoktoranden von Sinues an der ETH Zürich gegründet wurde.

Nun gilt es zweifelsfrei zu belegen, dass die Messungen vergleichbar und wiederholbar sind. Es müssen daher Standardprozeduren für den Routineeinsatz der Atemanalyse erarbeitet werden. Eine dafür grundlegende technische Arbeit hat Sinues mit anderen Forschenden im Frühling 2019 publiziert. Mit jedem analysierten Atemstoss wächst derweil die Datensammlung von Peaks sowie zugehörigen Informationen und wartet darauf, interpretiert zu werden.

### 15 Minuten statt zwei Tage

Die SESI-Atemanalyse hat laut Sinues eine Zukunft in der Überwachung heikler Dosierungen von Medikamenten. So ist etwa in der Behandlung von Epilepsie oder Krebs das sogenannte «therapeutische Fenster» eng. Das heisst, die Abstände zwischen einer unwirksamen, einer wirksamen und einer schädlichen Dosierung sind klein und die Unterschiede von Patient zu Patient gross. Um gerade bei Kindern eine sichere personalisierte Behandlung zu gestalten, müssen heute eine Reihe von Blutproben entnommen werden. Derzeit arbeitet Sinues daran, die Nadel gegen eine nichtinvasive Atemanalyse zu tauschen. Es wäre

eine enorme Entlastung für die Kinder. Unschlagbarer Vorteil dazu: Man weiss sofort, woran man ist, und muss nicht auf die Nachricht aus dem Labor warten. Die angestrebte Entlastung der kleinen Patienten und Patientinnen ist ganz im Sinn der in Basel beheimateten, auf Themen der Kindergesundheit fokussierten Botnar-Stiftung, welche die Anlage finanziert hat.

Um das Ganze zu beschleunigen, hat Sinues das Start-up «Deep Breath Initiative» mitbegründet, das die internationale Forschungstätigkeit in diesem Feld vereinen soll, um sie dem allgemeinen Gesundheitswesen nutzbar machen zu können. Dieses Start-up wird von der Universität Basel mit dem Innovation Space unterstützt. In einem weiteren, zusammen mit dem «Exhalomics»-Konsortium an Universität Zürich, Universitätsspital Zürich sowie ETH Zürich betriebenen Projekt wird versucht, per Atemanalyse Lungenentzündungen zu diagnostizieren und deren Erreger nach ihren Stoffwechselprodukten zu unterscheiden. Gelänge das, würde bereits in 15 Minuten ein Resultat vorliegen – heute muss man noch zwei Tage darauf warten, wobei es bei Patienten zu schwerwiegenden Komplikationen kommen kann. ■



Spezielle Apparatur: Der ausgeatmete Luftstoss wird so aufbereitet, dass ein Massenspektrometer minimale Mengen von Substanzen unterscheiden kann. (Bild: UKBB)

## Entscheidungen und Münzwürfe.

Um eine gute Entscheidung zu treffen, möchten wir meist besonders viel wissen. Doch sind mehr Informationen nicht immer besser, und sie können zum Beispiel dazu führen, dass man die Sache aufschiebt oder sogar suboptimale Entscheidungen trifft.

Diesem Thema ist eine Studie der Doktorandin Maria Douneva von der Fakultät für Psychologie nachgegangen. Ihr Ergebnis: Wer bei einer Entscheidung eine Münze wirft, wird deswegen nicht unbedingt das machen, was die Münze vorschlägt – hat dafür aber ein geringeres Bedürfnis nach weiteren Informationen.

In fünf Online-Experimenten mit unterschiedlichen Situationen und Stichproben liess die Forscherin insgesamt 997 Teilnehmende zwischen zwei Optionen

entscheiden: etwa ob sie den Vertrag eines Mitarbeiters verlängern würden oder an welche wohltätige Organisation sie einen Geldbetrag spenden möchten. Ein Teil der Teilnehmenden bekam nach der getroffenen Vorentscheidung einen virtuellen Münzwurf mit einer der beiden Optionen zu sehen. Sie waren aber frei, selbst zu entscheiden. Tatsächlich liessen sich die Studienteilnehmenden nach ihrer Vorentscheidung selten von der Münze in ihrer endgültigen Entscheidung beeinflussen. Jedoch verspürten sie ein niedrigeres Bedürfnis nach zusätzlichen Informationen als bei den Kontrollgruppen ohne Münzwurf. So benötigten sie seltener weitere Informationen über den Mitarbeiter, um dessen Vertragsverlängerung es ging, und verbrachten weniger

Zeit auf den Webseiten der Organisationen, an die sie am Ende gespendet haben. Die Ergebnisse der Experimente, so die Sozialpsychologin, zeigen somit eine Möglichkeit, wie man Entscheidungsblockaden oder dem Aufschieben von Entscheidungen entgegenwirken könnte. ■



## Master your future.

Be a student for a day and join one of our classes among the 23 Master's programmes.

**www.usi.ch/open-days**



Campus Mendrisio  
Campus Lugano



Università della Svizzera italiana



### Doppelbödiges Emotion Keine Kunst ohne Staunen

Dass Staunen der Anfang der Philosophie sei, ist ein akademischer Gemeinplatz. Nicola Gess, Professorin für Neuere Deutsche Literaturwissenschaft, zeigt in ihrem neuen Buch, dass Staunen aber auch grundlegend für die Begründung der modernen Ästhetik und Poetik ist.

Im Rückgriff auf Literatur und Philosophie vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart geht sie der Frage nach, was Staunen damals und heute bedeutet. Was wollen die Dichter und Denker damit befördern? Moralische Besserung, Erkenntnisuche, Belebung der Fantasie oder gar politischen Protest? Welche rhetorischen und literarischen Tricks setzen sie ein, um ihr Publikum zum Staunen zu bringen? Und was ist die Relevanz des Staunens für Kunst und Kunstreflexion heute?

Beispiele, unter anderem von Johann Jakob Breitinger, Immanuel Kant, Ludwig Tieck und Walter Benjamin, geben Antworten: Auf Tuchfühlung mit einer Ästhetik der Affirmation ist das Staunen immer auch der anhaltenden Irritation, dem Zweifel und der Kritik verpflichtet. ■

Nicola Gess: *Stauen. Eine Poetik.*

Wallstein Verlag, Göttingen 2019  
176 Seiten, EUR 14.90



### Basels erster Film Panorama der Belle Epoque

Auf der alten Basler Rheinbrücke stellte ein Kameramann im Herbst 1896 den hochmodernen Kinematografen der Lyoner Fabrikanten Lumière auf und drehte während 50 Sekunden eine Ansicht von Kleinbasel. Doch der Eindruck von spontaner Beiläufigkeit trägt.

Dank einer genauen Analyse dieses Filmdokuments und jahrelanger Detektivarbeit konnten die Autorinnen und Autoren völlig unerwartete Einsichten in die Hintergründe der Produktion und in die Beziehungsgeflechte der Beteiligten eröffnen. Dabei ist es gelungen, die Identität der zentralen Figuren dieses minutiös inszenierten Films zu enthüllen.

Die Publikation des interdisziplinären Forschungsprojekts zum ersten Basler Film zeichnet nicht nur historische, sondern auch wirtschaftliche und mediale Kontexte nach. Das Forschungsteam um Hansmartin Siegrist, Lehrbeauftragter am Fachbereich Medienwissenschaft, leistet mit dieser Rekonstruktion einen eminenten Beitrag an die Film- und Stadtgeschichte von Basel. ■

Hansmartin Siegrist: *Auf der Brücke zur Moderne. Basels erster Film als Panorama der Belle Epoque.*  
Christoph Merian Verlag, Basel 2019  
400 Seiten, CHF 49



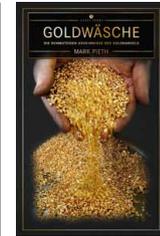
### Arbeit von Frauen Frauenbewegung um 1900

Was ist Arbeit? Welche Formen gibt es? Und was bedeutet welche Arbeit für Frauen? Diesen Fragen geht das vorliegende Buch nach, indem es Frauen zu Wort kommen lässt, die sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts politisch engagiert haben. Sie erzählen über kaum erforschte Formen von Arbeit und erinnern an vergessene Möglichkeiten feministischer Politiken.

Diese Frauen und ihre Organisationen waren sich keineswegs immer einig. Sie debattierten intensiv über Themen wie Bildung, Beruf, hauswirtschaftliche Arbeit, Fabrikarbeit, Heimarbeit und Dienst. In einem stimmten sie allerdings überein: Nicht weniger als das Wohlergehen der Menschheit und der Welt hängt von den Frauen, von ihrer Arbeit und ihrer feministischen Urteilskraft ab.

Die Historikerin Simona Isler, die an der Universität Basel promoviert hat, nimmt diese Perspektive ernst und gewinnt daraus neue Einsichten in die Geschichte der Arbeit und der Frauenbewegung, aber auch Impulse für aktuelle feministische Debatten. ■

Simona Isler: *Politiken der Arbeit. Perspektiven der Frauenbewegung um 1900.*  
Schöningh Verlag, Basel  
272 Seiten, CHF 48



### Globaler Goldhandel Grossmacht Schweiz

Die brisante, exklusiv recherchierte Darstellung eines wirtschaftspolitischen Schlüsselthemas führt sowohl zur glitzernden Welt der Goldverarbeitung als auch zu den übelsten Minenregionen der Welt.

Mark Pieth, Professor für Strafrecht in Basel, beleuchtet die historischen Wurzeln des Goldhandels und die aktuellen Lieferketten, die von den Minen über die Raffinerien und geheimen Zwischenhändler bis zu den Konsumenten führen: den Zentralbanken, Investoren, Juwelieren und Uhrmachern. Dabei offenbart er die enorme Problembelastung der Goldgewinnung, die mangels verbindlicher Regulierung im Verborgenen bleibt: schwere Umweltzerstörung, Zwangsarbeit und Menschenhandel, Vertreibung, Potentatengeld und Geldwäscherei.

Die Schweiz ist nicht nur im Finanzbereich und im Rohstoffhandel eine Grossmacht: Auch im globalen Goldhandel ist die Schweiz führend. Doch während etwa die EU bestehende OECD-Richtlinien jüngst in verbindliches Recht überführt hat, setzt die Schweiz weiterhin auf freiwillige Selbstregulierung. ■

Mark Pieth: *Goldwäsche. Die schmutzigen Geheimnisse des Goldhandels.*  
Salis Verlag, Zürich 2019  
304 Seiten, CHF 32

# Buddha und die Urchristen.

Hat der Buddhismus aus Indien die ersten Christen im Vorderen Orient beeinflusst? Indizien deuten darauf hin.

Text: Stephan Peter Bumbacher

In Pompeji – im Jahr 79 n. Chr. durch einen Ausbruch des Vesuv zerstört – wurde 1938 eine besonders erhaltene indische weibliche Statuette aus Elfenbein entdeckt, vermutlich die Göttin Lakshmi darstellend. Wie kam sie nach Italien? Noch heute sind in ganz Südindien und sogar in Kashmir römische Münzen zu finden. Wie gelangten sie nach Indien? Weiträumige Wirtschafts- und Kulturkontakte sind nicht erst eine neuzeitliche Erscheinung. So kontrollierten die Römer zu ihren besten Zeiten den Handel um und über das Mittelmeer, unterhielten darüber hinaus im 1. bis 4. Jh. n. Chr. planmässige Schiffsverbindungen nach Indien und verfügten dort sogar über eine Reihe von Handelsniederlassungen, etwa in Muziris (heutiges Cranagore), Poduka (Arikamedu) oder Comari (Kumari). Bereits der Historiker Strabo spricht im 1. Jh. n. Chr. von südostasiatischen Waren, die über das heutige Sri Lanka nach Rom eingeführt wurden.

Kultureller Austausch kann aber auch durch Kriege vermittelt werden. Schon 325 v. Chr. – der Buddha war rund ein Jahrhundert vorher gestorben – gelangte Alexander der Grosse mit seiner Armee und den mitreisenden Wissenschaftlern bis an den Indus. Von ihm berichtete etwa Arrian, dass er, der vom Philosophen Aristoteles ausgebildet worden war, sich auf eine Disputation mit brahmanischen *Gymnosophistai* oder «Nacktphilosophen» eingelassen hatte, in welchen man Geistesverwandte der griechischen Kyniker erkannte. Griechischer Einfluss ist auch sichtbar in der Kunst von Gandhara, und der indogriechische König Menander (ca. 130–100 v. Chr.), unter indischem Namen Milinda, spielt eine der «Hauptrollen» im buddhistischen Werk *Milindapañha*.



**Stephan Peter Bumbacher**

ist Professor für Sinologie und Religionswissenschaft an der Universität Tübingen. Bis 2019 unterrichtete er an der Universität Basel vergleichende Religionswissenschaft mit Schwergewicht auf asiatische Religionen und an der Universität Zürich klassische Sinologie. Er arbeitet an der Rekonstruktion und kritischen Edition des chinesischen Philosophen Zhuangzi (3. Jh. v. Chr.) und forscht über die kognitiven und anthropologischen Ursachen von Religionen sowie ihren Interaktionen.

Man kann sich nun fragen, ob auch religiöse Vorstellungen im geistigen Gepäck von Kaufleuten und Karawanenführern oder im «Tornister» von heimkehrenden Soldaten nach Westen gelangt sein könnten. Immerhin finden sich um 230 n. Chr. im Werk *Philosophoumenos* des Kirchenlehrers Hippolytus präzise Informationen über die religiösen Vorstellungen der Brahmanen, welche die Kenntnis der indischen *Upanishaden* voraussetzen, möglicherweise in griechischer Übersetzung. Und etwa zur selben Zeit nennt der Kirchenvater Clemens von Alexandria in seinem Werk *Stromateis* neben den Brahmanen auch die Sarmaten (gemeint: *shramanas*, Asketen): «Zu den Indern gehören die Anhänger der Lehre des Bouitta (Buddha), den sie wegen seiner alles überragenden Heiligkeit wie einen Gott geehrt haben.» Somit verfügten spätestens im beginnenden 3. Jh. christliche Intellektuelle über gewisse Kenntnisse indischer Religionen. Diese können nicht nur auf dem Seeweg in den Westen gelangt sein, sondern auch über die Seidenstrasse, die von Luoyang in China nach Antiochia nahe der Mittelmeerküste und in die Hafenstadt Tyros führte. Auf dieser Route breitete sich der Buddhismus spätestens seit dem 1. Jh. n. Chr. ostwärts nach China aus.

Könnten buddhistische religiöse Inhalte oder Motive in mündlicher Form über Zwischenstationen und Sprachgrenzen hinweg bis nach Palästina gelangt sein und Eingang ins Neue Testament gefunden haben? In der Tat gibt es eine Reihe von Forschern, die dies bejahen. Von den gefundenen Textkandidaten sollen hier zwei Beispiele vorgestellt werden.

Unter den bekannten Religionen findet sich nur im Buddhismus und im Christentum eine böse, ver-

führerische Macht, welche ihre Stifter einer Prüfung unterzieht: In den frühen Hīnayāna-Schriften tritt Māra, der Böse, auf, um Gautama (Buddha) von seinem Weg abzubringen. Erst soll dieser der Askese entsagen, später versucht Māra, ihn mit aller Macht an der Erleuchtung zu hindern. Schliesslich will der Böse den greisen Buddha dazu bringen, vorzeitig ins Nirvāṇa einzugehen, worauf sich dieser nicht einlässt. In späteren Mahāyāna-Schriften wird die Versuchungsszene im Detail ausgestaltet: Drei Versuche unternimmt Māra, um Gautama an der Erleuchtungs-Meditation zu hindern. Zunächst greift er ihn mit einem Dämonenheer an, dann mobilisiert er die Naturgewalten und schliesslich wenden seine drei Töchter all ihre Verführungskünste an. Es versteht sich, dass Gautama allen Versuchungen standhält.

Eine inhaltliche Parallele kann man im Neuen Testament sehen: Hier ist es der Teufel, der Jesus einer Prüfung unterzieht. Während die Versuchung Jesu von Johannes nicht und von Markus lediglich mit einem Satz erwähnt wird, schildern Matthäus und Lukas die Versuchung Jesu in der Wüste nach langem Fasten: Der Teufel forderte ihn auf, aus Steinen Brot werden zu lassen. Es folgen zwei weitere Episoden: Jesus wird auf die Zinnen des Tempels gebracht, um sich von dort hinabzustürzen, denn als Gottes Sohn würden ihn die Engel auf Händen tragen. Auch wurden ihm auf einem sehr hohen Berg alle Reiche der Welt vorgeführt, die ihm zu eigen sein würden, wenn er bereit wäre, sich vor dem Teufel niederzuwerfen und ihn anzubeten. Jesus widersteht auch diesem.

Bei allen Unterschieden ist der buddhistischen und der christlichen Geschichte gemeinsam, dass ihre Religionsstifter an einem einsamen Ort in Versuchung geraten, dass zwischen Versucher und Versuchtem ein Gespräch stattfindet, dass der Versucher «Herrscher» dieser Welt ist und dass sowohl Buddha wie Jesus vor ihrem Eintritt ins öffentliche Leben stehen. Eine Textabhängigkeit beider Geschichten besteht nicht, eine motivische Verwandtschaft hingegen schon: Hätte Gautama der Versuchung nicht widerstanden, wäre er um seine Erleuchtung – und im Nachgang dazu um seine Lehre – geprellt worden. Hätte Jesus nachgegeben, wäre er nicht zu seiner Mission gekommen.

Eine zweite Parallele stellen die Wundergeschichten vom Wandeln auf dem Wasser von Buddha und Jesus dar. In einem alten Text, dem Mahāvagga des Vinaya Pitaka, ist von einer Überschwemmung die Rede. Der Buddha geht alleine meditierend auf dem Wasser. Kassapa, einer anderen religiösen Tradition angehörend, fürchtet um ihn und begibt sich mit Gleichgesinnten in einem Boot zu ihm. Bei Buddha angekommen, fragt er: «Bist Du es, grosser As-

ket?» Der Buddha bejaht und besteigt das Boot. Kassapa aber soll sich dank dieses Wunders zur Tradition des Buddha bekehrt haben. Im Neuen Testament bei Matthäus betet Jesus alleine auf dem Berg. Die Jünger, welche sich in einem Boot auf dem See befinden, geraten in Not. Sie sehen plötzlich eine auf dem Wasser wandelnde Gestalt, erkennen Jesu aber nicht und halten ihn für ein Gespenst. Jesus spricht sie an, gibt sich zu erkennen, besteigt das Boot und der Wind legt sich. Hier werden die kleingläubigen Jünger in ihrem Glauben bestärkt.

Unterschiede zwischen der buddhistischen Version und der christlichen Parallele sind nicht zu übersehen: Der Buddha befindet sich scheinbar in Not – die Jünger Jesu sind in Gefahr. Die Anhänger einer anderen Tradition sind im Boot – Jesu eigene Anhänger befinden sich im Schiff. Andererseits sind Gemeinsamkeiten offenkundig: Beide Protagonisten sind an einem einsamen Ort mit sich selber beschäftigt (Meditation, Gebet), beide wandeln auf unruhigem Wasser, jedes Mal wechselt die Optik: Blick weg vom Meister auf das Boot mit Jüngern, die erstaunt oder von Furcht ergriffen sind. Beide geben sich zu erkennen und besteigen das Boot. Und in beiden Fällen verändert sich der Glaube der Jünger.

Die buddhistische Version könnte der christlichen als Vorbild gedient haben, aber den christlichen Bedürfnissen entsprechend umgestaltet und so in den Kontext des Neuen Testaments integriert worden sein, dass ihr Ursprung nicht mehr zu erkennen war. Man kann also davon ausgehen, dass sich Religionen in der Regel nicht isoliert, sondern im Wechselspiel gegenseitiger Rezeption, Aneignung und Ablehnung entwickelt haben, beeinflusst durch religiöse Vorstellungswelten, sich verändernde ökonomische Rahmenbedingungen sowie wechselnde zeitgeschichtliche Umstände und politische Machtverhältnisse. ■

## «Religionen haben sich nicht isoliert entwickelt, sondern im Wechselspiel gegenseitiger Rezeption, Aneignung und Ablehnung.»

Stephan Peter Bumbacher

# Teilnehmende Beobachterin.

Text: Christoph Dieffenbacher Foto: Andreas Zimmermann

In dem verwinkelten Altbau neben dem Museum der Kulturen ist es nicht leicht, ihr Büro zu finden. Über eine steile Holzterrasse geht es durch niedere Türen und Räume, vorbei an einem grünen Kachelofen, bis man sie am Ende eines Seitengangs trifft: Rita Kesselring, eben aus dem Mutterschaftsurlaub zurück, hat sich als Ethnologin das Alltagsleben im südlichen Afrika vorgenommen. Thema ihrer Habilitationsarbeit ist eine besondere Arbeitswelt: der Kupferabbau in der Stadt Solwezi im Nordwesten Sambias, eines der ärmsten Länder überhaupt. Es ist die harte, raue Welt des Bergbaus, in der Minenarbeiter mit schweren Maschinen Kupfer und Gold aus dem Boden holen.

## Leben in der Kupferstadt

«Das ist natürlich ein richtiges Männerthema», sagt die Forscherin mit einem Lachen, «und gerade deshalb fasziniert es mich wohl.» Der Bergbau im südlichen Afrika, einem der wichtigsten Rohstofflieferanten, werde in der Ethnologie seit fast einem Jahrhundert erforscht. Kesselring untersucht nun die jüngere Entwicklung dieser Industrie seit der letzten Privatisierungswelle Ende der 1990er-Jahre. So stellt sie zum Beispiel fest, dass in Sambia seitdem zahlreiche neue Minen gegraben wurden und mit neuester Technologie betrieben werden. Trotzdem werde die Umwelt in der Region nach wie vor stark belastet, und auch die Menschenrechte würden noch immer verletzt. Und: «Obwohl es heute in den Minen weniger Beschäftigte als früher braucht, ziehen noch immer Menschen vom Land in die Stadt, um hier Arbeit zu finden.»

Die Wände und der Schreibtisch ihres kleinen, eher dunkeln Büros sind voll von Plänen und Karten, welche die Besiedlung und die Infrastruktur der Stadt abbilden.

Kesselring zeigt zum Beispiel, dass die Weissen, meist Bergbaumanager, in eingezäunten Häusern leben, die Schwarzen dagegen in Lehmhütten mit schlechter Wasserversorgung und verschmutzter Luft. Sprengungen lösen täglich Bodenerstürzungen aus. «Die städtebaulichen Strukturen, die nach dem letzten Rohstoffboom entstanden sind, ähneln jenen der segregierten Städte der Apartheidzeit in Südafrika», sagt die Ethnologin. Neben dem Alltag geht sie vor allem den einzelnen Stationen der Wertschöpfung des Kupfers nach – vom Abbau in den Minen über den Transport und den Handel bis zum Kunden.

Sie reiste immer wieder in die Stadt, lebte insgesamt 14 Monate in den Siedlungen, besuchte Minen unter und über Tage und unterhielt sich mit den dort lebenden und arbeitenden Menschen. Dies konnte sie so lange, bis das Bergbaumanagement den Kontakt zu ihr abrupt gestoppt habe: «Als ich begann, Fragen über die Geschäftsbeziehungen zur Schweiz zu stellen, war plötzlich Schluss mit den Gesprächen.» Über solche wirtschaftliche Verbindungen wollte man lieber Stillschweigen bewahren, das Interesse der Ethnologin war nicht mehr erwünscht – was sie aber nicht davon abschreckte, den Motiven und Hintergründen des Rückzugs nachzugehen: «Auch das sind Forschungsdaten.»

Die Schweiz gilt als weltweit wichtigster Handelsplatz für Rohstoffe aus dem südlichen Afrika, das meiste Metall wird denn auch hier gehandelt. «Über die Beteiligung der Schweiz am internationalen Rohstoffgeschäft ist noch viel zu wenig bekannt», sagt Kesselring. Dieses Feld sei hierzulande kaum reguliert, auch wenn es inzwischen Vorschläge dazu gibt. So gesehen, habe ihre Arbeit über die Kupferstadt in Sambia ganz klar eine politi-

sche Komponente. Sie engagiert sich denn auch in globalisierungskritischen Organisationen – eher kleineren, weil sie hier die Diskussionen und den Austausch ergiebiger findet als in grossen.

## «Forschung verpflichtet»

Für ein früheres Forschungsprojekt lebte sie insgesamt zwei Jahre lang in Kapstadt, wo sie täglich schwarze Menschen in armen Wohnsiedlungen besuchte und befragte. Sie wollte von ihnen etwa wissen, wie sie die Zeit der Apartheid erlebt hatten und was davon noch nachwirkte. Wie ging die Bevölkerung mit den physischen und psychischen Verletzungen um, mit dem schmerzhaften Verlust von Angehörigen? Bei den Betroffenen seien tiefe Traumata zurückgeblieben, sagt die Forscherin. Nahe dran zu sein am Alltagsleben einer Personengruppe – in der Ethnologie hat sich diese Methode als «teilnehmende Beobachtung» etabliert. «Damit konnte ich mehr erfahren, als wenn ich die Leute einfach abgefragt hätte», sagt Kesselring. «Das Problem war eher, dass bei vielen die Vergangenheit wieder hochkam, was auch mich selbst manchmal emotional belastet hat.»

Erkenntnisse zu gewinnen, Resultate zu veröffentlichen und wissenschaftliche Theorien zu entwickeln ist für die Forscherin wichtig. Anders als im Journalismus habe sie als Wissenschaftlerin den Vorteil, lange an einem Thema bleiben und genau hinschauen zu können, den Blick etwa auf die «alltäglichen Ungleichheiten» zu richten, wie sie sagt. Ihr sei dabei bewusst, dass sie den Menschen, über die sie forscht, viel zu verdanken habe. Und: «Für mich bedeutet Forschung auch eine Verpflichtung, zum Beispiel sich zu fragen, was der Gegenstand meiner Untersuchung mit meiner eigenen Welt zu tun hat.»



Die Ethnologin Rita Kesselring forscht über die Folgen der Apartheid und den Rohstoffabbau im südlichen Afrika. Für ihre Feldstudien war sie oft allein in Townships und unwirtlichen Bergbaustädten unterwegs.

### Rita Kesselring

geboren 1981 und aufgewachsen in Frauenfeld TG, ist Postdoktorandin, Assistentin und Lehrbeauftragte am Fachbereich Ethnologie der Universität Basel. Nach ihrem Studium in Sozialanthropologie, Anglistik und Völkerrecht in Zürich und Kapstadt wurde sie 2013 in Basel promoviert. Sie forschte zunächst über die Apartheidopfer und ihre Forderungen nach Wiedergutmachung. Derzeit untersucht sie den Rohstoffabbau und -handel im südlichen Afrika und der Schweiz. Kesselring war Gastforscherin an der University of Connecticut und an der Princeton University. Längere Feldstudien führten sie nach Südafrika und Sambia. Sie lebt in Grenzach-Wyhlen (D), ist mit einem Ethnologen verheiratet und Mutter einer kleinen Tochter.

### Yoga auf dem Golfplatz

Als junge Frau an die Menschen heranzukommen, sei leicht gewesen, erinnert sich die Ethnologin an ihren Aufenthalt im südlichen Afrika. War das Unterwegssein in unbekanntem Gegenden als allein reisende Frau gefährlich? «Eigentlich nicht, obwohl es auch schwierige Situationen gab. So wurde mir in Südafrika abgeraten, als Weiße in den schwarzen Quartieren zu wohnen. Dafür erhielt ich oft auch Schutz und Hilfe von meinen Gesprächspartnerinnen, etwa von Grossmüttern, die ihre Enkel hüteten.» Für einen Ernstfall habe sie zur Selbstverteidigung jeweils Kampfsportarten trainiert. Und als sie auf dem umzäunten Golfplatz von Solwezi Yogaübungen gemacht habe, sei sie ins Gespräch mit Managern der Bergbaufirma gekommen, mit denen sie erste Interviews führen konnte.

Mit Joggen und Wandern betreibt Kesselring noch immer etwas Sport, wenn sie dazu Zeit findet. Schon nach der Matur bewegte sie sich viel und wollte zuerst eigentlich Sport studieren, doch ein Unfall durchkreuzte diese Pläne. Eine längere Reise nach Simbabwe habe dann ihr Interesse an der Ethnologie geweckt: «Zuerst verstand ich vieles vom dortigen Alltagsleben überhaupt nicht. Mir kam das meiste fremd vor.» Diese Erfahrung war quasi ihr Einstieg in ihr Studienfach. Nun freut sie sich auf die nächsten Forschungsreisen, die sie mit Mann und Kleinkind unternehmen wird. ■

Alumna im Beruf: Tanja Dietrich

# Biologin und Kommunikatorin.

Interview: Bettina Volz-Tobler

**Tanja Dietrich hat an der Universität Basel Biologie studiert. Heute ist sie Kommunikationsbeauftragte des Basler Zoos und Inhaberin einer Kommunikationsagentur mit Spezialgebiet Online-Marketing und Beratung für kleine und mittlere Unternehmen und Vereine.**



Tanja Dietrich

**UNI NOVA:** Frau Dietrich, was hat Sie zum Biologiestudium gezogen?

**DIETRICH:** Die Tierwelt hat mich von Kind auf fasziniert. Da wir zu Hause nicht mehr als eine Katze und zwei Meerschweinchen halten konnten, habe ich mir durch das Lesen von Büchern über alle möglichen Arten von Tieren Wissen angeeignet und war als Kind gewissermassen ein wandelndes Tierlexikon. Und so war es ganz folgerichtig, dass ich mich für das Studium in Biologie I einschrieb. Dort konnte man auch Vorlesungen besuchen, die sich mit der Biologie der Wirbeltiere und der Systematik befassten – im Gegensatz zur sogenannten Biologie II, die den Fokus auf Zellbiologie setzte. Das Fach, wie wir es noch studiert haben, gibt es in dieser Form nicht mehr.

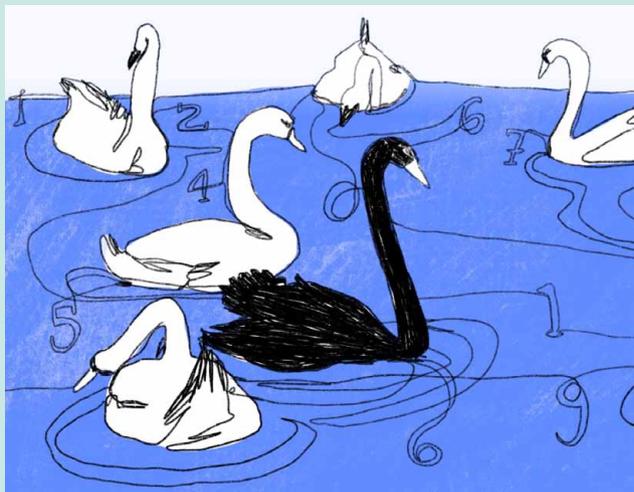
**UNI NOVA:** Sie sind seit 15 Jahren Verantwortliche für Kommunikation des Basler Zoos und betreiben auch eine eigene Kommunikationsagentur. Wie ist es zu diesem Berufsweg gekommen?

**DIETRICH:** Für meine Diplomarbeit über einen Aspekt des Sehens bei Fischen arbeitete ich im Zoo Basel und im Tropeninstitut. Nach dem Studium bekam ich im Zoo ein kleines Pensum und dazu ein Teilzeitpensum im Museum Baselland als Leiterin Bildung und Vermittlung. Daneben war ich immer auch ehrenamtlich in Fragen rund um den Naturschutz engagiert. Als dann 2004 erstmals eine Stelle für Kommunikation am Basler Zoo geschaffen wurde, wurde ich angefragt. Die

ehrenamtliche Tätigkeit entwickelte sich parallel und generierte zunehmend Anfragen von kleineren Vereinen und Organisationen. Dafür habe ich dann meine Agentur gegründet, die auf Beratung im Bereich Online-Marketing spezialisiert ist. Ich berate Kleinunternehmer, Institutionen und Vereine, die bekannter werden und Kunden gewinnen möchten, und zeige ihnen, wie sie mit ihren Inhalten online neue Interessenten finden und diese in Kunden verwandeln können.

**UNI NOVA:** Was ist Ihnen aus der Studienzeit als besonderes Erlebnis geblieben?

**DIETRICH:** Das waren die Vorlesungen im Tropeninstitut über medizinische Parasitologie und die grossen, mit allen möglichen Sorten von parasitischen Würmern gefüllten Gläser ... aber vor allem Professor David Senn und seine immer voll besetzten Vorlesungen. Er sprühte vor Begeisterung für sein Fach und illustrierte seine Rede mit schwungvollen Zeichnungen an der Tafel. Seine Vorlesungen haben eine ganze Generation von Biologiestudierenden nachhaltig geprägt. Noch heute organisiert David Senn jedes Jahr ein Nachessen, an welchem sich die «Sennianer» treffen und austauschen. ■



AlumniActuarialScience

# Neue Fachalumni gegründet.

Text:

Jolanda Bucher

Illustration:

Annina Burkhard

**Seit 80 Jahren wird an der Universität Basel Versicherungswissenschaft gelehrt. Der Basler Studiengang ist damit im deutschsprachigen Raum eine der ältesten Ausbildungen dieses Fachs. Im Rahmen der Jubiläumsveranstaltung wurde dieses Jahr die Fachalumni Actuarial Science gegründet.**

**A**m 6. Februar 1939 wurde Versicherungslehre an der Universität Basel als selbständiges Examensfach eingeführt – und exakt auf den Tag 80 Jahre später die Fachalumni Actuarial Science gegründet. Rund 90 Alumni und Alumnae, Studierende, Mitarbeitende und am Studiengang interessierte Gäste nahmen am Jubiläumsanlass in der Alten Universität teil. Im Zentrum standen der Wissens- und Informationsaustausch. Zwei Studierende präsentierten dem Fachpublikum ihre soeben abgeschlossenen Masterarbeiten. Beim Apéro und dem anschliessenden Alumni-Essen der Neumitglieder wurden Bekanntschaften aufgefrischt und neue Kon-

takte geknüpft – der Start der neuen Alumni-Mitgliederorganisation ist rundum geglückt.

## Der Universität etwas zurückgeben

Geplant sind ein jährliches Treffen jeweils am 6. Februar in Zusammenarbeit mit dem Masterstudiengang Actuarial Science sowie ein Alumni-Stamm in Zürich. Ziel der Alumni-Organisation ist die Pflege von Freundschaften, Networking sowie der Kontakt zu Sponsoren und zur Industrie. Forschung und Lehre an der Universität Basel im Bereich Actuarial Science sollen gefördert werden. Antrieb für das Engagement ist die Verbundenheit mit der Universität – die Alumnae und Alumni möchten ihrer Universität etwas zurückgeben.

Bevor Australien entdeckt wurde, meinten die Menschen in der Alten Welt, alle Schwäne seien weiss. Diese Überzeugung war unantastbar, da sie durch die empirische Evidenz scheinbar bestätigt wurde. Als niederländische Entdecker 1697 in Westaustralien den ersten schwarzen Schwan sichteten, wurde die bisherige Überzeugung schwer erschüttert: Das vermeintlich Unmögliche war eingetreten. Der Ausdruck «Black Swan» dient seither als Metapher für ein extrem seltenes Ereignis mit grossen Auswirkungen, das häufig zu einer Veränderung oder Erweiterung der bisherigen Theorie führt.

## Viele schwarze Schwäne

Aktuare und Aktuarinnen werden in der Praxis mit einer Vielzahl von «Black Swans» konfrontiert, die einen enormen Einfluss auf die Entwicklung der Finanz- und Versicherungsmärkte haben. So sind der immense Erfolg von Google und Amazon, die Anschläge vom 11. September 2001, die globale Banken- und Finanzkrise 2008, die Nuklearkatastrophe von Fukushima 2011 oder die rasante Entwicklung des World Wide Web in den 1990er-Jahren Beispiele für solche extrem seltenen Ereignisse mit grossen Auswirkungen.

Es ist eine der wichtigsten Aufgaben der Actuarial Science, die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von «Black Swans» und deren Einfluss auf die Finanz- und Versicherungsmärkte sowie die damit verbundenen Chancen und Risiken zu analysieren. Auf diese Weise können deren gewaltige Auswirkungen bei der Berechnung von Solvenzwahrscheinlichkeiten, risikogerechten Prämien und angemessenen Schadenreserven berücksichtigt und so wenigstens zum Teil beherrschbar gemacht werden. Damit tragen Aktuare und Aktuarinnen nicht nur zum nachhaltigen Erfolg der Versicherungs- und Bankenindustrie, sondern auch massgeblich zum Funktionieren der sozialen Versicherungssysteme und zur positiven Entwicklung der Volkswirtschaft bei. ■

Jubiläum

## Der UniBall wird 20.

Einmal im Jahr bittet die Universität Basel zum Tanz: Der traditionelle UniBall feiert 2020 sein 20-jähriges Bestehen. Es gibt zwei Shows und zwei Dance Floors, eine Liveband und einen DJ. Wie immer sind Studierende, Dozierende, Mitarbeitende und Freunde der Universität eingeladen, der Leidenschaft des Tanzes im Ballsaal zu frönen. Der UniBall findet im Jubiläumswahljahr 2020 am 25. April im Kronmattsaal in Binningen statt. Türöffnung und Apérobar ab 19 Uhr, Ballbeginn ist um 20 Uhr. ■

Social Media

## Aktivitäten verstärkt.

AlumniBasel hat die Aktivitäten auf seinen Social-Media-Kanälen wie Facebook und LinkedIn in letzter Zeit verstärkt. Neu kommuniziert die Ehemaligenvereinigung der Universität Basel auch über weitere Kanäle wie Instagram. Das Motto bleibt dasselbe: Find us, join us, follow us, like us! ■

Kooperation

## Günstiger ans Lucerne Festival.

Mitglieder von AlumniBasel können nun auch von Vergünstigungen für ausgewählte Konzerte des Lucerne Festivals am Vierwaldstättersee profitieren. Informationen zum jeweiligen Angebot im Konzertsaal des Kultur- und Kongresszentrums Luzern (KKL) und eine Anleitung zum Erwerb von Tickets finden sich jeweils im Newsletter AlumniNews. Das 1938 gegründete Lucerne Festival gehört im Bereich der klassischen Musik zu den renommierten internationalen Musikfestivals und bringt jährlich internationale Künstler sowie berühmte Sinfonieorchester aus der ganzen Welt nach Luzern. ■



Studierende helfen Geflüchteten: das Team des Vereins «Offener Hörsaal». (Foto: Anaïs Steiner)

Annual Giving 2019

## Förderung für «Offenen Hörsaal».

Text: Annalena Durrer und Timo Posselt

### Die gesammelten Mittel des diesjährigen Annual Giving gehen an den Verein «Offener Hörsaal» an der Universität Basel.

Der studentische Verein «Offener Hörsaal» engagiert sich für den Zugang von Geflüchteten zur Universität. Mehmet ist einer von ihnen. Im Iran war er auf dem besten Weg, Arzt zu werden. Doch ein halbes Jahr vor seinem Abschluss musste er heute 35-Jährige sein Medizinstudium abbrechen und aus politischen Gründen fliehen. Das Projekt «Offener Hörsaal» ermöglichte es ihm, als Hörer Lehrveranstaltungen zu besuchen und im Sprachenzentrum einen Deutschkurs zu absolvieren. Dabei wurde er von Buddies begleitet, freiwilligen Studierenden mit der gleichen Fächerkombination.

An der Universität Basel hat Mehmet das Fach Chemie für sich entdeckt. Bis zu einem regulären Studium galt es jedoch zahlreiche Hürden zu überwinden. So musste er eine Matura-Äquivalenzprüfung ablegen, da sein Vorbildungsausweis nur teilweise anerkannt wurde. Doch ihm fehlten die finanziellen Mittel für die teuren Vorbereitungskurse. Daher vermittelte ihm der «Offene Hörsaal» einen freiwilligen Studierenden, der ihn beim auto-

didaktischen Lernen für die Prüfung unterstützte. Im Herbst 2018 hat Mehmet erfolgreich ein Bachelorstudium in Chemie begonnen.

Die Freiwilligen des «Offenen Hörsaals» ermöglichen es den Teilnehmenden, über das Hörerprogramm die Universität Basel kennenzulernen und Kontakte mit Studierenden zu knüpfen. Ausserdem bewältigen sie mit ihnen den Anmeldeprozess zum regulären Studium und die Suche nach Stipendien. So konnten bisher knapp 70 geflüchtete Studierende Lehrveranstaltungen als Hörerinnen und Hörer belegen und Deutschkurse im Sprachenzentrum besuchen.

Ein reguläres Studium konnten bisher jedoch nur sieben Studierende antreten. Dass die ausländischen Bildungsausweise von der Hochschule nicht anerkannt werden, ist in den meisten Fällen das grösste Hindernis. Für den Kampf für höhere Chancengerechtigkeit ist der Verein «Offener Hörsaal» auch auf finanzielle Hilfe angewiesen. Der Verein hofft, dass dank dem Förderbeitrag der Alumnae und Alumni der Universität Basel in Zukunft noch mehr Geflüchteten der Zugang zu einem regulären Studium ermöglicht wird. ■

[offener-hoersaal.ch](http://offener-hoersaal.ch)

Brief aus Washington, D.C.

# Eine Ökonomin gegen die Ungleichheit.

**Pia Schneider** arbeitet seit 2004 bei der Weltbank, bei der sie sich seit drei Jahren als leitende Ökonomin mit Gesundheitsfragen beschäftigt. An der Universität Basel studierte sie Wirtschaft mit Lizenziatsabschluss 1993 und wurde an der London School of Hygiene and Tropical Medicine in Gesundheitsökonomie promoviert.

Ich bin seit 15 Jahren bei der Weltbank als Ökonomin im Bereich Gesundheit tätig. Hauptziel der 1944 gegründeten Weltbank ist die Bekämpfung der Armut und Ungleichheit. Bis 2030 sollen die extreme Armut auf drei Prozent reduziert und der Wohlstand der ärmsten 40 Prozent der Bevölkerung erhöht werden. Die Weltbank unterstützt Entwicklungsländer und Länder mit mittlerem Einkommen, indem sie ihnen günstige Kredite gewährt und technische Hilfe anbietet. Dies gibt mir tiefe Einblicke in die Gesundheitssysteme und in die sozioökonomischen, finanziellen und politischen Umstände in verschiedenen Ländern. Mit unseren Analysen und Finanzierungsprogrammen stehen wir im Dialog mit Regierungen und ihren Entscheiden – eine spannende Sache.

Heute arbeite ich vor allem in Ostafrika und im südlichen Afrika, in den Golfstaaten und Europa. Eben haben wir die Gesundheitssysteme von Namibia und Saudi-Arabien analysiert. Die Regierungen nehmen unsere Arbeit in der Regel sehr ernst und übernehmen unsere Empfehlungen oft in ihre Programme. Laut dem neusten «Human Capital Index» der Weltbank können mehr als die Hälfte aller Kinder auf der Welt nicht ihre vollen Möglichkeiten ausschöpfen, weil die Regierungen nicht genug in Bildung und Gesundheit investieren. In Europa leite ich eine Studie zur Migration von Gesundheitsperso-

nal vom Westbalkan in die EU und die Schweiz. Der Arbeitsmarkt im Gesundheitswesen ist wirklich global – in den Golfstaaten werden etwa 90 Prozent der Ärzte und Pflegenden im Privatsektor international rekrutiert.

Da ich nach dem Studium international arbeiten wollte, war 1994 meine erste Stelle als Delegierte beim IKRK: je sechs Monate in Südafrika und im damaligen Zaire. Nach einem Kurzprojekt in Basel und einem Praktikum in einer Spitalverwaltung in Portland (Oregon) arbeitete ich in den USA bei einer Versicherung und bei einer Consulting-Firma. In Kigali entwickelten wir für das Gesundheitsministerium ein Krankenkassen-Pilotprojekt für die arme Bevölkerung in Ruanda.

2004 bewarb ich mich bei der Weltbank und erhielt dort eine Stelle als Ökonomin in der Europa-Abteilung. Damals waren die Reformen in Osteuropa für die EU-Beitrittsländer ein wichtiges Thema, ebenso die Wirtschaftskrise und ihre Folgen in den Jahren 2008/09. Darauf leitete ich in der Unabhängigen Evaluationsabteilung der Weltbank zwei Evaluationen: eine über die Jugendarbeitslosigkeit und eine über die Gesundheitsfinanzierung. Für mich ist es das Wichtigste, dass mehr Menschen aus tieferen Einkommensklassen einen besseren Zugang zu qualitativ guter medizinischer Versorgung haben. Das ist das Ziel meiner Arbeit. ■



Internationale Karriere: Dr. Pia Schneider unterstützt Regierungen bei der Gestaltung ihrer Gesundheitssysteme. (Foto: Beth Payne)



**Jan Pieter  
Abrahams**

ist seit 2015 Professor am Biozentrum der Universität Basel und leitet dort eine Forschungsgruppe, die neue Ansätze im hochauflösenden Bioimaging entwickelt. Untersucht wird die dreidimensionale Struktur von Proteinen, um deren Funktion und Bedeutung in biologischen Prozessen zu verstehen.

Foto: Andreas Zimmermann

**Jan Pieter Abrahams**

## «Zauberberg», «4321» und «Game Changer».

**«Warum bin ich hier?» – «Weil es wahrscheinlich war, dass ich hier sein würde.»**

Als begeisterter Leser habe ich drei Bücher ausgewählt: Thomas Manns «Zauberberg», Paul Austers «4321» und «Game Changer» von Matthew Sadler und Natasha Regan. Sie beschreiben mein wissenschaftliches Verständnis des Lebens. Ich bin überzeugt, dass die Funktionen des Lebens, obwohl sie einem linearen Pfad zu folgen scheinen, nur durch wahrscheinlichkeitsgewichtete Interferenz mit allen möglichen Pfadverzweigungen zu verstehen sind. «Warum bin ich hier?» – «Weil es wahrscheinlich war, dass ich hier sein würde.»

Im «Zauberberg» landet Hans Castorp als junger Mann nach einem Besuch in einem Sanatorium und scheint an Tuberkulose zu leiden. Er bleibt, bis er entscheidet, geheilt zu sein – nachdem er durch jahrelangen Austausch mit Mitpatienten zu einem denkenden Mann gereift ist. Oft ist von Wissenschaft die Rede: «Was war also das Leben? Es war [...] ein Fieber der Materie, von welchem der Prozess unaufröhrlicher Zersetzung und Wiederherstellung unhaltbar verwickelt, unhaltbar kunstreich aufgebauter Eiweissmoleküle begleitet war.» Unglaublich kluge Beobachtungen, rund 35 Jahre bevor die ersten Proteinstrukturen gefunden wurden.

«4321» erzählt vier parallele Leben, die Archie Ferguson hätte führen können, jeweils durch Zu-

fallereignisse bestimmt. In drei davon stirbt er vorzeitig durch ungewöhnliche Ereignisse. Das Buch spiegelt für mich die Quantenmechanik wider, die die beobachtete Realität als den zufälligen Zusammenbruch in einen Einzelzustand einer sich entwickelnden Überlagerung vieler sich verzweigender Zustände beschreibt – im Gegensatz zur linearen Geschichte bei Mann.

«Game Changer» ist kein Roman, sondern beschreibt das Computerprogramm AlphaZero, das sich das Schachspiel in wenigen Stunden beigebracht hat. Gegen Weltmeister Magnus Carlsen würde es jedes Spiel gewinnen. Während andere Schachprogramme so viele Variationen wie möglich berechnen, um jene mit dem bestmöglichen Ergebnis auszuwählen, betrachtet AlphaZero eine Schachposition als eine riesige Versammlung von Verzweigungszuständen. Es wählt jene aus, die das Potenzial zur Suche nach so viel wie möglich guten Nachfolgezügen optimiert. Mit dieser Strategie übertraf kürzlich AlphaFold andere Tools bei der Strukturvorhersage von Proteinen. Wahrscheinlich könnte damit auch die Evolution von stabilen Proteinstrukturen erklärt werden – etwa die von Manns «unhaltbar verwickelten Eiweissmolekülen». ■

# Ausgewählte Veranstaltungen. November–Dezember 2019



13. November, 9.00–18.30 Uhr

## Uni am Markt

Die Universität Basel stellt am Herbstmarkt in Sissach Forschungsprojekte aus der Region vor.

Begegnungszone und Postgasse, Sissach

19. November, 18.15 Uhr

## Ausgewählte Fragen zum Familienrecht

Vortrag von Bruno Lötscher-Steiger, Präsident Zivilgericht Basel-Stadt

Universität Basel, Juristische Fakultät, Pro lure Auditorium, Peter Merian-Weg 8, Basel

21. November, 19.00–20.00 Uhr

## Smartphone: Freund und Feind

Vortrag von Renanto Poespodhardjo, leitender Psychologe der Ambulanz Verhaltenssuchte

Garnen, chatten, fotografieren, surfen, Bücher lesen und Videos anschauen: Das Smartphone ist für Jugendliche ein unverzichtbarer Alleskönner. Das wirkt sich nicht nur auf das Zusammenleben aus, sondern auch auf das Wohlbefinden. Wie viel Zeit am Smartphone ist gesund?

UPK Basel, mesa, Plenum, Wilhelm Klein-Strasse 27, 4001 Basel



25. November, 19.15–20.45 Uhr

## Die Münstergemeinde in Geschichte und Gegenwart

Vortrag von Prof. Dr. Lukas Kundert, Pfarrer am Basler Münster, Kirchenratspräsident und Titularprofessor für Neues Testament

Bischofshof, Münstersaal, Rittergasse 1, Basel

26. November, 18.30 Uhr

## Übersetzen lernen. Zur Übersetzer Ausbildung in der Schweiz

Themenabend der Universitätsbibliothek Basel mit Irene Weber Henking und Camille Luscher, Universität Lausanne

Universitätsbibliothek Basel, Vortragssaal, 1. Stock, Schönbeinstrasse 18–20, Basel

1. Dezember, 15.00–17.00 Uhr

## Weshalb wir Romane lesen

Café Scientifique Basel mit Prof. Dr. Ina Habermann, Dr. Ilja Johannes Karenovics (beide Universität Basel) und Dr. Andreas Mauz (Universität Zürich).

Drei Literaturwissenschaftler/innen gehen der Frage nach, welche Wirkungen und Nebenwirkungen das Lesen von Romanen hat und was Lesende dabei erleben können.

Eintritt: CHF 15.00, Studierende: CHF 10.00

Pharmaziemuseum der Universität Basel, Totengässlein 3, Basel



2. Dezember, 17.00–18.00 Uhr

## Älterwerden – Geht das von selbst?

Vortrag von Dr. Dieter Breil, Chefarzt Akutgeriatrie

Universitäre Altersmedizin Felix Platter, Auditorium Basilea, Burgfelderstrasse 101, Basel

2. Dezember, 18.15 Uhr

## Jacob Burckhardt und Theodor Mommsen. Alte Geschichte in Basel und Berlin

Vortrag von Prof. Dr. Stefan Rebenich, Universität Bern

Naturhistorisches Museum Basel, Alte Aula, Augustinergasse 2, Basel

4. Dezember, 18.15 Uhr

## Kinder sind keine kleinen Erwachsenen

Habilitationsvorlesung von PD Dr. Jehuda Soleman, Privatdozent für Neurochirurgie

Naturhistorisches Museum Basel, Aula, Augustinergasse 2, Basel

10. Dezember, 18.15–20.00 Uhr

## Zuhause in Basel und in der Schweiz

Muslimische Lebenswege in der ersten Hälfte des 20. Jh. Vortrag von Sarah Khayati, Fachbereich Nahoststudien

Universität Basel, Kollegienhaus, Hörsaal 102, Petersplatz 1, Basel



11. Dezember, 18.15 Uhr

## Der Muskel, mehr als nur Kraft

Öffentliche Habilitationsvorlesung von PD Dr. Ulrike Bonati, Privatdozentin für Neurologie Naturhistorisches Museum, Aula, Augustinergasse 2, Basel

12. Dezember, 18.15 Uhr

## Glanz und Elend an der Seidenstrasse Usbekistans

Vortrag von Prof. Dr. Christian Opp, Philipps-Universität Marburg

Geographie-Gebäude, Hörsaal, 5. Stock (Lift), Klingelbergstrasse 27, Basel

16. Dezember, 18.15 Uhr

## Das Haus zum Kirchgarten als Freimaurer-Architektur (1775–1780)

Ein helvetisches Ordenshaus der Ritter des heiligen Tempels zu Jerusalem in Basel

Vortrag von Dr. Burkard von Roda, ehemaliger Direktor des Historischen Museums Basel

Naturhistorisches Museum Basel, Alte Aula, Augustinergasse 2, Basel



# Make an impact.

## Code4life

Have you ever wondered what we could achieve if we bring together the best expertise in molecular biology, modern diagnostics and smart analytics?

How might patients' lives be changed for the better?



Or go directly to: [go.roche.com/lisas\\_story](https://go.roche.com/lisas_story)

In addition to our existing strengths in oncology, immunology, infectious diseases, ophthalmology and neuroscience, we are investing into cutting-edge applications of artificial intelligence and data science to make truly Personalised Healthcare a reality.

Explore your future career in Personalised Healthcare at Roche.

The next step is yours.  
**[genext.roche.com](https://genext.roche.com)**  
**[code4life.roche.com](https://code4life.roche.com)**

